



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

**PROPONER E IMPLEMENTAR UNA ALTERNATIVA
PARA LA REDUCCIÓN DEL TIEMPO IMPRODUCTIVO
QUE PERMITA AUMENTAR LA EFICIENCIA Y
PRODUCTIVIDAD DE LA COMPAÑÍA QUÍMICA ORIÓN
S.A.S.**

Autor
David Alejandro Herrera Carmona

Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería
Industrial
Medellín, Colombia
2021



Proponer e implementar una alternativa para la reducción del tiempo improductivo que permita aumentar la eficiencia y productividad de la compañía Química Orión S.A.S.

David Alejandro Herrera Carmona

Informe de práctica para optar por el título de: **Ingeniero Industrial**

Asesores:

Emerson Andrés Giraldo Betancur

Ingeniero Industrial

Magister en Dirección de Operaciones y Logística

Erin Marín Torijano

Administrador Logístico

Coordinador de producción en Química Orión S.A.S

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Industrial

Medellín

2021

Contenido

1. Introducción	7
2. Objetivos	8
2.1 Objetivo general	8
2.2 Objetivos específicos	8
3. Marco Teórico	9
4. Metodología	14
5. Búsqueda de la información	15
5.1 Descripción de la empresa	15
5.2 Acerca de Química Orión	15
5.3 Direccionamiento estratégico	16
5.4 Mapa de procesos	16
5.5 Maquinaria	17
5.6 Productos envasados	19
5.7 Caracterización del proceso	21
5.8 Eficiencia de las líneas de producción	24
5.9 Tiempos improductivos Producción	26
6. Estudio de métodos y tiempos	29
6.1 Selección del cambio de producto	29
6.2 Registro	30
6.3 Examinar información recolectada	31
6.4 Medición del tiempo	34
6.5 Tiempo estándar del método actual	36
7. Metodología SMED	38
7.1 Despilfarros	38
7.2 Clasificación de las operaciones internas y externas	38
7.3 Conversión de operaciones internas a externas	41
7.3.1 Instalación manguera 4 pulgadas	41
7.3.2 Actividades de colaboradores nuevos	42
7.4 Ejecución de las operaciones	43
7.4.1 Capacitación cambio de producto	43
7.4.2 Revisión del método final	44
8. Evaluación método final	47
9. Conclusiones	48

10. Bibliografía	50
-------------------------------	----

Ilustraciones

Ilustración 1. Mapa de procesos. Fuente: Elaboración propia.....	17
Ilustración 2. SIPOC. Fuente: Elaboración propia.....	21
Ilustración 3. Muestra SIPOC Fuente: Elaboración propia.	21
Ilustración 4. Tiempos improductivos. Fuente: Química Orión	25
Ilustración 5. Tiempos improductivos del proceso de producción. Fuente: Química Orión	27
Ilustración 6. Pareto de tiempos improductivos. Fuente: Química Orión.....	28
Ilustración 7. Eficiencia de la línea de producción 4. Fuente: Química Orión	29
Ilustración 8. Participación de productos. Fuente: Elaboración de productos.....	30
Ilustración 9. Cambios de producto. Fuente: Elaboración propia.....	31
Ilustración 10. Diagrama de actividades múltiples actual. Fuente: Elaboración propia..	32
Ilustración 11. Diagrama de recorrido. Fuente: Elaboración propia en el software Google SketchUp.	33
Ilustración 12. Tipo de actividad. Fuente: Elaboración propia.....	34
Ilustración 13. Análisis descriptivo Desengrasante a Limpiavidrios. Fuente: Elaboración propia.....	34
Ilustración 14. Resumen estadístico. Fuente: Elaboración propia en el software Minitab.	35
Ilustración 15. Prueba de hipótesis diferencia de medias. Fuente: Elaboración propia.....	35
Ilustración 16. Diferencia de medias. Fuente: Elaboración propia en el software Minitab.	36
Ilustración 17. Factores tiempo estándar. Fuente: (García Criollo, 2005).....	37
Ilustración 18. Tiempo estándar cambio de producto. Fuente: Elaboración propia.	38
Ilustración 19. Operaciones internas y externas. Fuente: Elaboración propia.....	40
Ilustración 20. Clasificación de operaciones internas y externas. Fuente: Elaboración propia.....	40
Ilustración 21. Actividades operario de fabricación. Fuente: Elaboración propia.....	42
Ilustración 22. Actividades supernumerario. Fuente: Elaboración propia.....	43
Ilustración 23. Capacitación. Fuente: Elaboración propia	44
Ilustración 24. Análisis descriptivo con el método final. Fuente: Elaboración propia	44
Ilustración 25. Tiempo estándar método final. Fuente: Elaboración propia	45
Ilustración 26. Diagrama de actividades múltiples propuesto. Fuente: Elaboración propia	46
Ilustración 27. Costo cambio de producto método final. Fuente: Elaboración propia.....	47
Ilustración 28. Eficiencia de la línea de producción 4 método final. Fuente: Química Orión.....	48

Tablas

Tabla 1. Maquinaria. Fuente: Elaboración propia	19
Tabla 2. Productos envasados. Fuente: Elaboración propia.	21
Tabla 3. Tiempo SAM y participación. Fuente: Química Orión	26
Tabla 4. Manguera 4 pulgadas. Fuente: Elaboración propia	41

Resumen

Este trabajo presenta una alternativa de mejora para el proceso de producción de la compañía Química Orión S.A.S. Empresa ubicada principalmente en el municipio de La Estrella y una segunda planta en el municipio de Guarne.

El desarrollo de este proyecto comprende en primera instancia una búsqueda de la información con el fin de comprender las entradas y salidas del proceso productivo de la compañía, además, de identificar el cambio de producto como un tiempo improductivo bastante significativo el cual se logra disminuir y estandarizar.

Luego de identificar el tiempo productivo a disminuir, se realiza un estudio de métodos y tiempos para el cambio de producto con el objetivo de conocer el método que utilizan los colaboradores para realizar el cambio el cual se demora 61 minutos.

Posteriormente, se realiza la metodología SMED el cual consto de identificar las operaciones internas y externas que utilizan los colaboradores para realizar el cambio de producto, seguidamente se convierten las operaciones internas a externas y se ejecuta el plan de entrenamiento del nuevo método de limpieza con los colaboradores.

Finalmente, se evalúa el beneficio obtenido con el nuevo método de limpieza en comparación el anterior método utilizado por los colaboradores.

1. Introducción

Química Orión S.A.S es una compañía especializada en la manufactura de productos de limpieza y desinfección, teniendo como sede principal su planta ubicada en el municipio de la Estrella, además cuentan con otra planta de producción en el municipio de Guarne.

En los últimos años la compañía ha experimentado un rápido crecimiento debido a la dinámica que presenta el mercado, dada por Covid-19 los productos de limpieza y desinfección han tenido un crecimiento exponencial, lo que ha ocasionado un constante cambio de métodos, mano de obra, medición, maquinaria, materiales y medio ambiente. Dado a eso, el objetivo de la compañía es el aumento de la productividad y eficiencia, además de asegurar y garantizar la calidad de los productos, por lo tanto, existe la necesidad de implementar acciones que brinden resultados eficientes a bajos costos y generen valor a la compañía.

El presente documento tiene como fin documentar el trabajo de grado realizado en el semestre de industria, el cual se llevó a cabo en la compañía Química Orión S.A.S (Planta Guarne), donde se logra identificar los tiempos improductivos más relevantes y generar estrategias para mitigarlos. Así mismo, se aplica la metodología SMED para el cambio de producto Desengrasante a Limpiavidrios dado de que es el cambio más frecuente en la compañía.

A continuación, se establece los objetivos, conceptos teóricos que se utilizarán en el desarrollo del proyecto, la metodología, cronograma de actividades y resultados obtenidos.

2. Objetivos

A continuación, se detallan los objetivos propuestos para el proyecto de práctica:

2.1 Objetivo general

Proponer e implementar una alternativa para la reducción del tiempo improductivo que permita aumentar la eficiencia y productividad de la compañía Química Orión S.A.S.

2.2 Objetivos específicos

- Conocer y entender la naturaleza del proceso de producción que se lleva a cabo dentro de la compañía, que permita identificar las causas de tiempo improductivo.
- Realizar un estudio de métodos y tempos, con el fin de conocer la manera en cómo realizan el cambio de producto.
- Implementar la metodología SMED, para reducir el tiempo improductivo de la compañía.
- Evaluar y cuantificar los ahorros obtenidos de acuerdo con la metodología implementada.

3. Marco Teórico

Es importante tener claro los conceptos teóricos que sustentan el desarrollo del trabajo y ayudan a comprender la dinámica en la que se desenvuelve la compañía, como por ejemplo la productividad que es el grado de rendimiento con que se emplean los recursos disponibles para alcanzar objetivos predeterminados. Este se expresa como la relación entre producción e insumo y el aumento de esta puede verse desde varios puntos de vista:

- Aumento de la producción manteniendo el mismo insumo
- Disminución del insumo manteniendo la misma producción
- Aumento de la producción y reducción del insumo simultánea y proporcionalmente.

(García Criollo, 2005)

También, existe la productividad parcial o total que es la que relaciona todo lo producido por un sistema (salida) con uno de los recursos utilizados (insumo o entrada). (Carro & González, n.d.)

De igual modo, es importante referirse a los procesos centrales de la empresa que se requieren para su funcionamiento. Los procesos de la empresa abarcan todas las funciones, desde tomar los pedidos de los clientes, manejar las devoluciones, la producción y administrar la actualización de los sitios Web, hasta el embarque de los productos. La eficacia de las operaciones se refleja directamente en los costos asociados al desempeño de las actividades. Al realizar mejoras en dichas actividades estas pueden ser estrategias asociadas a la eficacia de las operaciones, como las iniciativas para la calidad, el rediseño de los procesos y las inversiones en tecnología pueden arrojar resultados rápidamente, a corto plazo (12 a 24 meses). (Chase, Jacobs & Aquilano, 2009)

Sin embargo, al realizar las mejoras en la compañía estas deben de ser eficientes, que simplemente es la relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados, mientras que la eficacia es el grado en que se realizan las actividades planeadas y se alcanzan los resultados planeados. Así, buscar eficiencia en la compañía es tratar de optimizar los recursos y procurar que no haya desperdicio de recursos; mientras que la eficacia implica utilizar los

recursos para el logro de los objetivos trazados (hacer lo planeado). (Pulido, 2010)

También es pertinente que la compañía tenga presente la filosofía Lean manufacturing, una filosofía de trabajo, bajo el enfoque de la mejora continua y optimización de un sistema de producción o de servicio, mediante el cumplimiento de su objetivo que es la disminución de despilfarro de todo tipo ya sea inventarios, tiempos, productos defectuosos, transportes, retrabajos por parte de equipos y personas. No es una filosofía estática ni radical que se aleja de lo ya conocido, sino más bien su novedad consiste en la combinación de distintos elementos, técnicas, aplicaciones y mejoras surgidas en la elaboración del trabajo. (Rojas & Gisbert, 2017)

Teniendo claro la filosofía Lean Manufacturing y la necesidad de aumentar la eficiencia de la compañía, es importante identificar los desperdicios de manufactura (mudas), debido a que representan todo aquello que no es la cantidad mínima de equipos, materiales, insumos, piezas, locaciones y tiempos de máquinas o de trabajadores, que resultan absolutamente esenciales para añadir valor al producto o servicio. (Pérez et al., 2011)

También es importante hacer énfasis en definir un indicador claro que cuantifique el estado de la característica o hecho que queremos controlar o mejorar. La definición debe ser expresada de la manera más específica posible, evitando incluir las causas y soluciones en la relación. La definición debe contemplar solo la característica o hecho (efecto) que observamos y mediremos. (Rodríguez & Gomez, 1991)

Por otro lado, cuando la calidad mejora al identificar y eliminar las causas de los errores y del reprocesamiento, queda disponible un resultado más utilizable por la misma cantidad de factor de mano de obra. Por eso, la mejora en la calidad resulta directamente en un aumento de la productividad. (Gryna, Chua, DeFeo & Magaña, 2007)

Conviene subrayar, que los macroprocesos recogen un conjunto de procesos que permiten alcanzar el resultado propuesto por la institución. Las instituciones de manera general cuentan con tres tipos o niveles de macroprocesos: misionales, estratégicos y apoyo, igual de importantes y necesarios, veamos en detalle de que se ocupa cada uno (UNAL, 2011):

- Misionales: la razón de ser de la institución, para lo que fue creada y que permite su sostenibilidad en el tiempo.
- Estratégicos: establecen políticas, estrategias y líneas de acción generales para la supervivencia o mejor organización de la entidad y de los demás procesos.
- Apoyo: proveen los recursos necesarios para el bien andar de los demás procesos institucionales.

También a la hora de realizar un estudio para mejorar la eficiencia en la compañía, se deben de aplicar técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea según una norma de ejecución preestablecida (Kanawaty, 2000)

Así mismo, la productividad de la mano de obra de la compañía se ve directamente afectada por la maquinaria, herramientas, materiales y los métodos de trabajo utilizados por los colaboradores. El objetivo principal de mejorar estos métodos de trabajo es incrementar la productividad al aumentar la capacidad de producción de las distintas operaciones. Para que este proceso sea exitoso, es importante indagar las razones por las cuales un trabajo se hace de una manera determinada y con unos componentes específicos, y cómo podría esto llegar a mejorarse (Norman y Frazier, 2001).

De acuerdo con lo anterior, es fundamental realizar un estudio de movimientos que consiste en dividir el trabajo en sus elementos más simples y estudiar estos elementos, separadamente y en relación unos con otros, tanto cualitativa como cuantitativamente, denominados therblig que sirven para la mejora de la distribución en el lugar de trabajo, separando los elementos en diversos grupos, lo que realizan el trabajo, los que retrasan el trabajo, eliminando operaciones que no son necesarias. (Maynard, 1985)

Por otro lado, para desarrollar un centro de trabajo eficiente es fundamental el establecimiento de estándares de tiempo. Éstos pueden determinarse mediante el uso de estimaciones, registros históricos y procedimientos de medición del trabajo. También, se espera que el colaborador opere con el método prescrito a un paso que no es rápido ni lento, sino uno que pueda

considerarse representativo del desempeño durante todo el día, por el empleado experimentado y cooperativo (Niebel, 2009).

Además, es importante evaluar la valoración o también denominada calificación del desempeño, ya que es una herramienta con la que se va a medir el tiempo de una tarea específica, estando en las óptimas condiciones, cuidando los niveles de productividad. (Niebel & Freivalds, 2008)

Luego de haber realizado el estudio de movimientos y tiempos, es necesario realizar una estandarización del método, donde básicamente se recolecta y documenta información acerca del funcionamiento (quién, cómo y cuándo) de los procesos de una manera precisa, clara, exacta y de fácil comprensión. Esta estandarización permite llevar un control de los procesos de manera que se pueda evaluar su gestión para generar un mejoramiento en cuanto a los recursos, las metodologías, la calidad de este y del producto o salidas. (Buitrago & Balvuelta, 2007). Según (Olaya Pabón, 2016), las ventajas de la estandarización son:

- Se construye un marco de referencia común que permite alinear los objetivos de la organización con su operación.
- Permite la medición de la eficiencia de los procesos del negocio e identificar los factores clave de este.
- Permite la delegación de actividades.
- Favorece la unificación de métodos.
- Facilita el autocontrol y automonitoreo en todos los niveles.
- Propende por el entrenamiento y la capacitación de los colaboradores.
- Contribuye a la organización de los proveedores.
- Garantiza la satisfacción de los clientes mejorando su experiencia.
- Evita errores.
- Reduce la frustración.

También es importante mencionar que existen varias herramientas que permiten recolectar información valiosa del proceso, como el diagrama de actividades múltiples que es un gráfico en el que se registran las respectivas actividades de varios objetos de estudio en una estación de trabajo, tales como operario(s) y máquina(s) o equipo(s), según una escala de tiempos común para demostrar la correlación que existe entre ellos. Representando

todo esto, se podrá analizar y mejorar el método y balancear el tiempo asignado entre el trabajo del hombre y el de la máquina. (Mendoza, n.d.)

Luego de tener claro la dinámica de la compañía en cómo hacen las cosas, existe una metodología para aumentar la productividad la cual se conoce como SMED (Single Minute Exchange of Dials), una técnica para realizar cambios rápidos de herramientas (troqueles, punzones, moldes, etc), eliminando las actividades que retrasan el cambio al ejecutarlas mientras la maquinaria o equipo están en operación. (Shingo, 2017)

Es de aclarar que la metodología mencionada anteriormente, tiene como objetivo disminuir el tiempo que se invierte desde el momento que se fabrica la última pieza del producto actual hasta que se produce la primera pieza del siguiente producto o lote de producción. (Pertuz, 2018)

Sin embargo, para que la metodología SMED tenga éxito, es indispensable identificar las operaciones internas que son aquellas que se realizan con la máquina parada y las operaciones externas son aquellas que pueden realizarse con la máquina en funcionamiento. Inicialmente todas las operaciones se hallan mezcladas y se realizan como si fuesen internas, por eso es tan importante la fase de identificación y separación. (Espin, 2013)

4. Metodología

Dado la importancia de aumentar la productividad de la compañía es necesario disminuir el tiempo improductivo generado en las líneas de producción. Para alcanzar el objetivo deseado se realizó inicialmente, una búsqueda de la información donde se pretendió conocer y entender el proceso de producción partiendo de la razón de ser de la compañía, direccionamiento estratégico, mapa de procesos, el flujo de la orden de producción, además, se analizaron las causas de tiempos improductivos que afectan al proceso de producción, la cual fue una base de partida para aumentar la eficiencia y por ende la productividad de la compañía, debido a que se identificó una mayor oportunidad atacar el cambio de producto, de acuerdo con la frecuencia y tiempo promedio de cambio.

Luego de identificar cual cambio de producto disminuir se realizó un estudio de métodos y tempos con el fin de conocer como los colaboradores realizan las actividades para el cambio de producto con ayuda de un diagrama de actividades múltiples.

Posteriormente de conocer el método actual, se implementó la metodología SMED, donde inicialmente, se clasificaron las operaciones realizadas de manera interna y externa, seguidamente, se generaron propuestas para reducir operaciones internas y convertirlas a operaciones externas. Una vez evaluado las propuestas se implementan las mejoras y se crea un plan de entrenamiento para el nuevo procedimiento de cambio de formato, finalmente se socializa el nuevo método con los colaboradores y se determina la reducción del tiempo de cambio.

Después de implementar la metodología SMED, se analizaron los resultados obtenidos de acuerdo con el método final de trabajo, determinando los beneficios y oportunidades de mejora tras la implementación de la metodología.

5. Búsqueda de la información

5.1 Descripción de la empresa

QUÍMICA ORIÓN S.A.S. es una empresa que se dedica a la producción y comercialización de productos de limpieza y desinfección con más de 25 años de experiencia en el sector, que ha permitido consolidarse como líder empresarial a nivel nacional. Así mismo, se ha posicionado como una organización visionaria con un compromiso de excelencia que se ha anticipado a las exigencias del mercado. Sin embargo, en los últimos años el crecimiento del mercado ha obligado a la organización a plantear estrategias que permitan adaptarse a los cambios y seguir mejorando bajo la premisa del cuidado integral del medio ambiente, ya que cada vez que alguien utiliza alguno de los productos de Química Orión se está cuidando a sí mismo, al igual que su entorno.

La compañía cuenta con su marca propia "MANTYS" en diferentes categorías de productos como; desengrasantes, desinfectantes, cosméticos, limpiadores y complementarios. Además, la compañía es una maquila para empresas como TECNAS S.A. y KOBACOLOMBIA S.A.S.

Actualmente, la compañía cuenta con dos sedes de producción; la planta 1 ubicada en el municipio de la Estrella en la cual se fabrican productos a nivel industrial para TECNAS y la marca propia Mantys y la planta 2 se encuentra ubicada en el municipio de Guarne en la cual se fabrican productos para KOBACOLOMBIA.

5.2 Acerca de Química Orión

Química Orión es una compañía especializada en la manufactura de productos de limpieza y desinfección. La experiencia adquirida desde 1992, ha permitido que los productos sean utilizados ampliamente por la industria con los mejores resultados de costo – beneficio; cada materia prima es rigurosamente seleccionada para que al final todos los productos terminados cumplan con los estándares de calidad exigidos por cualquier sector productivo. Todo gracias al sistema de calidad de la compañía certificado bajo los criterios de la norma ISO 9001/2015.

Uno de los principales objetivos, por los cuales nació Química Orión, es el cuidado integral del medio ambiente; y es por eso por lo que todos los productos fueron desarrollados con base en la anterior premisa. Cada vez que alguien utiliza alguno de los productos de Química Orión se está cuidando a sí mismo, al igual que su entorno; las formulaciones especialmente diseñadas protegen asimismo al personal que opera nuestros productos, evitando problemas de salud por su manejo continuo y periódico.

El servicio de Química Orión no sólo está determinado por el despacho oportuno y eficiente de las líneas de producción; igualmente ofrecen la asesoría completa para el manejo eficiente y el uso racional de todos los productos, dicha asesoría incluye el diseño de sistema de limpieza y desinfección especializada, capacitación permanente del personal operario, muestreos y, análisis de laboratorio y el desarrollo de productos según la necesidad de nuestros clientes. (Quimicaorion, n.d.).

5.3 Direccionamiento estratégico

La compañía cuenta con un direccionamiento el cual básicamente es consolidarse en el mercado objetivo como la opción N°1 en limpieza y desinfección, a través de las líneas de productos y servicios especializados, con el respaldo de una compañía con más de 25 años de experiencia en la creación y desarrollo de productos comprometidos con el cuidado integral del medio ambiente y el bienestar de todos los consumidores, brindando las soluciones más naturales y efectivas en las 2 ramas en las cuales son especialistas (Quimicaorion, n.d.).

5.4 Mapa de procesos

El presente trabajo se desarrolla en la planta 2 (Guarne), donde se fabrican productos domésticos como; Lavalozza Brilla King, Desengrasante Brilla King y Limpiavidrios Brilla King. Además, de productos cosméticos como; Jabón Avena & Miel Natural Feeling, Jabón Flor de Loto Natural Feeling y Gel Antibacterial Natural Feeling. En la *Ilustración 1*, se evidencia el mapa de procesos de la compañía donde se observan a manera general los procesos estratégicos, misionales y de apoyo.



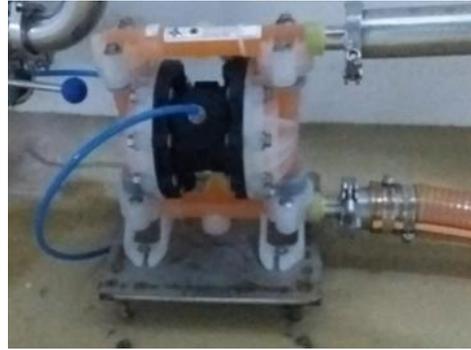
Ilustración 1. Mapa de procesos. Fuente: Elaboración propia

5.5 Maquinaria

La compañía cuenta con una serie de máquinas para el correcto funcionamiento de las 7 líneas de producción como se evidencian en la *Tabla 1*, las cuales son indispensables para el correcto aprovechamiento del tiempo productivo y poder cumplir con el plan de producción estipulado.

Descripción	Imagen
6 tanques agitadores con capacidad de 4500 kilos	 

2 bombas diafragma



7 llenadoras volumétricas



7 loteadoras



<p>7 etiquetadoras</p>	
<p>7 rotondas</p>	

Tabla 1. Maquinaria. Fuente: Elaboración propia

5.6 Productos envasados

En las líneas de producción se realiza el envasado de diferentes productos para la marca Brilla King, además de producto Natural Feeling como se muestran en la *Tabla 2*.

REFERENCIA	IMAGEN
<p>LAVALOZA LÍQUIDO BRILLA KING 500 ML</p>	
<p>DESENGRASANTE BRILLA KING 500 ML</p>	
<p>LIMPIAVIDRIOS BRILLAKING 500 ML</p>	
<p>JABON AVENA & MIEL NATURAL FEELING 500 ML</p>	
<p>JABON FLOR DE LOTO NATURAL FEELING 500 ML</p>	

<p>GEL ANTIBACTERIAL NATURAL FEELING 300 ML</p>	
---	---

Tabla 2. Productos envasados. Fuente: Elaboración propia.

Es importante tener claro que los productos para el hogar como el Lavaloz, Desengrasante y Limpiavidrios se realizan en la zona de domésticos y los productos que tienen contacto con la piel, como el Jabón de Avena & miel, Jabón Flor de Loto y Gel antibacterial se realizan en la zona de cosméticos.

5.7 Caracterización del proceso

En la *Ilustración 2*, se evidencia muestra de la caracterización del proceso de la compañía a partir de la identificación de elementos claves como:

- Quienes son los actores que aportan recursos al proceso (proveedores)
- Todo lo que se requiere para llevar a cabo el proceso (entradas)
- Conjunto de actividades que transforman las entradas en salidas dando un valor añadido (procesos)
- Cualquier información, documento, servicio, producto o experiencia generada por medio de una actividad realizada (salidas)
- La persona que recibe el resultado del proceso (cliente)

PROVEEDOR	ENTRADA				PROCESO		SALIDA		CLIENTE
S	I				P		O		C
PROVEEDOR	DETERMINACIÓN	ENTRADA	CLASIFICACIÓN	ESPECIFICACIONES (REQ DEL PROCESO)	PROCESO	TIPO DE PROCESO	SALIDAS	ESPECIFICACIONES (REQ DEL CLIENTE)	CLIENTE
Area de ventas	Métodos	Información de ventas	Controlable	Datos sobre el comportamiento de los despachos	Planear la programación de producción	Agrega valor a la organización	Plan de producción	Plan de programación agregado y desagregado	Producción
	M.O	Vendedor	Controlable	Experto en ventas		Agrega valor a la organización			
	Materiales	lista de pedidos (historicos)	Controlable	Cantidad de cajas pedidas		Agrega valor a la organización			
	Maquinaria	Computador, calculadora	Controlable	Correcta función		Agrega valor a la organización			
	Medición	Indicadores de ventas	Controlable	Utiles y medibles		Agrega valor a la organización			
	Medio ambiente	Buen clima	Experimental	Ambiente agradable		Agrega valor a la organización			
Produccion	Métodos	Plan de producción	Controlable	Plan de programación agregado y desagregado	Creación de ordenes de producción	Agrega valor a la organización	Programación por maquina de consecutivo de lotes	Programación por línea y secuencia de lotes	Logística
	M.O	Analista planeador	Controlable	Experto en planeacion		Agrega valor a la organización			
	Maquinaria	Computador, calculadora	Controlable	Correcta función		Agrega valor a la organización			
	Medición	Indicadores de producción	Controlable	Utiles y medibles		Agrega valor a la organización			
	Materiales	lista de pedidos	Controlable	Cantidad de cajas pedidas		Agrega valor a la organización			
	Medio ambiente	Buen clima	Experimental	Ambiente agradable		Agrega valor a la organización			

Ilustración 3. Muestra SIPOC Fuente: Elaboración propia.

Inicialmente, el flujo de producción empieza con los requerimientos y necesidades del cliente recolectados en el plan de producción por el área ventas, luego el área de producción crea la programación de consecutivos de lotes para cada línea de producción, además de crear las ordenes de producción (OP) en el sistema SAP donde se definen las especificaciones que regirán la fabricación del producto, tales como: cantidad de producto a granel, cantidad de materia prima, instructivo de fabricación (paso a paso), especificaciones del producto (pH, viscosidad, °Brix), cantidad de insumos (envases, válvulas, cajas y etiquetas).

Luego, dos colaboradores del área de materias primas dispensan al área de fabricación las cantidades y materias primas de acuerdo con lo especificado en la OP. El área de fabricación compuesto por 2 colaboradores (uno para la zona de cosméticos y el otro para la zona de domésticos) se encargan de verificar las cantidades correctas para poder fabricar los productos a granel en tanques de 4500 kilos, posteriormente, se lleva una muestra del producto a granel al laboratorio de control y aseguramiento de la calidad para medir las condiciones del producto como pH, viscosidad y °Brix a granel, dado el caso de no cumplir las condiciones se debe de hacer un ajuste al producto a granel y volver a llevar la muestra al laboratorio de control y aseguramiento de la calidad.

Cuando el producto cumple las condiciones anteriormente mencionadas es liberado para ser acondicionado y envasado, sin embargo, primero se debe de realizar una limpieza a la tubería (para evitar alguna contaminación microbológica) por los colaboradores de la línea de producción. Es importante aclarar que cada línea de producción cuenta con 4 colaboradores con rotación constante en las cuadrillas de trabajo, además, en cada línea de producción debe de haber un líder de máquina, quien es el responsable directo de la producción de la línea de envasado, como también del diligenciamiento de la OP y los tiempos improductivos. A continuación, se describe las funciones de los colaboradores en la línea de producción.

- **Envasador (1):** El colaborador se encarga de situar los envases en la banda transportadora y envasarlos con ayuda de la máquina volumétrica. Es importante recalcar que esta persona se encarga de controlar la velocidad de la línea de producción, además de ser el principal responsable de calibrar la máquina loteadora con el correcto lote envasado.
- **Tapador (2):** Los colaboradores se encargan de colocar las válvulas a los envases que salen de la actividad anterior, además, deben de

estar pendientes de que la máquina etiquetadora esté correctamente calibrada, debido a que se puede presentar problemas en el etiquetado de los productos como; etiqueta desviada y etiqueta arrugada. Estos colaboradores son los que presentan el menor tiempo de actividad en la línea de producción.

- **Empacador (1):** El colaborador se encarga de armar las cajas y seguidamente, empaca por 24, 21 o 16 unidades dependiendo del producto, además, se encarga de estibar correctamente las cajas. Este colaborador debe de tener atención al detalle y percatarse de que el producto no presente filtraciones o que la etiqueta esté desviada o arrugada, debido a que es la última persona que tienen contacto con el producto antes de ser empacado.

Luego de realizar la limpieza a la tubería, un colaborador del área de material de empaque dispensa al supernumerario del área de producción las cantidades de insumos que especifica la OP, seguidamente, un colaborador del área de mantenimiento realiza la calibración de la máquina dependiendo del insumo debido a que se cuentan con diferentes proveedores de envases.

Posteriormente, el producto está listo para ser acondicionado y envasado por los colaboradores de la línea de producción, donde el supernumerario abastece continuamente a los colaboradores en las líneas de producción.

Eventualmente, el área de control y aseguramiento de la calidad verifica que el producto cumpla las condiciones (volumen de acuerdo con la promesa de venta, etiqueta correcta, lote correcto, caja loteada correctamente, entre otros requisitos) y este es liberado para que el área de logística y abastecimiento realice el cierre del lote en el sistema SAP.

Finalmente, el área de despachos almacene en las estanterías los lotes aprobados y despacha al cliente final, además la OP cerrada se archiva en el CAD (Centro de Administración Documental). En la *Ilustración 3*, se muestra el flujo de producción.

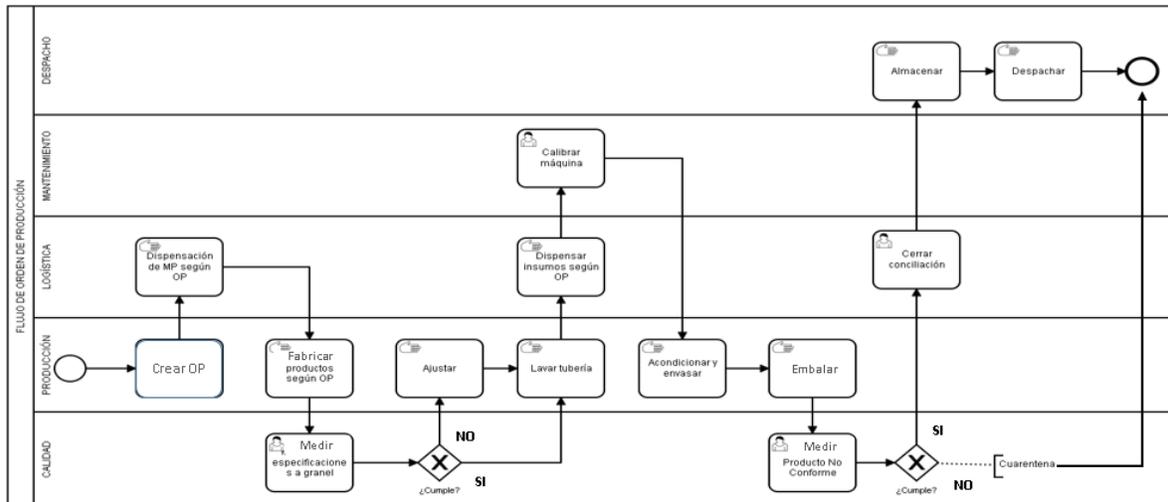


Ilustración 3. Flujo de la orden de producción. Fuente: Elaboración propia en el software BPMN.IO

5.8 Eficiencia de las líneas de producción

La compañía Química Orión evalúa la eficiencia de las líneas de producción de acuerdo con la ecuación 1. Esta se define como un indicador usado para comprender porcentualmente el rendimiento de las líneas de producción basándose en los kilogramos fabricados en el proceso de producción.

$$Eficiencia = \frac{Kilogramos\ reales}{Kilogramos\ teóricos}$$

Ecuación 1. Cálculo de la eficiencia

El plan de producción mensual estipula cuantos son los kilogramos de productos que se deben de realizar en cada línea y cada día, es por esto, que los colaboradores deben de registrar las cajas realizadas de cada lote. Sin embargo, existen tiempos improductivos que ocasionan que los colaboradores no realicen las cajas estipuladas en el plan de producción, como se puede observar en la *Ilustración 4*.

PROCESO	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
Control calidad	AC	Aprobación calidad
	EC01	Ensayos calidad
	P01	Problemas en la calidad de los envases
	P02	Problemas de calidad en las etiquetas
	P03	Problemas en la calidad de la tapa
	P04	Problemas de calidad por materia prima
Mantenimiento	M01	Mecanica dosificadora
	M02	Mecanica etiquetadora
	M03	Mecanica loteadora
	M04	Mecanica compresor
	M05	Mecanica rotonda
	P05	Problemas de volumen en la dosificadora
	CE01	Calibrar envasadora
	M06	Mantenimiento programado
Logística de abastecimiento	DEP01	Demora en dispensación de MP
	DEP02	Demora en dispensación de insumos
	FT01	Falta de etiqueta
	FT02	Falta de tapas y válvulas
	FT03	Falta de envases
	INV	Inventario
	FT04	Falta de materia prima
	Imprevistos	FT05
FT06		Falta de estibas
DEP03		Retraso en el transporte
FT07		Falta de espacio
FT08		Desabastecimiento de agua del acueducto
Ambiental	FT09	Agua fuera de especificaciones
	FT10	Desabastecimiento de agua tratada
Producción	FT11	Falta de personal
	RP01	Reproceso no previsto por etiqueta
	RP02	Reproceso no previsto por lote
	RP03	Reproceso no previsto por tapa
	RP04	Reproceso no previsto por envase
	P06	Problemas de pH de producto a granel
	P07	Problemas en grados brix de producto a granel
	P08	Problemas de viscosidad de producto a granel
	P09	Problemas de volumen
	CP	Cambio de producto
	RP05	Reproceso por translucidez
	RP06	Reproceso por volumen
	D01	Derrames
	FT12	Falta de producto
	CF	Cambio de filtros
	FT13	Filtracion de producto a granel
	R01	Reunión
	Formación	CA

Ilustración 4. Tiempos improductivos. Fuente: Química Orión

Luego, para el cálculo de la eficiencia se tiene en cuenta el tiempo SAM de cada producto y en función de este, se logra obtener los kilogramos

programados de cada turno de trabajo. En la *Tabla 3*, se puede observar el tiempo SAM de cada producto.

Producto	SAM (minutos)
Lavalozza	0.67
Desengrasante	1.19
Limpiavidrios	1.19
Jabón de manos avena & miel	0.88
Jabón de manos Flor de Loto	0.89
Gel antibacterial	0.82

Tabla 3. Tiempo SAM y participación. Fuente: Química Orión

5.9 Tiempos improductivos Producción

El proceso de producción cuenta con una serie de tiempos improductivos como se evidencia en la *Ilustración 5*, que generan que los colaboradores no logren cumplir el plan de producción programado, por ende, se analizan los ítems correspondientes al proceso para identificar el tiempo improductivo a disminuir, y así lograr aumentar la eficiencia y productividad de la compañía.

PROCESO	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
Producción	FT11	Falta de personal
	RP01	Reproceso no previsto por etiqueta
	RP02	Reproceso no previsto por lote
	RP03	Reproceso no previsto por tapa
	RP04	Reproceso no previsto por envase
	P06	Problemas de pH de producto a granel
	P07	Problemas en grados brix de producto a granel
	P08	Problemas de viscosidad de producto a granel
	P09	Problemas de volumen
	CP	Cambio de producto
	RP05	Reproceso por translucidez
	RP06	Reproceso por volumen
	D01	Derrames
	FT12	Falta de producto
	CF	Cambio de filtros
	FT13	Filtración de producto a granel
	R01	Reunión

Ilustración 5. Tiempos improductivos del proceso de producción. Fuente: Química Orión

Al realizar un diagrama de Pareto de los tiempos improductivos como se muestran en la *Ilustración 6*, se logra identificar que cerca del 80% del tiempo no productivo son de los ítems *falta de personal*, *Reproceso no previsto por tapa*, *cambio de producto* y *filtración producto a granel*. Sin embargo, por prioridad del proceso de producción se desean disminuir el tiempo improductivo correspondiente al cambio de producto, debido a que es la variable con mayor éxito de controlar.

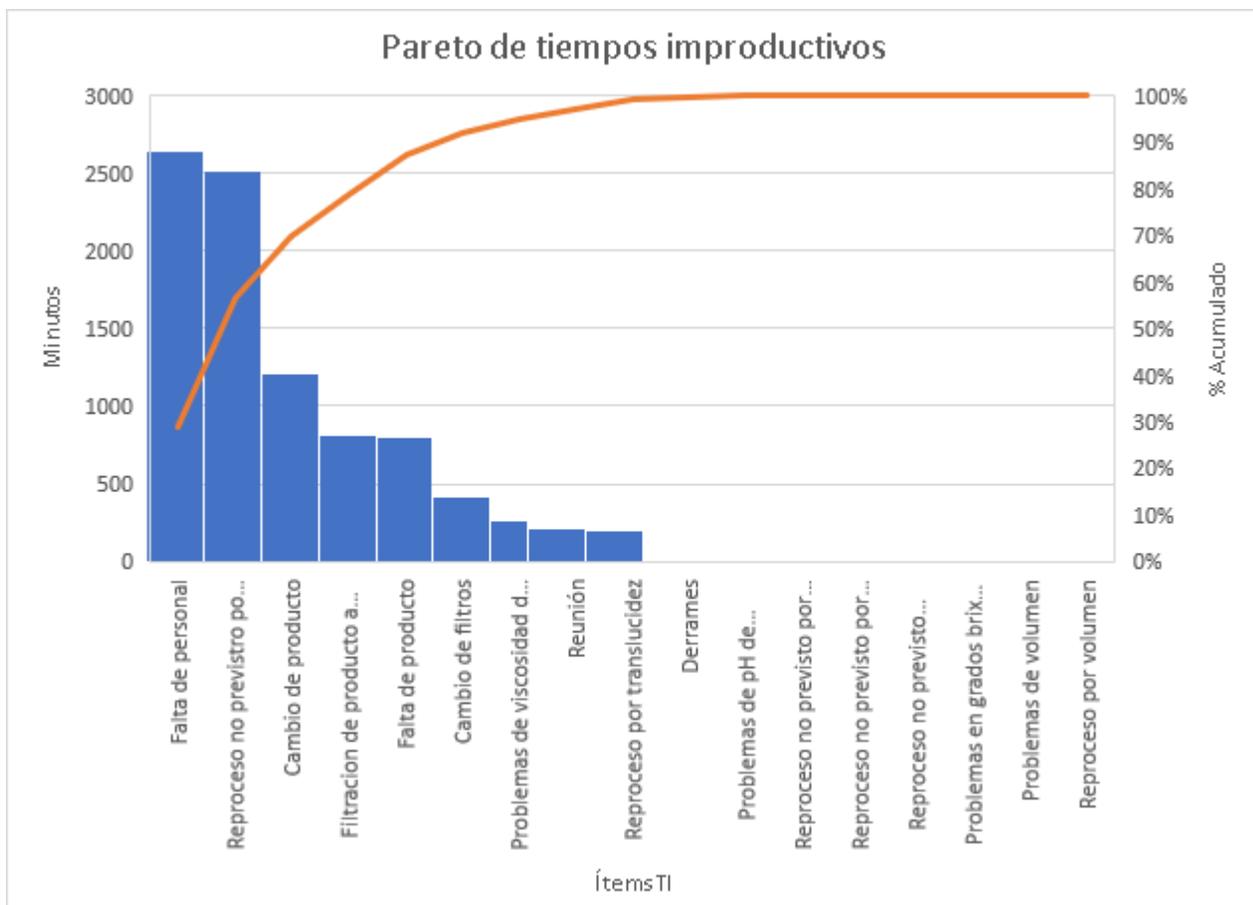


Ilustración 6. Pareto de tiempos improductivos. Fuente: Química Orión.

También, en la *Ilustración 7* se evidencia la eficiencia de la línea de producción 4 desde el mes de noviembre del 2020 hasta el mes de febrero del 2021 en los días que se presentó cambio de producto Desengrasante a Limpiavidrios, además, el objetivo para este indicador es que las líneas de producción se encuentren por encima del 84% el cual en los últimos seis meses no se ha cumplido.

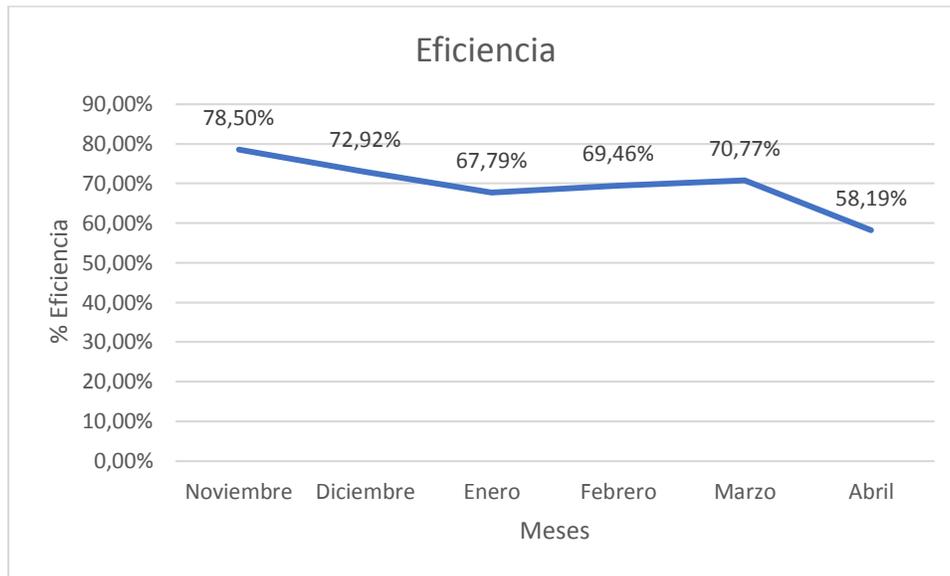


Ilustración 7. Eficiencia de la línea de producción 4. Fuente: Química Orión

6. Estudio de métodos y tiempos

Antes de aplicar la metodología SMED, es pertinente conocer el método de cambio de producto que utilizan los colaboradores con un alto grado de detalle, debido a que así tendremos certeza en que parte del método se encuentran desperdicios o cuales pasos se pueden mejorar. Por lo tanto, el siguiente paso es realizar un estudio de métodos y tiempos para el cambio de producto Desengrasante a Limpiavidrios.

6.1 Selección del cambio de producto

El estudio de métodos y tiempos consiste básicamente en conocer y analizar de forma crítica la metodología y tiempos utilizados. De acuerdo con lo anterior, aplicamos un diagrama de Pareto para identificar que producto ocupa el mayor volumen de producción.

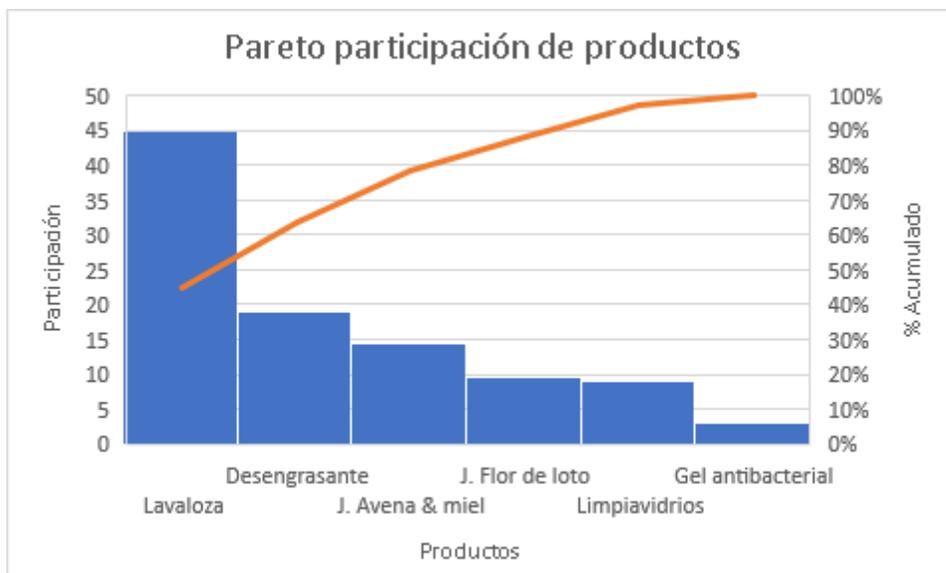


Ilustración 8. Participación de productos. Fuente: Elaboración de productos

En la *Ilustración 8* se evidencia el Pareto de los productos con mayor volumen de producción, donde el producto lavalozza, desengrasante y jabón líquido de manos avena & miel representan cerca del 80% de participación, sin embargo, el producto lavalozza al representar casi el 50% del volumen de producción cuenta con cierta prioridad en el proceso, por ende, el producto cuenta con 2 tanques agitadores y 2 líneas de producción para su correcta fabricación. Seguidamente, el producto desengrasante es el que representa el mayor volumen de producción y por esto que el estudio se va a realizar para el cambio de producto entre desengrasante a limpiavidrios, siendo estos productos envasados en la línea de producción 4.

6.2 Registro

Para el registro del cambio de producto Desengrasante a Limpiavidrios, se recolecta información en la base de datos de tiempos improductivos del proceso de producción correspondiente a los días del cambio de producto desengrasante a limpiavidrios realizados desde 4/09/2020 a 26/02/2021, como se evidencian en la *Ilustración 9*.

Desengrasante a Limpiavidrios	
Fecha	Tiempo (min)
4/09/2020	50
1/10/2020	67
7/10/2020	66
22/10/2020	40
29/10/2020	60
15/11/2020	65
20/11/2020	70
22/11/2020	65
26/11/2020	50
5/12/2020	50
11/12/2020	55
16/12/2020	30
24/12/2020	45
5/01/2021	65
6/01/2021	38
9/01/2021	34
22/01/2021	70
28/01/2021	60
13/02/2021	40
26/02/2021	60

Ilustración 9. Cambios de producto. Fuente: Elaboración propia.

Además, se realiza la grabación de dos cambios de producto para tener suficiente información y poder realizar un correcto análisis de todos los movimientos realizados por los cuatro colaboradores.

6.3 Examinar información recolectada

De acuerdo con la información grabada, se realiza un diagrama de actividades múltiples para así poder comprender los movimientos realizados por los cuatro colaboradores al momento de realizar la limpieza de las tuberías como de la máquina volumétrica. En la *Ilustración 10* se evidencia las actividades realizadas por los cuatro colaboradores en el cambio de producto Desengrasante a Limpiavidrios.

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES MÚLTIPLES

No.	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD	TIEMPO	TIEMPO ACUMULADO	Juan Carlos	Rene Cruz	Yonathan Londoño	David Barbosa
1	Escurrir producto restante de la máquina en caneca de reproceso	○	84	84				
2	Desconectar la tubería 1	○	21	105				
3	Sacar caneca de succión	○	11	116				
4	Conectar la tubería 1	○	68	184				
5	Llevar la caneca de succión hasta la zona de lavado	○	19	203				
6	Tapar caneca de reproceso	○	93	296				
7	Llevar nueva caneca de succión hasta la zona de envasado	○	19	315				
8	Dirigirse a zona de lavado	○	19	334				
9	Llenar balde 1 con agua	○	16	350				
10	Llevar balde 1 con agua a zona de envasado	○	19	369				
11	Ubicar tubería 1 en balde 1 con agua	○	9	378				
12	Ubicar manguera 1 en balde 2	○	5	383				
13	Encender máquina de envasado	○	70	453				
14	Llevar balde 2 a zona de lavado	○	19	472				
15	Depositar contenido de balde 2 en el desagüe	○	7	479				
16	Llenar balde 2 con agua	○	16	495				
17	Llevar balde 2 a zona de envasado	○	19	514				
18	Depositar contenido de balde 2 en el balde 1	○	8	522				
19	Ubicar manguera 1 en balde 2	○	5	527				
20	Encender máquina de envasado	○	70	597				
21	Llevar balde 2 a zona de lavado	○	19	616				
22	Depositar contenido de balde 2 en el desagüe	○	7	623				
23	Llenar balde 2 con agua	○	16	639				
24	Llevar balde 2 a zona de envasado	○	19	658				
25	Depositar contenido de balde 2 en el balde 1	○	6	664				
26	Ubicar manguera 1 en balde 2	○	5	669				
27	Encender máquina de envasado	○	70	739				
28	Llevar balde 2 a zona de lavado	○	19	758				
29	Depositar contenido de balde 2 en el desagüe	○	7	765				
30	Llenar balde 2 con agua	○	16	781				
31	Llevar balde 2 a zona de envasado	○	19	800				
32	Depositar contenido de balde 2 en el balde 1	○	8	808				
33	Ubicar manguera 1 en balde 2	○	5	813				
34	Encender máquina de envasado	○	70	883				
35	Llevar balde 2 a zona de lavado	○	19	902				
36	Depositar contenido de balde 2 en el desagüe	○	7	909				
37	Llenar balde 2 con agua	○	16	925				
38	Llevar balde 2 a zona de envasado	○	19	944				
39	Depositar contenido de balde 2 en el balde 1	○	8	952				
40	Ubicar manguera 1 en balde 2	○	5	957				
41	Encender máquina de envasado	○	70	1027				
42	Llevar balde 2 a zona de lavado	○	19	1046				
43	Depositar contenido en el desagüe	○	7	1053				
44	Dirigirse a zona de envasado	○	19	1072				
45	Limpia estado de área	○	15	1087				
46	Llenar estado de área	○	22	1109				
47	Llenar orden de producción	○	42	1151				
48	Dirigirse a zona de lavado	○	19	1170				
49	Desconectar tubería 2 y 3	○	36	1206				
50	Lavar filtros	○	52	1258				
51	Situar manguera (agua) en tubería 2	○	13	1271				
52	Esperar que el agua salga por tubería 3	○	55	1326				
53	Desconectar manguera 2	○	21	1347				
54	Situar manguera (agua) en manguera 2	○	4	1351				
55	Esperar que el agua salga por manguera 2	○	34	1385				
56	Conectar manguera 2	○	154	1539				
57	Colocar filtros en tubería 2 y 3	○	6	1545				
58	Conectar tubería 2 y 3	○	420	1965				
59	Verificar llaves de paso cerradas	○	6	1971				
60	Desconectar codo 1	○	38	2009				
61	Situar manguera (agua) en tubería 4	○	24	2033				
62	Dirigirse a zona de envasado	○	19	2052				
63	Desconectar tubería 1	○	21	2073				
64	Ubicar tubería 1 en nueva caneca de succión	○	21	2078				
65	Conectar tubería 1 a la máquina	○	68	2146				
66	Esperar que suba el agua por tubería 4	○	96	2242				
67	Ubicar balde 1 en salida de llave de paso 1	○	3	2245				
68	Abrir llave de paso 1	○	2	2247				
69	Llenar balde 1	○	55	2302				
70	Cerrar llave de paso 1	○	3	2305				
71	Llevar balde 1 a zona de lavado	○	19	2324				
72	Depositar contenido en el desagüe	○	7	2331				
73	Llevar balde 1 a zona de envasado	○	19	2350				
74	Ubicar balde 1 en salida de llave de paso 1	○	3	2353				
75	Abrir llave de paso 1	○	2	2355				
76	Llenar balde 1	○	55	2410				
77	Cerrar llave de paso 1	○	2	2412				
78	Llevar balde 1 a zona de lavado	○	19	2431				
79	Depositar contenido en el desagüe	○	7	2438				
80	Llevar balde 1 a zona de envasado	○	19	2457				
81	Abrir llave de paso 1	○	2	2459				
82	Llenar balde 1	○	55	2514				
83	Cerrar llave de paso 1	○	2	2516				
84	Llevar balde 1 a zona de lavado	○	19	2535				
85	Depositar contenido en el desagüe	○	7	2542				
86	Llevar balde 1 a zona de envasado	○	19	2561				
87	Dirigirse a zona de lavado	○	19	2580				
88	Conectar codo 1	○	63	2643				
89	Desconectar tubería 5	○	16	2659				
90	Situar manguera (agua) en tubería 5	○	7	2666				
91	Verificar abrazaderas bien conectadas de tubería 2 y 3	○	40	2706				
92	Abrir llave de paso 2	○	3	2709				
93	Esperar que salga agua con producto	○	8	2717				
94	Cerrar llave de paso 2	○	3	2720				
95	Abrir llave de paso 3	○	3	2723				
96	Esperar que salga agua con producto	○	254	2977				
97	Abrir llave de paso 2	○	3	2980				
98	Esperar que salga agua con producto	○	22	3002				
99	Cerrar llave de paso 2	○	3	3005				
100	Cerrar llave de paso 3	○	3	3008				
101	Esperar que se llene de agua	○	18	3026				
102	Abrir llave de paso 2	○	3	3029				
103	Esperar que salga agua con producto	○	24	3053				
104	Cerrar llave de paso 2	○	3	3056				
105	Sacar manguera (agua) de tubería 5	○	5	3061				
106	Conectar tubería 5	○	61	3122				
107	Desconectar tubería 6	○	9	3131				
108	Esperar que salga agua con producto	○	67	3198				
109	Conectar tubería 6	○	245	3443				
110	Abrir llave de paso 4 y 5	○	6	3449				
111	Abrir llave de paso 6	○	5	3454				
112	Dirigirse a zona de envasado	○	19	3473				
113	Realizar purga	○	49	3522				
114	Llevar balde 1 a zona de lavado	○	19	3541				
115	Depositar contenido en el desagüe	○	7	3548				
116	Llevar balde 2 a zona de envasado	○	19	3567				
117	Realizar purga	○	20	3587				
118	Ubicar correctamente caneca de succión	○	4	3591				
119	Conectar tubería 7	○	65	3656				
120	Abrir llave de paso 1	○	3	3659				
121	Esperar que se llene de producto nuevo la caneca de succión	○	76	3735				
122	Colocar envases en la banda	○	6	3741				
123	Dosificar máquina	○	134	3875				
124	Vaciar envases en caneca de succión	○	15	3890				
125	Colocar envases en la banda	○	6	3896				
126	Encender máquina de envasado	○	35	3931				

Ilustración 10. Diagrama de actividades múltiples actual. Fuente: Elaboración propia

Además, de acuerdo con la información recolectada se realiza un diagrama de recorrido con la finalidad de entender el trayecto que realizan los colaboradores cada vez que se dirigen de la zona de envasado a la zona de los tanques de fabricación, donde recorren aproximadamente 15 metros. En la *Ilustración 11* se muestra dicho diagrama.

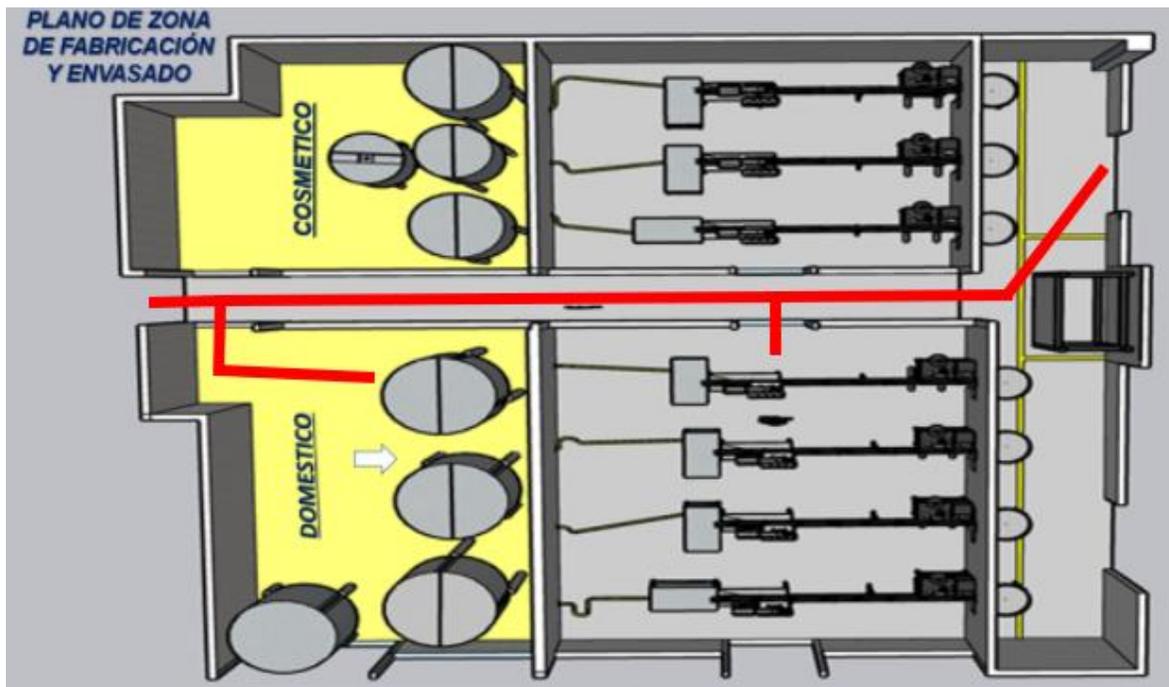


Ilustración 11. Diagrama de recorrido. Fuente: Elaboración propia en el software Google SketchUp.

Teniendo claro la información recolectada del cambio de producto Desengrasante a Limpiavidrios en la línea de producción 4 de la compañía Química Orión, se analizan todos los movimientos realizados por los cuatro colaboradores en las *Ilustraciones 10 y 11*, donde es importante recalcar que realizan actividades operativas, transportes, demoras e inspecciones. En la *Ilustración 12* se observa la cantidad de tiempo empleada de acuerdo con cada tipo de actividad y así mismo, se determina un 16% son actividades de espera y un 13% actividades de transporte, es decir que es pertinente disminuir dichas actividades para lograr un menor tiempo en el cambio de producto y poder aumentar la productividad de línea de producción.

Tipo de actividad	Tiempo (min)	Participación
○	46	70%
D	11	16%
⇒	8	13%
□	1	1%

Ilustración 12. Tipo de actividad. Fuente: Elaboración propia.

6.4 Medición del tiempo

De acuerdo con los tiempos registrados, se realiza un análisis descriptivo de los tiempos de la línea de producción 4, donde el cambio de producto Desengrasante a Limpiavidrios presenta una mayor frecuencia de cambio con un tiempo promedio de cambio de 54 minutos y una variación del 23.46%, en la *Ilustración 13* se puede apreciar el análisis descriptivo.

Estadísticas cambio de producto	
Descripción	Desengrasante a Limpiavidrios
Tiempo de cambio (media)	54
Mediana	57,5
Moda	50
Desviación estándar	12,67
Curtosis	-1,1
Coficiente de asimetría	-0,45
Variabilidad	23,46%

Ilustración 13. Análisis descriptivo Desengrasante a Limpiavidrios. Fuente: Elaboración propia.

En la *Ilustración 14* se observa un resumen estadístico del cambio de producto Desengrasante a Limpiavidrios, donde se evidencia que los tiempos recolectados se distribuyen de manera normal, lo que da certeza de confiar en los resultados de dichos tiempos, además se puede evidenciar que la curtosis de los datos es de -1.10125 que indica lo "achatada" que se distribuyen los tiempos en la campana de Gauss y la asimetría de los datos es de -0.44769, que puede indicar que algunos líderes de máquina tienen métodos diferentes para realizar el cambio de producto, debido a que algunos cambios se realizan más rápidos que otros, sin embargo para probar

la afirmación anterior, se realiza una prueba de hipótesis con la finalidad de probar estadísticamente si los líderes de máquina tienen métodos iguales o diferentes con respecto al cambio de producto para la línea 4.

Informe de resumen de Desengrasante - Limpiavidrios

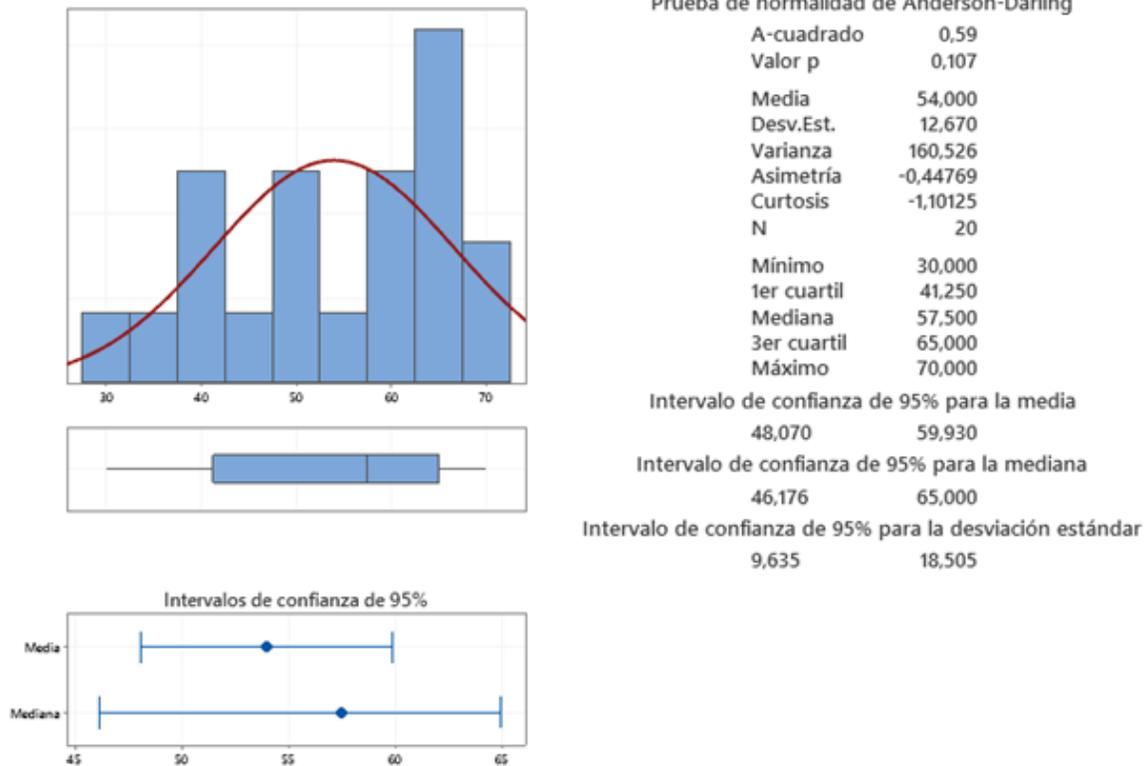


Ilustración 14. Resumen estadístico. Fuente: Elaboración propia en el software Minitab.

En la *Ilustración 15* se observa una prueba de hipótesis con el objetivo de probar si los colaboradores poseen una diferencia en el tiempo utilizado para realizar el lavado de la tubería.

$$\begin{cases} H_0: \mu_X - \mu_Y = 0 \\ H_1: \mu_X - \mu_Y \neq 0 \end{cases}$$

Ilustración 15. Prueba de hipótesis diferencia de medias. Fuente: Elaboración propia.

Se puede inferir que los líderes de máquinas asignados a la línea de producción 4 tiene métodos diferentes de limpieza en las tuberías, dado que entre el líder de máquina Daniel Villa y Juan Gómez se presenta una diferencia significativa en el promedio de cambio de producto, algo similar ocurre entre Daniel Villa y Roso Osorio, sin embargo, no se presenta una diferencia significativa en el promedio del tiempo utilizado para el cambio de producto entre Juan Gómez y Roso Osorio. En la *Ilustración 16* se observa el análisis realizado.

Prueba T e IC de dos muestras: Juan Gómez; Roso Osorio

T de dos muestras para Juan Gómez vs. Roso Osorio

	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
Juan Gómez	15	46,98	3,69	0,95
Roso Osorio	15	49,0	11,5	3,0

Diferencia = μ (Juan Gómez) - μ (Roso Osorio)

Estimación de la diferencia: -1,99

IC de 95% para la diferencia: (-8,57; 4,60)

Prueba T de diferencia = 0 (vs. #): Valor T = -0,64 Valor p = 0,532 GL = 16

Prueba T e IC de dos muestras: Daniel Villa; Roso Osorio

T de dos muestras para Daniel Villa vs. Roso Osorio

	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
Daniel Villa	15	60,67	3,95	1,0
Roso Osorio	15	49,0	11,5	3,0

Diferencia = μ (Daniel Villa) - μ (Roso Osorio)

Estimación de la diferencia: 11,71

IC de 95% para la diferencia: (5,10; 18,31)

Prueba T de diferencia = 0 (vs. #): Valor T = 3,74 Valor p = 0,002 GL = 17

Prueba T e IC de dos muestras: Daniel Villa; Juan Gómez

T de dos muestras para Daniel Villa vs. Juan Gómez

	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
Daniel Villa	15	60,67	3,95	1,0
Juan Gómez	15	46,98	3,69	0,95

Diferencia = μ (Daniel Villa) - μ (Juan Gómez)

Estimación de la diferencia: 13,69

IC de 95% para la diferencia: (10,83; 16,56)

Prueba T de diferencia = 0 (vs. #): Valor T = 9,80 Valor p = 0,000 GL = 27

Ilustración 16. Diferencia de medias. Fuente: Elaboración propia en el software Minitab.

6.5 Tiempo estándar del método actual

De acuerdo con los análisis de métodos y tiempos realizados con la finalidad de conocer la forma y el tiempo en que los colaboradores realizan el cambio de producto, se determina el tiempo estándar de la operación de

según la *Ilustración 17*. Al evaluar las actuaciones de los colaboradores se consideran cuatro factores:

- **Habilidad:** Se define como el aprovechamiento al seguir un método dado.
- **Esfuerzo:** Se define como una demostración de la voluntad, para trabajar con eficiencia.
- **Condiciones:** Son aquellas circunstancias que afectan solo al colaborador y no a la operación.
- **Consistencia:** Es el grado de variación en los tiempos transcurridos, mínimos y máximos, en relación con la media.

HABILIDAD			ESFUERZO		
+0.15	A1		+0.13	A1	
+0.13	A2	Habilísimo	+0.12	A2	Excesivo
+0.11	B1		+0.10	B1	
+0.08	B2	Excelente	+0.08	B2	Excelente
+0.06	C1		+0.05	C1	
+0.03	C2	Bueno	+0.02	C2	Bueno
-0.00	D	Promedio	+0.00	D	Promedio
-0.05	E1		-0.04	E1	
-0.10	E2	Regular	-0.08	E2	Regular
-0.15	F1		-0.12	F1	
-0.22	F2	Deficiente	-0.17	F2	Deficiente

CONDICIONES			CONSISTENCIA		
+0.06	A	Ideales	+0.04	A	Perfecto
+0.04	B	Excelente	+0.03	B	Excelente
+0.02	C	Buena	+0.01	C	Buena
0.00	D	Promedio	0.00	D	Promedio
-0.03	E	Regulares	-0.02	E	Regulares
-0.07	F	Malas	-0.04	F	Deficientes

Ilustración 17. Factores tiempo estándar. Fuente: (García Criollo, 2005)

Además, para la asignación de los suplementos se tuvo en cuenta que los cuatro colaboradores son hombres, la labor se realiza de pie, y no levantan pesos superiores a 5 kg.

Teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado, en la *Ilustración 18* se realiza el tiempo estándar del cambio de producto Desengrasante a Limpiavidrios en función de la habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia de los cuatro colaboradores.

Cambio de producto	Tiempo promedio (min)	Valoración						Suplementos			SAM (min)
		H	E	CO	CN	Valoración	Tiempo	Constantes	Variables	Suplementos	
Desengrasante a Limpiavidrios	54	0,03	-0,04	0,02	0,01	2%	55,08	9%	3%	12%	61,6896

Ilustración 18. Tiempo estándar cambio de producto. Fuente: Elaboración propia.

7. Metodología SMED

7.1 Despilfarros

Antes de iniciar con la metodología SMED, es importante tener claro los despilfarros de la compañía, y que en general, las tareas que contribuyen a incrementar el valor del producto no superan el 1% del total del proceso productivo, o lo que es lo mismo, el 99% de las operaciones restantes no aportan valor y entonces constituyen un despilfarro (Rajadell & Sánchez, 2010). Debido a lo anterior, es pertinente identificar y disminuir los despilfarros encontrados en la compañía, como, por ejemplo:

- Despilfarros de organización
- Despilfarros de montajes y desmontajes de piezas
- Despilfarros de mediciones, montajes y calibraciones
- Despilfarros de ensayos y justes

En el caso de Química Orión, se presentan despilfarro de organización el cual consiste básicamente, en limpiar completamente la tubería del producto envasado anteriormente, es decir, realizar un despeje de línea como lo indica la orden de producción cada vez que se cambia de producto. Además, como no se tiene un método de limpieza cada líder de maquina debe de buscar los elementos y/o piezas necesarias para envasar el siguiente producto, lo que ocasiona una demora significativa para envasar el siguiente producto, ocasionando ineficiencias de acuerdo con lo estipulado en el plan de producción semanal.

7.2 Clasificación de las operaciones internas y externas

Según Shigeo Shingo las actividades de los cambios de herramienta o “Cambios de Formato” se clasifican en dos tipos:

- **Actividades de preparación interna:** Actividades que solo se pueden realizar mientras la maquina se encuentra parada.
- **Actividades de Preparación externa:** Actividades que se pueden realizar mientras que el equipo se encuentra en operación. (Shingo, 2017)

Para la clasificación de las operaciones internas y externas se realiza un análisis de cada actividad, los resultados se muestran en la *Ilustración 19* donde las operaciones externas corresponden a un 13.33% y las operaciones internas corresponden a un 86.67% de todas las actividades realizadas por los colaboradores.

OPERACIONES INTERNAS Y EXTERNAS			
No.	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD	OPERACIÓN
1	Escurrir producto restante de la máquina en caneca de reproceso		Interna
2	Desconectar la tubería 1		Interna
3	Sacar caneca de succión		Interna
4	Conectar la tubería 1		Interna
5	Llevar la caneca de succión hasta la zona de lavado		Interna
6	Tapar caneca de reproceso		Interna
7	Llevar nueva caneca de succión hasta la zona de envasado		Externa
8	Dirigirse a zona de lavado		Externa
9	Llenar balde 1 con agua		Externa
10	Llevar balde 1 con agua a zona de envasado		Externa
11	Ubicar tubería 1 en balde 1 con agua		Externa
12	Ubicar manguera 1 en balde 2		Externa
13	Encender máquina de envasado		Interna
14	Llevar balde 2 a zona de lavado		Externa
15	Depositar contenido de balde 2 en el desagüe		Externa
16	Llenar balde 2 con agua		Externa
17	Llevar balde 2 a zona de envasado		Externa
18	Depositar contenido de balde 2 en el balde 1		Externa
19	Ubicar manguera 1 en balde 2		Externa
20	Encender máquina de envasado		Interna
21	Llevar balde 2 a zona de lavado		Externa
22	Depositar contenido de balde 2 en el desagüe		Externa
23	Llenar balde 2 con agua		Externa
24	Llevar balde 2 a zona de envasado		Externa
25	Depositar contenido de balde 2 en el balde 1		Externa
26	Ubicar manguera 1 en balde 2		Externa
27	Encender máquina de envasado		Interna
28	Llevar balde 2 a zona de lavado		Externa
29	Depositar contenido de balde 2 en el desagüe		Externa
30	Llenar balde 2 con agua		Externa
31	Llevar balde 2 a zona de envasado		Externa
32	Depositar contenido de balde 2 en el balde 1		Externa
33	Ubicar manguera 1 en balde 2		Externa
34	Encender máquina de envasado		Interna
35	Llevar balde 2 a zona de lavado		Externa
36	Depositar contenido de balde 2 en el desagüe		Externa
37	Llenar balde 2 con agua		Externa
38	Llevar balde 2 a zona de envasado		Externa
39	Depositar contenido de balde 2 en el balde 1		Externa
40	Ubicar manguera 1 en balde 2		Externa
41	Encender máquina de envasado		Interna
42	Llevar balde 2 a zona de lavado		Externa
43	Depositar contenido en el desagüe		Externa
44	Dirigirse a zona de envasado		Externa
45	Limpiar estado de área		Externa
46	Llenar estado de área		Externa
47	Llenar orden de producción		Externa
48	Dirigirse a zona de lavado		Externa
49	Desconectar tubería 2 y 3		Interna
50	Lavar filtros		Interna
51	Situar manguera (agua) en tubería 2		Interna
52	Esperar que el agua salga por tubería 3		Interna
53	Desconectar manguera 2		Interna
54	Situar manguera (agua) en manguera 2		Interna
55	Esperar que el agua salga por manguera 2		Interna
56	Conectar manguera 2		Interna
57	Colocar filtros en tubería 2 y 3		Interna
58	Conectar tubería 2 y 3		Interna
59	Verificar llaves de paso cerradas		Interna
60	Desconectar codo 1		Interna
61	Situar manguera (agua) en tubería 4		Interna
62	Dirigirse a zona de envasado		Interna
63	Desconectar tubería 1		Interna
64	Ubicar tubería 1 en nueva caneca de succión		Interna
65	Conectar tubería 1 a la máquina		Interna
66	Esperar que suba el agua por tubería 4		Interna
67	Ubicar balde 1 en salida de llave de paso 1		Interna
68	Abrir llave de paso 1		Interna
69	Llenar balde 1		Interna
70	Cerrar llave de paso 1		Interna
71	Llevar balde 1 a zona de lavado		Interna
72	Depositar contenido en el desagüe		Interna
73	Llevar balde 1 a zona de envasado		Interna
74	Ubicar balde 1 en salida de llave de paso 1		Interna
75	Abrir llave de paso 1		Interna
76	Llenar balde 1		Interna
77	Cerrar llave de paso 1		Interna
78	Llevar balde 1 a zona de lavado		Interna
79	Depositar contenido en el desagüe		Interna
80	Llevar balde 1 a zona de envasado		Interna
81	Abrir llave de paso 1		Interna
82	Llenar balde 1		Interna
83	Cerrar llave de paso 1		Interna
84	Llevar balde 1 a zona de lavado		Interna
85	Depositar contenido en el desagüe		Interna
86	Llevar balde 1 a zona de envasado		Interna
87	Dirigirse a zona de lavado		Interna
88	Conectar codo 1		Interna
89	Desconectar tubería 5		Interna
90	Situar manguera (agua) en tubería 5		Interna
91	Verificar abrazaderas bien conectadas de tubería 2 y 3		Interna
92	Abrir llave de paso 2		Interna
93	Esperar que salga agua con producto		Interna
94	Cerrar llave de paso 2		Interna
95	Abrir llave de paso 3		Interna
96	Esperar que salga agua con producto		Interna
97	Abrir llave de paso 2		Interna
98	Esperar que salga agua con producto		Interna
99	Cerrar llave de paso 2		Interna
100	Cerrar llave de paso 3		Interna
101	Esperar que se llene de agua		Interna
102	Abrir llave de paso 2		Interna
103	Esperar que salga agua con producto		Interna
104	Cerrar llave de paso 2		Interna
105	Sacar manguera (agua) de tubería 5		Interna
106	Conectar tubería 5		Interna
107	Desconectar tubería 6		Interna
108	Esperar que salga agua con producto		Interna
109	Conectar tubería 6		Interna
110	Abrir llave de paso 4 y 5		Interna
111	Abrir llave de paso 6		Interna
112	Dirigirse a zona de envasado		Interna
113	Realizar purga		Interna
114	Llevar balde 1 a zona de lavado		Interna
115	Depositar contenido en el desagüe		Interna
116	Llevar balde 2 a zona de envasado		Interna
117	Realizar purga		Interna
118	Ubicar correctamente caneca de succión		Interna
119	Conectar tubería 7		Interna
120	Abrir llave de paso 1		Interna
121	Esperar que se llene de producto nuevo la caneca de succión		Interna
122	Colocar envases en la banda		Interna
123	Dosificar máquina		Interna
124	Vaciar envases en caneca de succión		Interna
125	Colocar envases en la banda		Interna
126	Encender máquina de envasado		Interna

7.3 Conversión de operaciones internas a externas

Las actividades externas son operaciones que pueden desarrollarse cuando la línea de producción se encuentre en funcionamiento, tales como alistar las herramientas, traer nuevo el nuevo material de empaque, lavar la tubería disponible, entre otras actividades. También, las actividades internas son todas aquellas tareas que se desarrollan mientras la línea de producción está detenida, tales como el lavado interno de la máquina, calibración de etiquetadora como de la loteadora.

A continuación, se muestra una serie de actividades que se llevan a cabo con la finalidad de reducir tiempos en operaciones innecesarias u operaciones con la posibilidad de minimizarse.

7.3.1 Instalación manguera 4 pulgadas

Instalación manguera de agua 4 pulgadas	
Antes	Después
	

Tabla 4. Manguera 4 pulgadas. Fuente: Elaboración propia

Se realiza la solicitud al área de mantenimiento para la instalación de una manguera de 4 pulgadas, con el fin de disminuir el tiempo de llenado de agua en el tanque auxiliar. Es de tener en cuenta, que los elementos usados se encontraban en el almacén del área de mantenimiento.

7.3.2 Actividades de colaboradores nuevos

Para la realización del cambio de producto, se asignan dos nuevos colaboradores con el fin de realizar la mayor cantidad de operaciones externas como se muestran en las *Ilustraciones 20 y 21*. Es importante recalcar que dichos colaboradores presentan suficiente tiempo disponible para realizar dichas actividades mientras los cuatro colaboradores de la línea de producción terminan de envasar las últimas cajas del lote correspondientes al producto Desengrasante.

- **Operario de fabricación**

INICIA:		INSPECCION	<input type="checkbox"/>	0	0	0		
TERMINA:		TRANSPORTE	<input type="checkbox"/>	0	0	0		
TIPO: HOMBRE: <input checked="" type="checkbox"/> MATERIAL: _____		DEMORA	<input type="checkbox"/>	0	4	-4		
METODO: ACTUAL: _____ PROPUESTO: X		ALMACENAM	<input type="checkbox"/>	0	0	0		
OPERARIO: Fabricacion		COMBINADA	<input type="checkbox"/>	0	0	0		
ELABORADO POR: David Alejandro Herrera Carmona		TOTAL ACTIVIDADES		0	21	-21		
APROBADO POR:		Observaciones : Actividades externas de la líneas, es decir, estas son las actividades que estan compuestas por el lavado de tuberías, deben realizarse con la maquina en funcionamiento.						
No.	DESCRIPCIÓN	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	TIEMPO	OBSERVACIONES
1	Lavar tanque principal	●						
2	Desconectar tubería 5	●						
3	Abrir llave de paso 6	●						
4	Cerrar llave de paso 2, 3, 4 y 5	●						
5	Cerrar llaves de paso 8 y 9 (T. auxiliar)	●						
6	Lavar T. auxiliar	●						
8	Abrir llave de paso 9 (T. auxiliar)	●						
9	Esperar que salga agua con producto por llave de paso 9				●			
10	Cerrar llave de paso 9	●						
11	Llenar 200 litros de agua T. auxiliar	●						
12	Encender moto bomba	●						
13	Abrir llave de paso 8	●						
14	Esperar que salga el agua con producto por la tubería 5				●			
15	Desconectar la tubería del filtro que esté funcionando	●						
16	Esperar que salga agua con producto por la tubería del filtro desconectado				●			
17	Apagar moto bomba	●						
18	Esperar que salga toda el agua por la tubería del filtro desconectado				●			
19	Cerrar la llave de paso del filtro desconectado	●						
20	Abrir llave de paso del filtro limpio	●						
21	Cerrar llave de paso 6	●						

Ilustración 21. Actividades operario de fabricación. Fuente: Elaboración propia.

- **Supernumerario**

DIAGRAMA ANALITICO DE PROCESO				FECHA:	28/04/2021				
D.A.P. N° <u> 1 </u> Hoja <u> 1 </u> de <u> 1 </u>				RESUMEN					
PROCESO: Cambio de referencia desengrasante limpiavidrios				ACTIVIDAD	ACTUAL	PROP	DIF		
INICIA:				OPERACIÓN	0	5	-5		
TERMINA:				INSPECCION	0	1	-1		
TIPO: HOMBRE: <u> X </u> MATERIAL: <u> </u>				TRANSPORTE	0	3	-3		
METODO: ACTUAL: <u> </u> PROPUESTO: <u> X </u>				DEMORA	0	0	0		
OPERARIO: Supernumerario				ALMACENAM	0	1	-1		
ELABORADO POR: David Alejandro Herrera Carmona				COMBINADA	0	0	0		
APROBADO POR:				TOTAL ACTIVIDADES	0	10	-10		
				Observaciones : Actividades externas de la líneas, es decir, estas son las actividades que estan compuestas por el lavado de tuberías, deben realizarse con la maquina en funcionamiento.					
No.	DESCRIPCIÓN	○	□	⇨	D	▽	⊞	TIEMPO	OBSERVACIONES
1	Llevar nueva caneca de succión y 3 baldes a zona de envasado	●							
2	Llevar papel stretch, rótulo, tambor y desinfectante a la zona de lavado		●						
3	Cerrar llave de paso 6	●							
4	Verificar empaques de tubería 5 y filtro desconectado en buen estado		●						
5	Limpiar estado de área	●							
6	Llenar estado de área	●							
7	Llevar balde 1, 2 y 3 a zona de lavado		●						
8	Depositar contenido de baldes 1, 2 y 3 en tambor	●							
9	Dirigirse a zona de envasado		●						
10	Almacenar manguera extra en zona de lavado			●					

Ilustración 22. Actividades supernumerario. Fuente: Elaboración propia

7.4 Ejecución de las operaciones

Para realizar un correcto cambio de producto, es necesario e indispensable que todos los colaboradores implicados estén en la misma sintonía, es decir, que todo el equipo comprenda las funciones que deben de desarrollar para una correcta sincronía en el lavado de la tubería.

7.4.1 Capacitación cambio de producto

Luego de analizar el método actual que utilizan los colaboradores de Química Orión para realizar el cambio de producto Desengrasante a Limpiavidrios, se propone un nuevo método en el cual es indispensable que todos los colaboradores comprendan la importancia de realizar el cambio lo más rápido posible. En base en lo anterior, se realiza una capacitación con los colaboradores para dar a entender el nuevo método de limpieza el cual tienen como objetivo estandarizar el proceso de lavado, se puede observar en la *Ilustración 22*.



Ilustración 23. Capacitación. Fuente: Elaboración propia

7.4.2 Revisión del método final

Una vez implementadas las mejoras y la capacitación a los colaboradores es necesario evaluar el efecto de la aplicación de la metodología SMED en el cambio de producto Desengrasante a Limpiavidrios en la línea de producción 4.

Se hace la toma de seis muestras de cambios de producto del método final, donde en la *Ilustración 23* se observa un análisis descriptivo de las muestras tomadas, donde se puede evidenciar una variabilidad menor al 6 % en los tiempos tomados.

Estadísticas cambio de producto metodo final	
Tiempo de cambio (media)	33,5
Mediana	34
Desviacion estandar	1,7606817
Curtosis	-0,176899
Coefficiente de asimetria	-0,164892
Variabilidad	5,26%

Ilustración 24. Análisis descriptivo con el método final. Fuente: Elaboración propia

Además, en la *Ilustración 24* se realiza el tiempo estándar del cambio de producto Desengrasante a Limpiavidrios con el método final en función de

la habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia de los seis colaboradores implicados.

Cambio de producto (metodo final)	Tiempo promedio (min)	Valoracion						Suplementos			SAM (min)
		H	E	CO	CN	Valoracion	Tiempo	Constantes	Variables	Suplementos	
Desengrasante a Limpiavidrios	34	0,03	-0,04	0,02	0,01	2%	34,68	9%	3%	12%	38,8416

Ilustración 25. Tiempo estándar método final. Fuente: Elaboración propia

Teniendo claro variabilidad menor al 6% en las muestras tomadas y un tiempo estándar de 39 minutos, se muestra en la *Ilustración 25* las actividades realizadas por los seis colaboradores con el método final de cambio de producto.

No.	DESCRIPCIÓN	TIPO ACTIVIDAD	OPERCIÓN EXTERNA	OPERACIÓN INTERNA	Lider	Op. 1	Op. 2	Op. 3	SuperN	Op. Fabricación
1	Llevar nueva caneca de succión y 3 baldes a zona de envasado	⇒	90							
2	Llevar papel strech, rólulo, tambor y desinfectante a la zona de lavado	⇒	18							
3	Cerrar llave de paso 6	○	5							
4	Lavar tanque principal	○	255							
5	Desconectar tubería 5	○	33							
6	Abrir llave de paso 6	○	5							
7	Cerrar llave de paso 2, 3, 4 y 5	○	8							
8	Cerrar llaves de paso 8 y 9 (T. auxiliar)	○	8							
9	Lavar T. auxiliar	○	195							
10	Abrir llave de paso 9 (T. auxiliar)	○	5							
11	Esperar que salga agua con producto por llave de paso 9	⏸	35							
12	Cerrar llave de paso 9	○	5							
13	Llenar 200 litros de agua T. auxiliar	○	30							
14	Encender moto bomba	○	8							
15	Abrir llave de paso 8	○	6							
16	Esperar que salga el agua con producto por la tubería 5	⏸	35							
17	Desconectar la tubería del filtro que esté funcionando	○	5							
18	Esperar que salga agua con producto por la tubería del filtro desconectado	⏸	15							
19	Apagar moto bomba	○	7							
20	Esperar que salga toda el agua por la tubería del filtro desconectado	⏸	15							
21	Cerrar la llave de paso del filtro desconectado	○	5							
22	Abrir llave de paso del filtro limpio	○	5							
23	Cerrar llave de paso 6	○	5							
24	Verificar empaques de tubería 5 y filtro desconectado en buen estado	□	5							
25	Limpiar estado de área	○	25							
26	Llenar estado de área	○	35							
27	Ecurrir producto restante de la máquina en caneca de succión	○		84						
28	Desconectar la tubería 1	○		21						
29	Sacar caneca de succión	○		11						
30	Conectar un extremo de la manguera extra a la llave de paso 1	○		25						
31	Colocar el otro extremo de la manguera extra en el desagüe más cercano	○		20						
32	Llevar caneca de reproceso a zona de lavado	⇒		19						
33	Tapar caneca de reproceso con papel strech	□		93						
34	Conectar tubería 5	○		30						
35	Encender moto bomba	○		7						
36	Dirigirse a zona de envasado	⇒		19						
37	Abrir llave de paso 1	○		6						
38	Esperar que salga agua limpia por manguera extra	⏸		535						
39	Agregar desinfectante al tanque auxiliar	○		20						
40	Esperar que se agote el agua con el desinfectante en el T. auxiliar	⏸		120						
41	Llenar 30 litros de agua T. auxiliar	○		10						
42	Esperar que se agote el agua en el T. auxiliar	⏸		35						
43	Cerrar llaves de paso 8 y 9 (T. auxiliar)	○		12						
44	Solicitar rollo a supernumerario	○		9						
45	Esperar rollo de etiquetas	⏸		70						
46	Quitar rollo de etiqueta anterior	○		45						
47	Ubicar rollo de etiquetas del nuevo producto	○		190						
48	Dirigirse a zona de lavado	⇒		19						
49	Verificar producto (limpiavidrios) en tanque principal	□		10						
50	Verificar llaves de paso 8, 9, 2 y 3 cerradas	□		15						
51	Abrir llave de paso 7	○		6						
52	Esperar T. auxiliar lleno	⏸		85						
53	Cerrar llave de paso 7	○		6						
54	Abrir llave de paso 6	○		7						
55	Dirigirse a zona de envasado	⇒		19						
56	Realizar purga en balde 1, 2 y 3	⇒		140						
57	Llevar balde 1, 2 y 3 a zona de lavado	⇒		34						
58	Depositar contenido de baldes 1, 2 y 3 en tambor	○		32						
59	Dirigirse a zona de envasado	⇒		19						
60	Desconectar manguera extra	○		26						
61	Almacenar manguera extra en zona de lavado	▽		32						
62	Ubicar caneca de succión en llave de paso 1	○		31						
63	Conectar tubería 1	○		46						
64	Abrir llave de paso 1	○		6						
65	Ubicar envases en banda transportadora	○		8						
66	Dosificar maquina	○		120						

Ilustración 26. Diagrama de actividades múltiples propuesto. Fuente: Elaboración propia

8. Evaluación método final

De acuerdo con el cambio de producto Desengrasante a Limpiavidrios antes de aplicar la metodología SMED presenta un tiempo promedio de cambio de 61 minutos según el tiempo estándar de la *Ilustración 19*, además se presenta en promedio cuatro cambios de producto por mes, lo que significa que la compañía anualmente asume un costo promedio de \$1.508.886, sin embargo, al aplicar la metodología SMED se redujo el tiempo de cambio de producto en un 38% con respecto al método anterior de trabajo, dando como tiempo promedio de cambio 38 minutos, significando anualmente un costo de mano de obra de \$939.962, obteniéndose así, un ahorro de mano de obra anual de \$568.924 equivalente un 37,8% y con el tiempo disponible obtenido se logrará fabricar 928 cajas adicionales en un año, lo que significa un costo de oportunidad de \$31.728.403 para la compañía como se observa en la *Ilustración 26*.

CAMBIO DE PRODUCTO DESENGRASANTE A LIMPAVIDRIOS												
	Tiempo promedio de cambio	Total cambios/mes	Total minutos/mes	Total minutos/año	Numero de colaboradores	Valor minutos línea	SAM	Minutos disponibles	Cajas/minutos disponibles	Valor caja Limpiavidrios	Costo anual M.O.D.	Costo de oportunidad
Situación antes del SMED	61	4	244	2928	4	515,33	1,19	1104	928	\$ 34.200	\$ 1.508.886	\$ 31.728.403
Situación después del SMED	38	4	152	1824	4	515,33					\$ 939.962	

Ilustración 27. Costo cambio de producto método final. Fuente: Elaboración propia.

También, en la *Ilustración 27* se evidencia la eficiencia de un 85,73% en la línea de producción 4 luego de aplicar la metodología SMED en el mes de mayo del 2021 en los días que se presentó cambio de producto Desengrasante a Limpiavidrios, además, fue posible superar el objetivo de un 84% de eficiencia el cual no se cumplía hace seis meses.

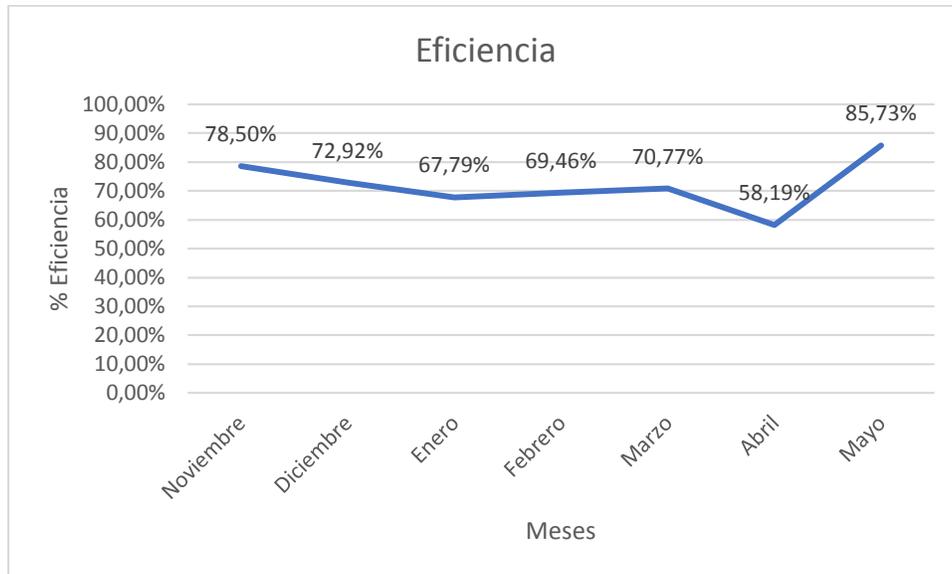


Ilustración 28. Eficiencia de la línea de producción 4 método final. Fuente: Química Orión

9. Conclusiones

La metodología SMED es una herramienta efectiva, mediante la aplicación de esta se identificó dentro del proceso: movimientos y transportes excesivos, demoras en los ajustes técnicos, falta de conocimiento en la limpieza de la tubería, no existe una sincronización en la realización de las tareas, entre otros.

En la compañía Química Orión el producto con mayor volumen de producción es el Lavalozza, sin embargo, el Desengrasante es el segundo producto con mayor volumen de producción además de ser el que presenta mayor frecuencia de cambio de producto, siendo este un tiempo improductivo bastante significativo para la compañía, debido a que se encuentra en el Pareto de cusas de baja productividad.

En general, las operaciones de las compañías que contribuyen a incrementar el valor del producto no superan el 1% del total del proceso productivo, o lo que es lo mismo, el 99% de las operaciones restantes no aportan valor y entonces constituyen un despilfarro.

De acuerdo a lo anterior, en Química Orión se presentaba un despilfarro de organización el cual consistía básicamente, en limpiar completamente la tubería del producto envasado anteriormente, es decir, realizar un despeje

de línea como lo indica la orden de producción cada vez que se cambia de producto. Sin embargo, no se contaba con un método de limpieza además de que cada líder de maquina debía de buscar los elementos y/o piezas necesarias para envasar el siguiente producto, lo que ocasionaba una demora significativa para envasar el siguiente producto, derivando en ineficiencias de acuerdo con lo estipulado en el plan de producción semanal.

Se implementa la metodología SMED en la línea de producción 4 de Química Orión S.A.S, con una reducción de tiempos en el cambio de producto del 38%, es decir, antes de aplicar el SMED se tenía un tiempo promedio de 61 minutos para realizar el cambio de producto, luego de aplicar la metodología se logra obtener un tiempo promedio de cambio de producto de 38 minutos.

Mediante la implementación del SMED se logra alcanzar una eficiencia de la línea de producción 4 del 85,73%, además, se logra reducir en un 37,8% el costo de mano de obra directo para realizar la limpieza de la tubería, logrando así, un costo de oportunidad de \$31.728.403.

10. Bibliografía

García Criollo, R. (2005). Estudio del Trabajo: Ingeniería de Métodos y Medición del Trabajo (2nd ed.; McGraw-Hill, ed.). México.

Kanawaty, G. (2000). Introducción al estudio del trabajo. Publicado con la dirección de George Kanawaty 4a. edición (revisada) (Cuarta edición).

Chase, R. Aquilano, N. y Jacobs, R (2011). Administración de la Producción y Operaciones para una Ventaja Competitiva. México: Duodécima

Carro, R., & González, D. Productividad y competitividad. Retrieved 18 April 2021, from http://nulan.mdp.edu.ar/1607/1/02_productividad_competitividad.pdf

Pulido, H. (2010). Calidad y productividad total. Retrieved 18 April 2021, from <https://clea.edu.mx/biblioteca/files/original/56cf64337c2fcc05d6a9120694e36d82.pdf>

Rodriguez, F., & Gomez, L. (1991). Indicadores de calidad y productividad en la empresa. Retrieved 18 April 2021, from <https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/863/Indicadores%20de%20calidad%20y%20productividad%20en%20la%20empresa.PDF>

Gryna, Chua, DeFeo, & Magaña. (2007). Análisis y planeación de la calidad. Retrieved 18 April 2021, from <http://sistemasdecalidad6to.weebly.com/uploads/4/6/5/8/46581171/meto-do-juran-an%C3%A1lisis-y-planeaci%C3%B3n-de-la-calidad-juran-5ta.pdf>

Niebel B. y Andris F. (2009). Ingeniería Industrial; Métodos, estándares y diseños de trabajo. D.F México: McGraw Hill

Maynard, H(1985) Manual de Ingeniería y Organización Industrial. Barcelona. España. Reverté S.A.

Shingo Shigeo (2017) Una revolución en la producción. TGP HOSHIN. Tercera edición.2003

Pertuz, A. (2018). Implementación de la metodología (SMED) para la reducción de tiempos de alistamiento (Set Up) en máquinas encapsuladoras de una empresa farmacéutica en la ciudad de Barranquilla. Retrieved 19 April 2021, from <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/18111/72245661.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Rojas, A., & Gisbert, V. (2017). LEAN MANUFACTURING: HERRAMIENTA PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LAS EMPRESAS. Retrieved 19 April 2021, from https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2018/01/art_14.pdf

Quimicaorion, C. Nuestra Empresa | Química Orión S.A. Retrieved 22 March 2021, from <http://www.quimicaorion.com.co/nuestra-empresa/>

NORMAN, Gaither; y FRAZIER, Greg. Administración de producción y operaciones. Cuarta edición. México: Thompson editores. 2001. ISBN: 9789706860316

Buitrago, D., & Balvueda, D. F. (2007). ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS EN UNA EMPRESA PRODUCTORA DE LECHE EN LA SABANA DE BOGOTÁ. Bogotá: Universidad de la Salle.

Olaya Pabón, M. C. (26 de Abril de 2016). Negocios La revista. Obtenido de Pasos y procedimientos clave para la estandarización en sistemas modulares de plantas de manufactura: <http://www.mdc.org.co/single-post/2016/04/26/Pasos-y-procedimientos-clave-para-la-estandarizaci%C3%B3n-en-sistemas-modulares-de-plantas-de-manufactura>

GUÍA BÁSICA PARA DOCUMENTAR CARACTERIZACIÓN DE PROCESOS. Material de estudio electrónico. Sitio web: Academia edu. Universidad Nacional de Colombia. 2011. 20 de octubre del 2020. Disponible en: https://www.academia.edu/23398175/GU%C3%8CA_B%C3%81SICA_PARA_DOCUMENTAR_GU%C3%8DA_B%C3%81SICA_PARA_DOCUMENTAR

Mendoza, C., n.d. DIAGRAMA DE ACTIVIDADES MÚLTIPLES. [online] Academia.edu. Available at: https://www.academia.edu/36877582/DIAGRAMA_DE_ACTIVIDADES_M%C3%9ALTIPLES [Accessed 26 May 2021].

Pérez, J., La Rotta, D., Sánchez, K., Madera, Y., Restrepo, G., Rodríguez, M., Vanegas, J. and Parra, C., 2011. Identificación y caracterización de mudas de transporte, procesos, movimientos y tiempos de espera en nuevas pymes manufactureras incorporando la perspectiva del nivel operativo. *Ingeniare. Revista Chilena de ingeniería*, (Vol. 19, núm. 3), pp.398-408.

Rajadell, M., & Sánchez, J. (2010). *Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad*. Retrieved 9 July 2021, from <https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=IR2xgsdmdUoC&oi=fnd&pg=PR1&dq=despilfarros+lean+manufacturing&ots=K8KmKd7dBT&sig=W5qzUIQGGFmyNWWGdwFCBTTMqRE#v=onepage&q=despilfarros%20&f=false>