



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Implementación de la cultura Lean y
Six Sigma en el proceso de solicitud,
recepción y entrega de ropa, calzado
y equipo de protección personal**

INFORME DE ACTIVIDADES PROFESIONALES

Que para obtener el título de

Ingeniero Industrial

P R E S E N T A

Uriel Luna Zepeda

ASESOR DE INFORME

M. en I. Emmanuel González Trueba



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2025



**PROTESTA UNIVERSITARIA DE INTEGRIDAD Y
HONESTIDAD ACADÉMICA Y PROFESIONAL
(Titulación con trabajo escrito)**



De conformidad con lo dispuesto en los artículos 87, fracción V, del Estatuto General, 68, primer párrafo, del Reglamento General de Estudios Universitarios y 26, fracción I, y 35 del Reglamento General de Exámenes, me comprometo en todo tiempo a honrar a la institución y a cumplir con los principios establecidos en el Código de Ética de la Universidad Nacional Autónoma de México, especialmente con los de integridad y honestidad académica.

De acuerdo con lo anterior, manifiesto que el trabajo escrito titulado IMPLEMENTACION DE LA CULTURA LEAN Y SIX SIGMA EN EL PROCESO DE SOLICITUD, RECEPCION Y ENTREGA DE ROPA, CALZADO Y EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL, que presenté para obtener el título de INGENIERO INDUSTRIAL es original, de mi autoría y lo realicé con el rigor metodológico exigido por mi Entidad Académica, citando las fuentes de ideas, textos, imágenes, gráficos u otro tipo de obras empleadas para su desarrollo.

En consecuencia, acepto que la falta de cumplimiento de las disposiciones reglamentarias y normativas de la Universidad, en particular las ya referidas en el Código de Ética, llevará a la nulidad de los actos de carácter académico administrativo del proceso de titulación.

URIEL LUNA ZEPEDA

Número de cuenta: 314035105

Índice

Objetivo	1
Introducción	1
Capítulo I	
1.1 <i>Lean Manufacturing</i>	4
1.2 Logros al adoptar los principios de Lean Manufacturing	5
1.3 Los 7 Desperdicios	6
1.4 <i>Six Sigma</i>	6
1.5 Descripción de la empresa	9
1.6 Historia de PEMEX	9
1.7 Puesto de trabajo	12
Capítulo II	
2.1 Estado Inicial	13
2.2 Problemática	19
2.3 Detección de los problemas	20
Capítulo III	
3.1 Análisis de la solución propuesta	21
3.2 Metodología	22
Capítulo IV	
4.1 Resultados	23
4.1.1 Mapeo de Proceso	23

4.1.2 Eliminación de desperdicios	24
4.1.3 Gestión visual para capacitación	26
4.1.4 Metodología DMAIC	28
Conclusiones	32
Bibliografía	34
Ilustraciones	35
Anexos.....	36

Objetivo

El objetivo de este proyecto es identificar y eliminar todo aquello que no agregue valor al proceso de entrega de ropa, calzado y equipo de protección personal (EPP) al personal operativo de los sectores de ductos de la gerencia de transporte, mantenimiento y servicios de ductos en la empresa Pemex Logística. Para ello, se aplicarán metodologías y herramientas de mejora continua basadas en *Lean Manufacturing* y *Six Sigma*, con el fin de identificar y eliminar desperdicios, reducir tiempos de espera, minimizar errores, y estandarizar actividades clave dentro del proceso. El proyecto también busca incrementar la satisfacción del personal operativo mediante una mayor disponibilidad y oportunidad en la entrega del EPP y garantizar el cumplimiento normativo en seguridad industrial.

Introducción

Durante sus prácticas profesionales en Pemex Logística, al estudiante se le asignó la tarea de coordinar el proceso de entrega de ropa de trabajo y equipo de protección personal a los colaboradores del sector de ductos de la Gerencia. Al finalizar el primer día de esta labor, identificó diversas áreas de oportunidad que requerían atención inmediata.

Errores en la base de datos de tallas: estos errores causan discrepancias entre el material almacenado y las necesidades reales, lo que lleva a la acumulación de material innecesario y utilización de espacio adicional para su almacenamiento, desperdiciando recursos que podrían ser destinados para su adecuada utilización.

Problemas de almacenamiento: partiendo del punto anterior, no existía un espacio específico y adecuado para el almacenamiento del material. Esto resultó en que el modo de almacenamiento constaba de apilar el material en pasillos, bloqueando el paso y dificultando otras actividades, o bien, almacenarlo en la oficina del superintendente, limitando su movilidad y causando desorden, comprometiendo también la seguridad ocupacional del recinto.

Desafíos en la entrega: la firma de recepción por parte del destinatario es necesaria, pero la ausencia del destinatario obliga a dejar el paquete con terceras personas, generando discrepancias en este indicador. Además, a veces se olvida solicitar la firma, complicando el seguimiento y el inventario de los productos entregados.

Ante estas deficiencias, los conceptos vistos durante la formación académica y profesional proporcionada estaban siendo ejemplificados, las herramientas necesarias para abordar estos problemas y mejorar el proceso de entrega estaban al alcance para cumplir con el objetivo de este informe. El conocimiento en gestión logística y mejora de procesos sería fundamental para implementar soluciones efectivas y aumentar la eficiencia del indicador asociado a esta tarea.

En un día a día cada vez más competitivo y con altas exigencias de calidad, eficiencia y satisfacción, las organizaciones se esfuerzan por encontrar métodos y herramientas que les permitan mejorar sus procesos y reducir los desperdicios.

Una de las metodologías más conocidas y efectivas en este sentido es la cultura *Lean* (Esbelta en su traducción) y la cultura *Six Sigma* en este contexto, el presente informe se centra en la implementación de ambas metodologías en el proceso de solicitud, recepción y entrega de ropa, calzado y equipo de protección personal (EPP) en la empresa Pemex Logística.

El desarrollo de este trabajo se basa en la combinación de dos enfoques:

- *Lean Manufacturing*, que busca eliminar cualquier tipo de actividad que no agregue valor para el cliente, al mismo tiempo que pretende reducir los desperdicios que en contraparte, restan valor al producto final en cada etapa del proceso.
- *Six Sigma*, que se enfoca en la mejora de la calidad y la reducción de la variabilidad de los procesos.

A lo largo de este estudio, se busca explorar los principios fundamentales de las culturas *Lean* y *Six Sigma*, a su vez, se analizará cómo pueden ser aplicadas de manera efectiva en el mencionado proceso. Se examinarán los diferentes pasos involucrados en el mismo, desde la solicitud inicial hasta la entrega final de los productos a los colaboradores de los sectores de ductos, identificando las oportunidades de mejora y proponiendo soluciones basadas en ambas metodologías.

En resumen, la implementación de ambas culturas en el proceso de solicitud, recepción y entrega de ropa, calzado y equipo de protección personal representa una oportunidad para Pemex Logística de optimizar sus operaciones y aumentar la satisfacción del cliente interno directo en este proceso. A través de este informe, se buscará brindar una visión clara y práctica sobre cómo aprovechar al máximo los beneficios de esta metodología en el ámbito específico de la gestión de estos elementos esenciales para la seguridad y protección del personal.

CAPÍTULO I

1.1 *Lean Manufacturing*

Cómo señala Díaz del Castillo Rodríguez, F. (2009) sobre el Lean Manufacturing:

“La Manufactura Esbelta son varias herramientas que ayudan a eliminar todas las operaciones que no le agregan valor al producto, servicio y a los procesos, aumentando el valor de cada actividad realizada y eliminando lo que no se requiere. Reducir desperdicios y mejorar las operaciones. La Manufactura Esbelta nació en Japón y fue concebida por los grandes gurús del Sistema de Producción Toyota: William Edward Deming, Taiichi Ohno, Shigeo Shingo, Eijy Toyota entre algunos. (p.1)

La implementación de Manufactura Esbelta es importante en diferentes áreas, ya que se emplean diferentes herramientas, por lo que beneficia a la empresa y sus empleados. Algunos de los beneficios que permite alcanzar se mencionan a continuación:

- Reducción en costos de producción.
- Reducción de inventarios.
- Reducción del tiempo de entrega (lead time).
- Eliminación de los costos causados por la pobre calidad.
- Reducción en mano de obra.
- Mayor eficiencia al utilizar adecuadamente el equipo.
- Disminución de los desperdicios.
- Sobreproducción
- Tiempo de espera (los retrasos) entre fases del proceso.
- Transporte
- Optimización directa del mismo proceso.

1.2 Logros al adoptar los principios de *Lean Manufacturing*

Díaz del Castillo Rodríguez, F. (2009) señala un ejemplo ilustrativo:

La empresa Pratt & Whitney, líder en diseño, manufactura y servicio de motores aeronáuticos, implementaron un sistema de producción de flujo de una sola pieza (OPF) y un sistema Kanban en su planta de fabricación de cuchillas de turbinas en North Haven, Connecticut. Esta implementación sustituyó diez máquinas de molienda de 12 ejes controladas por computadora por celdas de producción con máquinas de molienda simples de 3 ejes. (p. 3)



Ilustración 1. P&W engine assembly

Los cambios resultaron en los siguientes beneficios:

- Reducción del tiempo total de proceso (suma de tiempos de ciclo o Lead Time) de 10 días a 75 minutos.
- Disminución del tiempo de cambio de 480 minutos a 100 segundos, reduciendo el tiempo muerto asociado con los cambios en más del 90%.
- Reducción del costo de herramienta para el nuevo tipo de cuchilla en un 70%.
- Disminución del inventario en proceso (WIP) de 1,640 cuchillas por máquina de 12 ejes a 15 cuchillas por celda.

1.3 Los 7 desperdicios

Desperdicio: Toda actividad que no añade valor para el cliente, no transforma al producto, consume recursos y genera más costo.

En cada proceso y área siempre hay presencia de desperdicios, por lo tanto, es fundamental para las áreas involucradas el trabajar de manera conjunta para fomentar la mejora continua, concentrando el esfuerzo en detectar y eliminar estos desperdicios.

1. Desperdicio por Movimientos
2. Desperdicio por Transportación
3. Desperdicio por Corrección (o retrabajo)
4. Desperdicio por Inventario
5. Desperdicio por Espera
6. Desperdicio por Sobreprocesamiento
7. Desperdicio por Sobreproducción

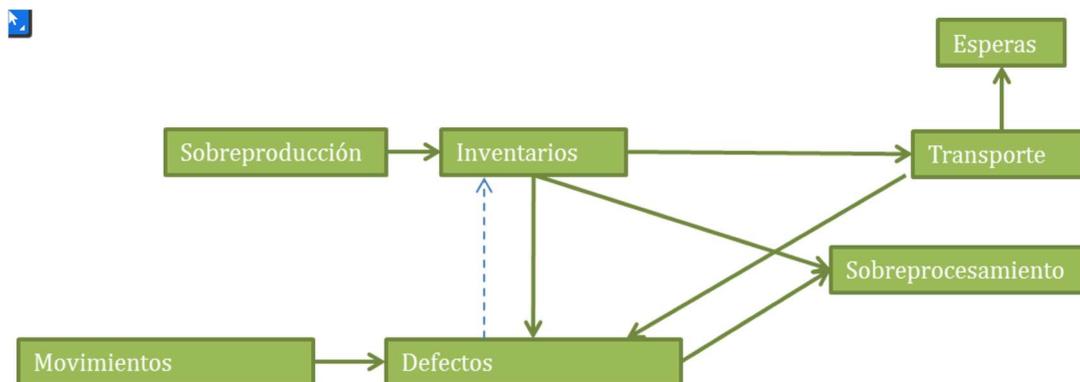


Ilustración 2. Relación entre desperdicios. Corredor Gutiérrez (2015).

1.4 Six Sigma

Pérez Macario, D. L. (2022) señala que:

La metodología Six Sigma constituye una sistematización de la actividad en las organizaciones cuya finalidad es alcanzar un nivel de calidad adecuado y, de ser posible, los más altos estándares. Sin embargo, no se debe entender a Six Sigma como un

programa de calidad, sino una iniciativa para que todas las áreas de una organización se enfoquen en satisfacer a sus clientes y optimizar la rentabilidad. (p. 19)

- Es una filosofía administrativa enfocada a reducir errores y variaciones en los procesos.
- Es una metodología altamente disciplinada que ayuda a enfocarse en el desarrollo y entrega de productos y servicios casi perfectos.
- Es un término estadístico que se refiere a permitir 3.4 defectos por millón en bienes o servicios producidos.
- Plantea una nueva forma de visualizar las mejoras, a través de: el beneficio económico y la calidad percibida por el cliente.
- Metodología para mejorar procesos, con enfoque en cubrir e incluso superar las expectativas de los clientes.

Six Sigma (6 Σ)			
Sigma	% Good	% Defects	DPMO
1	30,9%	69,1%	691.462
2	69,1%	30,9%	308.538
3	93,3%	6,7%	66.807
4	99,38%	0,62%	6.210
5	99,977%	0,023%	233
6	99,9997%	0,00034%	3,4

Ilustración 3. Six Sigma



Ilustración 4. DPMO

Las imágenes representan visualmente cómo, al incrementar el nivel sigma, se reduce de manera drástica la cantidad de defectos en el proceso, indicando una mayor eficiencia y calidad. En la primera tabla titulada "Six Sigma (6 Σ)" ilustra la relación entre el nivel sigma, el porcentaje de productos conformes (% Good), el porcentaje de defectos (% Defects) y el número de defectos por millón de oportunidades (DPMO). La pirámide refuerza la idea de que alcanzar niveles sigma más altos exige mejoras sustanciales en el control y la optimización de procesos, pero ofrece beneficios significativos en la reducción de errores.

El contenido muestra que:

En 1 sigma, el rendimiento es del 30,9 % de conformidad y un 69,1 % de defectos, equivalente a 691.462 DPMO.

En 2 sigma, la conformidad asciende al 69,1 %, con un 30,9 % de defectos (308.538 DPMO).

En 3 sigma, se alcanza un 93,3 % de conformidad y un 6,7 % de defectos (66.807 DPMO).

En 4 sigma, la conformidad es del 99,38 %, con solo 0,62 % de defectos (6.210 DPMO).

En 5 sigma, el rendimiento mejora al 99,977 % de conformidad y 0,023 % de defectos (233 DPMO).

En 6 sigma, se logra un nivel prácticamente libre de defectos con 99,9997 % de conformidad y 0,00034 % de defectos (3,4 DPMO).

1.5 Descripción de la empresa.



Ilustración 5 Logotipo Pemex

Desarrolla toda la cadena productiva de los hidrocarburos: exploración, producción, transformación industrial, logística y comercialización a mercados nacionales e internacionales, con respeto a las comunidades y el medio ambiente, generando valor para México.

1.6 Historia de PEMEX

Petróleos Mexicanos (PEMEX) es la empresa estatal de petróleo y gas de México, y su historia se remonta a principios del siglo XX. La exploración y producción de petróleo en México comenzó a principios del siglo XX, cuando se descubrieron importantes yacimientos en la región de Veracruz.

En 1938, el presidente Lázaro Cárdenas nacionalizó la industria petrolera de México, expropiando las compañías extranjeras que operaban en el país. Como resultado, se creó la empresa estatal Petróleos Mexicanos (PEMEX) el 7 de junio de 1938, consolidando así el control gubernamental sobre la industria petrolera mexicana.

Durante las décadas siguientes, PEMEX se convirtió en una de las principales fuentes de ingresos para el gobierno mexicano y desempeñó un papel crucial en el desarrollo económico del país. La

empresa invirtió en exploración y producción de petróleo, así como en la construcción de infraestructuras petroleras, como refinerías, oleoductos y terminales marítimas. En la actualidad, PEMEX continúa siendo una pieza fundamental de la economía mexicana y una de las principales empresas petroleras de América Latina. La empresa se ha enfocado en aumentar la eficiencia operativa, atraer inversiones y diversificar su portafolio de actividades, buscando asegurar un futuro sostenible y rentable en el contexto energético cambiante a nivel mundial.



Ilustración 6 Logotipo Pemex Logística

De acuerdo con la información oficial en el sitio de la empresa (<https://www.pemex.com/nuestro-negocio/logistica/Paginas/Default2.aspx>):

La principal empresa de almacenamiento y transporte de hidrocarburos, petrolíferos y petroquímicos por ducto, medios marítimos y terrestres en México y quinta a nivel mundial.

Conscientes de las necesidades puntuales de nuestros clientes para contar con el abasto oportuno garantizando la operación de sus negocios, ofrecemos soluciones integrales logísticas respaldadas por nuestras fortalezas y diferenciadores en el mercado, como lo son:

- Únicos servicios logísticos integrales en todo México.
- La mayor cobertura del territorio nacional con infraestructura especializada y certificada de talla mundial.

- Máxima capacidad de almacenamiento garantizando el suministro de productos a nuestros clientes.
- Garantías de calidad, cantidad y seguridad en nuestras entregas realizadas por operadores expertos, capacitados y certificados continuamente.
- Sistemas de inteligencia de información para el abasto oportuno al servicio de nuestros clientes.



Ilustración 7 Infografía ilustrativa de servicios y clientes de la empresa Pemex Logística.

1.7 Puesto de trabajo

El practicante se desempeñó como técnico especialista asociado al superintendente de la gerencia de transporte, mantenimiento y servicios de ductos, específicamente en la subgerencia de análisis y evaluación de servicios de ductos. En este puesto, tuvo la responsabilidad de brindar apoyo administrativo en diversas actividades, tales como la gestión de bases con datos sensibles y la coordinación con enlaces administrativos del área. Una de sus funciones clave consistió en coordinar el seguimiento mensual de la rendición de cuentas del sistema de confiabilidad de la gerencia. Esta labor implicó la recopilación y análisis de datos, asegurando el cumplimiento de los indicadores de rendimiento establecidos y la generación de informes detallados para evaluar y mejorar la confiabilidad del sistema.

Asimismo, participó en el seguimiento y desarrollo de reportes mensuales de incidencias relacionadas con el uso del portal logístico para la generación del complemento de la carta porte por parte de los usuarios. Esta actividad involucró la verificación de la precisión de los datos ingresados, la resolución de problemas o inconsistencias, y la garantía de una correcta generación de la documentación solicitada.

Otra labor encomendada fue su participación en la elaboración de informes de seguimiento mensual del proceso de almacenes de la Gerencia, así como en su interacción con los sectores de ductos. Esto incluyó la recopilación de información sobre niveles de inventario, movimientos de productos y gestión de pedidos, con el objetivo de identificar áreas de mejora y asegurar una gestión eficiente de los recursos.

Adicionalmente, se encargó de consolidar una base de datos y automatizar el seguimiento del proceso de adquisición de ropa de trabajo y equipo de protección personal para los sectores de ductos. Esta tarea comprendió la recopilación de información sobre los requerimientos de cada sector, la gestión de pedidos y el seguimiento de entregas, además del mantenimiento actualizado de la base de datos para facilitar el acceso a la información y apoyar la toma de decisiones.

Cabe destacar que dicho proceso era realizado por personal con altos niveles de rotación, lo que resultaba en una alta variabilidad en la ejecución, ya que cada operario aplica distintas formas de trabajo, herramientas y conocimientos para cumplir con la tarea asignada.

CAPÍTULO II

2.1 Estado inicial

El proceso completo abarca desde la solicitud de todo el material necesario a los diferentes almacenes ubicados en la entidad federativa o sectores cercanos a las oficinas centrales. Una vez realizada la solicitud, el material es recibido y suele ser entregado en cajas, trasladadas por vehículos desde el almacén donde se encuentran las existencias hasta las oficinas centrales. En estas oficinas se lleva a cabo el almacenamiento del material.

Este proceso involucra varias etapas que deben ser coordinadas de manera eficiente para garantizar la disponibilidad y entrega oportuna de los productos solicitados. Comienza con la correcta y precisa solicitud de los artículos necesarios, estableciendo las cantidades requeridas y las especificaciones pertinentes, aquí comienzan los problemas ya que la base de datos generada a partir de la solicitud de tallas de la ropa y EPP presenta errores de captura que son perceptibles hasta el momento de la entrega. Posteriormente, se realiza la recepción del material en una pequeña bahía en las instalaciones de la empresa destinada a recibir fletes pequeños para todo el complejo de la compañía.

Una vez que el material llega a las oficinas centrales, se lleva a cabo su almacenamiento en la parte destinada de la oficina que se tenga en disponibilidad, ya sea un pasillo u otra oficina aparentemente desocupada, al no contar con un espacio determinado única y exclusivamente para el material ni tampoco contar un control de inventario, esta parte del proceso se ve afectada ya que en ocasiones se llega a extraviar el equipo o en su defecto puede maltratarse comprometiendo la calidad, de una muestra de 100 ejemplares 25 de ellos eran tallas equivocadas, no solicitadas o en mal estado lo cual refleja una estimación del 25% de defectos.

SKU	Texto breve	Precio de valoración	Importe GTMSD	Importe GTM	Importe GCL	Importe GTT	Importe Total
236035370011933	CH001 CAMISA H ALG SAR 3/1 BCO OP T28	276.20	\$26,515.20	\$-	\$-	\$1,104.80	\$27,620.00
236035370011940	CH003 CAMISA H ALG SAR 3/1 BCO OP T32	276.20	\$46,401.60	\$1,657.20	\$828.60	\$-	\$48,887.40
236035370011947	CH004 CAMISA H ALG SAR 3/1 BCO OP T34	276.20	\$34,525.00	\$3,314.40	\$828.60	\$-	\$38,668.00
236035370011954	CH005 CAMISA H ALG SAR 3/1 BCO OP T36	276.20	\$64,078.40	\$8,286.00	\$8,286.00	\$1,104.80	\$81,755.20
236035370011961	CH006 CAMISA H ALG SAR 3/1 BCO OP T38	276.20	\$44,192.00	\$14,914.80	\$21,267.40	\$2,762.00	\$83,136.20
236035370049941	CH007 CAMISA H ALG SAR 3/1 BCO OP T40	276.20	\$75,402.60	\$16,572.00	\$14,914.80	\$3,866.80	\$110,756.20
236035370011975	CH008 CAMISA H ALG SAR 3/1 BCO OP T42	276.20	\$52,754.20	\$8,286.00	\$16,572.00	\$5,524.00	\$83,136.20
236035370011982	CH009 CAMISA H ALG SAR 3/1 BCO OP T44	276.20	\$69,878.60	\$3,314.40	\$7,457.40	\$1,104.80	\$81,755.20
236035370049942	CH010 CAMISA H ALG SAR 3/1 BCO OP T46	276.20	\$72,640.60	\$4,971.60	\$1,657.20	\$1,104.80	\$80,374.20
236035370011937	CH043 CAMISA H ALG SAR 3/1 BEIGE T 32	276.20	\$288,352.80	\$19,886.40	\$-	\$-	\$308,239.20
236035370011944	CH044 CAMISA H ALG SAR 3/1 BEIGE T 34	276.20	\$273,714.20	\$38,115.60	\$-	\$-	\$311,829.80
236035370011951	CH045 CAMISA H ALG SAR 3/1 BEIGE T 36	276.20	\$1,211,137.00	\$104,403.60	\$-	\$-	\$1,315,540.60
236035370011958	CH046 CAMISA H ALG SAR 3/1 BEIGE T 38	276.20	\$1,237,928.40	\$152,462.40	\$-	\$-	\$1,390,390.80
236035370012281	PH023 PANTALON R H ALG 3/1 BEIGE T 32	281.95	\$656,097.65	271799.8	18890.65	1409.75	948197.85
236035370012286	PH024 PANTALON R H ALG 3/1 BEIGE T 34	281.95	\$2,490,746.3	389091	29040.85	4511.2	2913389.35
236035370012291	PH025 PANTALON R H ALG 3/1 BEIGE T 36	281.95	2,752,395.9	414466.5	25375.5	4229.25	3196467.15
236035370012296	PH026 PANTALON R H ALG 3/1 BEIGE T 38	281.95	2,225,713.3	208079.1	6766.8	563.9	2441123.1
236035370012301	PH027 PANTALON R H ALG 3/1 BEIGE T 40	281.95	1,342,645.9	135336	1691.7	845.85	1480519.45
236035370012306	PH028 PANTALON R H ALG 3/1 BEIGE T 42	281.95	843,594.4	79509.9	0	281.95	923386.25
236035370012311	PH029 PANTALON R H ALG 3/1 BEIGE T 44	281.95	629,312.4	43984.2	0	2537.55	675834.15
236035370012316	PH030 PANTALON R H ALG 3/1 BEIGE T 46	281.95	127,159.45	11841.9	0	0	139001.35

Tabla 1 Costos de material

Al llegar la ropa de trabajo y el equipo de protección al centro administrativo, se encuentra previamente separado del material defectuoso, ya que este problema se origina desde los diferentes almacenes a lo largo de la República, por lo cual no depende realmente de esta área.

Existe un portal digital para todos los trabajadores de la empresa con un apartado específico para que coloquen sus tallas y las puedan ir actualizando por si existen variaciones durante el desempeño de sus funciones, el problema radica en que no se cuenta con el acceso a esta base de datos, por lo que se tiene que hacer una solicitud para que hagan el envío de la información en los listados del personal con sus tallas y codificaciones correspondientes.

Finalmente, se realiza la entrega del material con base en los mismos listados proporcionados previamente por los sectores de ductos, se prepara el paquete que en su mayoría contiene dos camisas, dos pantalones, un par de botas, un par de tapones auditivos, un casco y gafas de protección, el siguiente inconveniente se presenta hasta esta parte, generando descontento del cliente interno al percatarse que no fue la talla que solicitaron previamente.



Ilustración 8 Diagrama de flujo del proceso.

La imagen presenta un diagrama de flujo ya existente en el área del personal encargado de esta tarea, que describe de manera secuencial el proceso de gestión de materiales.

El flujo inicia con el nodo “INICIO”, seguido por las siguientes etapas:

1. **Base de datos:** Consulta o registro de la información necesaria para el control de inventarios.
2. **Solicitud del material:** Petición formal de los recursos requeridos.
3. **Recepción del material:** Confirmación y registro de la llegada de los insumos solicitados.
4. **Almacenamiento:** Organización y resguardo de los materiales en el espacio designado.
5. **Entrega:** Distribución o disposición de los materiales para su uso final.

El proceso finaliza en el nodo “FINAL”. Las conexiones entre las etapas se representan mediante flechas que indican la dirección del flujo de actividades, asegurando la secuencia lógica del procedimiento.

Para ejemplificar el material entregado se realiza la siguiente tabla:

Material	Descripción	Ilustración
Camisola	Camisa de algodón, manga larga color beige	
Pantalón	Pantalón de tela, color beige	
Botas	Calzado de protección color café con suela antiderrapante y casquillo de protección	
Casco	Casco de polímero con membrete de PEMEX	
Caretta	Caretta de plástico acrílico transparente, se monta junto al casco	

Lentes de seguridad	Gafas de plástico acrílico transparente para protección del usuario	
Tapones auditivos	Tapones anti ruido de hule espuma adaptable	

Tabla 2 Material involucrado en el proceso

2.2 Problemática

El primer problema se relaciona con la base de datos de tallas, donde se han detectado errores en la captura de información. Esta situación tiene un impacto directo en el proceso de entrega, ya que se generan discrepancias entre el material almacenado y las necesidades reales. Como resultado, se acumula más material del necesario, lo que requiere espacio adicional de almacenamiento y afecta la eficiencia general del proceso.

El segundo problema identificado se deriva del almacenamiento del material. Actualmente, no se cuenta con un espacio específico ni adecuado para llevar a cabo esta tarea. Como resultado, se recurre a apilar el material en pasillos, lo que bloquea el paso y dificulta la realización de otras actividades. Además, en algunos casos, el material se almacena en la oficina del superintendente, limitando su movilidad y generando una molestia visual al encontrar su espacio de trabajo ocupado por equipo que no debería estar allí.

El tercer problema se presenta durante la etapa de entrega del material. Se requiere la firma de recepción por parte del destinatario para garantizar la entrega adecuada de la ropa, calzado y equipo de protección personal (EPP). Sin embargo, en ocasiones, el destinatario no se encuentra

disponible, lo que obliga al personal de entrega a dejar el paquete con la secretaria u otro colega cercano. Esto genera discrepancias en las firmas de recepción, lo cual puede complicar el seguimiento y el inventario de los productos entregados. Además, se han registrado situaciones en las que el encargado de la entrega olvida solicitar la firma, lo que genera problemas adicionales durante el proceso de inventario.

2.3 Detección de los problemas

VARIABLES QUE AFECTAN DIRECTAMENTE AL PROCESO:

- Base de datos de las tallas solicitadas.
- Espacio destinado al almacenamiento del material.
- Nula certeza de a quién fue entregado el material.
- Ineficiencia logística:

Uno de los antecedentes principales es la falta de eficiencia en los procesos logísticos de entrega y recepción. Esto puede incluir retrasos en la preparación de los pedidos, problemas de almacenamiento y manejo de inventario.

- Gestión deficiente del inventario:

Otro antecedente común es la gestión inadecuada del inventario. Si no se cuenta con un sistema efectivo para el control y seguimiento de las existencias, pueden producirse errores en los niveles de inventario, falta de disponibilidad de tallas o modelos específicos, y dificultades para cumplir con los plazos de entrega.

- Comunicación ineficiente: Una comunicación ineficiente entre los diferentes actores involucrados en el proceso puede generar confusiones, malentendidos y errores.

Estos antecedentes son solo ejemplos de las problemáticas que pueden surgir en el proceso. Cada situación puede presentar sus propios desafíos particulares, pero identificar y abordar estos antecedentes será el objetivo de este trabajo.

CAPÍTULO III

3.1 Análisis de la solución propuesta

Para resolver estos problemas, es crucial implementar medidas de mejora.

Empezando sistemáticamente, es necesario revisar y corregir los errores en la captura de información en la base de datos de tallas. Esto puede lograrse mediante una verificación rigurosa de los datos ingresados y la implementación de controles de calidad en el proceso de registro por parte de los sectores.

Respecto al almacenamiento, se debe buscar un espacio dedicado y adecuado para el material. Esto permitirá tener una disposición organizada y eficiente, evitando obstrucciones en los pasillos y garantizando que el superintendente tenga un espacio de trabajo despejado. Además, es importante considerar la implementación de sistemas de gestión de inventario para optimizar el seguimiento y control de los materiales almacenados.

En cuanto a la entrega, se recomienda establecer un proceso claro y definido que garantice la firma de recepción por parte del destinatario. Esto puede incluir la programación de entregas en horarios convenientes, la comunicación efectiva con los destinatarios y la implementación de un sistema de registro de firmas confiable. Además, se deben proporcionar pautas claras al personal encargado de la entrega para asegurar que se sigan los procedimientos adecuados en todo momento.

Al abordar estos problemas y llevar a cabo las mejoras propuestas, se optimizará el proceso de entrega de ropa, calzado y equipo de protección personal. Esto contribuirá a una mayor eficiencia operativa, reducción de errores y mejora en la calidad general del proceso.

3.2 Metodología

Se abordará el problema mediante la siguiente propuesta:

- **Mapeo de flujo de proceso:** Realizar un mapeo del flujo del proceso, identificando todas las etapas y actividades. Esto ayudará a visualizar el proceso en su totalidad y a identificar los puntos problemáticos y las áreas de ineficiencia.
- **Eliminación de desperdicios:** Aplicar los principios de *Lean Manufacturing* para identificar y eliminar los desperdicios en el proceso logístico. Esto implica eliminar cualquier actividad que no agrega valor al cliente, como esperas innecesarias, movimientos excesivos, sobreproducción, entre otros. Se deben establecer medidas y controles para reducir al mínimo los tiempos de espera y los desplazamientos.
- **Mejora de la comunicación y coordinación:** Establecer canales claros de comunicación entre los diferentes actores involucrados en el proceso de entrega de ropa, como proveedores, almacenes, transportistas y destinatarios.
- **Capacitación del personal:** Brindar capacitación adecuada a todo el personal involucrado en el proceso logístico, incluyendo habilidades de gestión de inventarios, técnicas de *Lean Manufacturing* y *Six Sigma* acompañadas de buenas prácticas de comunicación.
- **Monitoreo y mejora continua:** Establecer un ciclo de mejora continua utilizando la metodología DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar) de *Six Sigma*.

CAPÍTULO IV

4.1 Resultados

4.1.1 Mapeo de proceso

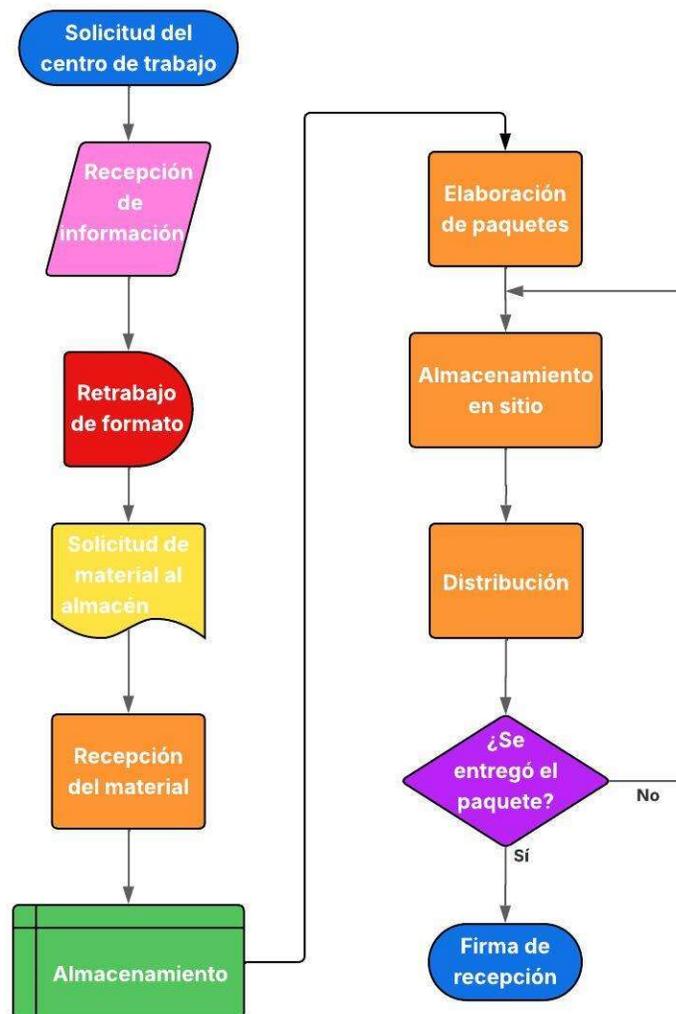


Ilustración 9 Mapeo de flujo de proceso

Al llevar a cabo el mapeo del flujo de proceso, es posible identificar de forma clara y sistemática las áreas de oportunidad que afectan el desempeño operativo. Esta herramienta permite visualizar cada etapa del flujo, detectar cuellos de botella, tareas innecesarias, demoras y errores recurrentes. De esta manera, se pueden atender de forma puntual y estructurada las situaciones que impactan negativamente en la calidad del servicio, optimizando recursos y mejorando la coordinación entre las áreas involucradas. En este caso particular, el enfoque está en garantizar una entrega oportuna, eficiente y precisa de la dotación de ropa y equipo de protección personal al personal operativo, quienes son los usuarios finales y, por tanto, los más afectados por cualquier deficiencia en el proceso.

4.1.2 Eliminación de desperdicios

1. Sobreproducción:

- Se estableció una comunicación clara con los empleados encargados de la captura de información y supervisores para comprender sus necesidades reales de ropa, calzado y EPP para así evitar solicitudes innecesarias.
- Se implementó un sistema de gestión de pedidos en Excel que cada usuario llena con su información para garantizar que solo se adquieran los artículos necesarios.
- Se estandarizó el formato y fue compartido con los responsables de los Sectores de Ductos con la finalidad de que realicen sus solicitudes de manera íntegra.



ORD 2024 SECTOR VENTA DE CAMPIO
ACF 3023 VALLE DE MEXICO

DIRECCIÓN GENERAL DE PEMEX LOGÍSTICA
SUBDIRECCIÓN DE TRANSPORTE
GERENCIA DE TRANSPORTE, MANTENIMIENTO Y SERVICIOS DE DUCTOS
MECANIZADO CONTROL DE ENTREGA DE DOTACIÓN DE ROPA, CALZADO Y EPP
PERSONAL DE PLANTA SINDICALIZADO Y CONFIANZA



PERIODO 2024
30 de septiembre de 2024

No.	FICHA	NOMBRE COMPLETO DEL TRABAJADOR	EMPLOYER/ORGANIZACION DEL TRABAJADOR	SEXO	SITUACION CONTRACTUAL	CAMISAS			PANTALON			CALZADO			FIRMAS
						CODIGO	CANTIDAD	TALLA	CODIGO	CANTIDAD	TALLA	CANTIDAD	TALLA		
26	530019	Fernando Diaz Jimenez	9103 PEMEX LOGISTICA, GUSTAVO A. MADERO, COEX.	MASCULINO	TRANSFERO SINOCALZADO	2360357001912	2	36	2360357002291	2	36	1	27		
28	811458	Jaime Mar Serrano	9103 PEMEX LOGISTICA, GUSTAVO A. MADERO, COEX.	MASCULINO	TRANSFERO SINOCALZADO	2360357001188	2	42	2360357002291	2	36	1	23		
30	589200	Carlos Francisco Palacios Torres	9103 PEMEX LOGISTICA, GUSTAVO A. MADERO, COEX.	MASCULINO	TRANSFERO SINOCALZADO	2360357001954	2	30	2360357002291	2	36	1	27		
31	587007	Hazel Medina Rizoño	9103 PEMEX LOGISTICA, GUSTAVO A. MADERO, COEX.	MASCULINO	TRANSFERO SINOCALZADO	2360357001985	2	40	2360357002291	2	36	1	27		
32	574843	Luis Enrique Hernandez Rivera	9103 PEMEX LOGISTICA, GUSTAVO A. MADERO, COEX.	MASCULINO	TRANSFERO SINOCALZADO	2360357001985	2	40	2360357002311	2	44	1	28		
33	588514	Daniel Odavid Villaverde Gomez	9103 PEMEX LOGISTICA, GUSTAVO A. MADERO, COEX.	MASCULINO	TRANSFERO SINOCALZADO	2360357001972	2	38	2360357002296	2	38	1	27		
34	588514	Alberto Lopez Alvarez	9103 PEMEX LOGISTICA, GUSTAVO A. MADERO, COEX.	MASCULINO	TRANSFERO SINOCALZADO	2360357001985	2	40	2360357002296	2	38	1	27		
35	588514	Diana Huerta Campuzano	9103 PEMEX LOGISTICA, GUSTAVO A. MADERO, COEX.	FEMENINO	TRANSFERO SINOCALZADO	2360357001984	2	34	2360357002296	2	32	1	24		

ARO. JESÚS ALBERTO HERNÁNDEZ VELÁZQUEZ
COORDINADOR ESPECIALISTA "D"
GERENCIA DE TRANSPORTE, MANTENIMIENTO Y SERVICIOS
DE DUCTOS

LIC. ÓSCAR ALEJANDRO BLÁZQUEZ VARGAS
SUPLENTE POR AGENCIA DEL GERENTE
GERENCIA DE TRANSPORTE, MANTENIMIENTO Y SERVICIOS DE
DUCTOS

MRO. GERARDO HERNÁNDEZ AUDELO
TITULAR
UNIDAD DE ENLACE ADMINISTRATIVO PARA PEMEX LOGÍSTICA

Ilustración 10. Formato de Mecanizado estandarizado.

2. Espera:

- Se establecieron tiempos de respuesta definidos para la adquisición y entrega de material.

3. Transporte:

- Implementación de métodos eficientes de transporte interno para agilizar la entrega de material a los empleados.

4. Sobreprocesamiento:

- Se establecieron normas claras para la preparación y embalaje del material, evitando el trabajo excesivo y la preparación innecesaria.

Se crearon paquetes personalizados para cada colaborador, a partir del formato de solicitud de material para reducir el sesgo de las tallas equivocadas al momento de la entrega.

5. Inventario:

- Análisis de la demanda y establecimiento de niveles óptimos de inventario para evitar la escasez o el exceso de material, con base en el formato de solicitud sólo se requieren los insumos necesarios para satisfacer las necesidades del mismo y al no solicitar más material del necesario se evita el stock y se pone a disposición para otros centros de trabajo que lo requieran.

6. Movimiento innecesario:

- Diseñar un flujo de trabajo eficiente y lógico para la distribución del material, evitando movimientos innecesarios de personal y optimizando la ubicación de los elementos.
- Establecer rutas de entrega óptimas para minimizar el tiempo y el esfuerzo necesarios.

7. Defectos:

- Realizar inspecciones periódicas del material en almacén central.
- Establecer un sistema de retroalimentación y mejora continua para abordar problemas y prevenir futuros defectos.

Estas acciones permitirán optimizar el proceso de entrega de equipos de protección personal, reducir los desperdicios y mejorar la eficiencia, la calidad y la satisfacción de los empleados. Es importante monitorear y medir los resultados para hacer ajustes y mejoras continuas en el proceso.

4.1.3 Gestión Visual para capacitación

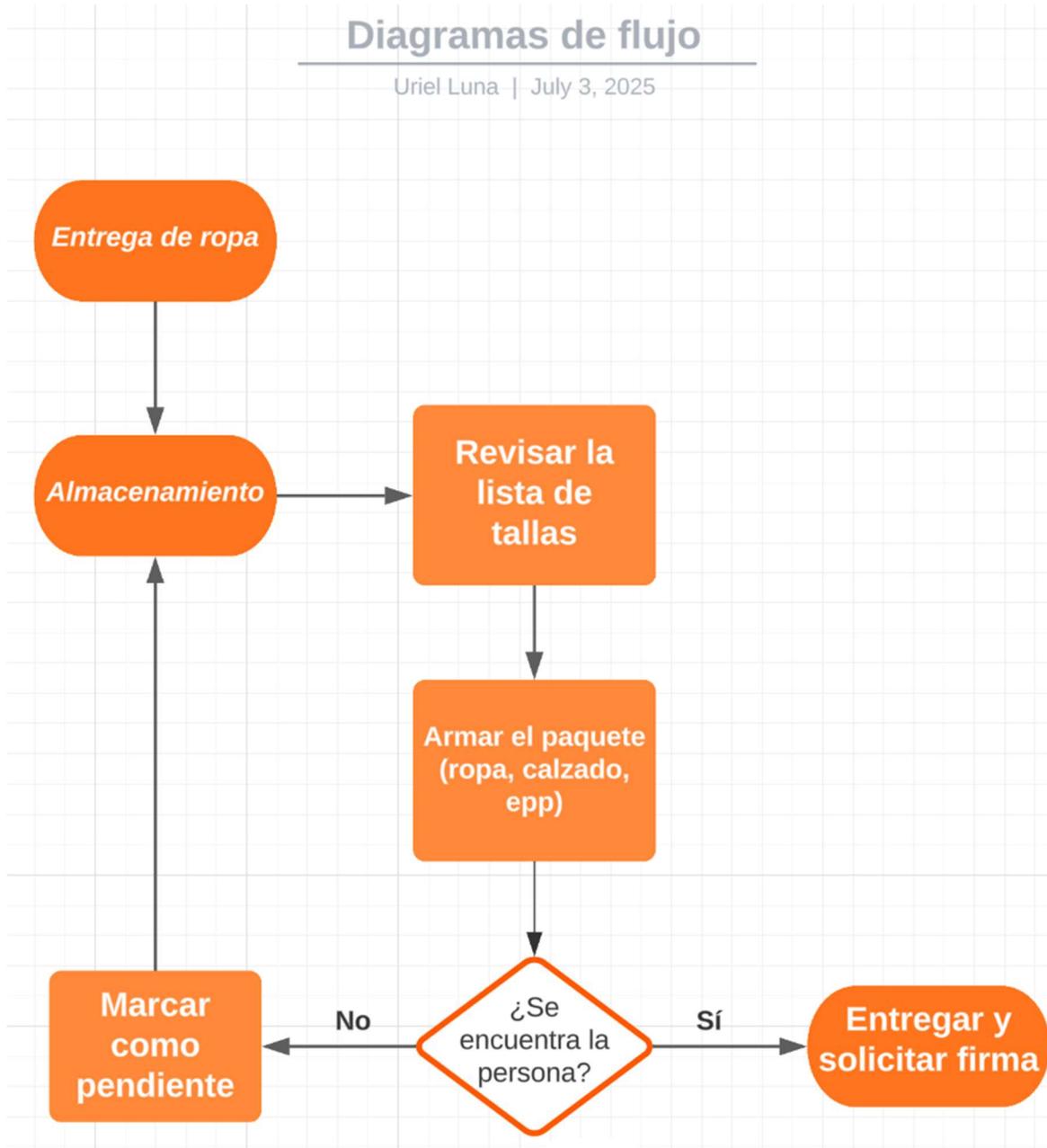


Ilustración 11 Diagrama de flujo utilizado para la capacitación del personal.

El diagrama de flujo representa el proceso de distribución de paquetes de ropa en un centro de trabajo. El flujo inicia en el nodo “entrega de ropa”, donde se efectúa la recepción del material por parte del centro de trabajo, seguido de su almacenamiento temporal. Los paquetes terminados son ubicados en un Almacenamiento en sitio específico, desde donde se gestionará su distribución.

Con el material disponible, se procede a la elaboración de paquetes de ropa, organizando los productos según las especificaciones requeridas.

La etapa de distribución implica el envío o entrega de los paquetes a los destinatarios finales. En este punto, se evalúa la condición mediante un nodo de Decisión: ¿Se encuentra la persona?

- Si la respuesta es afirmativa (Sí), se registra la Firma de recepción, concluyendo el proceso.
- Si la respuesta es negativa (No), se marca como pendiente y el paquete regresa a la etapa de almacenamiento en sitio, donde quedará en espera para un nuevo intento de distribución.

Este flujo garantiza el control y seguimiento desde la solicitud inicial hasta la entrega final, incorporando mecanismos para manejo de retrasos y reintentos en la entrega.

En referencia a las propuestas de mejora en la comunicación, coordinación y capacitación, se ha desarrollado un diagrama de flujo, presentado en la ilustración 4. Este diagrama ha sido diseñado con el objetivo de facilitar la comprensión del proceso por parte del personal involucrado. Para evaluar su eficacia, se llevó a cabo una prueba de funcionalidad en la que se entregó el diagrama a varios operarios que participan en el proceso de entrega del material.

Los resultados de esta prueba fueron altamente positivos, ya que se pudo observar una notable mejora en la comprensión de las actividades fundamentales que deben llevarse a cabo. Se redujeron los errores causados por las firmas faltantes con la implementación del diagrama de flujo, además se logró reemplazar la necesidad de explicar individualmente a cada usuario los pasos a seguir en el proceso, ya que las actividades esenciales se comprenden de manera inmediata gracias a la claridad del diagrama.

La introducción de este diagrama de flujo ha demostrado ser una herramienta eficiente para mejorar la comunicación, coordinación y capacitación del personal. Al contar con una representación visual clara y comprensible de las actividades, se reducen los malentendidos y se

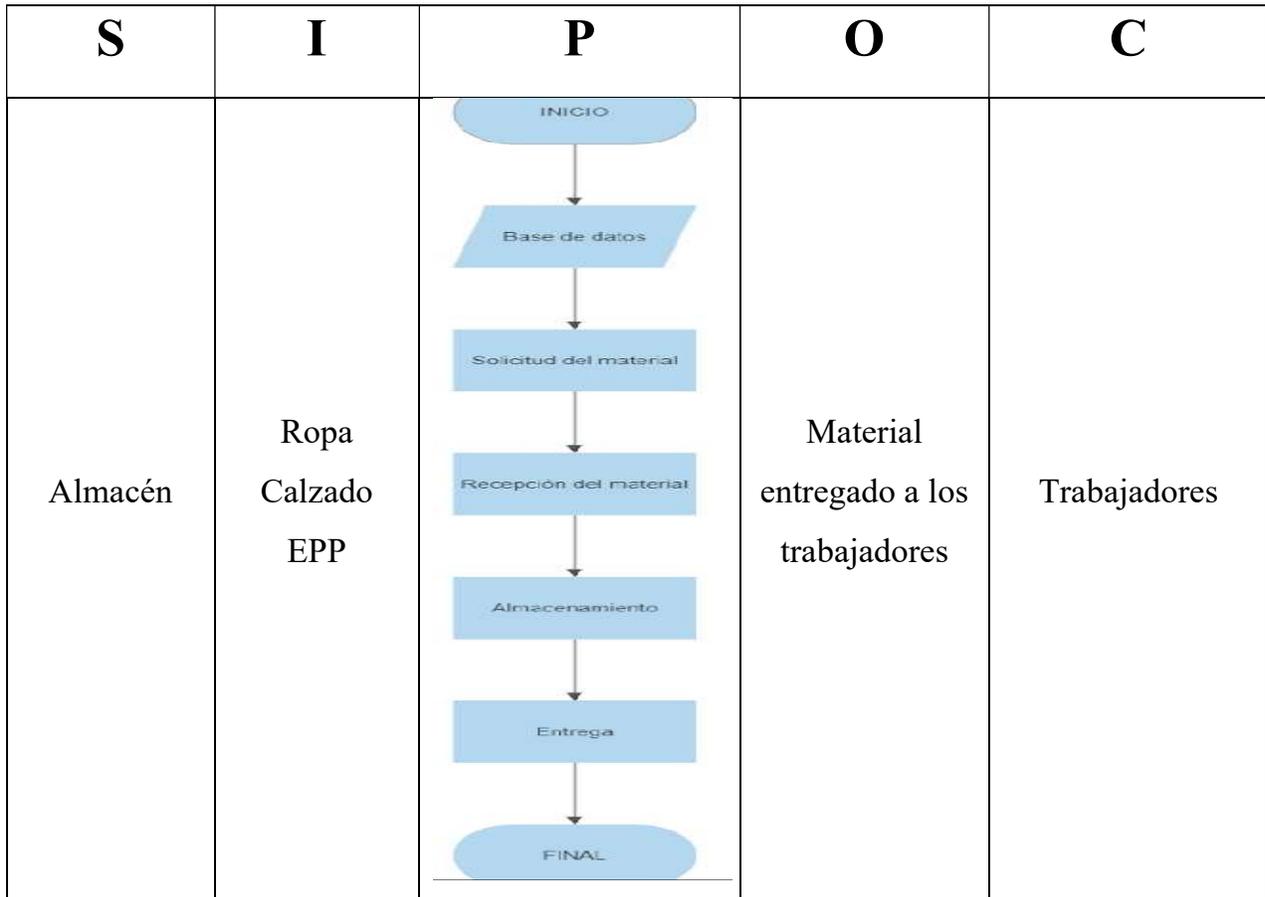
minimizan los errores en la ejecución del proceso. Además, el diagrama de flujo se convierte en un recurso visual de referencia que facilita la capacitación de nuevos empleados, ya que les permite comprender rápidamente las actividades y la secuencia en la que deben llevarse a cabo.

En resumen, la implementación del diagrama de flujo (Ilustración 4) ha tenido un impacto positivo en el proceso de entrega de material. Ha mejorado la comunicación, coordinación y comprensión de las actividades por parte del personal involucrado. Esta herramienta visual se ha convertido en una guía clara y concisa, tanto para los empleados existentes como para los nuevos, lo que contribuye a una mayor eficiencia y calidad en el proceso de entrega del material.

4.1.4 Metodología DMAIC

Definir

Diagrama SIPOC



Medir

Diagrama Ishikawa

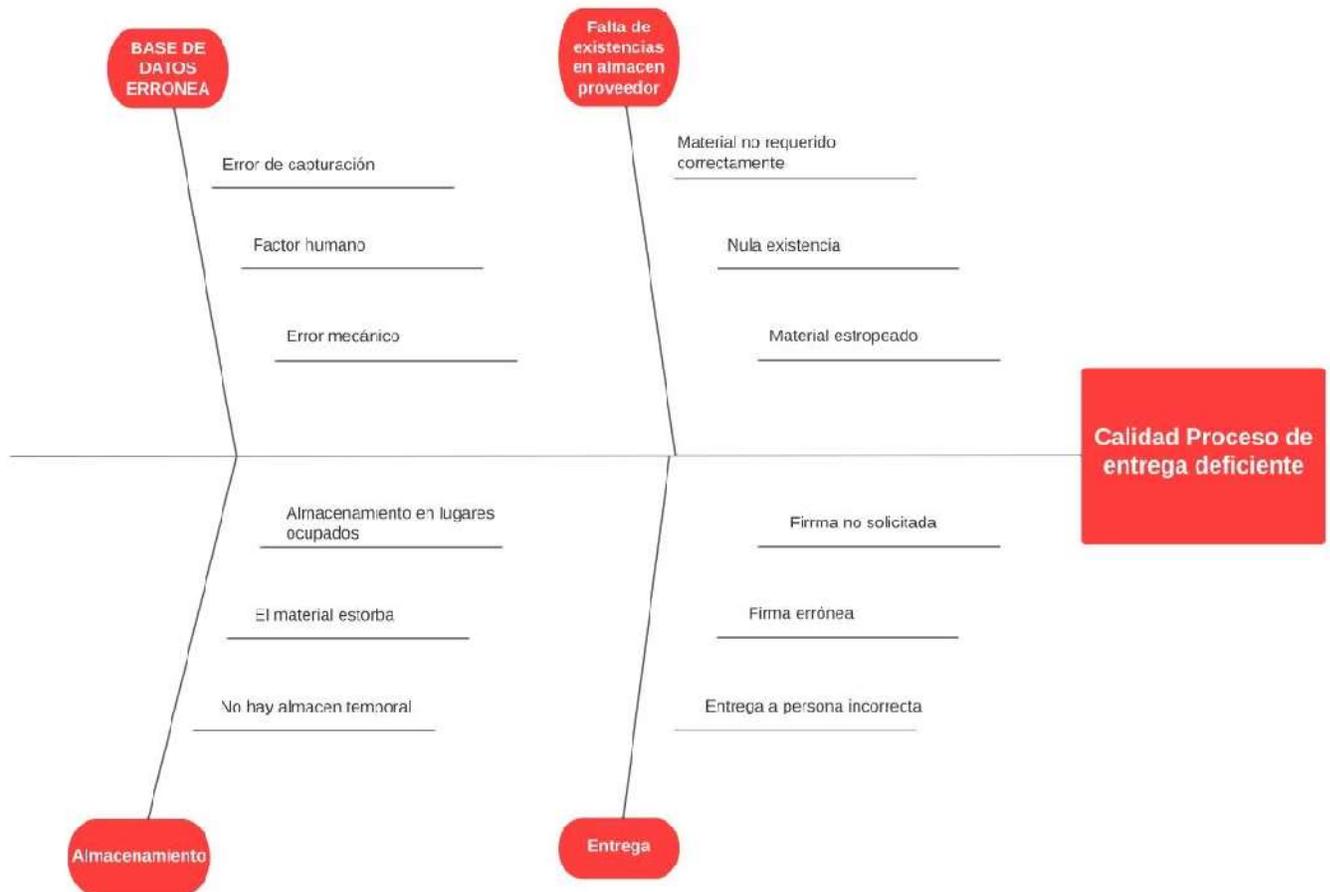


Ilustración 12 Diagrama Ishikawa

La imagen muestra un diagrama de Ishikawa o diagrama de causa-efecto (también llamado diagrama de espina de pescado), utilizado para identificar y analizar las posibles causas de un problema.

El problema central está representado en el lado derecho con un recuadro rojo que dice: "Calidad Proceso de entrega deficiente".

A partir de este problema, se ramifican cuatro categorías principales de causas, cada una en un óvalo rojo.

Cada categoría está conectada mediante líneas a subcausas específicas, que detallan situaciones concretas que pueden originar el problema principal.

El formato visual está diseñado para permitir un análisis sistemático de las causas y facilitar la identificación de acciones correctivas.

Analizar

Análisis Modo Efecto de Falla

Función	Falla potencial	Efecto potencial	Severidad	Causas potenciales	Ocurrencia	Detección	NPR	Mejora	Ocurrencia'	NPR'	Justificación
Base de datos	Error al capturar	Solicitud errónea de talla Inventario que no se puede utilizar Desperdicio de recursos	9/10	Falta de atención del operario	4	8	288	Verificación de las tallas al terminar la base	2	144	Al realizar la verificación se pueden detectar las tallas erróneas
Almacenamiento	No contar con un espacio destinado para almacenamiento	El material estorba en los pasillos Entorpece las actividades	6/10	No contar con espacio	10	1	60	Implementación 5'S	1	6	Al designar un área para almacenamiento se evitan las problemáticas
Entrega	Error al momento de la solicitud de firma de recibido	Posibles reclamos futuros por entrega de tallas erróneas o pérdida del material	10/10	No se encuentra el destinatario y se delega la responsabilidad a terceros	3	5	150	Capacitación del personal	2	100	Al capacitar al personal, la solicitud de firma será una acción fundamental para cumplir con la tarea

Tabla 3 AMEF

Mejorar

Al implementar la metodología DMAIC en cada uno de los hallazgos, se reduce la ocurrencia de las fallas potenciales causadas por las diferentes variables problemáticas presentes el momento de ejecutar el proceso completo de la entrega de ropa, calzado y equipo de protección personal.

Este cambio repercute directamente en la eficiencia del proceso, mejorando de forma gradual y constante. Los criterios utilizados para encontrar estas soluciones se encuentran en el marco de la

metodología Six Sigma y la cultura de Lean Manufacturing, tales como el diagrama SIPOC, Análisis de Modo Efecto de Falla, Diagrama de Ishikawa.

Todos los cambios son propuestas de mejora a implementar en el proceso de entrega de ropa, calzado y EPP de la empresa para eliminar las actividades que no agregan valor a la línea de negocio y en su defecto entorpecen al mismo.

Controlar

Para esta etapa se espera que el proceso ya se encuentre estandarizado en consecuencia de las herramientas proporcionadas a lo largo de la implementación de la metodología DMAIC, la documentación y el monitoreo de estas soluciones serán la clave de un análisis consecuente del estado inicial del proceso y sus problemáticas contra un estado final lleno de metodologías para que se convierta en un proceso eficiente, incrementar la calidad de este y satisfacer las necesidades del cliente interno que es el cliente general de este mismo proceso.

Conclusiones

En el marco del *Lean Manufacturing* y *Six Sigma*, se han alcanzado conclusiones satisfactorias para optimizar el proceso de entrega de ropa, calzado y equipo de protección personal (EPP) al personal operativo de los sectores de ductos de la gerencia de transporte, mantenimiento y servicios de ductos en la empresa Pemex Logística.

Mediante la aplicación de conocimientos especializados, se ha logrado identificar y eliminar diversas fuentes de ineficiencia y desperdicio en el proceso de entrega. En primer lugar, se ha trabajado en la optimización de la gestión al momento de realizar la solicitud del material al almacén, asegurando que las tallas y cantidades de ropa, calzado y EPP sean registradas de manera precisa y confiable, evitando la ocupación innecesaria de espacio y disminuyendo los costos asociados a un inventario detenido.

Además, se han implementado mejoras en el almacenamiento de los productos, asegurando que exista un espacio adecuado y organizado para su resguardo. Esto ha facilitado la ubicación y recuperación rápida de los elementos necesarios, evitando retrasos en la entrega y mejorando la disponibilidad de los productos.

Por otro lado, se han establecido medidas para mejorar la comunicación y coordinación en todo el proceso de entrega. La creación de un diagrama de flujo claro y comprensible ha permitido que el personal entienda de manera inmediata las actividades fundamentales que deben realizar. Esto ha agilizado el proceso y reducido la necesidad de explicaciones individuales, garantizando una entrega eficiente y sin errores.

¿Vale la pena la implementación de este proyecto de mejora?

El desarrollo de este trabajo permite implementar metodologías organizacionales que no requieren de inversión de capital a este nivel, más allá de la capacitación del personal y la constante curva de aprendizaje del equipo de trabajo, los costos por implementación no ascienden.

Por otra parte, los beneficios permiten visualizar las áreas de oportunidad de mejora en el proceso, tales como:

Ahorro en tiempo y mano de obra: la eliminación de retrabajos genera una reducción significativa en los costos asociados al transporte de materiales entre el almacén y los centros de trabajo, incluyendo el consumo de combustible y la optimización en la asignación de recursos humanos.

Disminución de errores: la reducción en el índice de errores durante el proceso productivo impacta de manera directa en la optimización de costos, al minimizar la adquisición de materiales con especificaciones incorrectas y eliminar órdenes de compra no requeridas.

Mejora en la calidad del producto: la asignación de espacios adecuados para el resguardo del material previene el deterioro de las telas ocasionado por la exposición a condiciones ambientales adversas, lo que contribuye a la eliminación de mermas y a la preservación de la calidad del producto.

Mejora en condiciones laborales: Al comprometer los espacios de trabajo de los colaboradores, se incurren en faltas al reglamento ocupacional y de seguridad de la empresa, así como de sus sindicatos. Al implementar las mejoras propuestas se atienden directamente estas problemáticas dando una alternativa al margen de la normativa regulatoria.

En resumen, la implementación de los principios del *Lean Manufacturing* y *Six Sigma* ha generado resultados satisfactorios en la optimización del proceso de entrega de ropa, calzado y equipo de protección personal en Pemex Logística. Se ha logrado mejorar la eficiencia, reducir los desperdicios y garantizar una entrega ágil y precisa. Estas conclusiones positivas respaldan la importancia y efectividad de la aplicación de las metodologías *Lean Manufacturing* y *Six Sigma* en los procesos de la organización.

Bibliografía

- Muñoz Guevara, John Andrés Lean Manufacturing: Modelos y herramientas / John Andrés Muñoz Guevara, César Augusto Zapata Urquijo y Pedro Daniel Medina Varela. -- Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira, 2022. 228 páginas. – (Colección Textos académicos).
- Díaz del Castillo Rodríguez, F. (2009). Lecturas de Ingeniería 6 La Manufactura Esbelta. Cuautitlán Izcalli.
- Pérez Macario, D. L. (2022). Aplicación de herramientas Lean Six Sigma Yellow Belt para la reducción de tiempos de cambio de formato en línea de acondicionamiento de medicamento en forma sólida [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México]. Repositorio Institucional de la UNAM.
- Petróleos Mexicanos (PEMEX). (s.f.). Organización. Datos.gob.mx. Recuperado el 25 de abril de 2025, de <https://datos.gob.mx/busca/organization/pemex>
- Petróleos Mexicanos (PEMEX). (s.f.). Archivo Histórico. Pemex. Recuperado el 25 de abril de 2025, de <https://www.pemex.com/acerca/archivo-historico/Paginas/default.aspx>
- Datos.gob.mx. (s.f.). Acerca de PEMEX. Recuperado el 25 de abril de 2025, de <https://datos.gob.mx/busca/organization/about/pemex>
- Petróleos Mexicanos (PEMEX). (s.f.). Logística. Pemex. Recuperado el 25 de abril de 2025, de <https://www.pemex.com/nuestro-negocio/logistica/Paginas/Default2.aspx>
- Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). (s.f.). Manufactura esbelta [PDF]. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. Recuperado el 25 de abril de 2025, de http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/pagina_ingenieria/mecanica/mat/mat_mec/m4/manufactura%20esbelta.pdf
- HubSpot. (s.f.). Diagrama de Ishikawa: qué es y cómo hacerlo paso a paso. Recuperado el 25 de abril de 2025, de <https://blog.hubspot.es/sales/diagrama-ishikawa>.
- Corredor Gutiérrez, I. A. (2015). *Sin identificación de los 7 desperdicios no hay Lean* (Tesis de maestría). Universidad Nacional Autónoma de México. Repositorio Institucional de la UNAM.

Ilustraciones

Ilustración 1. P&W engine assembly:

Mayer, A. (2023, octubre 5). Pratt & Whitney automates assembly of jet engines [Imagen]. Assembly Magazine. Recuperado de <https://www.assemblymag.com/articles/98957-pratt-and-whitney-automates-assembly-of-jet-engines>

Ilustración 2. Relación entre desperdicios:

Corredor Gutiérrez, I. A. (2015). Sin identificación de los 7 desperdicios no hay Lean (Tesis de maestría). Universidad Nacional Autónoma de México. Repositorio Institucional de la UNAM

Ilustración 3. Six Sigma:

12manage. (s.f.). Six Sigma (6 Σ) [Imagen]. 12manage.com. Recuperado de <https://www.12manage.com>

Ilustración 4. DPMO:

Lean Methods Group (s.f.). What is Six Sigma? Recuperado de <https://leanmethods.com/articles/what-is-six-sigma/>

Ilustración 5 Logotipo Pemex:

Petróleos Mexicanos (PEMEX). (s.f.). Organización. Datos.gob.mx. Recuperado el 25 de abril de 2025, de <https://datos.gob.mx/busca/organization/pemex>

Ilustración 6. Logotipo Pemex Logística:

Petróleos Mexicanos (PEMEX). (s.f.). Logística. Pemex. Recuperado el 25 de abril de 2025, de <https://www.pemex.com/nuestro-negocio/logistica/Paginas/Default2.aspx>

Ilustración 7. Infografía ilustrativa de servicios y clientes de la empresa Pemex Logística.:

Petróleos Mexicanos (PEMEX). (s.f.). Logística. Pemex. Recuperado el 25 de abril de 2025, de <https://www.pemex.com/nuestro-negocio/logistica/Paginas/Default2.aspx>

Ilustración 8. Diagrama de flujo del proceso.

Elaboración propia

Ilustración 9. Mapeo de flujo de proceso

Elaboración propia

Ilustración 10. Formato de Mecanizado estandarizado.

Elaboración propia

Ilustración 11. Diagrama de flujo utilizado para la capacitación del personal.

Elaboración propia

Ilustración 12. Diagrama Ishikawa

Elaboración propia

Anexos

Sectores de ductos PEMEX

La más amplia y eficiente red de ductos en el territorio nacional, con una longitud superior a los 17,000 kilómetros para la transportación de petrolíferos y petroquímicos. La infraestructura de transporte por ductos de acceso abierto está conformada por 11 sistemas a lo largo del país, siendo éstos:

- ❖ Sistema Rosarito
- ❖ Sistema Burgos - Peñitas
- ❖ Sistema Guaymas
- ❖ Sistema Topolobampo
- ❖ Sistema Norte
- ❖ Sistema Sur-Golfo-Centro-Occidente
- ❖ Sistema Progreso
- ❖ Sistema Nacional de Refinación - transporte de crudo
- ❖ Sistema Nacional de Gas Licuado del Petróleo (SNGLP)
- ❖ Sistema Hobbs-Méndez
- ❖ Sistema de Transporte de Petroquímicos

SmartDraw



El software de diagramas de flujo de SmartDraw es la forma más fácil de crear cualquier tipo de diagrama de flujo o diagrama que represente un proceso.

Comienza eligiendo una de las plantillas de diagrama de flujo incluidas y agrega pasos con solo unos pocos clics. Nuestro creador de diagramas de flujo alinea todo automáticamente para que no tengas que preocuparte por formatear, reorganizar o volver a conectar los pasos.

Tú y tu equipo pueden trabajar en el mismo diagrama de flujo y dejar comentarios y opiniones. SmartDraw le permitirá compartir archivos fácilmente mediante un enlace enviado por correo electrónico. SmartDraw también funciona con sus herramientas existentes. Puede guardar sus archivos directamente en OneDrive®, SharePoint®, Google Drive™ y más. También pueden trabajar juntos en Teams, Confluence o Slack o agregar sus diagramas de flujo a Microsoft Office® o Google Workspace™. Es fácil trabajar con SmartDraw sin importar qué otras aplicaciones uses.

Lucidchart



Lucidchart es una herramienta de diagramación basada en la web, que permite a los usuarios colaborar y trabajar juntos en tiempo real, creando diagramas de flujo, organigramas, esquemas de sitios web, diseños UML, mapas mentales, prototipos de software y muchos otros tipos de diagrama. Construida con estándares web, como HTML5 y JavaScript, Lucidchart funciona en todos los navegadores web modernos, como Google Chrome, Firefox, Safari e Internet Explorer.

“Lucidchart es la aplicación de diagramación inteligente que permite a los equipos aclarar la complejidad, alinear sus conocimientos y construir el futuro... más rápido. Con esta solución intuitiva basada en la nube, todos pueden trabajar gráficamente y colaborar en tiempo real mientras crean diagramas de flujo, prototipos, diagramas UML y mucho más.

Lucidchart, la alternativa en línea para Visio más popular es utilizado en más de 180 países por millones de usuarios, desde gerentes de ventas que mapean las organizaciones objetivo hasta directores de TI que visualizan su infraestructura de red”.

Metodología DMAIC

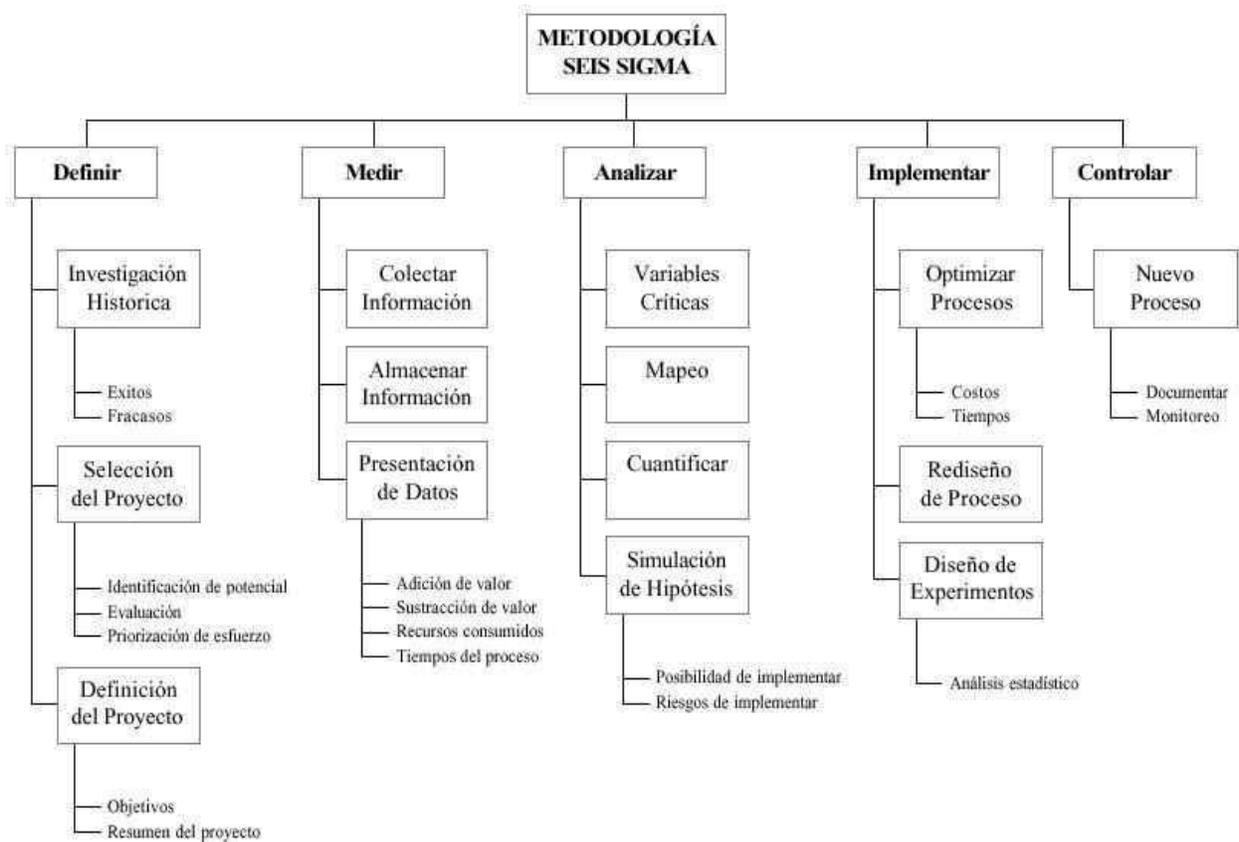


Tabla 4 Metodología DMAIC

Diagrama SIPOC

SIPOC es una herramienta usada para documentar un proceso en alto nivel que incluye, por sus siglas en inglés, a Suppliers (Proveedores), Inputs (Entradas), Process (Proceso), Outputs (Salidas) y Customers (Clientes).

Es una efectiva herramienta de comunicación ya que al enfocar al proceso de estudio permite conocer los proveedores y clientes con los que habrá que interactuar durante el desarrollo del proyecto para conocer sus deseos y necesidades.

Esta herramienta permite también acotar el alcance del proyecto. El proceso es mapeado en alto nivel (de 4 a 7 pasos) y donde claramente se define los límites del proceso (donde inicia y dónde termina).

Diagrama Ishikawa

El diagrama de Ishikawa, o diagrama de pescado, es una herramienta que identifica problemas de calidad y les da solución al representar de forma gráfica los factores que involucran la ejecución de un proceso. También es conocido como diagrama de causa-efecto o de las 6 M.

Este esquema también conocido como diagrama de causa-efecto se basa en la premisa de que todo problema tiene una causa; de algo que está mal en un proceso. Entonces hay que identificar de dónde surgen las acciones que están conformando ese problema. El diagrama de Ishikawa recibe su nombre por su estructura como el esqueleto de un pescado. Esto no es casualidad: cada elemento representa una razón y conlleva a la resolución de los problemas expuestos.

Análisis AMEF

MEDICION			ANALISIS				MEJORA		
Paso de Proceso O Entrada	Modo Potencial de Falla	Efecto Potencial de Falla	S E V	Causas Potenciales	O C C	Controles Actuales	D E T	R P N	Acciones Recomendadas
	Qué puede salir mal con el paso del proceso?	Cuál es el efecto en las salidas?	0	Qué tan mal?	0	Cómo podemos encontrar esto?	0	0	Que tan difícil de detectar?
			0	Cuáles son las causas?	0	Qué tan seguido?	0	0	Qué puede hacerse?
			0		0		0	0	
	Cuál es el paso del proceso?		0		0		0	0	

Explicación del diagrama AMEF de la materia "Análisis y Mejora de Procesos", impartida por el M. en I. Emmanuel González Trueba

Es un análisis modal de fallos y efectos, un procedimiento de análisis de fallos potenciales en un sistema de clasificación determinado por la gravedad o por el efecto de los fallos en el sistema.

Modos de falla

- Muestra los posibles modos de falla de las etapas del proceso o componentes del producto/servicio. Puede haber múltiples modos de falla para una etapa o componente dados.

Efecto de la falla

- Muestra los efectos asociados con las fallas. Puede haber más de un efecto para un modo de falla particular.

Severidad

- Muestra la severidad del efecto. Usualmente se usa una escala del 1 al 10, siendo 1 poco impacto al cliente y 10 un alto impacto al cliente. Esta escala es adaptable según sea el caso. En algunas áreas, por ejemplo, en hornos, una falla puede hacer que explote un horno, mientras que en otras sólo resulte en piezas perdidas.

Causas

- Identificar las causas del modo de falla. Puede haber más de una posible causa para un modo de falla dado.

Ocurrencia:

- Muestra una calificación de la probabilidad de ocurrencia de una causa o defecto. La escala es de 1 a 10, donde 1 es probabilidad baja de ocurrencia y 10 una probabilidad muy alta de ocurrencia.

Controles:

- Muestra los controles existentes para detectar la falla ANTES de que se ocasione el efecto.

Detectabilidad:

- Esto define la habilidad del sistema de prevenir una causa o detectar un defecto. Usualmente se usa la escala de 1 al 10, donde 1 es capacidad de prevenir una causa de falla y 10 es la ausencia de controles.

NPR:

- El número de prioridad de riesgo es el producto de severidad, ocurrencia y detección. A mayor el número, mayor es el riesgo.

Acciones:

- El AMEF no tiene sentido si no se define una acción en los NPR de mayor magnitud.

Rango	Severidad	Ocurrencia	Detección
10	Daño mayor/muy alta severidad	Muy alta probabilidad de ocurrencia	Imposible detectar
9			
8	Inconveniente mayor	Alta probabilidad de ocurrencia	Baja capacidad de detección
7			
6			
5	Inconveniente menor	Moderada probabilidad de ocurrencia	Alta capacidad de detección
4			
3			
2	Sin efecto	Baja probabilidad de ocurrencia	Certeza de detección
1			

Usos del AMEF

- Esta herramienta es muy importante para mejorar un proceso de una manera preventiva antes de que los fracasos ocurran.
- Da prioridad a los recursos, para asegurar que los esfuerzos de mejora de proceso son beneficiosos para el cliente.
- Documenta la realización de nuevos proyectos.
- Debe ser un “documento viviente” continuamente revisado, enmendado, y actualizado.
- Identifica las deficiencias en el Plan de Control.