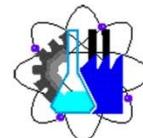




UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS



Facultad de Ciencias
Químicas e Ingeniería

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS E INGENIERÍA

TESIS

Aplicación de metodología SMED en un cambio de modelo en máquina
de acuñación de casquillo 9mm a 308 win

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO INDUSTRIAL

P R E S E N T A:

RIVERA TORRES OLIVER

ASESOR:

DRA. JESUS DEL CARMEN PERALTA ABARCA

CUERNAVACA, MORELOS

FEBRERO, 2024

DEDICATORIAS

A mis padres, Pedro y Alicia quienes me han brindado todo su apoyo en mi educación y en la vida, ellos son los que con su cariño me han impulsado siempre a perseguir mis metas y nunca abandonarlas.

A mis hermanas Maricela y Jazmín por su fraternidad y apoyo incondicional en todo momento.

A mis amigos y compañeros de licenciatura quienes me dieron su amistad y apoyo durante toda la carrera y quienes hoy en día aun mantenemos ese mismo apoyo.

A la empresa quien me abrió las puertas para continuar mi carrera profesional y me dio todo el apoyo para la realización de este proyecto.

A mi asesor de tesis Dra. Jesús del Carmen Peralta, por su dedicación, tiempo y paciencia, sin su apoyo, palabras y correcciones no hubiese llegado a esta instancia tan esperada, gracias por su guía y consejos los llevaré grabados para siempre en la memoria de mi futuro profesional.

INDICE DE CONTENIDO

Contenido

Contenido	i
Índice de tablas	ii
Índice de figuras	ii
Introducción	1
Capítulo I. Marco contextual	2
Proceso de identificación a través del método de acuñación	2
1.1 Historia de la acuñación	2
1.2 Proceso de identificación	4
1.3 Maquinaria y producto	5
1.3.1 Partes de la máquina de identificación de casquillo y estructura de casquillo	5
1.4 Planteamiento del problema	9
1.5 Objetivo general y específico	9
1.6 Justificación	9
1.7 Alcance	9
Capítulo 2 Marco teórico	10
2.1 Sistema de Producción Toyota	10
2.2 Concepto de valor	12
2.3 Las 7 Muda	13
2.4 Método SMED	15
2.5 Metodología 5´S	20
Capítulo 3 Propuesta de metodología SMED para la reducción del cambio de modelo	24
Capítulo 4 Resultados y discusiones	34
Conclusiones	37
Bibliografía	38
.....	38

Índice de tablas

Tabla 1 Etapas del SMED	17
Tabla 2 Actividades de preparación con máquina en marcha.....	27
Tabla 3 Distribución de actividades de mejora	29
Tabla 4 Representación en piezas del tiempo reducido.....	36
Tabla 5 Proyección de productividad extra al año	36

Índice de figuras

Figura 1 Prensa de acuñamiento.	3
Figura 2 Tolva de abastecida con casquillo para alimentación	6
Figura 3 Entrada de magazine para alimentación de casquillo.	7
Figura 4 Cuerpo de magazine	7
Figura 5 Botonera de control de operación de máquina.....	8
Figura 6 Partes que componen la identificación de casquillo	8
Figura 7 JIT y JIDOKA los pilares de TPS.....	11
Figura 8 Las 7 mudas.....	13
Figura 9 Distribución de tiempos en método SMED.	16
Figura 10 Conversión de actividades internas a externas en cambio de bobina de una máquina.....	19
Figura 11 Descripción 5´S.....	20
Figura 12 Herramientas de Lean Manufacturing	17
Figura 13 Condición actual de alimentación de casquillo en magazine.....	26
Figura 14 Aplicación de sensores en magazine para paro automático.	26
Figura 15 Gaveta de herramental del proceso de identificación de casquillo.....	28
Figura 16 Implementación de 5´S en gaveta de herramental.....	28
Figura 17 Comparación de tiempos antes y después del SMED	34
Figura 18 Reducción de actividades internas y externas	35

Índice de ilustraciones

Ilustración 1 Estructura de Casquillo	5
Ilustración 2 Tipos de casquillos.....	5
Ilustración 3 Identificación de casquillo/cabeza.....	6

Introducción

Actualmente cualquier empresa independientemente al giro al que se dedique debe ser lo más rentable posible, es decir, generar riqueza, esto se logra principalmente cumpliendo de manera puntual con su cliente, dando como resultado la generación de ganancias.

Hoy en día la riqueza que genera una empresa es en gran medida debido al cumplimiento que tiene con sus clientes ya que son estos los que pagan por un producto y/o servicio, por lo que es de gran importancia mantener esta relación con la mejor satisfacción. La satisfacción se puede ver afectada por distintas variables que eviten una entrega en tiempo y forma del producto y/o servicio. Algunas de estas afectaciones son: la pérdida de tiempo productivo, el incumplimiento con las metas productivas (Cantidad) y el incumplimiento con fechas de entrega pactadas.

Son justamente estas variables las que dieron origen a la implementación del método de cambio rápido de herramental SMED (Single Minute Exchange of Die) en el proceso de acuñación de casquillo.

Con la implementación de la metodología SMED, se pretende lograr la disminución del tiempo por cambio de modelo en la máquina del proceso de acuñación de casquillo en un 20% y que actualmente es de 92 min y 15 segundos. Esta reducción de tiempo desea lograr que este proceso tenga mayor disponibilidad de máquina; una mayor producción al día, así como un menor tiempo entre lotes a producir.

Para lograr la disminución de tiempos, se aplica la metodología SMED, iniciando con un estudio de tiempos y movimientos del método de cambio de modelo, el cual se analizó posteriormente, con esto se identifican las actividades que afectan en el cambio; las que son innecesarias y no agregan valor. Una vez que se llegó a este punto, se identificaron las actividades que pueden mejorarse, para las cuales se implementaron en primera medida las 5's al organizar el herramental de una manera fácil y sencilla, también se aplican herramientas del Sistema de Producción Toyota.

La implementación de estos métodos y filosofías dio como resultado el cumplimiento a la disminución del tiempo en el cambio de modelo de manera satisfactoria, aumentando de manera considerable la producción en un turno/día en el cual se lleve a cabo un cambio de modelo. Se estandariza el método de cambio y la organización del herramental en este proceso, y se deja una ventana enorme de aprovechamiento en las demás máquinas que conforman el área de acuñamiento, ya que estas mejoras aplicadas en una sola máquina se pueden implementar en todas las demás máquinas pertenecientes a este proceso.

Capítulo I. Marco contextual

Proceso de identificación a través del método de acuñación

1.1 Historia de la acuñación

A través de la historia, el hombre ha desarrollado distintos procesos que han facilitado actividades de la vida diaria y en otra medida actividades específicas, como, por ejemplo, la identificación de un objeto por medio del método de acuñación, el ejemplo más claro de este método se puede ver en la moneda.

Al inicio de las actividades comerciales se tomaba sal, ganado, trigo o madera como una forma de cambio o trueque para la adquisición de productos de primera necesidad, a medida que surgieron inconformidades porque el trueque no era muy justo, se desarrollaron nuevas ideas, la necesidad de definir un método de pago equitativo dio como resultado con la fabricación de la moneda.

Si todos los hombres establecían el valor de sus productos sobre la misma manera pago, el intercambio era mucho más simple., así nació la idea de la “moneda”.

Según el historiador griego Heródoto, las primeras monedas metálicas surgieron en el Asia Menor, en el siglo VIII a.C., debido que un rey lidio propuso simplificarla recaudación de impuesto y su almacenamiento, estas estaban fabricadas con una mezcla de oro y plata, una de las ventajas de estos materiales era su escasez, lo que los hacía más valiosos, y su incorruptibilidad que los hacía difícil de falsificar.

El desarrollo de las actividades comerciales, sobre todo a través del imperio romano, extendió la utilización de las monedas metálicas. Estados Unidos fue el primero en monopolizar la acuñación de las monedas. Además, les agregó un sello grabado que pudiera ser la figura de algún dios, la efigie de un emperador, o algún otro símbolo, estos sellos garantizaban de mejor medida que fueran legítimas. Como parte de su evolución se cambiaron estos tipos de sellos por el sistema numérico lo cual facilito de manera contundente el pago o intercambio de manera justa ya que tienen el mismo valor para todos.

El grabado o identificación de la moneda, exigía que la persona ejecutara primeramente el relieve de dicha identificación de un modelo que debía grabarse en un cuño matriz (molde) que era fundido, el cual se igualaba al número según el valor que obtenía la moneda que se quería reproducir. Esta reproducción lleva una contra parte llamado punzón, el cual servía para presionar la moneda contra el cuño matriz.

Desde 1846 la fabricación de monedas se hacía con la prensa de vapor inventada por Uhlhorn, perfeccionada por Thonnelier (Figura 1) que realiza la acción de una palanca articulada, que se movía de arriba hacia abajo, puestas en movimiento por una manivela que recibe la acción de la maquina a vapor, la adaptación de un molde matriz contra una presión en sentido contrario (para el caso de las monedas es el

uso del uso del punzón) ha hecho posible esta impresión (identificación) de símbolos sobre el relieve de un objeto de manera más eficiente.
(RIOJA, 2014)

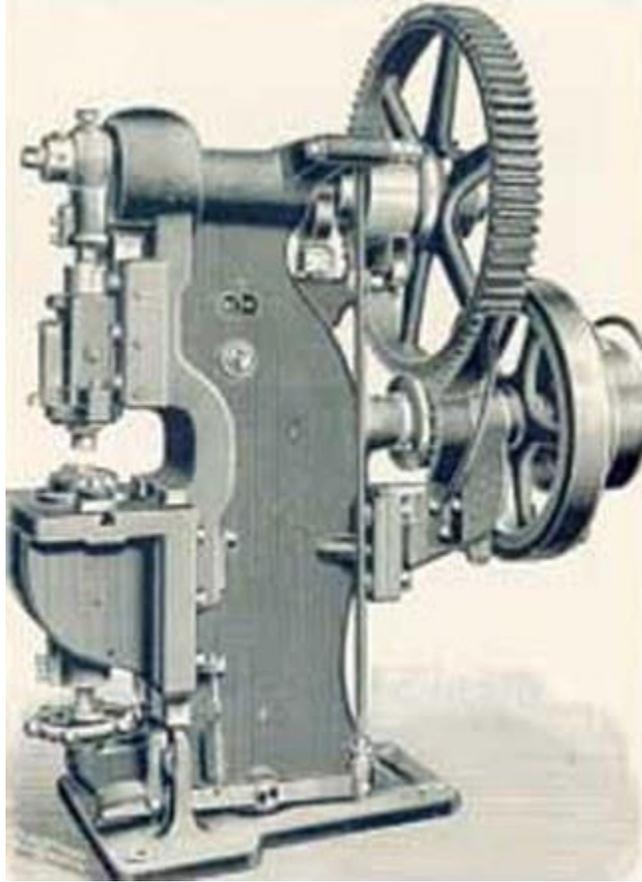


Figura 1 Prensa de acuñamiento.

Para este proyecto se toma en cuenta el proceso de acuñación de la moneda, que es el más conocido a lo largo de la historia, y en esencia es la misma metodología con sus respectivas diferencias.

A partir de este punto se le llamará “identificación” a la acuñación del producto.

También entiéndase cambio de modelo al cambio de herramienta correspondiente para cada producto específico.

1.2 Proceso de identificación

El proceso de identificación para cada pieza es algo relativamente simple y repetitivo ya que cada pieza se marca de la misma manera según sea el producto por identificar, el diagrama de flujo 1 muestra el proceso de identificación de piezas según el tipo de producto.

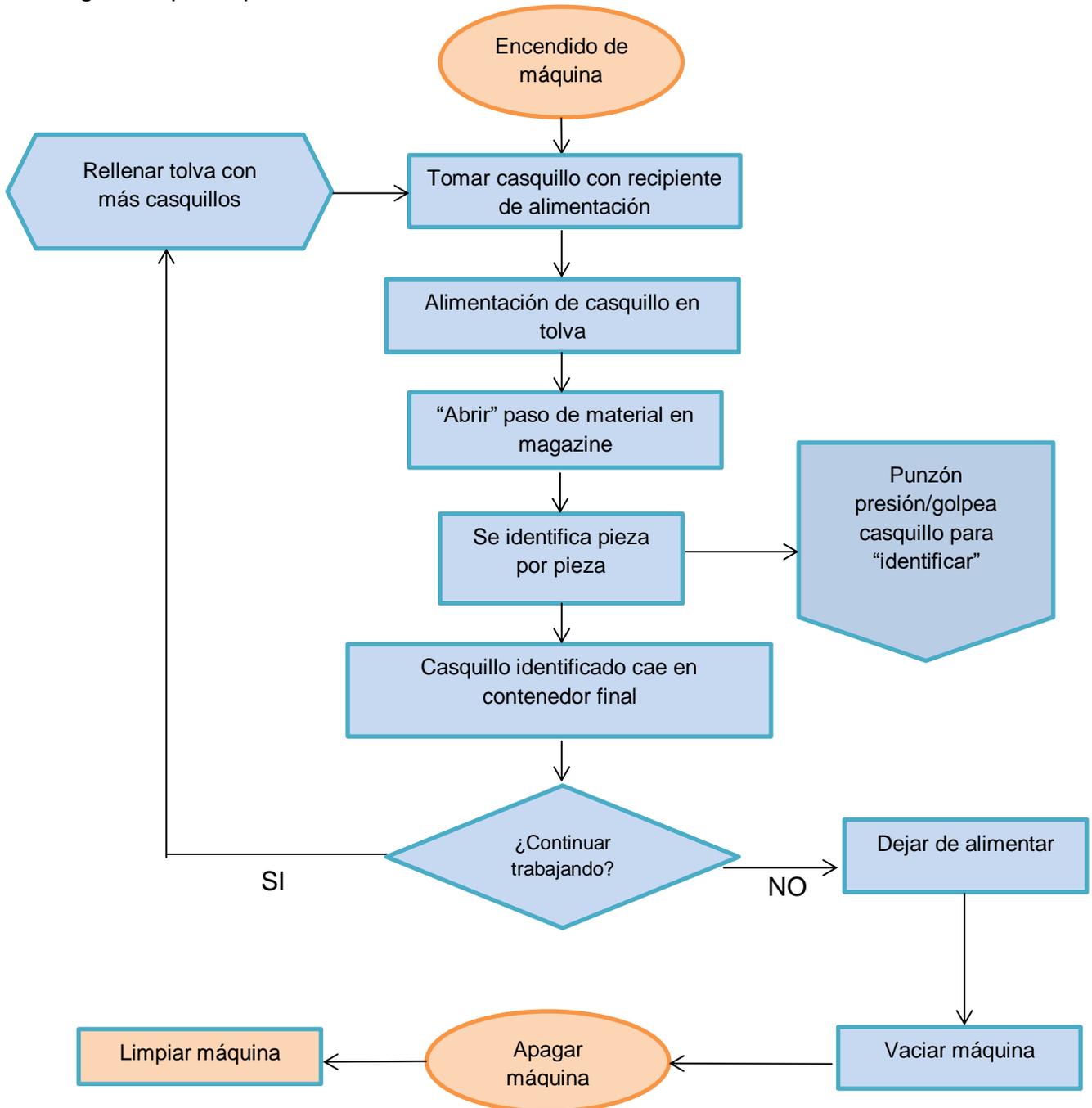


Diagrama de flujo1. Proceso de identificación máquina

1.3 Maquinaria y producto

1.3.1 Partes de la máquina de identificación de casquillo y estructura de casquillo

Estructura de casquillos

Para entender mejor el proceso y el cambio de modelo, es importante dejar en claro cómo se compone el material/producto al cual se refiere el cambio de modelo.

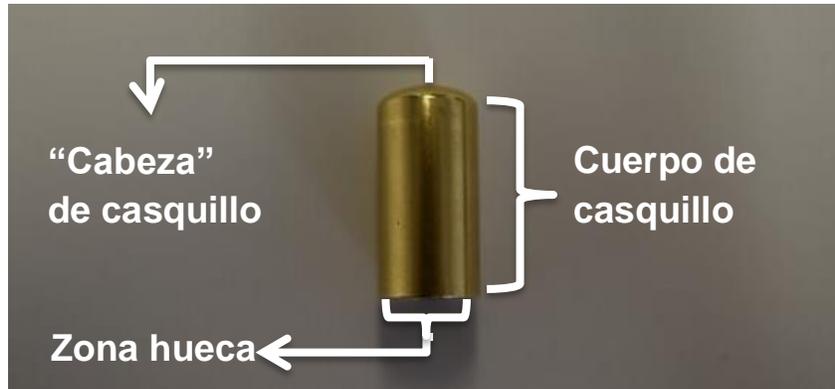


Ilustración 1 Estructura de Casquillo

Como se muestra en la ilustración 1, un casquillo de cualquier modelo se compone de una:

- La "cabeza" que es la zona donde se realiza la identificación
- Cuerpo, que se componen primordialmente del 95% de la estructura de la pieza y es parte del producto final; consiste en un cilindro vacío con un espesor de sus paredes de 1mm aproximadamente, alargado con una parte sólida "cabeza" y una contra parte hueca.
- Zona hueca; es una zona de entrada, donde se introducen los demás componentes que componen a una munición para que este sea útil y funcional.

Existen diferentes tipos de casquillos, sus diferencias se definen por su largo y ancho dependiendo el producto que se esté trabajando, como se puede ver en la ilustración 2



Ilustración 2 Tipos de casquillos

Para que un casquillo se considere identificado, debe llevar su respectiva información en la cabeza y marcada en este mismo, como se aprecia en la ilustración 3.

La información que debe de llevar se compone de 2 aspectos:

- Marca de identificación de la empresa.
- Calibre (producto) al que corresponde el casquillo.



Ilustración 3 Identificación de casquillo/cabeza.

Una vez que se define la composición del casquillo, que es el producto sobre el cual se está realizando el proyecto, continuamos con las partes de la máquina de identificación de casquillo, ya que es tan importante como el producto en si

Partes de la máquina de identificación de casquillo

Paso 1: Se realiza el abastecimiento de casquillo en la tolva de alimentación como se muestra en la Figura 2, la cual se encuentra en la parte superior de la máquina, esta acción se repite hasta terminar el lote a procesar.



Figura 1 Tolva de abastecida con casquillo para alimentación

Paso 2: Se abre el paso de alimentación de la tolva para que el casquillo baje por efecto de la gravedad a través de una manguera que se encuentra conectada de la parte inferior de la tolva hasta la entrada de magazine, Figura 3.



Figura 1 Entrada de magazine para alimentación de casquillo.

Paso 3: Una vez que se abre la alimentación hacia el magazine, los casquillos se depositan de manera horizontal con el hueco del casquillo orientado hacia la manguera de alimentación de tal manera llenar el cuerpo del magazine, Figura 4.

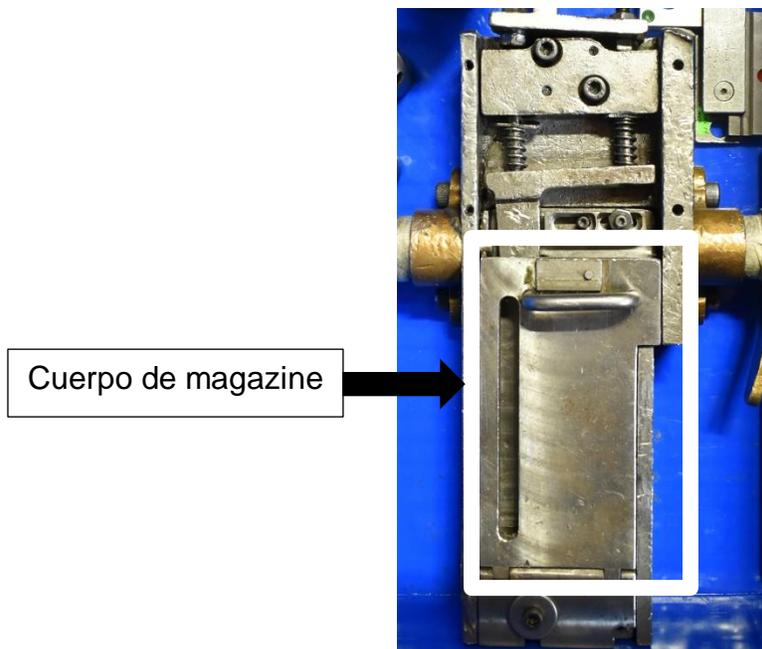


Figura 2 Cuerpo de magazine

Paso 4: Una vez que el cuerpo del magazine está lleno con los casquillos, se activa el marcado (identificación) del material mediante la botonera de control, como se identifica en la Figura 5.



Figura 3 Botonera de control de operación de máquina.

Paso 5: Una vez que se inicia con la identificación del material, un punzón (A) entra por la parte inferior derecha del magazine (B), empujando al casquillo hacia la izquierda en una trayectoria horizontal (C), el cual pasa a través de un “separador” (D) y llega al marcador (E) que se encuentra al final del recorrido de dicha trayectoria ejerciendo presión entre ambas partes, es en este punto donde se lleva a cabo la identificación del casquillo y a su vez esta cara se expande; haciéndose más ancha que el cuerpo del casquillo, posteriormente de identificarse durante el trayecto de regreso la cara que se hizo más ancha, choca con el separador haciendo que sea imposible que el casquillo continúe el trayecto de regreso dejando al punzón libre para la siguiente pieza, Figura 6.

Las piezas que ya se identificaron caen en un contenedor en la parte inferior para su almacenamiento.

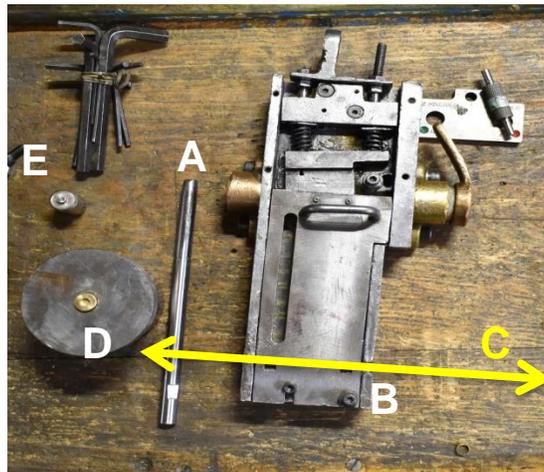


Figura 4 Partes que componen la identificación de casquillo

1.4 Planteamiento del problema

Uno de los problemas que se presentan en este tipo de máquinas es el tiempo necesario para cambiar moldes entre los diferentes productos, también conocido como cambio de modelo. Con el enfoque actual, el cambio de modelo en el proceso de identificación de casquillos lleva aproximadamente 92.25 minutos. Esto representa un 19.27% del tiempo total de trabajo de un operador durante su jornada de 8 horas.

1.5 Objetivo general y específico

Objetivo general:

El objetivo general de este proyecto es reducir en un 20% el tiempo requerido para el cambio de modelo en la máquina de identificación de casquillos, mediante la aplicación de la metodología SMED.

Objetivos específicos:

Para lograr el objetivo general, se plantean los siguientes objetivos específicos:

- Realizar un análisis de operaciones para estandarizar el proceso de cambio de modelo en la máquina de identificación de casquillos, eliminando las actividades innecesarias.
- Proponer e implementar un sistema de organización del herramental más eficiente utilizando la metodología 5'S.
- Desarrollar un plan que establezca los tiempos asignados al operador para llevar a cabo los preparativos necesarios durante el cambio de modelo.

1.6 Justificación

Según los datos recopilados en un estudio de tiempos y movimientos realizado en el área de estudio, se ha observado que se desperdicia una cantidad significativa de tiempo durante el cambio de modelo en el área de identificación de casquillos debido a la realización de actividades que no aportan valor al procedimiento. Por esta razón, se ha tomado la decisión de implementar acciones de mejora mediante la aplicación de la metodología SMED.

1.7 Alcance

La metodología SMED utilizada en este estudio puede aplicarse a todas las demás máquinas que forman parte del área de identificación de casquillos, ya que solo presentan ligeras diferencias estructurales entre sí.

Capítulo 2 Marco teórico

2.1 Sistema de Producción Toyota

La siguiente información se toma de libro “SISTEMA DE PRODUCCIÓN TOYOTA (TPS), EFICIENCIA EN LA PRODUCCIÓN” del autor Luís Fernando Pocorey Choque (Choque, 2017).

El Sistema de Producción Toyota (Toyota Production System; TPS), es relacionado mundialmente por sus aportes en el mejoramiento continuo del proceso productivo manufacturero. Si bien, las técnicas y herramientas utilizadas en el TPS son los elementos para perfeccionar el rendimiento y los niveles de producción, también es importante conocer los principios que promueven el TPS que aparte de ser aplicables en las industrias, ayudan en el desarrollo de una cultura organizacional donde las personas y sus desempeños son muy importantes.

En el Japón de la década de los 40 siglo XX, se consideraba que un trabajador alemán podía producir tres veces más que un trabajador japonés, y la proporción entre un trabajador alemán y americano era de 1 a 3. Esta proporción hacía referencia a que nueve trabajadores japoneses se necesitaban para hacer el trabajo de un trabajador americano.

Analizando esta limitante, identificaron que desperdiciaban sus recursos, teniendo como consecuencia costos improductivos y una producción menor. En este contexto, el TPS se orientó hacia un manejo más eficiente del tiempo y de los recursos de producción, liberando a los trabajadores para que pudieran concentrarse en sus tareas, entregando productos de alta calidad sin incurrir en excesos que comprometieran su eficiencia. En consecuencia, la condición más importante para el TPS fue y es la eliminación total de: la improductividad, los procesos inútiles, las pérdidas de tiempo, la inconsistencia y generación de excedentes.

En la reducción y eliminación de muda del TPS, se aplican los conceptos JIT y JIDOKA, que son los pilares de la casa lean. (Figura 7). Los cuales buscan aumentar la eficiencia en la producción, ofreciendo productos de calidad como resultado de una gestión que respeta a las personas.



Figura 5 JIT y JIDOKA los pilares de TPS. (El metodo Lean, 2018)

Primer Pilar JIT

El Just In Time (JIT) en español significa Justo a tiempo, es un método de trabajo continuo donde las piezas de ensamblado deben incorporarse a la cadena de montaje en el momento requerido y sólo en la cantidad necesaria. Con lo cual cada proceso recibe sólo lo que puede procesar el anterior, es decir, que el proceso de la fase posterior exige la producción del anterior para mantener un ritmo estable de producción (sistema pull = jalar), lo que permite que los productos sean entregados en los plazos más breves reduciendo los inventarios y mejorado el flujo de la línea.

El JIT, utiliza las siguientes herramientas de control:

- Kanban tarjeta de control
- Heijunka
- SMED (Single-Minute Exchange of Dies)
- Trabajo Estandarizado

Segundo Pilar: JIDOKA

La automatización del TPS, pero con la participación del elemento humano, busca eliminar la improductividad. Bajo esta perspectiva al presentarse un producto defectuoso, todo el proceso se detiene automáticamente y sólo continúa cuando un operador humano verifica que no hay error o se corrige la falla.

El Jidoka, también permite hacer que las anomalías sean visibles, en estos casos los operarios están facultados para detener el proceso de producción cuando se detecta una falla potencial, lo que permite encontrar la solución inmediatamente.

Las herramientas que utiliza el Jidoka son:

- Poka yoke
- Andon

Valores del TPS

El TPS, sostiene sus dos pilares JIT y JIDOKA sobre una base conformada por un sistema que se presenta a continuación.

- **GENCHI genbutsu:** Se refiere a ir a la fuente del problema (raíz) para encontrar su origen, resolverlo y garantizar la calidad de la producción.
- **Kaizen, Mejora continua:** Las bases del TPS son el Kaizen, o la actitud hacia el mejoramiento de las capacidades de todo el personal en beneficio de un objetivo común.
- **Las 5S; bases del TPS.** son herramientas que contribuyen con los principios de orden y limpieza en el puesto de trabajo.

Esta información acerca de los pilares y valores del TPS, de igual manera se obtuvo del libro “SISTEMA DE PRODUCCIÓN TOYOTA (TPS), EFICIENCIA EN LA PRODUCCIÓN” del autor Luís Fernando Pocorey Choque, así como se mencionó en el inicio de este capítulo.

2.2 Concepto de valor

El valor agregado es el valor adicional que obtienen los bienes y servicios al ser convertidos en el proceso productivo, es la característica extra que un bien o servicio ofrece con el propósito de generar mayor valor dentro de la percepción del consumidor. Por ejemplo, la mejor opción para optimizar la gestión de residuos sólidos es dar un valor agregado a los mismos mediante una recuperación y transformación de ellos. El valor agregado ambiental (VAA) pone en primer plano la inversión en la calidad ambiental, métodos y técnicas de producción que buscan los menores impactos en el entorno, el uso más eficiente de los insumos y la alta calidad de los productos por medio de condiciones rigurosas. (Solano, 2018)

Para cuestiones del proyecto el valor agregado principal se obtiene al reducir tiempos entre cambios de modelos, a su vez también aporta a la cadena de suministros, como lo son:

- Mayor producción de piezas en el mismo tiempo ya establecido (8hrs).
- Con un tiempo menor de producto procesado en el área, se reducen tiempos de abastecimiento para el siguiente proceso.
- Se evita tener materiales de stock en el área.
- Con mayor producción se obtiene el cumplimiento al programa de producción.

- Al cumplir con el programa de producción con la reducción de tiempos entre procesos, se optimiza la línea de producción.
- Al optimizar la línea de producción se obtiene el producto terminado (PT) en un tiempo menor.
- Al tener el PT en un tiempo menor, conlleva a una disponibilidad mayor de producto para su entrega.
- Reduce tiempos de almacenamiento de PT y de entrega a cliente.
- Lo cual también se ve reflejado en la satisfacción del cliente.

2.3 Las 7 Muda

Tipos de desperdicio

La definición de desperdicio dentro de Lean es todo aquello que no añade valor al producto y el cliente no está dispuesto a pagar por ello. Los desperdicios se basan en tres categorías principales, las 7 mudas se muestran en la figura 8.



Figura 6 Las 7 mudas. (González, 2015)

- Muda: definido como residuo, es decir, una actividad que no agrega ningún valor. Por ejemplo, con respecto a si un ser humano está sobrecargado, el riesgo de errores aumenta; por lo tanto, la muda aumenta.

Las 7 mudas son las siguientes:

Sobreproducción

La sobreproducción es el resultado de fabricar más cantidad de lo requerido y conduce a un flujo débil de información/material.

Asimismo, producir en exceso significa perder tiempo en fabricar un producto que no se necesita y esto a la vez representa un consumo innecesario de material, se incrementan los transportes internos o externos y se almacena gran cantidad de stocks.

Tiempo de espera

Este desperdicio representa el tiempo perdido como resultado de una secuencia de trabajo o proceso ineficiente. Por ejemplo, que los operarios permanezcan parados mientras otros están trabajando. Este acto del personal no agrega valor al producto, por lo tanto, el cliente nunca estará dispuesto a pagar por el tiempo perdido durante la fabricación del producto.

Transporte

Se caracteriza por el movimiento o manipulación del material innecesario, muchas veces se debe a un layout mal diseñado. Se recomienda que las máquinas y las líneas de producción deben de estar lo más cerca posible, la mala organización del sistema productivo puede ocasionar distancias recorridas de materiales y productos innecesarios.

Movimiento innecesario

Si los diseños de puesto no son efectivos, esto hace que los operarios efectúen movimientos innecesarios. Por ejemplo, movimientos como agacharse, estirarse, inclinarse, entre otras, y esto a su vez genera la improductividad. También este desperdicio a menudo se refiere a la ergonomía del lugar de trabajo, haciendo que el operador necesite caminar, alcanzar o moverse innecesariamente.

Asimismo, el movimiento mecánico también se refiere a la distancia, como por ejemplo máquinas/materiales distantes entre sí haciendo que resulte en movimiento innecesario.

Sobre proceso

Es el resultado de colocar más valor añadido al producto que el esperado por el cliente, en otras palabras, es el resultado de someter al producto a procesos improductivos. Es imperativo desarrollar cada una de las actividades que integran los procesos de producción utilizando el mínimo de recursos y en el menor tiempo posible.

Exceso de Inventario

El alto nivel de existencias trae consigo costes adicionales por el valor del producto, el espacio utilizado y los transportes que exige. Además, es el resultado de tener mayor cantidad de existencias de las necesarias para satisfacer las necesidades más inmediatas de los clientes.

Defectos

Son los productos que no cumplen con las especificaciones del cliente, esto a su vez genera gran pérdida de productividad porque incluye el trabajo extra que debe realizarse por no haber ejecutado correctamente el proceso productivo la primera vez. Asimismo, los defectos están relacionados con la calidad de los productos que están asociados a los costos de inspecciones, las respuestas a las quejas de clientes ya las reparaciones y retrabajos innecesarios. (Ccoa, 2018)

2.4 Método SMED

Esta técnica fue desarrollada a lo largo de 19 años, por un Ingeniero Mecánico cuyo nombre es Shigeo Shingo, siendo esta una de las primeras técnicas que se divulgaron como parte del Just in Time o Sistema Toyota de Fabricación (TPS por sus siglas en inglés Toyota Production System). Shingo nació en Japón en 1909. Después de graduarse en Ingeniería Mecánica en la Escuela Técnica Yamanashi en 1930, se incorporó a la Fábrica de Ferrocarriles Taipei, en Taiwán, donde introdujo los métodos de gestión científica. (Shingo, 1985)

En el verano de 1957, Shigeo Shingo realizó un estudio en Mitsubishi Heavy Industries, en Hiroshima, donde logró elevar la productividad de máquinas cepilladoras en un 40%.

En 1969, Shingo visitó la planta principal de Toyota Motor Company, donde el problema era una prensa de 1000 TON que requería cuatro horas para realizar el cambio de útiles y preparación. Volkswagen en Alemania había estado realizando preparaciones en una prensa similar en un poco menos de dos horas. Luego de tres meses de esfuerzo se consiguió bajar el tiempo de preparación desde cuatro horas hasta noventa minutos.

Tiempo después, la Dirección de Toyota Motor Company le encomendó la tarea de reducir aún más el tiempo conseguido anteriormente hasta menos de tres minutos. Usando los nuevos conceptos alcanzados en el desarrollo de esta técnica, fueron capaces de alcanzar el objetivo de tres minutos luego de tres meses más de esfuerzos diligentes

Con la esperanza de que cualquier preparación podría realizarse en menos de 10 minutos, Shigeo Shingo bautizó el concepto como: “Cambio de útiles en menos de diez minutos”, o SMED por sus siglas en ingles Single Minute Exchange of Die. El SMED fue adoptado más tarde por todas las fábricas de Toyota, y continuó evolucionando como uno de los elementos principales del TPS.

El SMED se desarrolló originalmente para mejorar las preparaciones y montajes para producción de prensas y máquinas con herramientas, pero sus principios se aplican a las preparaciones de máquinas en toda clase de procesos. El esquema principal del SMED se muestra la figura 9.



Figura 7 Distribución de tiempos en método SMED.

Su necesidad surge cuando el mercado demanda una mayor variedad de producto y los lotes de fabricación deben ser menores; en este caso para mantener un nivel adecuado de competitividad, o se disminuye el tiempo de cambio o se siguen haciendo lotes grandes y se aumenta el tamaño de los almacenes de producto terminado, con el consiguiente incremento de costos. Por tanto, el sistema SMED es una herramienta que incrementa la flexibilidad de las áreas productivas mediante la disminución del tiempo de preparación. Entiéndase con preparación al conjunto de operaciones que se desarrollan desde que se detiene la máquina para proceder al cambio de producto hasta que la máquina empieza a fabricar la primera unidad del siguiente producto en las condiciones especificadas de tiempo y calidad. El intervalo de tiempo correspondiente es el tiempo de preparación

Shigeo Shingo, definió sus fundamentos al conseguir reducir el tiempo de cambio de una prensa de 1000 toneladas de 4 horas a 3 minutos, de ahí surgió lo de “menos de 10 minutos”. Aunque en la definición de SMED se hable de reducir los tiempos de preparación en menos de 10 minutos, esto no siempre será posible. El SMED es una parte de la metodología Lean Manufacturing (Manufactura esbelta)

¿Qué es Lean Manufacturing?

Lean Manufacturing es el nombre que recibe el sistema Just intime (Justo a tiempo), también se denomina manufactura de clase mundial.

Incide sobre la sobreproducción, esperas, inventario, transporte, defectos, desperdicio de procesos, movimientos innecesarios y subutilización de la capacidad de los empleados.

Se puede definir como un proceso continuo y sistemático de identificación y eliminación del desperdicio o excesos, de toda aquella actividad que no agrega valor al proceso, para lo cual tiene diferentes herramientas a aplicar (Socconini, 2019), como se muestra en la Figura 12, y de las cuales se consideran para el cambio de modelo el antes mencionado.



Figura 8 Herramientas de Lean Manufacturing

Fundamentos del SMED

Los procedimientos de preparación o cambio de producto generalmente se consideran infinitamente variados, dependiendo del tipo de operación y el tipo de equipo que se está usado. Sin embargo, cuando estos procedimientos se analizan desde una perspectiva diferente, se puede ver que todas las operaciones de configuración comprenden una secuencia de pasos.

Las etapas del método SMED se muestran en la Tabla 1

ETAPAS	ACTUACION
Etapa preliminar	Estudio de la operación de cambio
Primera etapa	Separar tareas internas y externas
Segunda etapa	Convertir tareas internas en externas
Tercer etapa	Perfeccionar las tareas internas y externas

Tabla 1 Etapas del SMED

Para iniciar con estas etapas, primeramente, se aclara en que consiste cada actividad;

Actividad Interna: Son todas aquellas actividades que solo se pueden realizar con la maquina detenida.

Actividad Externa: Son todas aquellas actividades que se pueden realizar con la maquina en marcha, y que si agregan valor; como lo son las actividades de preparación. (Rodriguez, 2018)

Etapa Preliminar: Montaje Interno y Externo

No se distinguen las condiciones, en las operaciones de cambio tradicionales, la condición interna y externa son confundidos; lo que podría hacerse externamente se hace como condición interna, y, por lo tanto, las máquinas permanecen inactivas durante períodos prolongados. En la planificación de cómo implementar SMED, uno debe estudiar las condiciones reales del proceso con gran detalle.

- Un análisis de producción continuo realizado con un cronómetro es probablemente el mejor enfoque. Sin embargo, tal análisis lleva mucho tiempo y requiere una gran habilidad.
- Otra posibilidad es utilizar un estudio de muestreo de trabajo. El problema con esta opción es que las muestras de trabajo son precisas solo donde hay una gran cantidad de repeticiones. Tal estudio puede no ser adecuado cuando se repiten pocas acciones.
- Un tercer enfoque útil es estudiar las condiciones reales en el taller piso entrevistando a los trabajadores.
- Un método aún mejor es grabar en video toda la operación de instalación. Esto es extremadamente efectivo si la cinta se muestra a los trabajadores inmediatamente después de que se haya completado la configuración. Dar a los trabajadores la oportunidad de expresar sus puntos de vista a menudo conduce a ideas sorprendentemente astutas y útiles. En muchos casos, estas ideas se pueden aplicar en el acto.

Etapa 1: separación de la configuración interna y externa

El paso más importante en la implementación de SMED es distinguir entre la condición interna y externa. Todos estarán de acuerdo que la preparación de piezas, el mantenimiento, etc., no debe ser hecho mientras las máquinas están detenidas. No obstante, es absolutamente asombroso observar la frecuencia con la que este es el caso sucede.

Si, en cambio, hacemos un esfuerzo para tratar de realizar la mayor parte de la condición interna como condición externa, se reducirán tiempos. La condición interna (realizada mientras la máquina está apagada) por lo general se puede

acortar en gran parte para la reducción del tiempo de actividades. Dominar la distinción entre la condición interno y la condición externa es, por lo tanto, el pasaporte para lograr SMED.

Etapas 2: Conversión de configuración interna a externa

Los tiempos normales de preparación se pueden reducir separando los procedimientos de condiciones internas y externas. Pero incluso esta tremenda reducción es insuficiente para lograr el SMED objetivo.

La segunda etapa: convertir la condición interna en externa, implica dos nociones importantes:

- Volver a examinar las operaciones para ver si hay pasos erróneamente asumido como interno
- Encontrar formas de convertir estos pasos en una condición externa

Los ejemplos pueden incluir elementos de precalentamiento que iniciaron previamente, y no cuando la maquina se detiene para su cambio de producto. Convirtiendo esta actividad interna en una actividad externa.

Las operaciones que ahora se realizan como condición interna a menudo pueden convertirse a una condición externa al volver a examinar su verdadera función. Él es sumamente importante adoptar nuevas perspectivas que no estén atadas por viejos hábitos. En la Figura 10, se muestra una tabla en donde se realiza la conversión de ciertas actividades que se transforman de internas a externas en un cambio de bobina de máquina.

Actividades	Antes	Después
Llenar registros	Interna	Externa
Alistar y acomodar materiales	Interna	Externa
Tomar y trasladar bobina	Interna	Externa
Cambiar y montar bobina	Interna	Interna
Unir bobina nueva con anterior	Interna	Interna
Comparar bobina contra muestra patrón	Interna	Externa
Ajustar Foto celda	Interna	Interna
Acomodar bobina según presentación	Interna	Interna
Ajustar parámetros	Interna	Interna
Revisar punteros y sellos de la burbuja	Interna	Interna

Figura 9 Conversión de actividades internas a externas en cambio de bobina de una máquina.

Etapa 3: Optimización de todos los aspectos de la operación de configuración

Aunque ocasionalmente se puede alcanzar el rango de un minuto al convertir las condiciones internas en externas, esto no es cierto en la mayoría de los casos. Por eso debemos hacer un esfuerzo concertado para racionalizar cada operación elemental de condición interna y externa. Por lo tanto, la etapa 3 requiere un análisis detallado de cada operación elemental.

La última etapa también busca mantener el tiempo de la nueva metodología desarrollada. Para ello se genera documentación sobre el nuevo procedimiento de trabajo, que puede incluir documentos escritos, esquemas o nuevas grabaciones de vídeo, y posteriormente un seguimiento. (Shingo, 1985)

2.5 Metodología 5´S

¿Que son las 5´s?

Es una práctica de Calidad ideada en Japón referida al “Mantenimiento Integral” de la empresa, no sólo de maquinaria, equipo e infraestructura sino del mantenimiento del entorno de por parte de todos. (Irais, 2017), en la Figura 11 resumen las 5´S.



Figura 10 Descripción 5´S. (Ceja)

¿Por qué las 5 S?

Es una técnica que se aplica en todo el mundo con excelentes resultados por su sencillez y efectividad.

Su aplicación mejora los niveles de:

1. Calidad.
2. Eliminación de tiempos muertos.
3. Reducción de costos.

La aplicación de esta técnica requiere el compromiso personal y duradero para que nuestra empresa sea un auténtico modelo de organización, limpieza, seguridad e higiene. Los primeros en asumir este compromiso son los Gerentes y los Jefes y la aplicación de esta es el ejemplo más claro de resultados a corto plazo.

Aplicación de 3 primeras “S”:

- Reducción de costos de Mantenimiento.
- Reducción del número de accidentes.
- Crecimiento de la fiabilidad del equipo.

¿Qué beneficios aportan las 5 “S”?

1. La implantación de las 5´S se basa en el trabajo en equipo.
2. Los trabajadores se comprometen.
3. Se valoran sus aportaciones y conocimiento.
4. La mejora continua se hace una tarea de todos.

Conseguimos una mayor productividad que se traduce en:

1. Menos productos defectuosos.
2. Menos averías.
3. Menor nivel de existencias o inventarios.
4. Menos accidentes
5. Menos movimientos y traslados inútiles.
6. Menor tiempo para el cambio de herramientas.

- **SEIRI (clasificación y descarte):**

Significa separar las cosas necesarias y las que no la son manteniendo las cosas necesarias en un lugar conveniente y en un lugar adecuado. Ventajas de clasificación y descarte:

1. Reducción de necesidades de espacio, stock, almacenamiento, transporte y seguros.
2. Evita materiales no necesarios y su deterioro.
3. Provoca un mayor sentido de la clasificación, menor cansancio físico y mayor facilidad de operación.

- **SEITON (organización)**

Cada cosa debe tener un único, y exclusivo lugar donde debe encontrarse antes de su uso, y después de utilizarlo debe volver a él. Todo debe estar disponible y próximo en el lugar de uso.

Tener lo que es necesario, en su justa cantidad, con la calidad requerida, y en el momento y lugar adecuado nos llevará a estas ventajas:

1. Menor necesidad de controles de stock y producción.
2. Facilita el transporte interno, el control de la producción y la ejecución del trabajo en el plazo previsto.
3. Menor tiempo de búsqueda de aquello que nos hace falta.
4. Aumenta la productividad de las máquinas y personas.
5. Provoca una mayor racionalización del trabajo, menor cansancio físico y mental, y mejor ambiente.

- **SEISO (limpieza):**

La limpieza la debemos hacer todos. Es importante que cada uno tenga asignada una pequeña zona de su lugar de trabajo que deberá tener siempre limpia bajo su responsabilidad. No debe haber ninguna parte sin asignar. Si las persona no asumen este compromiso la limpieza nunca será real.

Toda persona deberá conocer la importancia de estar en un ambiente limpio. Cada trabajador de la empresa debe, antes y después de cada trabajo realizado, retirara cualquier tipo de suciedad generada.

Un ambiente limpio proporciona calidad y seguridad, y, además:

1. Reduce el riesgo potencial de que se produzcan accidentes.
2. Mejora el bienestar físico y mental del trabajador.
3. Se incrementa la vida útil del equipo al evitar su deterioro por contaminación y suciedad.
4. Las averías se identifican fácilmente cuando el equipo se encuentra en estado óptimo de limpieza.
5. Mayor productividad de personas, máquinas y materiales, evitando hacer cosas dos veces
7. Evita pérdidas y daños materiales y productos.

- **SEIKETSU (Estandarizar)**

Es definir una manera consiente de llevar a cabo las actividades de selección, orden y limpieza.

Existen diversas maneras mediante las cuales se pueden integrar las actividades de las 5´S en las prácticas rutinarias de trabajo, como lo son:

- El establecimiento de procedimientos.
- Realización de auditorías de revisión.

Para ello se necesita la documentación correspondiente y el establecimiento de un comité auditor.

Evaluar los resultados:

Lo que no se mide, no se puede controlar, y lo que no se puede controlar, no se puede mejorar. Así que hay que evaluar cuantitativamente los resultados de las auditorías para determinar el grado de cumplimiento de la metodología 5´S en cada área de trabajo.

El beneficio que se obtiene al estandarizar consiste en lograr que en nuestras áreas de trabajo se mantengan los resultados obtenidos con las 3 primeras “S”

- **SHITSUKE (compromiso y disciplina):**

La disciplina no implica que haya personas pendientes de nosotros, listas para castigarnos en el momento oportuno. Más bien, la disciplina se refiere a tener la voluntad de realizar las cosas de la manera correcta. Es el deseo de crear un entorno de trabajo basado en buenos hábitos.

A través del entrenamiento y la formación para todos (¿Qué queremos lograr?), así como la implementación de estos conceptos (¡Vamos a hacerlo!), es como podemos romper con los malos hábitos del pasado y poner en práctica los buenos.

En resumen, el objetivo es convertir las mejoras logradas a través de las cuatro S anteriores en una rutina, una práctica habitual en nuestras actividades diarias. Esto implica un crecimiento a nivel humano y personal, en términos de autodisciplina y satisfacción personal.

Capítulo 3 Propuesta de metodología SMED para la reducción del cambio de modelo

Aplicación del JIT

Partiendo del JIT, y para efectos del presente proyecto, se decide hacer uso de la herramienta SMED, ya que la aplicación de esta herramienta tiene como finalidad la reducción de tiempos y actividades que no agregan valor en el proceso.

Esta disminución de tiempos y actividades se traduce en un mayor tiempo útil para producir piezas, ya que la disminución afecta directamente en el proceso de cambio (paro de maquina en cuestión) que se tiene hasta este punto, y el cual se describirá a continuación.

Proceso Actual

Retomando la aplicación del JIT, se realizó un estudio de tiempos y movimientos que es parte del SMED, en el cambio de modelo de 9mm a 308win en el proceso de identificación de casquillo; los resultados obtenidos se muestran en el Anexo 1.

En dicha tabla, se encuentran los datos recolectados de todas las actividades que realiza el operador para hacer el cambio de modelo, de las cuales muestran el tiempo que le toma realizarlas

Con esta tabla se detectan las actividades que no agregan valor al cambio de modelo; como lo son:

- Las actividades que conllevan tiempos largos a comparación de las demás actividades, se analizan las actividades que toma el mayor tiempo y llevarse a cabo para tomar la decisión de reducir, eliminar o mejorar
- Actividades que no son necesarias de hacer, y representan pérdida de tiempo.
- Actividades mal organizadas; como lo son las actividades que se realizan en un momento que no es el adecuado, y los cuales suman tiempo al cambio, en lugar de ser actividades que se realicen a la par del cambio sin intervenir directamente.

El propósito es visualizar de una mejor manera y todos los tiempos y actividades que conlleva el cambio de modelo sin descuidar ningún punto o aspecto.

Reducción del tiempo de cambio

Para iniciar con la reducción del tiempo en el cambio de modelo se realiza un análisis de todas y cada una de las actividades recabadas en el estudio de tiempos y movimientos, identificando las oportunidades de mejora, dando inicio a la aplicación del SMED.

- Se identifican cada una de las actividades internas y externas, de esta manera se observan las actividades que se realizan con la maquina en funcionamiento y cuales con la maquina detenida.
- Analizar todas las actividades e identificar las actividades que sea necesarias y cuales se pueden eliminar.
- Cambiar actividades internas a externas, esto se realiza analizando las actividades que se pueden realizar con la maquina en funcionamiento.
- Reducir actividades internas y externas.

Aplicación del JIDOKA

“La automatización del TPS, pero con la participación del elemento humano, busca eliminar la improductividad”

El JIDOKA que se aplica para este proyecto se ve reflejado en la automatización del “paro” de máquina en el momento de que una pieza este colocada de manera errónea mientras la maquina está en marcha, que en gran medida libera al operador para que realice actividades de valor agregado como la preparación de herramientas y materiales para el siguiente producto sin tener el pendiente de que su máquina sufra un choque de piezas a razón de un acomodo erróneo de la pieza en el magazine mientras está en marcha.

Con esto el operador esta “consiente” de que la maquina se va a detener bajo estas circunstancias, evitando un choque de piezas, que tenga como consecuencia un paro de máquina, y a su vez eso se convierta en una intervención de mantenimiento, haciendo uso de más recursos, como herramientas, materiales, recurso humano y gastos el no estar produciendo. Veremos esta mejora con más detalle más adelante,

Parte de las mejoras, se ven reflejadas en la eliminación y reducción de actividades internas, como lo plantea el SMED.

Siguiendo con el análisis se observa una gran limitante durante el proceso de cambio de modelo, esto debido a que el operador no puede realizar actividades mientras la maquina está en funcionamiento como se mencionó anteriormente; Esta parte está condicionada debido a que el operador tiene que estar a pie de

maquina ya que, si algún casquillo cae de manera incorrecta y el operador no está para detener la máquina, puede ocasionar un choque entre punzón, casquillo y zona inferior del magazine como se muestra en la Figura 13, lo que tendría como consecuencia daño al punzón y magazine y con un paro de más de 2 horas según antecedentes de este tipo.

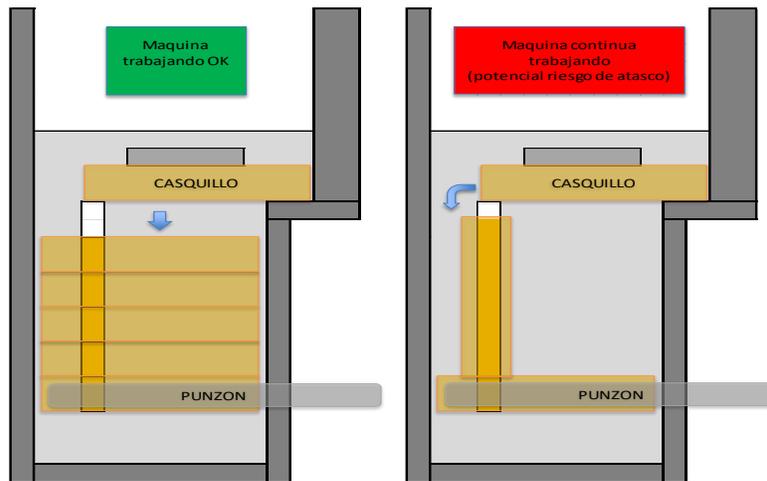


Figura 11 Condición actual de alimentación de casquillo en magazine.

Para eliminar la necesidad de tener al operador a pie de maquina sin oportunidad de realizar alguna otra actividad sin detener la máquina, se colocan sensores en la zona de almacenamiento de casquillo en magazine como se muestra en la Figura 14, de tal manera que, si un casquillo no se encuentra en una posición correcta, es decir, el hueco del casquillo orientado hacia el lado derecho.

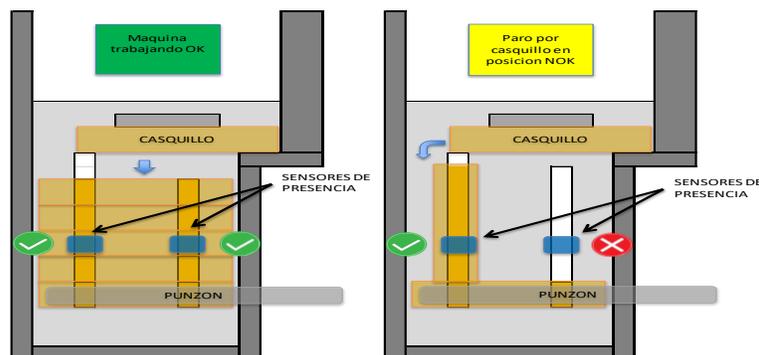


Figura 12 Aplicación de sensores en magazine para paro automático.

Se le modifica una 2da ventana al magazine, en las cuales se le colocan los sensores a cada una de estas. Su objetivo es detener de manera automática el funcionamiento de la maquina cuando un casquillo no esté en posición correcta

evitando un choque entre piezas, de esta manera la maquina se puede dejar en marcha mientras el operador realiza actividades preparar un cambio de modelo.

Una vez que se llega a este punto, se establecen actividades de preparación que se pueden realizar de manera paralela con la maquina en marcha, nuevamente echando mano del SMED, como se puede ver en la Tabla 2; conversión de actividades internas en externas.

No.	Operación de cambio	Estado/Actividades de maquina
1	Tomar Kit para cambio de calibre (calibre anterior y calibre nuevo), colocarlo en mesa de máquina.	Trabajando calibre anterior
2	Tomar martillo, llave de 2 bocas, 2 llaves combinadas y escantillón del tablero de herramientas.	Trabajando calibre anterior
3	Tomar cubeta de herramientas.	Trabajando calibre anterior
4	Tomar tabla de inspeccion de casquillos	Trabajando calibre anterior
5	Tomar escaleras (del área).	Trabajando calibre anterior
6	Tomar hoja de procesos y colocarla en la tabla de documentos de la maquina.	Trabajando calibre anterior
7	Trasladar tambo con material de 308 WIN al área de la maquina.	Trabajando calibre anterior
8	Inspeccionar herramienta	Trabajando calibre anterior
9	Limpiar herramienta con trapo	Trabajando calibre anterior
10	Abrir compuerta del contenedor de producto cabeceado y estampado, dejando caer en un bote. (cerrar compuerta)	Trabajando calibre anterior
11	Traplear producto cabeceado y estampado al tambo.	Trabajando calibre anterior
12	Generar etiqueta de producción y mover material.	Trabajando calibre anterior
13	Parar máquina.	INICIO DE CAMBIO DE MODELO

Tabla 2 Actividades de preparación con máquina en marcha.

Aplicación de las 5's

Continuando con reducción del tiempo y aplicación del SMED, se analizan las actividades restantes del análisis de tiempos y movimientos, en donde se identifica un desperdicio de tiempo en la búsqueda del herramental del modelo entrante en la gaveta del área la cual no tiene un orden que aporte al proceso, como se muestra en la Figura 15, El operador se enfrenta a esta situación en donde tiene que buscar entre muchas piezas de diferentes modelos, así como sus herramientas, para las cuales se implementan las 5's



Figura 13 Gaveta de herramental del proceso de identificación de casquillo.

La propuesta implementada para mejorar el tiempo de selección del herramental del siguiente producto es identificar el herramental de cada uno de los diferentes modelos y colocarlos en una caja e identificarlos para cada uno, como se muestra en la Figura 16.



Figura 14 Implementación de 5'S en gaveta de herramental.

Se implementan los pasos de las 5'S, en la gaveta de herramental del proceso de identificación de casquillo, dejando la herramienta necesaria para cada modelo en una caja en específico y la cual se identifica para una visualizarla de manera más

rápida, con esta mejora el operador solo tiene que identificar el modelo a entrar y tomarlo sin la necesidad de estar buscando pieza por pieza en una gaveta desordenada.

- Seleccionar y separar cada herramienta correspondiente a cada modelo.
- Organizar las herramientas de cada modelo en una caja (Kit).
- Identificar con el nombre de cada modelo correspondiente de acuerdo con el herramental.
- Colocar las cajas identificadas en la gaveta.

Con estas mejoras se empiezan a reducir las actividades que no agregan valor y representan un tiempo muerto, las cuales se muestran en el Anexo 2.

Al inicio del proyecto y con el análisis de estudios de tiempos y movimientos se define que existen 354 actividades que realiza el operador, de las cuales con las mejoras antes mencionadas se reducen (transforman de actividades internas a externas) un total de 12 actividades, las cuales las puede realizar con la maquina puesta en marcha antes de iniciar con el cambio de modelo y que se considera como preparativas y su valor radica en que se realizan sin aumentar el tiempo e el cambio de modelo, en otras palabras , este tiempo no afecta en el cambio de modelo porque se realiza antes de dar inicio

Continuando con la distribución de las actividades posterior a las mejoras, y tocando el tema, puntualmente en la mejora del magazine y en mayor medida la aplicación de las 5´S, se eliminan 71 actividades que no aportan valor y solo generaban una perdida, al elevar el tiempo de cambio de modelo.

Estas mejoras al igual que la anterior, agregan valor en el ámbito de optimizar el tiempo de actividades; búsqueda e identificación de herramienta y herramental de siguiente modelo, evitando caer en la búsqueda a innecesaria de estos materiales, lo cual solo significaría un aumento en el tiempo del cambio. Sumando estas 71 actividades con las 12 reducidas, se “eliminan” de manera concreta 83 actividades, que representan un 23% del 100% de las actividades a realizar por un operador en un cambio de modelo comparándolo con la condición actual antes de iniciar con este proyecto, dejando en concreto 354 actividades, como se muestra en la Tabla 3.

ACTIVIDADES	CANTIDAD	%
INICIALES	354	100%
REDUCIDAS	12	23%
ELIMINADAS	71	
FINALES	271	

Tabla 3 Distribución de actividades de mejora

Esta reducción y eliminación se debe de visualizar en mejor medida con una unidad de mejora, que para este caso es y cuestión de tiempo.

Con la implementación de los sensores en el magazine, actividades paralelas y eliminación de actividades que no agregan valor aplicando 5´S, se logra reducir 35 min 17 segundos.

Identificación de las 7 Mudras

Siguiendo con la reducción de tiempos, nos enfocamos en puntos que no aportan valor y/o son innecesarios para el cambio, dichos aspectos los asemejamos a tipos de desperdicios, de los cuales se identifican 3 al analizar el proceso de cambio.

Tiempo de espera

Este tipo de actividades se identifican de manera concreta al iniciar el análisis del cambio, el operador está condicionado a NO poder realizar ninguna otra actividad de “preparación” para el cambio debido ya que tiene limitantes que lo mantienen en espera:

Mientras la maquina está en marcha, el operador no puede moverse de su lugar de operación por 2 circunstancias.

- Si alguna pieza entra en una posición inadecuada al magazine, va a provocar un atascamiento, por lo tanto, el operador debe estar atento para detener la máquina y acomodar su posición evitando así una intervención mayor ocasionada por choque de componentes.
- Omitiendo el hecho de que suceda del punto anterior, la maquina puede detenerse por sí sola por falta de material (casquillos), alguna alarma/sensor que se dispare, etc. y al detenerse, esta no tiene la capacidad de reanudar el arranque por sí sola, es decir, iniciar una alimentación automática por nivel bajo o nulo de material, o restablecerse automáticamente después de una falla, al no cumplir con este tipo de procesos y automatización, cualquier paro en ausencia del operador está impactando directamente el tiempo de cambio de modelo, por lo cual no aportaría hacer actividades mientras se deja la maquina en marcha, cuando esta pudiese estar detenida por lo que se está mencionando sin que el operador se dé cuenta, o simplemente el hecho de tener la necesidad de dejar de hacer actividades para reanudar el trabajo de la maquina cuando está ya se detuvo.

Transporte

Al analizar las actividades del estudio de tiempos y movimientos, y tomando en consideración las circunstancias del tiempo de espera que se menciona con

anterioridad (potencial paro sin una pronta reanudación de puesta en marcha de la maquina), se considera lo siguientes paros potenciales por ausencia del trabajador relacionados con el transporte.

- Paro al transportar (ida y regreso a máquina) del material del siguiente modelo.
- Selección de herramental de siguiente modelo.
- Acercar herramientas para el cambio

Estas actividades bajo esta condición significan una potencial pérdida de tiempo, al tener una máquina parada, y no cumplir con estas circunstancias, en lugar de hacer actividades paralelas con la maquina en marcha como preparación de cambio, se convierte de actividades externas con 0 valor de aprovechamiento de tiempo, lo cual implica un impacto en aspectos de:

- Paro de producción
- Gasto energético
- Tiempo desaprovechado
- Posible falla (atascamiento) por ende, cuestiones de uso de partes y materiales para reparación, daño de componentes, movimiento de personal (mantenimiento) y pérdida de material dañado,

Movimiento innecesario

Siguiendo la misma directriz de análisis, los movimientos que significan una pérdida de tiempo y solo suman segundos y minutos al cambio son:

- Aquellas que no se realizan de forma paralela con la maquina en marcha, y se considerarían como actividades externas.
- Aquellas actividades que toman un tiempo excesivo de acuerdo a su misma naturaleza, es decir, por ejemplo, la selección del siguiente herramental debería ser una actividad que se realice en un tiempo corto, no con la pérdida de tiempo por la búsqueda de herramentales de manera desorganizada como se tiene identificando en el estudio de tiempos y movimientos, así como el trayecto de estas mismas herramientas debería de realizarse en una sola vez (ida y vuelta) y no haciendo esta misma trayectoria en repetidas ocasiones por acercar herramental por herramental en lugar de tomar todas por descuido, falta de organización , y un método establecido.

Los puntos de las 7 mudas que no aplican para este proyecto son las siguientes:

- Sobre producción: No aplica este aspecto de las 7 mudas ya que no se está realizando una cantidad excesiva de productos, su naturaleza a la que se refiere no se toma en cuenta ya que las pérdidas no están en efecto de cantidad producida, sino más bien, en tiempo de realización y tipo de actividades durante el cambio.
- Sobre proceso: De la misma manera que se consideró el punto anterior; el sobre proceso no interfiere en el proyecto ya que este se refiere a realizar algún proceso/actividad extra que no tiene ningún tipo de valor agregado al proceso en sí, por ejemplo, se podría considerar este tipo de actividades si el operador hiciera uso del traslado de un material en tambo de unos 50 kg de peso, con acciones extras, como lo sería:
 - Colocar el tambo arriba de una tarima.
 - Asegurar el tambo con flejes, cintas u algún otro tipo de sujeción a la tarima.
 - Cubrir el tambo con algún tipo de empaque y asegurarlo con cinta.
 - Mover la tarima con el tambo con el uso de un montacargas con capacidad de 2 toneladas en una distancia de 15 metros.

Si se realizara este tipo de acciones en lugar de hacer uso de un carrito de carga, comúnmente llamado “diablito”, si se pudiera tomar en cuenta un sobre proceso ya que no se requiere de lo antes mencionado para poder mover un material de 50 kg en un tambo en una distancia corta.

- Exceso de inventario: Siguiendo el mismo razonamiento de análisis, se define que el exceso de inventario no es parte de los aspectos a mejorar en este proyecto, esto debido a que no se tiene un stock alto que impacte en el desarrollo de actividades y que a su vez se traduzca en costos de almacenamiento y débil flujo de material en la cadena de suministros, por el contrario, al tener tiempos altos entre productos, no se cuenta con un stock considerable, es también por eso que surge la necesidad de disminuir el tiempo de cambio para tener mayor disponibilidad de material y un mayor flujo de este.
- Defectos: Esta característica no se está tomando en cuenta ya que el defecto de piezas no está siendo un impedimento de avance de actividades, mucho menos representa un gasto de recursos para cuestiones de este proyecto, porque no hay una producción continua de por medio que sea afectada y su naturaleza a la que se refiere no están en efecto de calidad continua producida, sino más bien, en cuestiones de tiempos de realización y tipo de actividades durante el cambio.

En el diagrama de flujo 2, se muestra en que parte del cambio de modelo se aplica las mejoras para la disminución del tiempo.

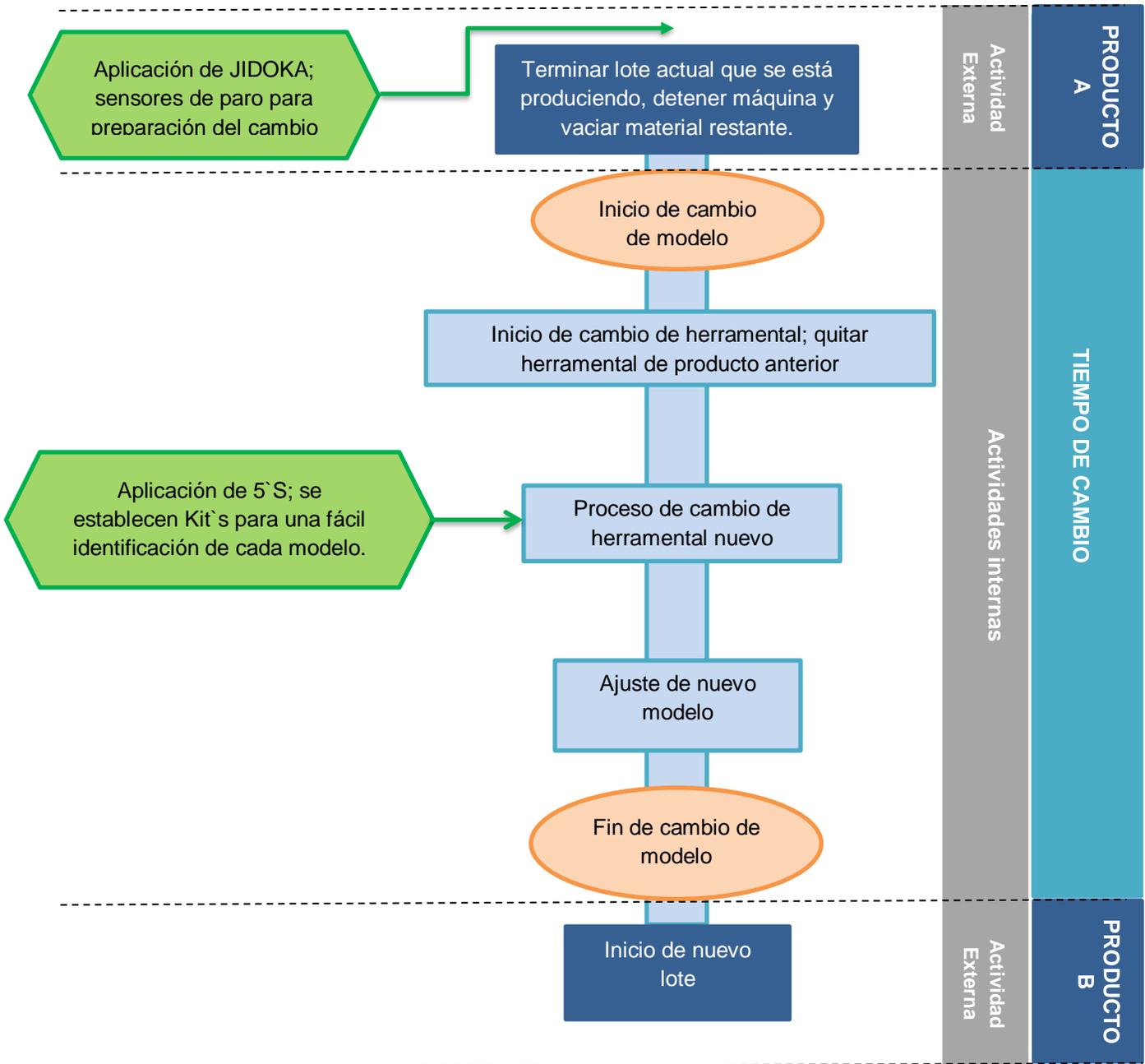


Diagrama de flujo 2. Aplicación de las herramientas de mejora en el cambio de modelo.

Capítulo 4 Resultados y discusiones

Una vez que se ha finalizado la aplicación de la metodología SMED, se obtuvieron los siguientes resultados.

El tiempo inicial del cambio fue de 92.25 min (92 min 15s).

El tiempo objetivo de reducción que se estableció para este proyecto fue de 20%, este 20% representa 18.45 min (18 min con 27 s), al disminuir este porcentaje el tiempo de cambio objetivo es de 69.19 min (69min con 11s)

El tiempo de reducción se cumplió de manera satisfactoria y también se superó, reduciendo un total de 35.28 min (35 min con 17 s), respecto a los 18.45 min esperados, dejando así de manera más concreta un tiempo final de 56.67 min (56min con 58 s) la Figura 17 muestra los porcentajes del cambio de modelo antes y después de implementar el SMED.

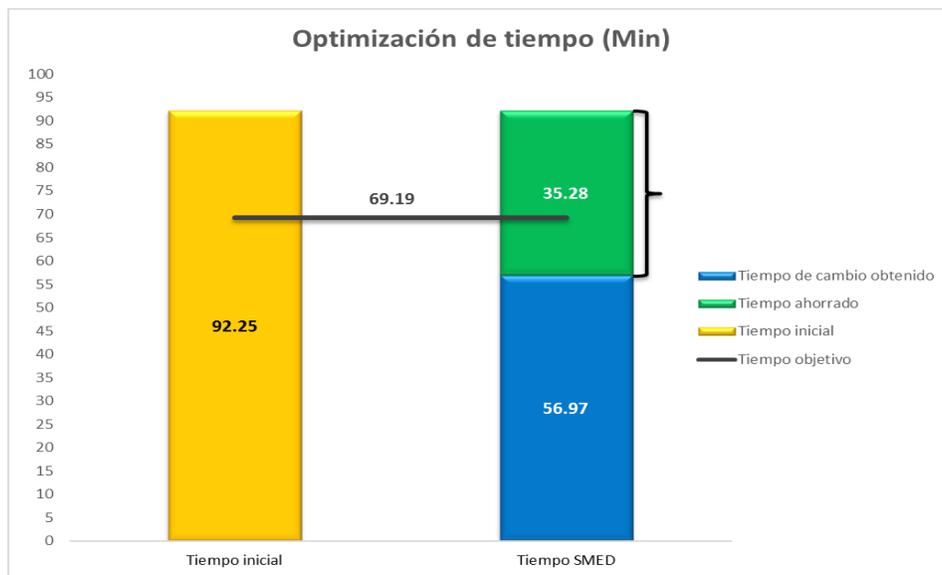


Figura 15 Comparación de tiempos antes y después del SMED

Siguiendo con los resultados obtenidos, se reducen 83 actividades respecto al proceso inicial del cambio de modelo, que eran 354 actividades. las cuales tiene un impacto en diferentes rubros para el operador, proceso y empresa, como se muestra en la Figura 18.

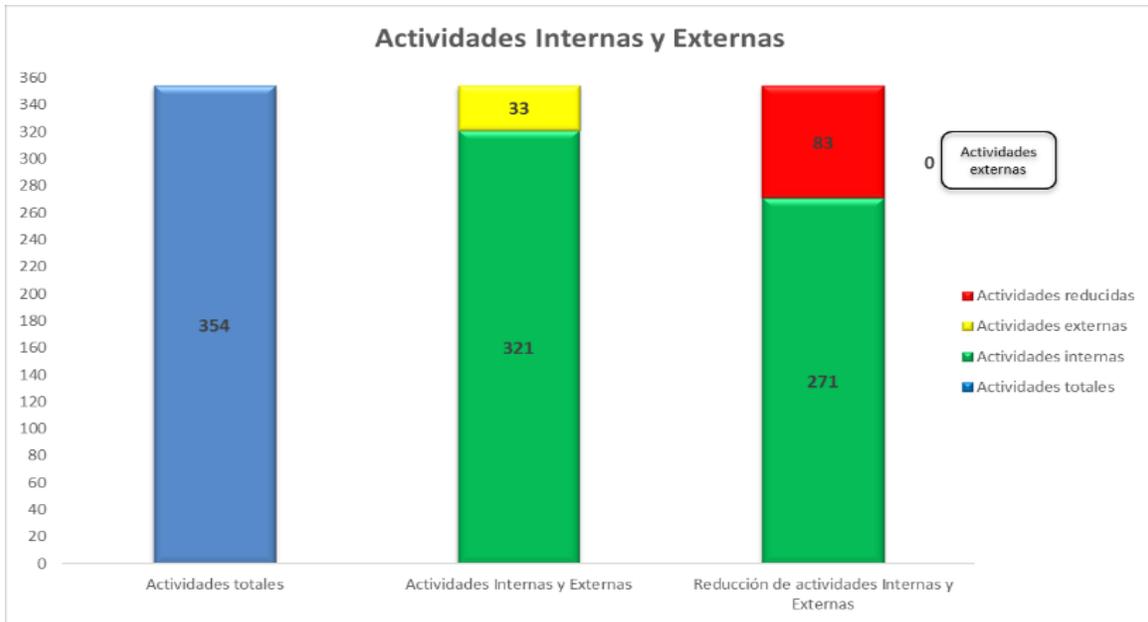


Figura 16 Reducción de actividades internas y externas

Los beneficios que tiene la reducción de actividades correspondiente al SMED implementado se pueden ver en los siguientes ámbitos que también agregan valor más allá de tiempo y costo beneficio como se mostrara más adelante.

- Reducción de 83 actividades que realiza el operador; esto repercute directamente en las cargas de trabajo ya que realiza menos actividades sin omitir o dejar de realizar el cambio de modelo como se requiere.
- Al realizar menos actividades el operador también tiene un beneficio en cuanto a ergonomía en el trabajo por posturas incómodas, actividades repetitivas.
- El beneficio en el ámbito de seguridad se contempla en el aspecto que se encuentra más concentrado en el cambio y no en cuestiones como búsqueda de herramientas en otras áreas, e incluso en no generar un riesgo al comparar el cambio de magazine, que con la condición inicial que era mucho más la interacción directa del manejo de maquinaria y herramienta con el operador a comparación de la mejora realizada.

En otro ámbito de beneficios el tiempo reducido con la aplicación del SMED (35 min con 17 segundos) se puede representar en tiempo productivo para visualizar el impacto que estos representan en una jornada laboral, y el beneficio que conlleva la mejora en los procesos, como se muestra en la Tabla 5.

	Golpes por minuto de la máquina	Jornada laboral (hrs)	Min totales	Comida	Min disponibles	Tiempo de cambio (min)	Tiempo restante en la jornada con cambio	Producción (jornada)	Diferencia
Antes del SMED	114	8	480	30	450	92.25	357.75	40,784	N/A
Aplicando SMED	114	8	480	30	450	56.97	393.03	44,805	4,022

Tabla 4 Representación en piezas del tiempo reducido.

El tiempo reducido con el SMED, tiene como resultado un total de **4,022 piezas** “extras” por jornada laboral con un cambio de modelo, y por cada cambio de modelo que se realice a partir de esta mejora aportara dicha cantidad de piezas extras.

Se recolectó información de los cambios de modelos que se realizaron en el área en los últimos 12 meses antes de la implementación del SMED y se obtuvo un promedio de 9 cambios de modelo por mes, haciendo un total de 108 cambios al año.

El beneficio de piezas producidas con la mejora se proyecta en la Tabla 6.

Cambio de modelo	#	Produccion
Jornada laboral	1	4,022
Promedio por mes	9	36,197
Año	108	434,367

Tabla 5 Proyección de productividad extra al año

La proyección nos da como resultado un total de **434,967 piezas más** producidas en el año.

Conclusiones

Al término de este trabajo se tienen las siguientes conclusiones, el objetivo general se cumplió al 100% porque se logró reducir un 20% el tiempo requerido para el cambio de modelo en la máquina de identificación de casquillos, mediante la aplicación de la metodología SMED.

Para lograr el objetivo general, se realizó un análisis de operaciones para estandarizar el proceso de cambio de modelo en la máquina de identificación de casquillos, eliminando las actividades innecesarias. También se propuso implementar un sistema de organización del herramental más eficiente utilizando la metodología 5 eses, estandarizando y haciendo una identificación definida del herramental de todos los productos que se trabajan en este proceso.

Mediante la propuesta de mejora en el herramental de la máquina, en concreto; con la aplicación de los sensores en el magazine, los cuales detiene a la máquina evitando choques piezas/herramental, se logró disminuir el tiempo de realización de actividades y eliminación de aquellas que no agregan valor.

A su vez, esta mejora está libre de ser llevado a cabo en todos los demás cambios de modelo y aplicarlo para cada magazine de cada producto existente para este proceso, con base a los resultados que esta mejora obtuvo,

Su aplicación se puede realizar en todas las demás máquinas de identificación de casquillo, haciendo que su alcance sea mayor, ya que implica ser aplicado para todos los diferentes productos y todas las máquinas que existen en este proceso.

Se desarrolló un plan que estableció los tiempos asignados al operador para llevar a cabo los preparativos necesarios durante el cambio de modelo.

La reducción de tiempo alcanzada tiene también impactos positivos en cuestiones como lo son; una mayor disponibilidad de material procesado para el siguiente proceso en la línea de producción disminuye los costos de inventario, mayor tiempo productivo, aprovechamiento de recursos energéticos en materia productiva y no en gastos por un proceso detenido.

Bibliografía

- Ccoa, B. (2018). *Modelo de optimización de desperdicios basados en lean manufacturing*. Lima: UPC.
- Ceja, A. (s.f.). *GoConqr*. Recuperado el 30 de Oct de 2023, de Fundamentos de la manufactura esbelta:
<https://www.goconqr.com/apunte/17648409/fundamentos-de-la-manufactura-esbelta>
- Choque, L. F. (2017). SISTEMA DE PRODUCCIÓN TOYOTA (TPS), EFICIENCIA EN LA PRODUCCIÓN. *Revista tecnológica*, 1-6.
- El metodo Lean*. (12 de Febrero de 2018). Recuperado el 30 de Octubre de 2023, de El metodo Lean: <https://elmetodolean.com/el-templo-lean/>
- gonzalez, J. (22 de Julio de 2015). *slideshare*. Recuperado el 30 de Oct de 2023, de slideshare: <https://es.slideshare.net/johnjairogonzalezbullatps-sistema-de-produccion-toyota>
- Irais, N. M. (2017). Metodología de la aplicación 5´S. En N. M. Irais, *Metodología de la aplicación 5´S* (págs. 30-35). Iguala: ECORFAN.
- RIOJA, L. (2014). La moneda y su historia. En L. Rioja, *La moneda y su historia* (págs. 53-55). Buenos Aires: Dunken.
- Rodriguez, A. J. (2018). *unad.edu*. Recuperado el 30 de Oct de 2023, de <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/18111/72245661.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Shingo, S. (1985). A revolution in manufacturing: The SMED system. En S. shingo, *A revolution in manufacturing: The SMED system* (págs. 21-31). Tokyo,Japan: Shinguru Dandori.
- Socconini, L. (2019). *Lean Manufacturing paso a paso*. Barcelona: Marge Books.
- Solano, J. A. (2018). El valor agregado de un sistema de gestion ambiental. *Bistua*.

ANEXOS

Anexo 1 Estudio de tiempos y movimientos del cambio de modelo 9mm a 308win

No.	Operación de cambio	Tiempo (Minutos)	Pareto (Gráfica)
1	Parar maquina y traspalear material terminado al tambo	00:01:50	
2	Generar etiqueta de producción	00:04:05	
3	Quitar la guarda de seguridad	00:00:05	
4	Retirar el material de alimentación del producto anterior (Casquillo de 9MM) de la maquina	00:01:25	
5	Buscar dado dentro del gabinete de herramientas	00:00:29	
6	Buscar marcadores dentro del gabinete de herramientas	00:00:38	
7	Inspeccionar herramienta del gabinete	00:00:09	
8	Regresar marcadores restantes al gabinete de herramientas	00:00:06	
9	Revisar si se cuenta con la hoja de procesos para el nuevo producto	00:00:10	
10	Conseguir la hoja de procesos del nuevo producto y regresar al gabinete de herramientas	00:00:39	
11	Consultar la hoja de procesos en la mesa de herramientas	00:00:06	
12	Buscar punzones del gabinete de herramientas	00:01:03	
13	Buscar cubeta con herramientas del gabinete chico	00:00:24	
14	Tomar martillo y llave de 2 bocas del tablero de herramientas	00:00:04	
15	Trasladar la cubeta y las herramientas tomadas del tablero hacia la mesa de herramientas	00:00:09	
16	Tomar la hoja de procesos y colocarla en la tabla de formatos de la maquina	00:00:07	
17	Retirar y acomodar manguera de alimentación	00:00:11	
18	Cerrar la tapa del magazine	00:00:01	
19	Seleccionar y tomar llave allen del juego	00:00:08	
20	Retirar tapa del magazine	00:00:29	
21	Aflojar mordazas (mandril) del punzón, con llaves allen	00:00:55	
22	Retirar punzón	00:00:06	
23	Retira marcador del cabezal	00:00:09	
24	Retira llaves allen de la maquina	00:00:05	
25	Afloja el tornillo principal	00:00:19	
26	Retirar porta dado	00:01:45	
27	Intenta retirar la dado con la mano izquierda y con la derecha golpea con el cincel	00:02:57	
28	Camina a maquina CS-15 A por un pedazo de tela (Trapo)	00:00:16	
29	Limpia el porta dado	00:00:30	
30	Visualizar el estado del porta dado	00:00:03	
31	Limpia dado con el trapo	00:00:19	
32	Tomar marcador de la mesa de herramientas y limpiarla con el trapo	00:00:10	
33	Tomar punzón de la mesa de herramientas y limpiarlo con el trapo	00:00:11	
34	Limpiarse las manos con el trapo	00:00:03	
35	Tomar porta dado del nuevo calibre y limpiarlo	00:00:05	

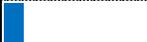
36	Colocar dado dentro del porta dado	00:00:04	
37	Inspeccionar la alineación de la dado con el porta dado	00:00:06	
38	Selección, inspección de punzón de la mesa de herramientas	00:00:20	
39	Colocar grasa a la parte superior del punzón	00:00:06	
40	Colocar punzón en las mordazas	00:00:06	
41	Montar el punzón en las mordazas	00:00:25	
42	Inspeccionar la estabilidad del punzón	00:00:03	
43	Apretar mordazas	00:00:09	
44	Tomar tornillo de mordazas	00:00:02	
45	Apretar tornillo con la mano	00:00:03	
46	Tomar llave allen	00:00:02	
47	Colocar llave allen en tornillo de las mordazas	00:00:04	
48	Tomar tubo hueco y colocarlo en la parte superior de la llave allen	00:00:02	
49	Aplicar fuerza para apretar tornillo	00:00:02	
50	Retirar llave allen y tubo hueco del tornillo	00:00:01	
51	Colocar llave allen en el tornillo de las mordazas	00:00:04	
52	Colocar llave allen y tubo hueco en la mesa de herramientas	00:00:02	
53	Inspeccionar la estabilidad del punzón	00:00:03	
54	Caminar a ambos de material para seleccionar casquillos de 308 WIN para realizar pruebas y colocarlos en la mesa de inspección	00:00:57	
55	Tomar un casquillo de 308 WIN y colocarlo en el magazine	00:00:06	
56	Manipular controles de la maquina para realizar prueba de cabeceado	00:00:12	
57	Inspeccionar si el casquillo está colocado de manera correcta	00:00:05	
58	Manipular controles de la máquina para realizar prueba de cabeceado	00:00:02	
59	Acomodar el casquillo en el magazine con la mano	00:00:11	
60	Manipular controles de la maquina para realizar prueba de cabeceado	00:00:07	
61	Acomodar el casquillo en el magazine con la mano	00:00:02	
62	Manipular controles de la maquina para realizar prueba de cabeceado	00:00:09	
63	Acomodar el casquillo en el magazine con la mano	00:00:04	
64	Tomar llave allen y acomodar el casquillo en el magazine	00:00:03	
65	Retirar y mover llave allen y colocar enfrente de la maquina	00:00:01	
66	Acomodar el casquillo en el magazine con la mano	00:00:03	
67	Manipular controles de la maquina para realizar prueba de cabeceado	00:00:07	
68	Inspeccionar la posición del casquillo de manera visual	00:00:04	
69	Acomodar el casquillo en el magazine con la mano	00:00:04	
70	Manipular controles de la maquina para realizar prueba de cabeceado	00:00:02	

71	Acomodar el casquillo en el magazine con la mano	00:00:04	
72	Manipular controles de la maquina para realizar prueba de cabeceado	00:00:06	
73	Acomodar el casquillo en el magazine con la mano	00:00:03	
74	Tomar llave allen y verificar el estado del magazine	00:00:02	
75	Tomar juego de llaves allen	00:00:05	
76	Seleccionar y tomar llave allen del juego	00:00:08	
77	Probar llave allen en el magazine	00:00:04	
78	Regresar llave allen al juego	00:00:05	
79	Seleccionar y tomar llave allen del juego	00:00:06	
80	Probar llave allen en el magazine	00:00:04	
81	Aflojar tornillos de longitud de paredes del magazine	00:00:54	
82	Recoger llave allen (se cayó por descuido)	00:00:04	
83	Aflojar tornillos de longitud de paredes del magazine	00:00:08	
84	Retirar residuos del magazine	00:00:07	
85	Colocar casquillo de 308 WIN en la caída del magazine	00:00:06	
86	Probar caída del casquillo en el magazine	00:00:04	
87	Retirar casquillo de prueba (caída) y residuos del magazine	00:00:09	
88	Colocar casquillo de 308 WIN en la parte superior de la caída del magazine	00:00:02	
89	Ajustar la longitud de las paredes del magazine de la parte superior, apretando el tornillo superior	00:00:10	
90	Colocar casquillo de 308 WIN en la parte inferior de la caída del magazine	00:00:02	
91	Ajustar la longitud de las paredes del magazine de la parte inferior, apretando el tornillo inferior	00:00:17	
92	Ajustar la longitud de las paredes del magazine de la parte superior, apretando el tornillo superior	00:00:12	
93	Regresar llave allen al juego	00:00:07	
94	Limpiarse las manos con el trapo y regresar casquillo de prueba a la mesa de herramientas	00:00:09	
95	Retirar el casquillo de prueba de cabeceado del punzón/magazine	00:00:04	
96	Tomar porta dado y verificar alineación con el dado	00:00:04	
97	Abrir gabinete de herramientas	00:00:04	
98	Inspecciona y selecciona un porta dado del gabinete de herramientas para el nuevo calibre	00:00:18	
99	Traslada el porta dado seleccionado a la maquina	00:00:04	
100	Retira el dado del porta dado anterior	00:00:02	
101	Coloca el dado en el porta dado seleccionado	00:00:03	
102	Inspecciona la alimentación del porta dado con la dado	00:00:06	
103	Coloca el porta dado en la maquina	00:00:08	
104	Tomar martillo de la mesa de herramientas	00:00:02	
105	Golpear porta dado con el martillo	00:00:05	

106	Ajustar porta dado con la mano	00:00:07	
107	Dejar martillo en la mesa de herramientas	00:00:02	
108	Ajustar porta dado con la mano	00:00:08	
109	Tomar tornillo principal y colocarlo en la maquina	00:00:06	
110	Apretar tornillo principal con la mano	00:00:10	
111	Tomar llave de combinada	00:00:02	
112	Apretar tornillo principal con llave combinada	00:00:06	
113	Tomar porta dado y llave combinada y dejarlos en la mesa de herramientas	00:00:04	
114	Tomar porta dado anterior y colocarle una dado	00:00:05	
115	Dejar porta dado anterior en la mesa de herramientas	00:00:01	
116	Tomar llave combinada	00:00:02	
117	Interactuar con el personal del área	00:00:05	
118	Apretar tornillo principal con la llave combinada	00:00:04	
119	Dejar llave combinada en la mesa de herramientas	00:00:05	
120	Tomar llave combinada grande y martillo	00:00:01	
121	Colocar llave combinada grande en el tornillo principal	00:00:06	
122	Colocar el mango hueco del martillo en el extremo de la llave combinada	00:00:01	
123	Apretar tornillo principal con llave combinada y martillo	00:00:46	
124	Dejar llave combinada y martillo en la mesa de herramientas	00:00:03	
125	Quitar residuos del magazine con la mano	00:00:04	
126	Tomar trapo y limpiar piezas	00:00:09	
127	Buscar escantillón	00:03:06	
128	Regresar a la maquina	00:00:06	
129	Buscar herramienta en la cubeta	00:00:07	
130	Caminar a maquina CS-15 B y tomar un cincel	00:00:14	
131	Regresar a la maquina	00:00:05	
132	Golpear/aflojar cuerda mayor con el cincel y martillo	00:00:09	
133	Golpear/apretar cuerda menor con el cincel y martillo	00:00:05	
134	Golpear/apretar cuerda mayor con el cincel y martillo	00:00:12	
135	Dejar el cincel y martillo en la mesa de herramientas	00:00:02	
136	Limpiarse las manos con el trapo	00:00:03	
137	Colocar casquillo de 308WIN en el magazine para prueba de cabeceado	00:00:05	
138	Ajustar la colocación del casquillo con la mano	00:00:04	
139	Manipular controles de la maquina para realizar prueba de cabeceado	00:00:08	
140	Tomar casquillo cabeceado por la maquina	00:00:05	

141	Inspeccionar el cabeceado del casquillo de manera visual	00:00:07	
142	Colocar cincel, martillo, tubos huecos y llaves allen en la cubeta de herramientas	00:00:27	
143	Tomar marcador de la mesa de herramientas	00:00:04	
144	Inspeccionar marcador de manera visual	00:00:08	
145	Inspeccionar por segunda vez marcador de manera visual	00:00:02	
146	Tomar marcador y colocarla en el cabezal	00:00:05	
147	Manipular controles de maquina para verificar la alineación del punzón y el marcador	00:00:10	
148	Tomar casquillo de 308 WIN para prueba de cabeceado	00:00:05	
149	Visualizar el estado del magazine	00:00:03	
150	Colocar casquillo de 308WIN en el magazine para prueba de cabeceado	00:00:04	
151	Manipular controles de maquina para realizar prueba de cabeceado	00:00:05	
152	Tomar casquillo cabeceado por la maquina	00:00:06	
153	Inspeccionar el cabeceado del casquillo de manera visual	00:00:08	
154	Recoger casquillo cabeceado que se cayo de manera accidental	00:00:07	
155	Inspeccionar el cabeceado del casquillo de manera visual	00:00:02	
156	Dejar casquillo cabeceado en la maquina	00:00:02	
157	Manipular controles de maquina para verificar la alineación del punzón y el marcador	00:00:05	
158	Tomar martillo de la cubeta de herramientas	00:00:04	
159	Tomar cincel de la cubeta de herramientas	00:00:08	
160	Colocar el cincel en el cabezal	00:00:03	
161	Golpear el cincel con el martillo	00:00:15	
162	Mover el cabezal con el cincel de manera manual	00:00:01	
163	Colocar el cincel en el cabezal	00:00:04	
164	Golpear el cincel con el martillo	00:00:05	
165	Mover el cabezal con el cincel de manera manual	00:00:03	
166	Hablar con el personal del área	00:00:13	
167	Colocar el cincel en el cabezal	00:00:01	
168	Golpear el cincel con el martillo	00:00:14	
169	Dejar el martillo en la mesa de herramientas	00:00:03	
170	Manipular controles de maquina para verificar la alineación del punzón y el marcador	00:00:05	
171	Tomar martillo de la mesa de herramientas	00:00:02	
172	Colocar cincel en la cuerda mayor	00:00:02	
173	Golpear cincel para aflojar cuerda mayor	00:00:11	
174	Mover cuerda menor con el cincel de manera manual	00:00:03	
175	Mover cuerda mayor con el cincel de manera manual	00:00:01	

176	Colocar cincel en la cuerda mayor	00:00:01	
177	Golpear cincel para aflojar cuerda mayor	00:00:08	
178	Golpear cincel por un costado con el martillo para liberarlo de la cuerda mayor	00:00:02	
179	Dejar martillo y cincel en la mesa de herramientas	00:00:02	
180	Manipular controles de maquina para verificar la alineación del punzón y el marcador	00:00:08	
181	Inspeccionar la alineación de manera visual	00:00:03	
182	Tomar casquillo de 308 WIN para prueba de cabeceado	00:00:03	
183	Colocar casquillo de 308WIN en el magazine para prueba de cabeceado	00:00:04	
184	Manipular controles de maquina para realizar prueba de cabeceado	00:00:06	
185	Ajuste en el cabezal	00:00:04	
186	Manipular controles de maquina para continuar con la prueba de cabeceado	00:00:02	
187	Tomar casquillo cabeceado por la maquina	00:00:04	
188	Inspeccionar el cabeceado del casquillo de manera visual	00:00:02	
189	Tomar casquillo de 308 WIN anteriormente cabeceado	00:00:02	
190	Comparar casquillos de 308 WIN de manera visual	00:00:02	
191	Colocar casquillos encima de la maquina	00:00:01	
192	Manipular controles de la maquina	00:00:03	
193	Tomar martillo y cincel de la mesa de herramientas	00:00:03	
194	Colocar cincel en el cabezal	00:00:03	
195	Golpear cincel con el martillo	00:00:22	
196	Manipular controles de la maquina	00:00:06	
197	Ajustar la cuerda mayor y cuerda menor con cincel y martillo	00:00:25	
198	Dejar martillo y cincel en la mesa de herramientas	00:00:02	
199	Manipular controles de maquina para realizar prueba de funcionamiento	00:00:06	
200	Colocar casquillo de 308WIN en el magazine para prueba de cabeceado	00:00:06	
201	Manipular controles de maquina para realizar prueba de cabeceado	00:00:09	
202	Comparar casquillo cabeceado con dos casquillos anteriormente cabeceados	00:00:13	
203	Comparar casquillo cabeceado con el escantillón	00:00:08	
204	Manipular controles de la máquina para colocarlo en una nueva posición	00:00:06	
205	Ajustar la cuerda mayor y cuerda menor con cincel y martillo	00:00:26	
206	Dejar martillo y cincel en la mesa de herramientas	00:00:01	
207	Manipular controles de maquina para realizar prueba de funcionamiento	00:00:06	
208	Colocar casquillo de 308WIN en el magazine para prueba de cabeceado	00:00:06	
209	Manipular controles de maquina para realizar prueba de cabeceado	00:00:07	
210	Comparar casquillo cabeceado con dos casquillos anteriormente cabeceados	00:00:09	

211	Comparar casquillo cabeceado con el escantillón	00:00:11	
212	Caminar a CS- 15 A e interactuar con el personal del área	00:00:18	
213	Inspección de parámetros en la mesa de instrumentos de medición	00:00:08	
214	Comparar casquillo cabeceado con el escantillón	00:00:21	
215	Retirar marcador de la maquina	00:00:08	
216	Buscar 2 lijas en maquina CS-15 A	00:00:26	
217	Ajustar marcador y cabeza del marcador en el torno	00:02:16	
218	Colocar marcador en el cabezal	00:00:19	
219	Manipular controles de maquina para realizar prueba de funcionamiento	00:00:09	
220	Colocar casquillo de 308WIN en el magazine para prueba de cabeceado	00:00:07	
221	Manipular controles de maquina para realizar prueba de cabeceado	00:00:09	
222	Inspección de casquillo cabeceado de manera visual	00:00:06	
223	Interactuar con el personal del área	00:00:06	
224	Comparar casquillo cabeceado con el escantillón	00:00:17	
225	Interactuar con el personal del área	00:00:27	
226	Inspección de parámetros en la mesa de instrumentos de medición	00:00:23	
227	Ajuste en cabezal	00:00:16	
228	Manipular controles de maquina para realizar prueba de funcionamiento	00:00:07	
229	Colocar casquillo de 308WIN en el magazine para prueba de cabeceado	00:00:05	
230	Manipular controles de maquina para realizar prueba de cabeceado	00:00:14	
231	Ajuste en cabezal	00:00:01	
232	Inspección de casquillo cabeceado de manera visual	00:00:08	
233	Comparar casquillo cabeceado con el escantillón	00:00:14	
234	Inspección de parámetros en la mesa de instrumentos de medición	00:00:50	
235	Tomar marcador negro en la maquina CS-15 B	00:00:14	
236	Inspección de parámetros en la mesa de instrumentos de medición	00:00:10	
237	Ajustar marcador en el cabezal	00:00:14	
238	Inspección de casquillos cabeceados	00:00:20	
239	Manipular controles de maquina para realizar prueba de funcionamiento	00:00:05	
240	Tomar llave del tablero de herramientas	00:00:19	
241	Ajuste en los tornillos secundarios (pequeños)	00:00:21	
242	Ajuste en los tornillos secundarios (grandes)	00:00:15	
243	Ajuste en los tornillos secundarios (pequeños)	00:00:40	
244	Manipular controles de maquina para realizar prueba de funcionamiento	00:00:05	
245	Colocar casquillo de 308WIN en el magazine para prueba de cabeceado	00:00:07	

246	Manipular controles de maquina para realizar prueba de cabeceado	00:00:09	
247	Inspección de casquillo cabeceado de manera visual	00:00:01	
248	Inspección de parámetros en la mesa de instrumentos de medición	00:01:02	
249	Manipular controles de maquina para realizar prueba de funcionamiento	00:00:05	
250	Ajuste en los tornillos secundarios (pequeños)	00:00:30	
251	Ajuste en los tornillos secundarios (grandes)	00:00:15	
252	Ajuste en los tornillos secundarios (pequeños)	00:00:20	
253	Manipular controles de maquina para realizar prueba de funcionamiento	00:00:04	
254	Colocar casquillo de 308WIN en el magazine para prueba de cabeceado	00:00:05	
255	Manipular controles de maquina para realizar prueba de cabeceado	00:00:08	
256	Inspección de casquillo cabeceado de manera visual	00:00:09	
257	Inspección de parámetros en la mesa de instrumentos de medición	00:00:39	
258	Manipular controles de maquina para realizar prueba de funcionamiento	00:00:15	
259	Tomar llave del tablero de herramientas	00:00:17	
260	Ajuste de tornillos horizontales	00:01:12	
261	Manipular controles de maquina para realizar prueba de funcionamiento	00:00:09	
262	Colocar casquillo de 308WIN en el magazine para prueba de cabeceado	00:00:05	
263	Manipular controles de maquina para realizar prueba de cabeceado	00:00:09	
264	Inspección de casquillo cabeceado de manera visual	00:00:08	
265	Inspección de parámetros en la mesa de instrumentos de medición	00:00:34	
266	Ajuste en los tornillos secundarios (pequeños)	00:00:38	
267	Ajuste en los tornillos secundarios (grandes)	00:00:22	
268	Ajuste en los tornillos secundarios (pequeños)	00:00:36	
269	Manipular controles de maquina para realizar prueba de funcionamiento	00:00:05	
270	Caminar a los botes de material para conseguir casquillos de 308WIN para pruebas de cabeceado	00:00:25	
271	Colocar casquillo de 308WIN en el magazine para prueba de cabeceado	00:00:05	
272	Manipular controles de maquina para realizar prueba de cabeceado	00:00:05	
273	Inspección de casquillo cabeceado de manera visual	00:00:08	
274	Inspección de parámetros en la mesa de instrumentos de medición	00:00:35	
275	Interactuar con personal del área	00:00:13	
276	Regresar a la maquina	00:00:09	
277	Manipular controles de maquina para realizar prueba de funcionamiento	00:00:06	
278	Colocar casquillo de 308WIN en el magazine para prueba de cabeceado	00:00:17	
279	Manipular controles de maquina para realizar prueba de cabeceado	00:00:15	
280	Inspección de casquillo cabeceado de manera visual	00:00:06	

281	Colocar tapa del magazine	00:00:25	
282	Tomar herramienta de maquina CS-15 A	00:00:11	
283	Ajustar y asegurar la tapa del magazine	00:00:55	
284	Tomar escaleras en maquina CS-15 D y llevarlas a la maquina	00:00:37	
285	Tomar cuñete, llevarlo a maquina CS-15 D y regresar a la maquina	00:00:24	
286	Ajuste de tolva	00:00:20	
287	Inspeccionar maquina	00:00:16	
288	Ordenar herramientas en el gabinete de herramientas (escalera, porta dado, punzones, discos chicos)	00:00:16	
289	Tomar tabla de inspección de casquillo	00:00:15	
290	Caminar a tambos de material para seleccionar casquillos de 308 WIN para realizar pruebas con la tabla de casquillos y cubeta	00:01:22	
291	Alimentar la tolva con los casquillos seleccionados	00:00:23	
292	Colocar la manguera de alimentación en el magazine	00:00:14	
293	Alimentar caída de magazine con casquillos de manera manual y cerrar tapa	00:01:50	
294	Verificar que la tolva realice la alimentación	00:03:05	
295	Manipular controles de maquina para pruebas de cabeceado	00:00:05	
296	Ajuste en la caída del magazine (alimentación)	00:01:25	
297	Manipular controles de maquina para pruebas de cabeceado	00:00:29	
298	Ajuste en la caída del magazine (alimentación)	00:00:38	
299	Manipular controles de maquina para pruebas de cabeceado	00:00:09	
300	Ajuste en la caída del magazine (alimentación)	00:00:06	
301	Manipular controles de maquina para pruebas de cabeceado	00:00:10	
302	Ajuste en la caída del magazine (alimentación)	00:00:39	
303	Manipular controles de maquina para pruebas de cabeceado	00:00:06	
304	Ajuste en la caída del magazine (alimentación)	00:01:03	
305	Manipular controles de maquina para pruebas de cabeceado	00:00:24	
306	Ajuste en la caída del magazine (alimentación)	00:00:04	
307	Manipular controles de maquina para pruebas de cabeceado	00:00:09	
308	Ajuste en la caída del magazine (alimentación)	00:00:07	
309	Manipular controles de maquina para pruebas de cabeceado	00:00:11	
310	Ajuste en la caída del magazine (alimentación)	00:00:07	
311	Manipular controles de maquina para pruebas de cabeceado	00:00:08	
312	Ajuste en el cabezal	00:00:29	
313	Tomar casquillos de la mesa de herramientas y colocarlos en la tolva	00:00:55	
314	Manipular controles de maquina para pruebas de cabeceado	00:00:06	
315	Regresar herramienta a la cubeta.	00:00:09	

316	Colocar casquillos cabeceados que sirvieron para inspeccionar para metros en residuos	00:00:05	
317	Colocar guarda de seguridad en la maquina	00:00:19	
318	Manipular controles de maquina para verificar el funcionamiento de la maquina	00:01:45	
319	Ajuste en la alimentación de la tolva	00:02:57	
320	Manipular controles para verificar el funcionamiento de la maquina	00:00:30	
321	Retirar guarda de seguridad	00:00:03	
322	Ajuste en la caída del magazine (alimentación)	00:00:19	
323	Manipular controles para verificar el funcionamiento de la maquina	00:00:10	
324	Ajuste en la caída del magazine (alimentación)	00:00:11	
325	Manipular controles para verificar el funcionamiento de la maquina	00:00:03	
326	Ajuste en la caída del magazine (alimentación)	00:00:05	
327	Manipular controles de maquina para verificar el funcionamiento de la maquina	00:00:04	
328	Ajuste en la caída del magazine (alimentación)	00:00:06	
329	Manipular controles de maquina para verificar el funcionamiento de la maquina	00:00:20	
330	Ajuste en la caída del magazine (alimentación)	00:00:06	
331	Manipular controles de maquina para verificar el funcionamiento de la maquina	00:00:06	
332	Ajuste en la caída del magazine (alimentación)	00:00:25	
333	Manipular controles de maquina para verificar el funcionamiento de la maquina	00:00:03	
334	Ajuste en la caída del magazine (alimentación)	00:00:09	
335	Manipular controles de maquina para verificar el funcionamiento de la maquina	00:00:02	
336	Ajuste en la caída del magazine (alimentación)	00:00:03	
337	Manipular controles de maquina para verificar el funcionamiento de la maquina	00:00:02	
338	Tomar casquillos cabeceados	00:00:04	
339	Buscar escantillón en la mesa de herramientas (colocar herramientas de la mesa en la cubeta en paralelo)	00:00:04	
340	Comparar casquillos cabeceados con el escantillones	00:00:02	
341	Manipular controles de maquina para verificar el funcionamiento de la maquina	00:00:08	
342	Ajustar la cuerda mayor y cuerda menor con cincel y martillo	00:00:04	
343	Colocar matillo y cincel en la mesa de herramientas	00:00:02	
344	Manipular controles de maquina para verificar el funcionamiento de la maquina	00:00:03	
345	Ajustar el contenedor de material cabeceado y cerrar tapa	00:00:57	
346	Manipular controles de maquina para verificar el funcionamiento de la maquina	00:00:06	
347	Comparar casquillo cabeceado con el escantillones	00:00:12	
348	Inspección de parámetros en la mesa de instrumentos de medición	00:00:05	
349	Manipular controles para verificar el funcionamiento de la maquina	00:00:02	
350	Ajustar la cuerda mayor y cuerda menor con cincel y martillo	00:00:11	
351	Manipular controles para verificar el funcionamiento de la maquina	00:00:07	
352	Inspección de parámetros en la mesa de instrumentos de medición	00:00:24	
353	Colocar guarda de seguridad en la maquina	00:00:09	
354	Operador indica que las piezas cabeceadas están dentro de los parámetros	00:00:04	
Total		1:32:15	

Anexo 2 Eliminación de actividades que no agregan valor.

No.	Operación de cambio	Tiempo (Minutos)	Pareto (Gráfica)
1	Generar etiqueta de producción	00:04:05	
2	Buscar dado dentro del gabinete de herramientas	00:00:29	
3	Buscar marcadores dentro del gabinete de herramientas	00:00:38	
4	Inspeccionar herramienta del gabinete	00:00:09	
5	Regresar marcadores restantes al gabinete de herramientas	00:00:06	
6	Revisar si se cuenta con la hoja de procesos para el nuevo producto	00:00:10	
7	Conseguir la hoja de procesos del nuevo producto y regresar al gabinete de herramientas	00:00:39	
8	Buscar punzones del gabinete de herramientas	00:01:03	
9	Buscar cubeta con herramientas del gabinete chico	00:00:24	
10	Tomar martillo y llave de 2 bocas del tablero de herramientas	00:00:04	
11	Trasladar la cubeta y las herramientas tomadas del tablero hacia la mesa de herramientas	00:00:09	
12	Tomar la hoja de procesos y colocarla en la tabla de formatos de la maquina	00:00:07	
13	Camina a maquina CS-15 A por un pedazo de tela (Trapo)	00:00:16	
14	Limpia el porta dado	00:00:30	
15	Limpia dado con el trapo	00:00:19	
16	Tomar marcador de la mesa de herramientas y limpiarla con el trapo	00:00:10	
17	Tomar punzón de la mesa de herramientas y limpiarlo con el trapo	00:00:11	
18	Selección, inspección de punzón de la mesa de herramientas	00:00:20	
19	Caminar a tambos de material para seleccionar casquillos de 308 WIN para realizar pruebas y colocarlos en la mesa de inspección	00:00:57	
20	Aflojar tornillos de longitud de paredes del magazine	00:00:54	

21	Recoger llave allen (se cayó por descuido)	00:00:04	
22	Aflojar tornillos de longitud de paredes del magazine	00:00:08	
23	Retirar residuos del magazine	00:00:07	
24	Retirar casquillo de prueba (caída) y residuos del magazine	00:00:09	
25	Colocar casquillo de 308 WIN en la parte superior de la caída del magazine	00:00:02	
26	Ajustar la longitud de las paredes del magazine de la parte superior, apretando el tornillo superior	00:00:10	
27	Colocar casquillo de 308 WIN en la parte inferior de la caída del magazine	00:00:02	
28	Ajustar la longitud de las paredes del magazine de la parte inferior, apretando el tornillo inferior	00:00:17	
29	Ajustar la longitud de las paredes del magazine de la parte superior, apretando el tornillo superior	00:00:12	
30	Abrir gabinete de herramientas	00:00:04	
31	Inspecciona y selecciona un porta dado del gabinete de herramientas para el nuevo calibre	00:00:18	
32	Traslada el porta dado seleccionado a la maquina	00:00:04	
33	Interactuar con el personal del área	00:00:05	
34	Buscar escantillón	00:03:06	
35	Regresar a la maquina	00:00:06	
36	Caminar a maquina CS-15 B y tomar un cincel	00:00:14	
37	Regresar a la maquina	00:00:05	
38	Inspeccionar por segunda vez marcador de manera visual	00:00:02	
39	Visualizar el estado del magazine	00:00:03	
40	Hablar con el personal del área	00:00:13	
41	Buscar 2 lijas en maquina CS-15 A	00:00:26	
42	Ajustar marcador y cabeza del marcador en el torno	00:02:16	
43	Interactuar con el personal del área	00:00:06	
44	Interactuar con el personal del área	00:00:27	
45	Tomar marcador negro en la maquina CS-15 B	00:00:14	

46	Tomar llave del tablero de herramientas	00:00:19	
47	Tomar llave del tablero de herramientas	00:00:17	
48	Caminar a los botes de material para conseguir casquillos de 308WIN para pruebas de cabeceado	00:00:25	
49	Colocar tapa del magazine	00:00:25	
50	Tomar herramienta de maquina CS-15 A	00:00:11	
51	Ajustar y asegurar la tapa del magazine	00:00:55	
52	Tomar escaleras en maquina CS-15 D y llevarlas a la maquina	00:00:37	
53	Tomar cuñete, llevarlo a maquina CS-15 D y regresar a la maquina	00:00:24	
54	Tomar tabla de inspección de casquillo	00:00:15	
55	Caminar a tambos de material para seleccionar casquillos de 308 WIN para realizar pruebas con la tabla de casquillos y cubeta	00:01:22	
56	Ajuste en la caída del magazine (alimentación)	00:01:25	
57	Ajuste en la caída del magazine (alimentación)	00:00:38	
58	Ajuste en la caída del magazine (alimentación)	00:00:06	
59	Ajuste en la caída del magazine (alimentación)	00:00:39	
60	Ajuste en la caída del magazine (alimentación)	00:01:03	
61	Ajuste en la caída del magazine (alimentación)	00:00:04	
62	Ajuste en la caída del magazine (alimentación)	00:00:07	
63	Ajuste en la caída del magazine (alimentación)	00:00:07	
64	Colocar guarda de seguridad en la maquina	00:00:19	
65	Manipular controles de maquina para verificar el funcionamiento de la maquina	00:01:45	
66	Retirar guarda de seguridad	00:00:03	
67	Ajuste en la caída del magazine (alimentación)	00:00:19	
68	Manipular controles para verificar el funcionamiento de la maquina	00:00:10	
69	Ajuste en la caída del magazine (alimentación)	00:00:11	
70	Manipular controles para verificar el funcionamiento de la maquina	00:00:03	

71	Ajuste en la caída del magazine (alimentación)	00:00:05	
72	Manipular controles de maquina para verificar el funcionamiento de la maquina	00:00:04	
73	Ajuste en la caída del magazine (alimentación)	00:00:06	
74	Manipular controles de maquina para verificar el funcionamiento de la maquina	00:00:20	
75	Ajuste en la caída del magazine (alimentación)	00:00:06	
76	Manipular controles de maquina para verificar el funcionamiento de la maquina	00:00:06	
77	Ajuste en la caída del magazine (alimentación)	00:00:25	
78	Manipular controles de maquina para verificar el funcionamiento de la maquina	00:00:03	
79	Ajuste en la caída del magazine (alimentación)	00:00:09	
80	Manipular controles de maquina para verificar el funcionamiento de la maquina	00:00:02	
81	Ajuste en la caída del magazine (alimentación)	00:00:03	
82	Manipular controles de maquina para verificar el funcionamiento de la maquina	00:00:02	
83	Ajustar el contenedor de material cabeceado y cerrar tapa	00:00:57	
Total		0:35:17	

DICTAMEN DE APROBACION



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



Facultad de Ciencias
Químicas e Ingeniería

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS e INGENIERÍA

Programas educativos de calidad reconocidos por CIEES, CACEI y CONACYT
SGI certificado en la norma ISO 9001:2015 e ISO 21001:2018

FORMA T-4A
NOMBRAMIENTO COMITÉ REVISOR

Cuernavaca, Mor., a 21 de Noviembre del 2023

DRA. NADIA LARA RUIZ
DR. JESUS MARIO COLIN DE LA CRUZ
DRA. JESUS DEL CARMEN PERALTA ABARCA
MTRA. ELIZABETH MILLAN BENITEZ
DR. PEDRO MORENO BERNAL
P R E S E N T E

Me permito comunicarles que han sido designados integrantes del **COMITÉ REVISOR** del trabajo de **TESIS**

Titulado:

Aplicación de metodología SMED en un cambio de modelo en máquina de acuñación de casquillo 9mm a 308 win.

Que presenta el **C. OLIVER RIVERA TORRES**

Del programa educativo de: **INGENIERÍA INDUSTRIAL** de la **FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS E INGENIERÍA**

Para obtener el grado académico de: **LICENCIATURA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Dirigido por: **DRA. JESÚS DEL CARMEN PERALTA ABARCA**

Atentamente
Por una humanidad culta
Una universidad de excelencia



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



Facultad de Ciencias
Químicas e Ingeniería

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS e INGENIERÍA

Programas educativos de calidad reconocidos por CIEES, CACEI y CONACYT
SGI certificado en la norma ISO 9001:2015 e ISO 21001:2018

DICTAMEN

MTRA. ANGELICA GALINDO FLORES
Encargada de Despacho de la FCQeI
PRESENTE

En respuesta a su amable solicitud para emitir DICTÁMEN sobre el trabajo que se menciona, me permito informarle que los abajo firmantes otorgan su voto aprobatorio y firman electrónicamente para dar validez.

VOTO	NOMBRE
APROBATORIO	DRA. NADIA LARA RUIZ
APROBATORIO	DR. JESUS MARIO COLIN DE LA CRUZ
APROBATORIO	DRA. JESUS DEL CARMEN PERALTA ABARCA
APROBATORIO	MTRA. ELIZABETH MILLAN BENITEZ
APROBATORIO	DR. PEDRO MORENO BERNAL

Se anexan firmas electrónicas de cada revisor en las cuales se incluye la fecha y hora que se ha emitido el voto aprobatorio



Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

ANGELICA GALINDO FLORES | Fecha:2023-11-21 10:38:36 | Firmante
nCVD3MUM0tFLDDZ1PjgtLoHTQ/kJju6bLR3kLLUFVgTzpoYRaAgPMEXNxzS+QJMfPBhyO0Nlunx46eW6aGaOUqk05KM7Js3JWDCTwBAwH6usoz+YNg/TIht0II9/BcRGNqXcZ
PEPABMTjtY4N3pSvIAkwiymQ+ZtiCWP6i0Hjq+RC/ofkRgTdbBQ1gvzi0KpfrZy1U/3xtk7azUFod4/2yEHhBxpUSAEOASmdJk9n/zV/FS8frTJjv4asGaGKulzR6LbP1vEooL5xla7
0ofB/A0VJp/geqLpXFLrm7bB9uBrzSR2WbhE+xtFvw3kXKnijVn1UE1BEXP5oTQ==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o
escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



[VoBG8tkWi](#)

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/Mlc6b9qfKrhbOclMS7RC4AXW8zwhB1>



Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

NADIA LARA RUIZ | Fecha:2023-11-21 13:32:45 | Firmante

pF0QF8Zo5J5OCPkpgSfI0q7Cj/mKIFwae7NvQPWkSzPwKMPADrwan6NkVA3Wd1JPPWZzZy9JSGzVBqVpHbx4ErLYI2j319oXADWmPBly+fd8WKvNOfgD91UicGjwBcomeV+DmOnF+IFN1fllstIAx3cCwmgroSHCU6LaPZAmvUgdNO1hkefr2pMK1fgDX5PAVenNzS/vAwhJTZ7Awe+/lctYomktNQz368wduMkXkrVxuKtLlnJ19OZDSX/MU1IsNi/q3mCD3aOjqr1QRVwPhFXiPiDwR/r8uUmZ4/xXGxstzn5BraLR1tr2MtB7xzHEL1KkGizuDA==

JESUS MARIO COLIN DE LA CRUZ | Fecha:2023-11-22 12:10:01 | Firmante

pwgpQqwsGjfoa8qjoZS8EtMr.J310doC2Q0LPhyl1QLhKaslxTNIxCoRYHm0EzYj45v9d8MN2su5pbmPs0gPYoT6LZsDws47Pmqe+CK3HLRQitwDgg+UIHLOGN0s789EDWpl1rGbeFJJB8VWJyC6FDIEjaZ+5XI9RE1mqcNGMEVfwmTjfoqQ5j1TcaAh7wTuYmhgWlGyWy6HfsP6bq72sA8HHLTV7eSR5fyA6b90yEZKcU5n0hdik/Hfojfn8aw3dM2to1av1z7PLm1F9whtoxi+yUEjcmFVZNSOXjd9gFmUVcdUagmgwTYw3uTIFd0mbOG2Da7RAGQXYQ==

JESUS DEL CARMEN PERALTA ABARCA | Fecha:2023-11-27 11:53:00 | Firmante

kEYRuId+XYSrigZnt47VxVBFPP9dY8LNI9G8Df42tKGNjv+/b2VLInQbHohfYGwJ+vaWqvfe8uQjQ2/clM8dVTAhg16p+sPN8iOFGW8MuCDPh3TzKaaRfMECNDdSi0vm1QchIRwsbqKiZ+k3hRo8iOOWE/eqX6V2E+/QyJNf0IcEfxczk3pyGKak0B3KgpsQwlEnlWpAnMXhp0SD1ztJcpgCqb3Di93uvabZ+9zAxgwJhVICKb6kQB86IE986B6nSHL4Ju8npFy4hyfAmihhJoq0+e+DH40L7PRMpAwF9KadY1kC0Szd/IVYDHIX4aVYaAbfHLwiew==

ELIZABETH MILLAN BENITEZ | Fecha:2023-11-28 15:03:20 | Firmante

aD4PZ17KzJcVvV05/bP9GYuhDU/i9CDDgXY+zD63H0uNnPJ4hOF+k9hWQsfsKqmhJMrl5pe6ei0a/uNUk8DyJUynO29j/0IZXXJ4OAJE4sHN4Gmw/U7nRM+u8T1QKGA5gXK32jg97R2sSpOskx6VJrH8fFpNwoK5eLBK2jH+fdhT8wVX005BlamCa2YVWbCmriXKRCiReNqqdNx3yxsQ+H20hc3/4zBg9U5c6v55wss0TphpD4f82owdmCFaiz96kM5t6jnVpypWTLSU8au1ic8pL+S0nXr0Vqm5rSRycDXpOfmVMaNUrgjKHTst2bdanfgFmy9kbX97eb1VXQ==

PEDRO MORENO BERNAL | Fecha:2023-12-06 13:46:09 | Firmante

Gz+Cwv5PK9u/GWaaGXBRQKI75UJbKJUC1n3r0zxeHseX54clPE6RCoABimF4+m8EJhfcWkAYDr3SmzblVQzcWuE63cwLem4vZXSmhCw1angq6q8C/hixRtxPd4dcuh8hwGb2fc6ATPhaxALv8RfRrhpTQq4YVDx6D1Jzrlyqe8JwVnBNIsndTCyAJh3FSWf665uPrYk5Cvdb/00WxyOOqjUAs8N9dAUOHKnIr4dJUHOPT95J5K9J3oWW7OJbeMzBCorJR7X86cl+3PsEb6WhggldqQy26U4LhMUxrGYo2f+s7IKNGI9Cv8/mUhmmeqrTbCkStMf0twhLlg==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



XTzHO75uf

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/pkDJWvhzjRa9YNJcvP8dN9ynJ4NorthLu>