



U N I V E R S I D A D
Panamericana

FACULTAD DE INGENIERÍA

**“RENOVACIÓN AL SISTEMA DE LAVADORA PARA
LA MEJORA DE CALIDAD”**

CASO

P R E S E N T A
OSVER TABARES GUTIÉRREZ

PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRÍA EN DIRECCIÓN DE LA MANUFACTURA Y
CALIDAD

CON RECONOCIMIENTO DE VALIDEZ OFICIAL DE ESTUDIOS DE LA
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA, SEGÚN ACUERDO CON EL N° 2567
DE FECHA 17 DE MAYO 2021

ASESOR DE CASO
DR. RICARDO VALENZUELA GONZÁLEZ

AGUASCALIENTES, AGS., ENERO 2023

AGRADECIMIENTOS

Por qué todo lo que ha nacido de Dios vence al mundo. Esta es la victoria que vence al mundo: nuestra fe.
(1. Juan 5:4)

Agradezco primero a Dios por este nuevo logro ya que sin la bendición y sin su amor la culminación de este proyecto no hubiera sido posible.

Infinitamente agradecido con mis profesores por haberme brindado los conocimientos para llevar el desarrollo del proyecto de tesina.

Agradecer a mis compañeros de la facultad, con quienes tuve la dicha de cursar la especialidad, por brindarme su apoyo y amistad, y que estoy seguro de que seguiremos en contacto.

Finalmente, este logro lo dedico a mi Madre y a mi Abuela que todos los días le regalan felicidad a mi vida.

Biblioteca Aguascalientes

INDICE

1. Resumen.....	5
2. Introducción.....	6
3. Planteamiento del Proyecto y Justificación.....	17
4. Análisis de viabilidad.....	22
5. Metodología.....	24
6. Plan de dirección de proyecto y ejecución.....	44
7. Bibliografía.....	47
8. Anexos.....	48

Biblioteca Aguascalientes

ABSTRACT

The quality and productivity for any organization are relevant to meet the customers satisfaction, and there is not an exception for the automotive industry, this document describe a project development focused on quality improving by through the renewal equipment of the washer system for stamping plant at Nissan Mexicana.

The execution of this project is aligned with the corporate investment strategy for quality improvement projects and renewal of the company's equipment, so the financing will be taken from the annual budget assigned to the Nissan Mexicana Vehicle Plant Project Management A1.

The viability of this project is based on the technical and economic feasibility, including environmental sustainability to proceed their execution by using the QC-STORY methodology, due to allows solving problems by using the P.D.C.A. cycle for continuous improvement as a structure.

Biblioteca Aguascalientes

1. Resumen

La calidad y la productividad en cualquier organización son de gran relevancia para cumplir las necesidades de los clientes y en la industria automotriz no es la excepción, el presente documento desarrolla un proyecto enfocado a la mejora de la calidad en el producto terminado, por medio de la renovación al sistema de lavadora de planta estampado de Nissan Mexicana.

La ejecución de este proyecto se encuentra alineado a la estrategia corporativa de inversiones para proyectos de mejora de calidad y renovación de equipos de la compañía, por lo que el financiamiento se tomará del presupuesto anual asignado a la Dirección de Proyectos de Nissan Mexicana de Planta Vehículos A1.

Se fundamenta la viabilidad del proyecto desde su factibilidad técnica y económica, hasta su sostenibilidad ambiental para proceder a su ejecución usando la metodología de QC-STORY, ya que esta herramienta permite solucionar problemas usando como estructura el ciclo de mejora continua de P.D.C.A.

La investigación realizada para este proyecto se llevó a cabo con la recolección de evidencia medible, usando los métodos de recolección de datos tales como; el muestreo y las observaciones, que fueron de gran importancia para encontrar la causa raíz del defecto y con ello determinar las acciones correctivas.

Finalmente se describen los resultados que fueron obtenidos durante la primera semana posterior a la fecha de arranque del equipo, sin embargo en mutuo acuerdo con todos los interesados del proyectos se determinó que la confirmación de la mejora tendrá una duración de tres meses para constatar que las contramedidas fueron efectivas de lo contrario, se deberá girar nuevamente el ciclo P.D.C.A, por esta razón el plan de confirmación para medir el efecto total de las contramedidas ha quedado asentado en el plan de seguimiento mostrado en el Gantt de actividades de este proyecto.

2. [Introducción](#)

a. Antecedentes

Definición de Proceso de Estampado y Troquel.

El proceso de estampado es el método por el cual a través de un prensado se obtiene una forma específica de un material mediante un molde y una prensa. El propósito de estampado, no solo es dar al material cierta forma, si no también, dar rigidez al material formado.

Uno de los procesos principales para la manufactura de automóviles, es el proceso de estampado ya que en este proceso se obtiene toda la carrocería del automóvil y la materia prima utilizada para producir una pieza estampada es el acero. (NISSAN MOTOR CO., LTD. , 2009)

La materia prima se recibe en forma de rollo, el primer proceso de estampado es el denominado Blank-cut (“Corte de plantilla”), utilizando el conjunto de prensa y molde de corte conocido como proceso PA para obtener una plantilla de acero en forma de silueta muy parecida a la de la parte final (Panel estampado). Esto se puede observar en la siguiente figura 1.

Figura 1. Plantilla cortada de un rollo de acero de la parte FR FDR R/L (“Salpicadera”)



Figura 1. (NISSAN MOTOR CO., LTD. , 2009)

El rollo de acero es cortado en su totalidad y las plantillas con la silueta deseada son apiladas una encima de otra hasta obtener pacas de plantillas completamente alineadas, las cuales posteriormente son ingresadas a la maquina lavadora de plantilla, esto única y exclusivamente a las plantillas que serán utilizadas para producir paneles estampados para la carrocería OTR (“Paneles expuestos y/o De vista”), con la finalidad de eliminar cualquier impureza contenida en la superficie de la plantilla, de lo contrario podría generarse alguna desviación de calidad en el producto terminado cuando la plantilla usada en el siguiente proceso no ha sido lavada.

Posteriormente, a partir de una sola prensa y utilizando distintos troqueles es posible procesar la plantilla para generar una parte o panel, con una forma determinada, dependiendo de la parte a manufacturar (salpicaderas, puertas, cofre, cajuela, techo, etc.), son los moldes o troqueles que se utilizan. Esto permite producir diferentes partes.

El proceso básico de estampado se desarrolla en 5 pasos principalmente desde su formado hasta el terminado, el proceso inicial (corte de plantilla) se denomina PA, como se explicó anteriormente. Posterior dependiendo de la cantidad de procesos que requiera el panel puede ser; PB, PC, PD y PE.

El troquel **PB** es en el cual se le da la **forma inicial al panel**, se le llama troquel de embutido ya que realiza el formado del panel, es decir, pasa de ser una plantilla plana a un panel con forma.

Por ejemplo, volviendo a la figura 1 la cual es la plantilla para la salpicadera del vehículo, se puede observar que presenta una forma sin embargo hay muchas zonas que necesitan de otros procesos para tener una parte terminada. Esto lo podemos ver claramente en la figura 2, en donde toda la periferia el panel formado necesita ser recortado o mecanizado para lograr el resultado final del panel estampado terminado.

Figura 2. Panel formado PB de la parte FR FDR RH (“Salpicadera derecha”)



Figura 2. (NISSAN MOTOR CO., LTD. , 2009)

Posteriormente el troquel PC hace cortes y punzonados, el corte se refiere a todo el material sobrante que puede quedar alrededor del panel (la plantilla siempre tiene 5 mm más del contorno del panel debido al proceso de formado) y punzo nado se refiere a barrenos que puede tener el panel, tales como el espacio donde se colocará el tornillo que permitirá ensamblar a la salpicadera hacia el refuerzo del costado de la carrocería, o cualquier otra perforación que el panel necesitará tener.

En ocasiones este troquel no es suficiente para cortar todo el material que se debe retirar del panel y se divide en dos procesos más posteriores. En la figura 3. se aprecia que el proceso PC elimina una cantidad

considerable de material sobrante, pero se ve también todo el material que no se puede terminar de cortar con este proceso.

Figura 3. Panel semi-procesado PC de la parte FR FDR RH (“Salpicadera derecha”)



Figura 3. (NISSAN MOTOR CO., LTD. , 2009)

En troquel PD y PE por lo general tenemos pestañado, en su mayoría, estas pestañas son necesarias para unir dos paneles, uno externo y uno interno y así dar mayor rigidez, mediante un proceso de la planta de carrocerías, se colocan en posición ambos paneles y el panel externo “abraza” por así decirlo, al interno. Estas pestañas deben estar elaboradas desde que se estampa el panel externo, que es lo que realiza el troquel PD y PE. (NISSAN MOTOR CO., LTD. , 2009) En la figura 4. podemos observar el panel terminado después de un proceso PE.

Figura 4. Panel terminado PE de la parte FR FDR RH (“Salpicadera derecha”)



Figura 4. (NISSAN MOTOR CO., LTD. , 2009)

Definición de los indicadores de producción y calidad de planta estampado

Como anteriormente se mencionó el propósito de la lavadora es eliminar cualquier impureza contenida en la superficie de la plantilla para evitar alguna desviación de calidad en las líneas de prensa por la producción de paneles con defectos en las partes de la carrocería OTR (“Paneles expuestos y/o De vista”).

En planta estampado se tienen seis KPI (KEY PERFORMANCE INDICATOR) (“INDICADOR DE RENDIMIENTO CLAVE”).

A continuación, se describe cada uno de ellos.

1. TDR (TOTAL DEFECTIVE RATIO): (“TASA DE DEFECTOS TOTALES”) Este indicador de calidad mide en porcentaje la relación de la cantidad total de paneles estampados que fueron producidos en condición no conforme (NG) o con algún defecto reparable (REC) entre la cantidad total producida, incluyendo todos los paneles estampados producidos en condición OK, NG y/o REC. En la Ecuación 1. Se indica la fórmula de cálculo para este indicador.

Ecuación 1. Fórmula para calcular el indicador TDR (“TASA DE DEFECTOS TOTALES”)

$$TDR = \frac{Rec + NG}{Total\ production} \times 100$$

Equation 1. KPI ESTAMPADO

2. OTR DR (OTR DEFECTIVE RATIO): (“TASA DE DEFECTOS DE PARTES EXPUESTAS”) Este indicador de calidad mide en porcentaje la relación de la cantidad de paneles estampados expuestos que fueron producidos en condición no conforme (NG) o con algún defecto reparable (REC) entre la cantidad total producida, incluyendo todos los paneles estampados producidos en condición OK, NG y/o REC. En la Ecuación 2. Se indica la fórmula de cálculo para este indicador.

Este indicador está directamente relacionado con la problemática que actualmente se tiene por la desviación de calidad en el producto terminado que está siendo generada cuando se procesa plantilla con suciedad en las líneas de prensa, ya que se generan defectos de bola (Los defectos de bola son deformaciones que se generan en el panel estampado, estos defectos son semejantes a una abollada, pero en menor dimensión)

Ecuación 2. Fórmula para calcular el indicador OTR DR (“TASA DE DEFECTOS DE PARTES EXPUESTAS”)

$$\text{OTR DR} = \frac{\text{Rec} + \text{NG}}{\text{Total production}} \times 100$$

Equation 2. KPI ESTAMPADO

3. **SPLIT FOUND RATIO (PPM): (“TASA DE FRACTURAS DETECTADAS”)** Este indicador de calidad mide en PPM (PARTES POR MILLON) la relación de la cantidad de paneles estampados que fueron producidos con fractura entre la cantidad total producida, incluyendo todos los paneles estampados producidos en condición OK, NG y/o REC. En la Ecuación 3. Se indica la fórmula de cálculo para este indicador.

Ecuación 3. Fórmula para calcular el indicador SPLIT FOUND RATIO (PPM) (“TASA DE FRACTURAS DETECTADAS”)

$$\text{Split found} = \frac{\text{Crack (stamping panel)}}{\text{Total production}} \times 1000000$$

Equation 3. KPI ESTAMPADO

4. SPLIT OUTFLOW RATIO (PPM): (“TASA DE PANELES CON FRACTURA FUGADOS AL SIGUIENTE PROCESO”) Este indicador de calidad mide en PPM (PARTES POR MILLON) la relación de la cantidad de paneles estampados fracturados que fueron fugados al siguiente proceso entre la cantidad total producida, incluyendo todos los paneles estampados producidos en condición OK, NG y/o REC. En la Ecuación 4. Se indica la fórmula de cálculo para este indicador.

Ecuación 4. Fórmula para calcular el indicador SPLIT OUTFLOW RATIO (PPM) (“TASA DE PANELES CON FRACTURA FUGADOS AL SIGUIENTE PROCESO”)

$$\text{Split outflow} = \frac{\text{Crack (later process)}}{\text{Total production}} \times 1000000$$

Equation 4. KPI ESTAMPADO

5. SPH (STROKES PER HOUR): (“GOLPES POR HORA”) Este indicador de producción mide la relación de la cantidad total de producción por hora expresada en Strokes (“Golpes”) entre la cantidad total producida, incluyendo todos los paneles estampados producidos en condición OK, NG y/o REC en una hora. En la Ecuación 5. Se indica la fórmula de cálculo para este indicador.

Ecuación 5. Fórmula para calcular el indicador SPH (“GOLPES POR HORA”)

$$\text{SPH} = \frac{\text{Total production (strokes)}}{\text{Total production (hrs)}}$$

Equation 5. KPI ESTAMPADO

6. SPM (STROKES PER MINUTES): (“GOLPES POR MINUTO”) Este indicador de producción mide la relación de la cantidad total de producción por minuto expresada en Strokes (“Golpes”) entre la cantidad total producida, incluyendo todos los paneles estampados producidos en condición OK, NG y/o REC en un minuto. En la Ecuación 6. Se indica la fórmula de cálculo para este indicador.

Ecuación 6. Fórmula para calcular el indicador SPM (“GOLPES POR MINUTO”)

$$\text{SPM} = \frac{\text{Total production (strokes)}}{\text{Total production (minutes)}}$$

Equation 6 KPI ESTAMPADO

Dirección de Proyectos de Nissan Mexicana Planta Vehículos A1 y su estrategia de inversiones de la compañía.

Actualmente la Dirección de Proyectos de Nissan Mexicana (V-Preng NMEX) se encarga del análisis, desarrollo e introducción de nuevos modelos y de la ejecución de proyectos de inversión ordinaria, en sinergia con las áreas de cada planta se logra la implementación de los proyectos necesarios.

Dentro de las tareas que esto implica se encuentra compra y puesta a punto de herramientas, maquinaria y equipo, así como la adaptación de cambios de ingeniería.

El presupuesto anual es gestionado con Japón, para diferentes objetivos corporativos, entre ellos, la subsistencia de la planta, continuidad de la operación, mantenimiento, renovación de equipos, mejora de calidad, Nissan Green Program (Regulaciones o mejorar condición ambiental de las plantas) y por inversión TdC (Reducción de costo).

b. Stakeholders

Los stakeholders (“*Interesados*”) son aquellos grupos y/o individuos que tienen algo que ganar o que perder con la ejecución y los resultados del proyecto.

Partiendo que el financiamiento del proyecto se tomará del presupuesto anual asignado a la Dirección de Proyectos de Nissan Mexicana (V-Preng NMEX) de Planta Vehículos A1, es preciso afirmar que todo el grupo directivo y todos los integrantes del equipo de trabajo que participara en el desarrollo del proyecto, el cual es liderado por el departamento de V-Preng de planta estampado, son los principales interesados en que se realice la ejecución y gestión atenta de este proyecto que está relacionado a la renovación del equipo actual instalado en planta, para la mejora de calidad del producto terminado.

El resultado de la ejecución del proyecto además de contribuir al mejoramiento de calidad, también tendrá impacto en el incremento de eficiencia de la máquina, e impactara en la reducción de los costos operativos que resultan de las operaciones de valor no agregado que actualmente se realizan, tales como; limpieza del sistema, inspecciones y retrabajos al producto terminado.

Además del equipo del proyecto y de la Dirección de Proyectos Nissan Mexicana (V-Preng NMEX) de Planta Vehículos A1, a continuación, se detalla el resto de los interesados que se beneficiaran con la ejecución y resultados del proyecto.

Departamentos beneficiados:

- Producción planta estampado
- Calidad planta estampado
- Planta Carrocerías
- Otras áreas relacionadas dentro de la compañía:
- Compras
- Finanzas

Clientes:

- Sin reclamos de cliente por defecto fugado en vehículo adquirido
- Garantizar la calidad de origen (Paneles de carrocería sin reparaciones)
- Confiabilidad y penetración de marca (Impacto en la Compra / ventas de unidades por clientes satisfechos)

c. Descripción del problema u oportunidad.

En el mes de julio se registró un aumento considerable en el ingreso de material a recuperación en el área de hojalatería, duplicando la cantidad ingresada del mes anterior, derivado a la reparación de paneles estampados que fueron producidos con defecto grado V2 (defecto reparable) principalmente en la producción de paneles para carrocería de partes expuestas (OTR).

El indicador relacionado a la problemática es el indicador OTR DR ya que este indicador mide la relación de la cantidad total de paneles estampados expuestos (OTR) que fueron producidos en condición no conforme (NG) o con algún defecto reparable (REC) entre la cantidad total producida, incluyendo todos los paneles estampados producidos en condición OK, NG y/o REC.

En la gráfica 1 podemos observar el histórico del indicador y el incremento que se tuvo a partir del mes de Julio.

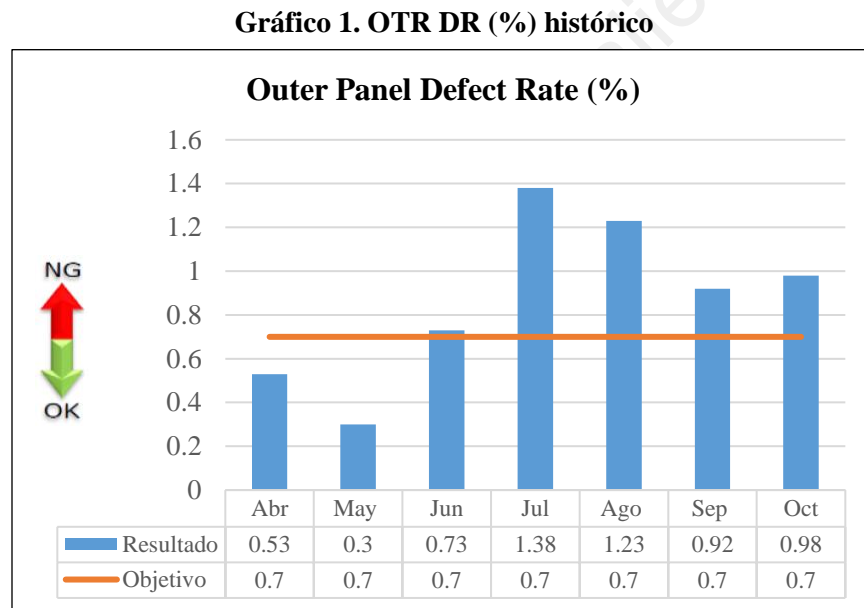


Gráfico 1. Reporte QRQC _Estampado A1, QA

Se revisó la información de los defectos registrados de los paneles estampados expuestos que ingresaron al área de hojalatería, posteriormente los datos fueron ordenados y clasificados, agrupándolos de mayor a menor relevancia, usando un diagrama de Pareto para poder representar gráficamente los defectos con mayor incidencia en los paneles estampados expuestos. En la gráfica 2 podemos observar el diagrama de Pareto con el defecto con mayor afectación.

Gráfico 2. Diagrama de Pareto

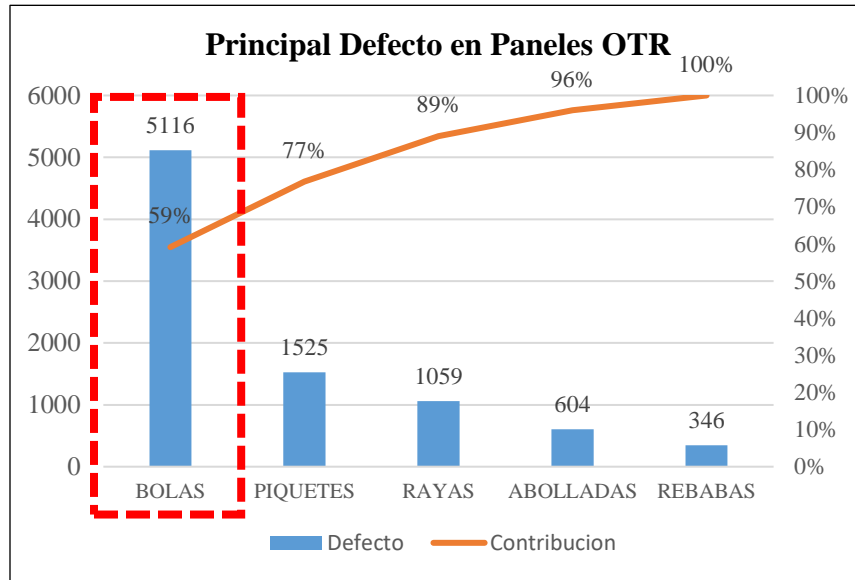


Gráfico 2. Reporte QRQC_Estampado A1, QA

La principal afectación en la producción de partes expuestas (OTR), corresponde al defecto de bolas con grado V2 (reparable), dicho defecto puede ser ocasionado por la suciedad que presente la plantilla de acero en su superficie o por alguna otra partícula y/o residuo que se encuentre presente en la matriz del troquel PB.

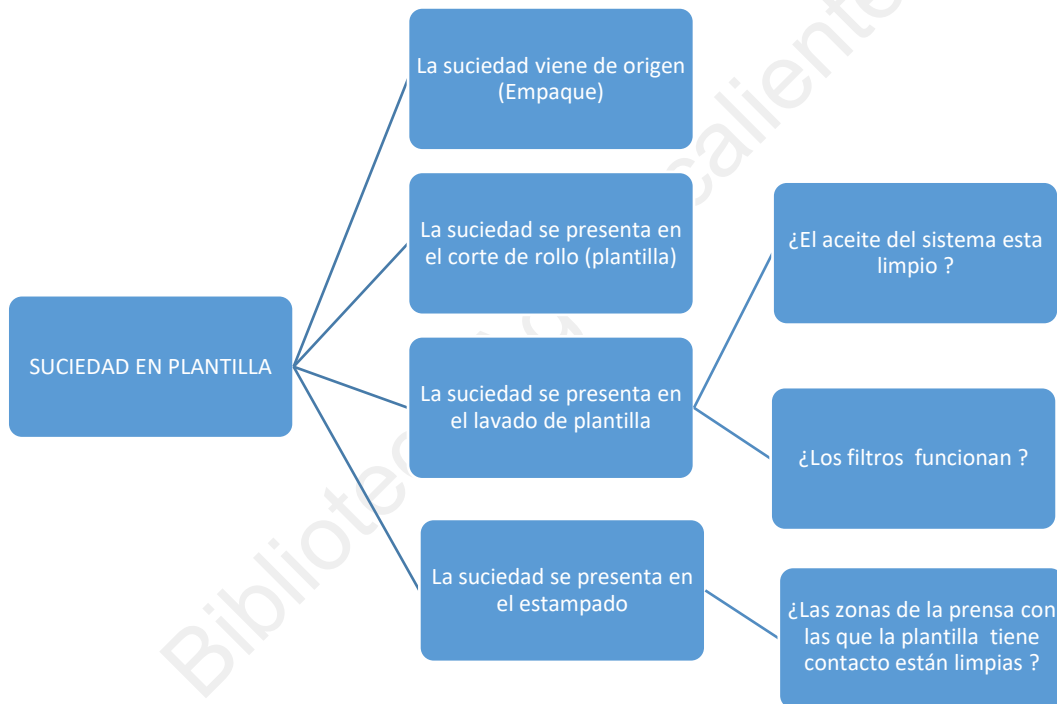
Además de que esta condición ha contribuido al incremento de material a recuperación, también está afectando a otros indicadores como productividad, eficiencia y tiempo extra.

d. Objetivo

Como se mencionó anteriormente, el defecto de bolas es ocasionado por la suciedad que presente la plantilla de acero en su superficie o por alguna otra partícula y/o residuo que se encuentre presente en la matriz del troquel PB. Por lo que **el objetivo es eliminar la suciedad de la superficie en la plantilla de acero.**

En el diagrama 1. Podemos observar las preguntas de investigación que consideramos para la generación de ideas de investigación que nos oriente hacia a la solución de la problemática citada; Suciedad en la plantilla.

Diagrama 1. Preguntas de investigación



El análisis realizado a la problemática que sustenta la determinación del objetivo del proyecto será detallado en el capítulo 5, en el desarrollo de la metodología.

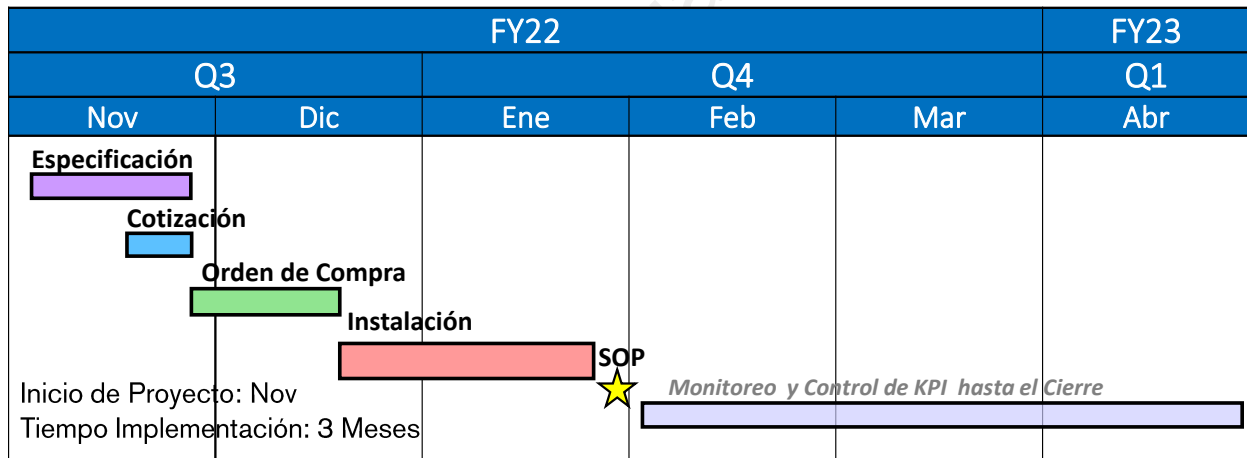
3. Planteamiento del Proyecto y Justificación

Partiendo del análisis realizado a la problemática actual para la determinación del objetivo y alcance de lo que se quiere lograr, la implementación del proyecto hasta su cierre tendrá una duración aproximada de seis meses, iniciando con el desarrollo de la especificación, concurso y revisión técnica con los proveedores, llevando a cabo la gestión de cotizaciones hasta obtener la orden de compra con el proveedor que resulte seleccionado. Una vez que se obtenga la orden de compra del pedido se inicia la ejecución de todo lo que fue requerido llevando a cabo la instalación del equipo hasta llegar a la conclusión del cien por ciento de las actividades que fueron planeadas para poner en marcha el equipo para alcanzar el objetivo de la producción masiva demandada.

Finalmente se observarán los resultados por medio del monitoreo y control del indicador (KPI) OTR DR, midiendo cuanto material (REC) con defecto de bola entra al área de hojalatería.

En el diagrama 2. se muestra el Gantt con los MILESTONE (“HITO”) del proyecto.

Diagrama 2. Gantt con los MILESTONE del proyecto.



a. Business Case

Un business case se define como la herramienta que fundamenta la planeación y la toma de decisiones respecto a un proyecto, mostrando los flujos de efectivo a través del tiempo incluyendo los métodos y razones financieras utilizadas para determinar el costo y beneficio que traerá consigo la realización del proyecto.

Dicho lo anterior, la aprobación de la inversión para la implementación del proyecto está fundamentada por la elaboración del business case que fue preparado para el comité aprobador de proyectos de inversión, en el cual se representa el impacto de la propuesta en términos de flujo de efectivo y el periodo de recuperación de la inversión, basado en el análisis de costo beneficio en el cual se mide cada costo y beneficio en el análisis financiero, los resultados del business case fueron obtenidos por medio de la implementación de la combinación de los métodos financieros; flujo de efectivo descontado y tasa interna de retorno y periodo de recuperación, por lo que asumiendo la ejecución del proyecto de renovación de equipo, con un monto de inversión estimado de \$30,000.00 dólares, se tendrá un retorno de inversión superior al capital invertido en un periodo de 1.4 años y se espera que a partir de la implementación del proyecto se obtenga un beneficio de manera anual en los siguientes tres años por todos los costos que serán evitados relacionados al material dañado y mano obra por reparación, bajo esta suposición se reconoce que no existe riesgo relacionado a la implementación del proyecto y los rendimientos serán optimizados.

En el diagrama 3. Se muestra el resultado del beneficio anual esperado y el periodo de recuperación de inversión.

Diagrama 3. Business case

[Economic Benefit/Result]Investment amount: **30KUSD**

	FY23	FY24	FY25	NPV-R	2.61
Saving A-B	\$ 34,675.76	\$ 40,772.82	\$ 47,918.80	Pay Back period	1.14

[A; Cost estimation for current condition]

Item	FY23	FY24	FY25
Material Cost (NG)	\$ 19,904.40	\$ 23,885.28	\$ 28,612.57
Labor Cost for H/W	\$ 16,761.80	\$ 19,276.08	\$ 22,167.49
Total	\$ 36,666.20	\$ 43,161.35	\$ 50,780.06

[B; Cost estimation after Overhaul Washer System]

Item	FY23	FY23	FY24
Material Cost (NG)	\$ 1,990.44	\$ 2,388.53	\$ 2,861.26
Labor Cost for H/W			
Total	\$1,990.44	\$ 2,388.53	\$ 2,861.26

b. Alcance

La suciedad en la superficie de la plantilla será eliminada por medio de la renovación al sistema de lavadora para la mejora de calidad, añadiendo dos filtros de alto flujo de retención de partículas de 10 micras nominales y 30 micras absolutas.

El proyecto se desarrolla y se ejecuta en el proceso de estampado en el área de lavadora dentro de planta vehículos Nissan A1. Tomando en cuenta el flujo actual de inyección de aceite del sistema de lavadora la adición de los dos filtros de alto flujo será colocados en el área ubicada después del tanque A0 y antes del filtro de 5 micras.

En el diagrama 4. Se ilustra la propuesta de modificación al Layout actual del sistema de la lavadora, indicando el lugar donde quedarán instalados los dos filtros de alto flujo.

Diagrama 4. Propuesta Layout para renovación al sistema de lavadora.

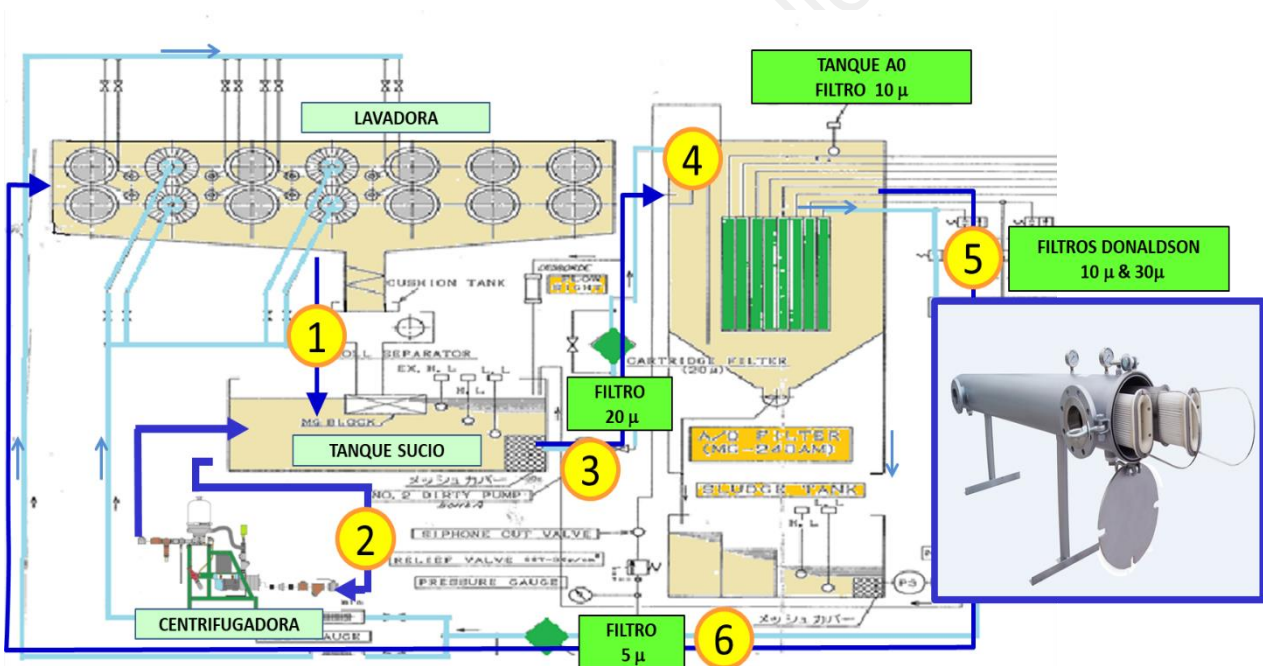


Figura 5. Manual de lavadora de Estampado A1

c. Requerimientos

Como parte al seguimiento de la oportuna ejecución del proyecto, se discutieron cuáles podrían ser los principales riesgos en caso de que alguno MILESTONE (“HITO”) no fuera ejecutado dentro del lapso de tiempo programado, en este caso el MILESTONE (“HITO”) orden de compra es el de mayor riesgo ya que ya que si se atrasa el inicio o el término de esta actividad atrasaría a todas las actividades subsecuentes del proyecto.

Por este motivo se gestionará el requisito de cumplimiento por medio de la matriz de trazabilidad de requisitos.

En el diagrama 5. se muestra la matriz de trazabilidad de requisitos para el cumplimiento del MILESTONE.

Diagrama 5. Matriz de trazabilidad de requisitos

Matriz de Trazabilidad de Requisitos								
NOMBRE DEL PROYECTO					Overhaul Washer System Project			
INFORMACION DE REQUISITOS					RELACION DE TRAZABILIDAD			
ID	Requisito	Prioridad	Categoría	Fuente	Objetivo	Entregable	Métrica	Validación
G16	Terminar proceso de validación de la cesta de compra dentro del periodo estandar (4 semanas)	Alta	Finanzas/ Compras	V-preng Osver Tabares	Actividad de ruta critica Riesgo de atrasar la ejecucion de la instalacion programado	Orden de compra	Revisión diaria de estatus de aprobación de cesta de compra	Estandar de flujo de aprobación cesta de compra

d. Matriz de asignación de responsabilidades

Para la realización del proyecto y cumplimiento de los objetivos calidad, costo y tiempo es necesario integrar un equipo de trabajo, el cual será responsable de la ejecución y seguimiento a las tareas asignadas. Deberá contar con excelentes habilidades de comunicación, trabajo en equipo, y para la solución de problemas que se presenten.

Las responsabilidades asignadas sobre el proyecto, se estipulan en la matriz RACI, una tabla bidimensional en la cual se asignan el grado de responsabilidad de las personas involucradas, donde en las columnas se define el nombre de cada participante del proyecto y en las filas las responsabilidades generales, las cuales, en las intersecciones entre estas, se pondera cualitativamente el grado de responsabilidad a cada integrante del proyecto.

El nombre RACI, proviene del acrónimo **(R) Responsable:** persona responsable de la ejecución directamente y supervisando a un equipo, **(A) Aprobador:** persona que aprueba el resultado de tareas y una vez concluida, considere el cumplimiento de los objetivos, **(C) Consultor:** persona que da soporte a la ejecución de tareas ofreciendo consultoría sin participar en la ejecución y finalmente **(I) Informado:** indica

a la persona que debe de estar informada de los avances y ejecución de las tareas sin que tenga participación en estas.

Con esto, cada participante asume un rol y reporta los resultados o se involucra, dependiendo del grado de responsabilidad asignada. En el diagrama 6. se ilustra la tabla RACI del proyecto.

Diagrama 6. Tabla RACI.

Responsibility Chart Renovación al sistema de lavadora		NMEX								PROVEEDOR	
		VPRENG Direccion	Calidad Estampado	Produccion Estampado	Mantenimiento Estampado	Ingeniería de proceso Estampado	Finanzas	Compras	Vpreng Estampado	Sales	
Autorización de cesta de compra	Definir orden interna, cuenta, centro de costos	A				I	R			I	
	Especificación del preparador para solicitar cotización	A	I	I	S	S			I	R	
	Emision de Requerimiento de cotizaciones (RFQ)	A			I	I			I	R	
	Conseguir Best Price ("Precio optimo")	A							R	I	
	Lanzar Cesta de compra (SB)	A							I	R	
	Actualizar programa de pagos (Gantt) para el control de presupuesto	A				R	I			I	
	Presentacion ejecutiva para explicacion de cesta de compra (SB)	A	S	S	S	S	I			R	
	Explicacion de SB al comité DOAde aprobadores para su autorización	A			S	S	I		I	R	
	Seguimieto autorizacion de SB con el comprador	A					S	S	R	R	
	Emision de Orden de compra (P.O)	A							R	I	
Importacion filtros	Junta de Kick off ("Arranque de proyecto") con planta & proveedor	A	S		S	S				R	I
	Definir la fecha de entrega de los filtros y materiales requeridos	A						S	R	I	
	Compartir P.O al proveedor para proceder con el embarque	A						R	I	I	
	Preparacion de materiales de proveedor a embarcar a planta	A						I	I	R	
	Rastreo de embarque de material	A						R	I	S	
	Entrega de material a planta	A						I	A	R	
	Pago de factura a proveedor	A					I	S	R	I	
		A			S	R			S		
Instalación Off process ("Fuera de línea")	Preparar permisos para trabajo dentro planta para proveedor	A			S	R				S	
	Fabricacion de sub ensables para adaptacion del sistema actual	A			S	I			I	R	
	Control de material nuevo de entrada en el almacen	A			S	R			I	S	
	Preparar conexiones hidraulicas y modificar sistema contra incendio	A			S	S			I	R	
	Preparar tanques de filtro y mangueras para conexión al sistema actual	A			S	I			I	R	
	Instalar la conexicon de equipo (Nuevos filtros)	A			R	I			I	S	
	Llenado de aceite en nuevos tanques	A		R	S	I			I	S	
	Conexión total al flujo de aceite	A		I	R	I			I	S	
	Encendido de sistema de lavadora y pruebas	A	I	I	R	I			I	S	

e. Plan de comunicaciones

El plan de comunicaciones del proyecto describe cómo, cuándo y por medio de quién se administrará y difundirá la información del proyecto. En el diagrama 7. Se ilustra el formato utilizado para la ejecutar el plan de comunicación del proyecto, citando como ejemplo la junta diaria de preparativos.

Diagrama 7. Formato de control de plan de comunicaciones

Mecanismo	Descripción y Objetivo	Medio	Periodicidad	Audiencia	Responsable
Reunión de preparativos	Establecer las actividades siguientes a realizar y confirmar si hay obstáculos para el cumplimiento	Vía zoom	Junta diaria de 9:00AM a 10:00AM	Producción Calidad Mantenimiento Compras Finanzas	VPRENG Estampado

4. Análisis de viabilidad

En esta sección se planteará la viabilidad del proyecto, demostrando que es factible técnica, económica y ambientalmente. A continuación, se describe la factibilidad de cada una de las áreas que fueron seleccionadas.

a) Factibilidad técnica

El personal de V-preng de planta estampado cuentan con amplio conocimiento y experiencia en desarrollo de proyectos de modificación y/o instalación de máquinas y /o nuevos equipos, sin embargo, es necesario adquirir los conocimientos en sistemas de filtrados para modificar el equipo actual. Estos conocimientos serán obtenidos por medio de cursos, seminarios e incluso certificaciones para el conocimiento especializado.

El estudio de nuevas tecnologías en sistemas de filtrados nos permitió abrir el panorama para plantear la propuesta de integrar al circuito de inyección de aceite de la lavadora, la tecnología de sistema de filtración de alto flujo (FILTRO P-RL)

Se determinó la factibilidad técnica al confirmar el sistema de rodillos de la lavadora, encontrando que el aceite que es inyectado a la plantilla por medio de estos rodillos contiene partículas extrañas y estas partículas se quedan impregnadas en la superficie de la plantilla.

Al revisar el flujo de inyección de aceite de la lavadora, se encontró el área de oportunidad en el sistema de filtrado de aceite, ya que las partículas de 10 micras no estaban siendo del todo retenidas por los filtros actuales, encontrando también que el sistema no cuenta con ningún filtro que retenga las partículas igual o mayor a 21 micras, dicho lo anterior se demostró que es técnicamente viabilidad renovar el sistema de lavadora, adicionando los filtros de alto flujo para optimizar la retención de partículas de 10 micras y garantizar la retención de partículas hasta de 30 micras, ya que la suciedad presentada en la plantilla ocasiona el defecto de bola en el panel estampado.

b) Factibilidad económica

Existen 224 filtros instalados en el sistema de lavadora, los cuales son de fabricación especial y de origen asiático, el remplazo de cada filtro tiene un costo de \$ 484.00 dólares, por lo cual se tendría que ejercer una inversión mayor de \$100,000.00 dólares para remplazar el total de filtros, si bien al realizar el cambio

de los filtros se garantizará la retención de partículas de 10 micras, las partículas igual o mayor a 21 micras seguirán fugándose provocando la contaminación en la plantilla. Se determinó la factibilidad económica al comparar los costos respecto a la propuesta de integrar al circuito de inyección de aceite de la lavadora, la tecnología de sistema de filtración de alto flujo (FILTRO P-RL), con ello se logra el menor costo de inversión en comparación de realizar el remplazo de los 224 filtros originales.

La inversión requerida para este proyecto es \$30,000.00 dólares y tomando en cuenta que el retorno esperado es superior al capital invertido este proyecto es económicamente viable. En el diagrama 8. Se ilustra el retorno esperado por año posterior a la instalación demostrando que a partir del primer año el retorno esperado es superior al capital invertido.

Diagrama 8. Retorno esperado años fiscales siguientes

FY23	FY24	FY25
\$ 34,675.76	\$ 40,772.82	\$ 47,918.80

c) Sostenibilidad ambiental

Con la adición de filtros de alto flujo al sistema actual de lavadora se lograra prolongar la vida útil de la aceite de lavado, con esta implementación el aceite se mantendrá limpio, libre de partículas contaminantes y en óptimas condiciones para continuar con su uso, al incrementar la durabilidad del aceite se reducirá la frecuencia de realizar el cambio total de aceite en el sistema de lavadora y con ello se contribuirá a reducir el impacto ambiental que genera la disposición de aceite sucio, específicamente cuando pasa al proceso de destilación el cual consiste en transformar el aceite en nuevos productos o materias, a pesar que estos procesos están regulados por la normativa ambiental, el impacto ambiental es inminente.

Por otro lado, es preciso decir que al aumentar la durabilidad del aceite en el sistema de lavadora se contribuirá a disminuir la demanda de compra de aceite nuevo, esto favorecerá a la reducción de las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera y uso de recursos no renovables como el petróleo, gas natural, etc. que se requieren para la fabricación de nuevos aceites.

Respecto a la tecnología del material con el que están fabricados los nuevos filtros de alto flujo, estos requerirán menores remplazos por nuevos, hasta 28 veces menos, a diferencia de los filtros convencionales, con ello se contribuye a reducir la cantidad de basura presente en los vertederos, minimizando la contaminación del suelo y mantos acuíferos, por estas razones se determinó que la implementación del proyecto cumple con la sostenibilidad ambiental.

5. Metodología

La metodología seleccionada para el desarrollo del proyecto es QC-STORY (“RELATO DE CONTROL DE CALIDAD”) ya que esta herramienta permite solucionar problemas usando como estructura el ciclo de mejora continua de P.D.C.A (Plan. Do. Check. Action.)

La metodología QC STORY es de filosofía de investigación positivista ya que se base en el método científico, recolectando evidencia medible y asume la objetividad y repetibilidad de los hechos, y, o fenómenos.

En este sentido la investigación realizada para este proyecto se llevó a cabo con la recolección de evidencia medible, usando los métodos de recolección de datos tales como; el muestreo y las observaciones.

El enfoque de investigación de la metodología QC-STORY es deductivo porque permitirá determinar la causa raíz de la problemática, llevando a cabo el análisis de los factores relacionados, partiendo de lo general a lo particular y con ello deducir e implementar la solución al problema por medio de la estrategia de investigación de acción y experimento, que implícitamente se desarrollan en los pasos 4 y 5 de la metodología QC STORY que están relacionados en la etapa DO (“*HACER*”) de la estructura del ciclo de mejora continua P.D.C.A, dicho lo anterior durante el desarrollo del paso 4 y 5 de la metodología se implementó la estrategia de investigación-acción para poder determinar cuál tamaño de partícula causa el defecto de bola en los paneles estampados y posteriormente la estrategia investigación de experimento, para confirmar que el tamaño determinado de partícula causa el defecto, obtenido resultados consistentes al replicar el estudio.

Siguiendo con la implementación de la metodología, una vez determinada la causa del defecto se procede a determinar e implementar las acciones correctivas necesarias para su eliminación.

Finalmente, el desarrollo de la metodología en el horizonte de tiempo es transversal, sin embargo, los resultados obtenidos de las acciones correctivas implementadas se continuarán monitoreando para confirmar su efecto en los meses posteriores.

La metodología de QC-STORY se conforma de nueve pasos y la estructuración de su implementación se basa en el ciclo de mejora de P.D.C.A. En el diagrama 9. Se ilustra el esquema de los 9 pasos de la metodología QC-STORY y su relación con de implantación de la estructura del ciclo de mejora continua de P.D.C.A

Diagrama 9. Esquema QC-STORY en la estructura del PDCA



(ESTRUCTURA DEL P.D.C.A. (QC STORY), 2022)

I. PLAN ("PLANEAR"): En esta etapa se establece el plan de trabajo previo a comenzar cualquier actividad de mejora relacionada al proyecto el trabajo, dentro de esta etapa se desarrollan 3 pasos, a continuación, se explicará cada uno.

1. **Selección del tema:** En este primer paso se define el problema a solucionar o tema a mejorar.

Como anteriormente se mencionó el principal problema en la producción de las partes expuestas (OTR), corresponde al defecto de bolas con grado V2 (reparable), dicho defecto es ocasionado por la suciedad que la plantilla de acero pueda traer en su superficie o por alguna otra partícula y/o residuo que se encuentre presente en la matriz del troquel PB. Dicho lo anterior **se define el problema a solucionar es la suciedad de la plantilla.**

2. **Razón de la selección:** En este segundo paso se explica por qué fue elegido el problema o tema, mostrando con antecedentes la importancia y la prioridad de resolver el problema o mejorar el tema elegido.

Comparando el históricos de material a recuperación se registró un aumento considerable en el ingreso de material a recuperación en el área de hojalatería, derivado a la reparación de paneles estampados que fueron producidos con defecto grado V2 (defecto reparable) denominado bola.

Gráfico 1. OTR DR (%) histórico

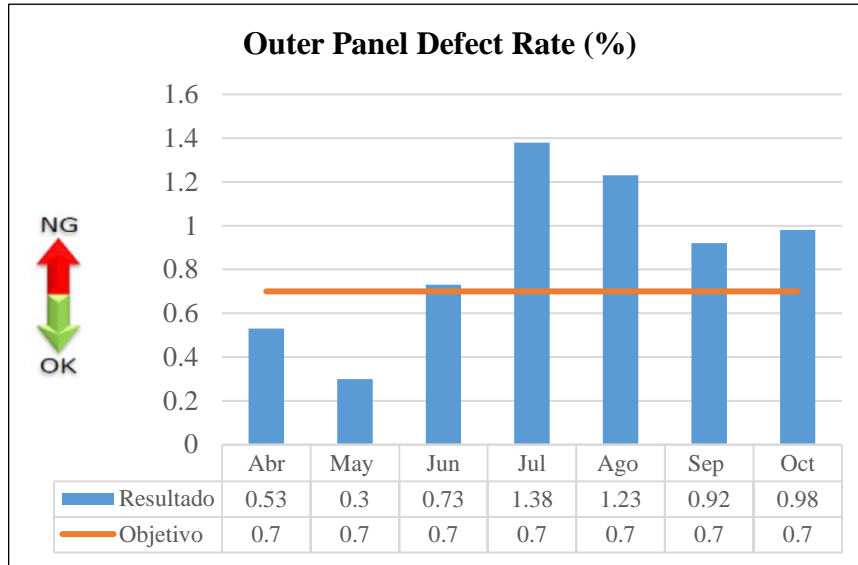


Gráfico 3. Reporte QRQC _Estampado A1, QA

Los defectos registrados con mayor incidencia en los paneles estampados expuestos, fueron representados en un diagrama de Pareto.

Gráfico 2. Diagrama de Pareto.

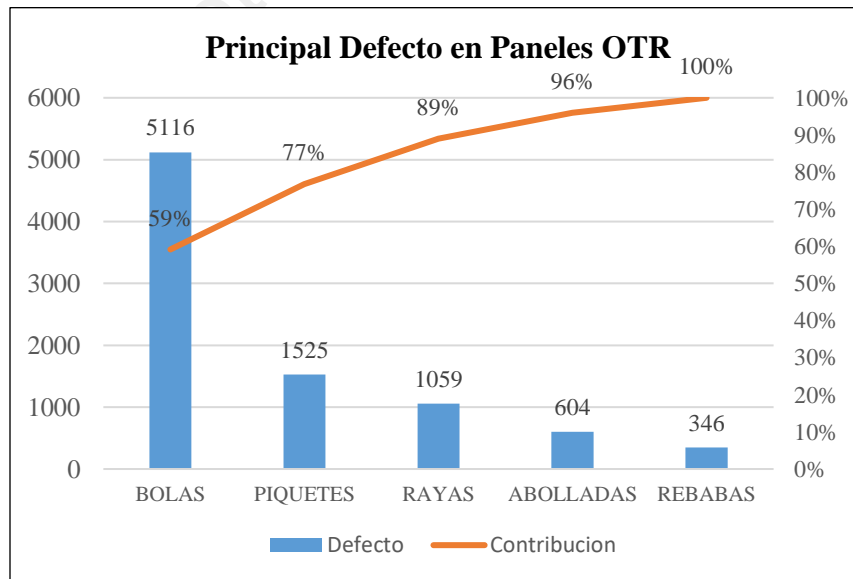


Gráfico 4. Reporte QRQC _Estampado A1, QA

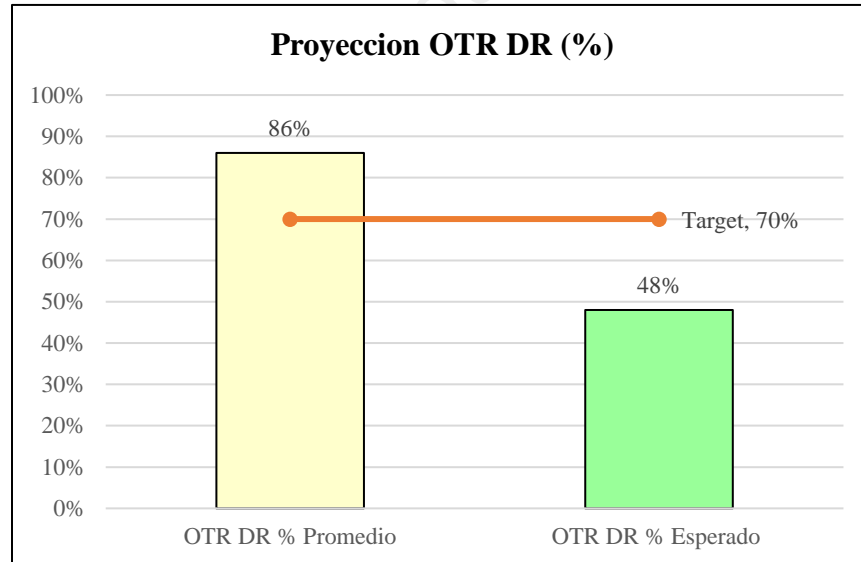
3. **Establecimiento de objetivos y plan de acción:** En este tercer paso se fijará el objetivo, el cual debe de estar de acuerdo con la selección del tema y la razón de la selección, este objetivo debe de ser medible y alcanzable. Para establecer el objetivo, se debe hacer las siguientes preguntas; ¿Qué se va a mejorar?, ¿Hasta cuándo se va a lograr? & ¿Cuánto va lograr?, una vez que el objetivo ha sido establecido, se determina el plan de acción, asentando por escrito todas las actividades del proyecto, los responsables de cada actividad y se define el equipo de trabajo.

A continuación, se fija el objetivo del proyecto, dando respuesta a las preguntas de del paso 3 para establecimiento de objetivo.

- i. ¿Qué?; **Eliminar la suciedad en la plantilla.**
- ii. ¿Cuanto?; **Reducir afectación de 0.86 % a 0.48% del KPI de calidad OTR DR.**
- iii. ¿Cuando?; **Febrero, 2023.**
- iv. ¿Razon?; **Alcanzar el objetivo de 0.70% del KPI de calidad OTR DR al termino del mes de Febrero, 2023.**

En la gráfica 4. Podemos observar el resultado esperado del KPI de calidad OTR DR

Gráfico 4. Proyección OTR DR (%)



En el Diagrama 10. Podemos observar el plan de acción establecido de las actividades.

Diagrama 10. Programa de actividades

PLAN

QUE	PORQUE	QUIEN	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	COMO	DONDE
CONOCIMIENTO DE LA SITUACION ACTUAL	PARA CONOCER COMO SE PRESENTA EL PROBLEMA	TODOS EL GRUPO	[Barra]						FISICAMENTE EN CAMPO	PLANTA ESTAMPADO
ANALISIS	DEFINIR LA CAUSA RAIZ	TODOS EL GRUPO	[Barra]						MEDIANTE LA COMPROBACION DE FACTORES	LAVADORA
PLAN DE ACCIONES CORRECTIVAS	DAR SEGUIMIENTO A ACTIVIDADES	RESPONSABLE SEGÚN ACTIVIDADES		[Barra]					MEDIANTE APLICACION DE 5W / 1H	DONDE SE REQUIERA
EJECUCION DE ACCIONES CORRECTIVAS	ELIMINACION DE CAUSA RAIZ.	RESPONSABLE SEGÚN ACTIVIDADES			[Barra]				MEDIANTE SEGUIMIENTO A PLAN DE CONTRAMEDIDAS	DONDE SE REQUIERA
EVALUACION DE RESULTADOS	CONFIRMACION DE EFECTO DE LAS CONTRAMEDIDAS	TODOS EL GRUPO				[Barra]			COMPARATIVO DE GRAFICAS ANTES Y DESPUES DE EJECUCION DE	PLANTA ESTAMPADO
ESTANDARIZACION	EVITAR REINCIDENCIA	TODOS EL GRUPO				[Barra]			MODIFICAR Y/O ACTUALIZAR DOCUMENTOS	LAVADORA
REFLEXION Y TAREAS FUTURAS	CONTINUAR CON LA MEJORA CONTINUA	TODOS EL GRUPO						[Barra]	EN BASE A RESULTADOS OBTENIDOS	AREA DE JUNTAS

II. DO (“Hacer”): En esta etapa se debe realizar el trabajo conforme al plan establecido, dentro de esta etapa se desarrollarán los pasos del 4 al 6 de la metodología de QC-STORY.

4. **Conocimiento de la situación actual:** Revisar exhaustivamente la condición real de la problemática a través de los datos generados de los factores relacionados a las 4Ms (Material, Método, Mano de obra, Maquina), confirmando la condición real contra la norma establecida para poder emitir un juicio, siempre que el juicio sea “NG” se considera como factor potencial. Realizar resumen de los factores potenciales para poder avanzar al paso siguiente (Análisis).

En la Figura 6. Podemos observar el LAYOUT básico de Planta Estampado

Figura 6. LAYOUT básico de planta estampado

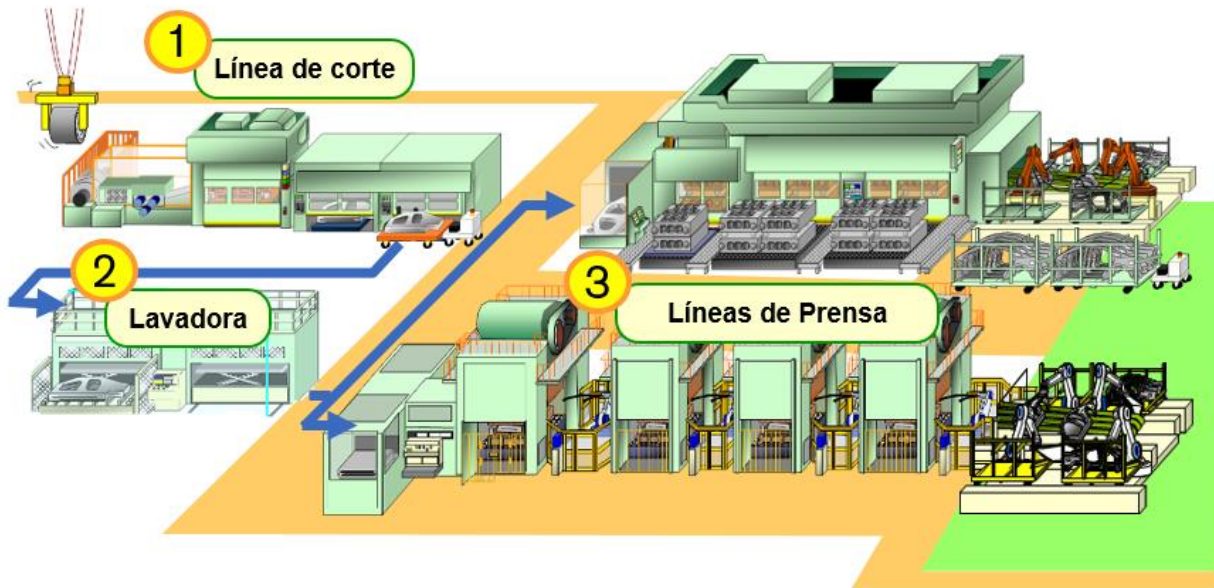


Figura 6. (NISSAN MOTOR CO., LTD., 2009)

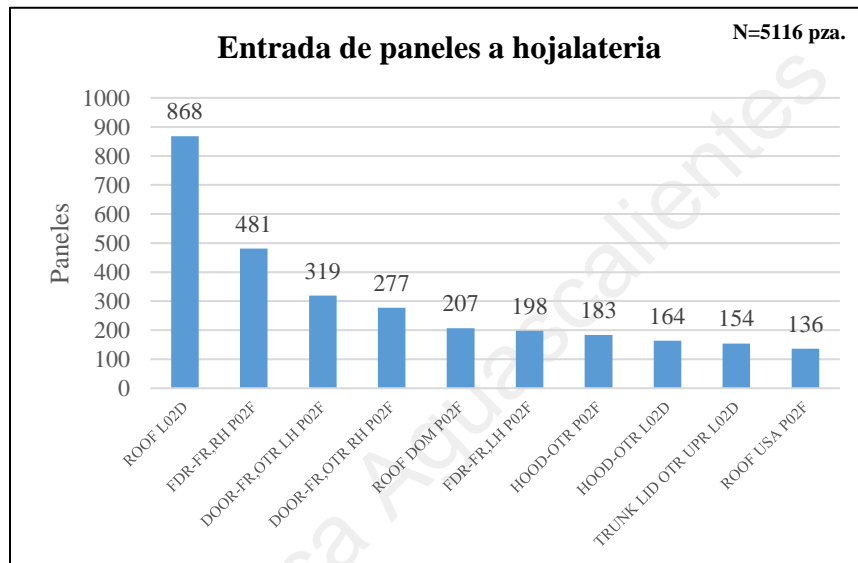
El rollo de acero es cortado en plantillas con la silueta deseada en la línea de corte (1) las cuales serán apiladas una encima de otra hasta obtener pacas de plantillas alineadas, posteriormente las plantillas que serán utilizadas para el estampado de partes expuestas (OTR) son ingresadas a la estación de lavado de plantilla también conocida como lavadora (2), pasando por una estación de rodillos aspersores los cuales inyectan aceite para el lavado de la plantilla, enseguida las plantillas pasan por unos rodillos de cepillado que tienen como propósito retirar las impurezas de la superficie de la plantilla, finalmente para concluir el proceso de lavado, las plantillas pasaran por unos rodillos de secado para retirar el exceso de aceite en la

superficie, posteriormente, la plantilla es procesada en las líneas de prensa (3) utilizando un conjunto de troqueles para poder generar un panel estampado.

Las pacas de plantilla que están ingresando a las líneas de prensa presentan suciedad inclusive si han sido lavadas.

En la gráfica 3. Podemos observar la incidencia del defecto en los paneles estampados de mayor a menor ocurrencia de afectación, los cuales ingresaron al área de hojalatería para su reparación.

Gráfico 3. Relación de partes afectada por defecto de Bolas



Grafica 5 Reporte QRQC _Estampado A1, QA


Se elaboró un F.T.A (FACTOR TREE ANALYSIS) (“ANÁLISIS DE ARBOL DE FACTORES”), analizando las 4M (Mano de obra, Material, Método y Maquina), para encontrar cuales son los factores que pueden provocar la suciedad en la plantilla.

En el diagrama 11. Podemos observar el análisis de árbol de factores

Diagrama 11. Análisis de árbol de factores

4M	FACTOR	NORMA	REAL
MANO DE OBRA	CHEQUEO DE ROLLOS EN EL RECIBO	EMPAQUE DE SIN DAÑOS, ROLLO LIBRE DE OVALAMIENTO EN DIAMETROS EXTERIORES E INTERIORES, SIN GOLPES & SIN OXIDO	OK
	ABASTECIMIENTO DE ROLLO A BLANKING	CARRO PORTA ROLLO SIN SUCIEDAD, GRASA, ACEITE & PARTICULAS EXTRAÑAS	OK
		LIMPIEZA DE ROLLO (CEPILLADO CON CERDAS METALICAS EN CANTOS DE ROLLO)	OK
MATERIAL	APARIENCIA DEL ROLLO	LIBRE DE GOLPES, SUCIEDAD, OXIDO, RAYAS & OVALAMIENTOS	OK
	ALTURA DE REBABA DE PLANTILLA	MAX. 0.30 mm	< 0.30 mm
METODO	H.O.E	RESPECTO A LOS PASOS PRINCIPALES & CRITICOS	OK
MAQUINA	LIMPIEZA COMPONENTES DE BLANKING	LIBRE DE SUCIEDAD Y/O PARTÍCULAS EXTRAÑAS	OK
	LIMPIEZA COMPONENTES LAVADORA	LIBRE DE SUCIEDAD Y/O PARTÍCULAS EXTRAÑAS	OK
	LIMPIEZA COMPONENTES PRENSA	LIBRE DE SUCIEDAD Y/O PARTÍCULAS EXTRAÑAS	OK
	LIMPIEZA TROQUEL PA & PB	LIBRE DE SUCIEDAD, REBABAS, POLVO DE ZINC Y/O PARTÍCULAS EXTRAÑAS	OK
	ACEITE LAVADORA	CODIGO DE LIMPIEZA ISO 4406. ESTANDAR DE MEDICION 11/10/09 (TAMAÑO DE PARTICULA MENOR 21 MICRAS)	13/8/09 PARTICULAS > 21 MICRAS

A continuación, se muestra el resumen de los factores que resultaron potenciales a la problemática;

4M	FACTOR	NORMA	REAL	JUICIO
MAQUINA	ACEITE LAVADORA	CODIGO DE LIMPIEZA ISO 4406. ESTANDAR DE MEDICION 11/10/09 (TAMAÑO DE PARTICULA MENOR 21 MICRAS)	13/8/09 PARTICULAS > 21 MICRAS	

5. **Análisis:** Definir la causa raíz y realizar la comprobación en base a los factores encontrados en la etapa de la situación actual. Comprobar sin falta las causas (Reproducción del defecto).

Después de terminar la evaluación de todos los factores se determinó que el defecto es ocasionado por la suciedad que lleva la plantilla de acero, la cual está siendo utilizada para el estampado, **esta suciedad proviene del aceite del sistema de lavadora (Máquina)**, como anteriormente se mencionó, la plantilla ingresa a la lavadora después de haber sido cortada a la silueta requerida para remover todas las impurezas de la superficie, sin embargo la plantilla sale sucia de la lavadora y cuando es estampada bajo esta condición se genera el defecto de bola, el cual es percibido hasta que se realiza la inspección del panel, la inspección del panel consiste en pasar un par de veces una piedra tipo lima sobre la superficie del panel estampado para encontrar el defecto.

Partiendo del concepto de que todo efecto está causado por una acción previa. En la figura 7. Se ilustra la **relación de causa y efecto siguiente; el defecto de bola es generado en los paneles estampados por las distintas partículas que están adheridas en la plantilla, suciedad proveniente de la lavadora.**

Figura 7. Relación Causa~ Efecto; “Suciedad en plantilla ~ Defecto de bola”

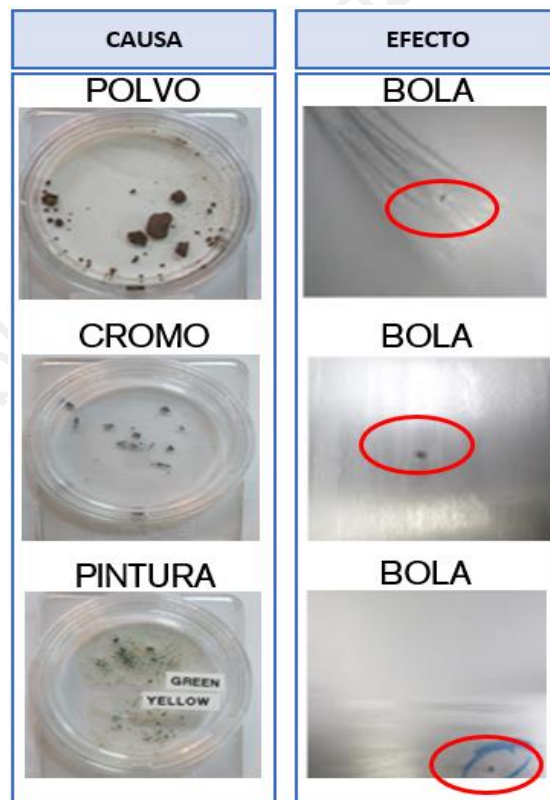


Figura 7. Reporte de Calidad Estampado

En el diagrama 12. Se ilustra el proceso de lavado de plantilla indicando la entrada y salida de la lavadora.

Diagrama 12. Proceso de lavado de plantilla

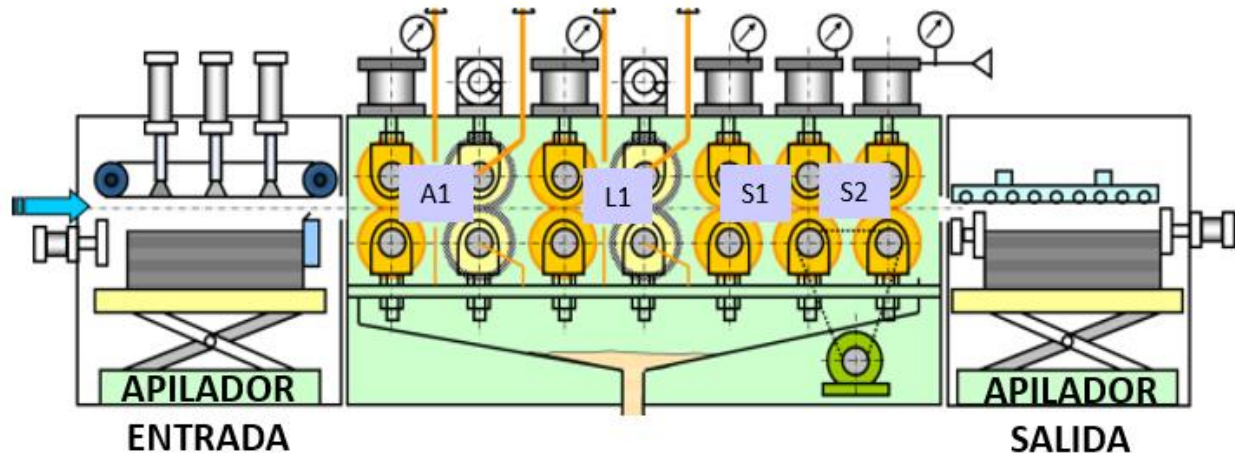


Figura 8. Manual de lavadora de Estampado A1

Se realizó la evaluación del sistema de lavadora, partiendo de la revisión de la estación de los rodillos de cepillado de plantilla, la evaluación se realizó ingresado al sistema una paca de plantillas de la parte (OTR) RR DOOR OTR RH (“PUERTA TRASERA DERECHA”).

Previamente se confirmó la condición de limpieza y desgaste de los componentes de la máquina; Apilador de entrada (donde se coloca la paca de plantilla), ventosa de vacío (para la sujeción de plantilla) y banda de imanes (la cual transporta la plantilla del apilador hacia la estación de los rodillos de lavadora), se observó que los componentes no presentaban ninguna suciedad ni desgaste, por lo que se descartó que la plantilla se estuviera contaminando durante el ingreso al sistema, puesto que en los componentes no se acumula ninguna partícula extraña que pudiera adherirse a la superficie de la plantilla, sin embargo cuando iniciaba el lavado de la primera plantilla, se observó que el aceite inyectado a la plantilla presentaba partículas extrañas de distintos tamaños (micras) y que estas partículas se quedaban adheridas a la superficie de la plantilla por lo que al terminar el ciclo de lavado la plantilla salía del sistema con suciedad.

Tomando algunas plantillas lavadas del apilador de salida se procedió a investigar a que partículas correspondía la suciedad encontrada, realizando un análisis con microscopio para determinar el tamaño y composición de estas partículas.

En la tabla del diagrama 13. Se resume la condición y las observaciones encontradas en la estación de los rodillos de cepillado de la lavadora.

Diagrama 13. Resumen revisión de la estación de rodillos de la lavadora.

Rodillo	Condición	Observaciones
A1 Aspersor	OK	Se inyecta aceite con partículas extrañas. Se tomó muestra del aceite inyectado.
L1 Cepillado	OK	Condición de cepillos sin anomalías.
S1 Secador	OK	Se detecta partículas en la superficie de la plantilla.
S2 Secador	OK	Las partículas se mantienen en la superficie de la plantilla, pero en menor cantidad que las registradas en el la estación de S1.

Las partículas extrañas contenidas en la superficie de la plantilla de acero fueron observadas microscópicamente permitiendo determinar la composición de su material y con ello se logró identificar su origen, así mismo se determinaron los tamaños de las partículas de todas las muestras que fueron recolectadas, incluyendo las partículas de la muestra de aceite tomada de los rodillos A1. Encontrando en su gran mayoría partículas de tamaño de 10 micras y en menor cantidad otras partículas de tamaño de hasta 21 micras.

Por otro lado, se tomó una muestra de aceite para su análisis correspondiente, la muestra fue tomado del dren del sistema de lavadora del tanque A0 donde se encuentran instalados los 224 filtros de 10 micras, encontrando que el aceite inyectando del tanque A0 hacia el sistema de lavado (estación de rodillos) tiene partículas de tamaños de 10 y 21 micras, dicho lo anterior se asumió **que la causa raíz del problema de suciedad en la plantilla corresponde a que filtros de la lavadora no están reteniendo estas partículas y por esta razón cuando se lava la plantilla sale sucia.**

Con la condición de suciedad de las plantillas de RR DOOR OTR RH (“*PUERTA TRASERA DERECHA*”) que previamente habían sido lavadas, fueron llevadas a la línea de prensa para ser estampadas, iniciando con el formado del panel (PB) hasta obtener la pieza final del último proceso para comprobar la causa del defecto (Reproducción de defecto) y también determinar cuáles partículas específicamente ocasionan el defecto de bola durante el formado de un panel estampado.

Finalmente se confirmó que los paneles estampados que fueron procesados usando las plantillas que contenían las partículas que alcanzaban tamaños de 21 micras, generan el defecto de bola en el panel estampado. Por lo que se redefinió **que la causa raíz del problema de suciedad en la plantilla corresponde a que el sistema de la lavadora no tiene filtros para retener partículas iguales o mayores a 21 micras.**

En el diagrama 14. Se ilustra la identificación de las partículas que fueron analizadas.

Diagrama 14. Análisis de partículas



En el diagrama 15. Se ilustra la reparación realizada en uno de los paneles que fueron procesados utilizando la plantilla con las partículas de 21 micras

**Diagrama 15. Reparación de defecto de bola en panel estampado de la parte RR DOOR OTR RH
("Puerta trasera derecha")**



6. **Plan y ejecución de acciones correctivas:** Establecer medidas correctivas para cada una de las causas encontradas en el análisis y llevar a cabo las ejecuciones correctivas planeadas, confirmado que no existan efectos secundarios.

Basado en la **causa raíz de la problemática y el resultado de la reproducción del defecto**, se procedió a revisar el flujo de inyección de aceite de la lavadora.

A continuación, se describe de manera breve la inyección del aceite dentro del sistema de lavadora.

El aceite después que se ha utilizado en la operación de lavado de plantillas, es enviado al tanque sucio, donde lleva un proceso de separación de partículas ferrosas mediante imanes, así como una serie de mallas que retiran las partículas no ferrosas. Posteriormente se tiene integrado al sistema un equipo de centrifugadora que ayuda a retirar otras partículas y lodos que contiene el aceite de lavado. De ahí, se pasa el aceite por un filtro de cartucho de 20 micras para posteriormente llegar al tanque A0 donde hay un sistema de 224 filtros de 10 micras. Después el aceite es retornado nuevamente a la estación de rodillos de la lavadora pasando antes por un último filtro de 5 micras.

En el diagrama 16. Se ilustra el layout del sistema de lavadora y se indica el flujo de inyección de aceite

Diagrama 16. Layout actual del sistema de lavadora.

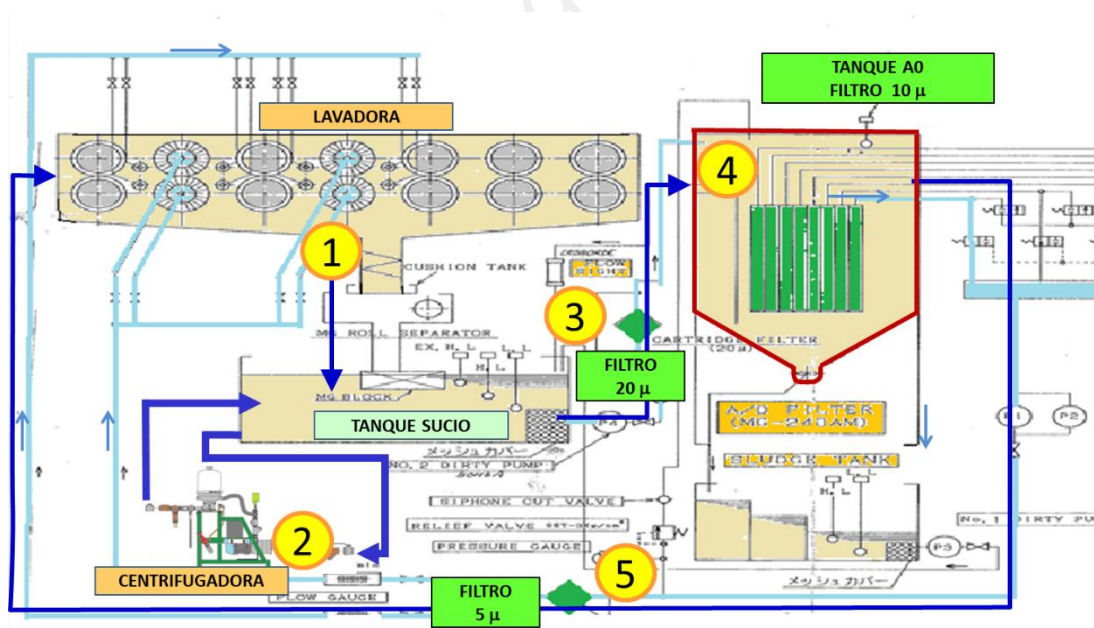
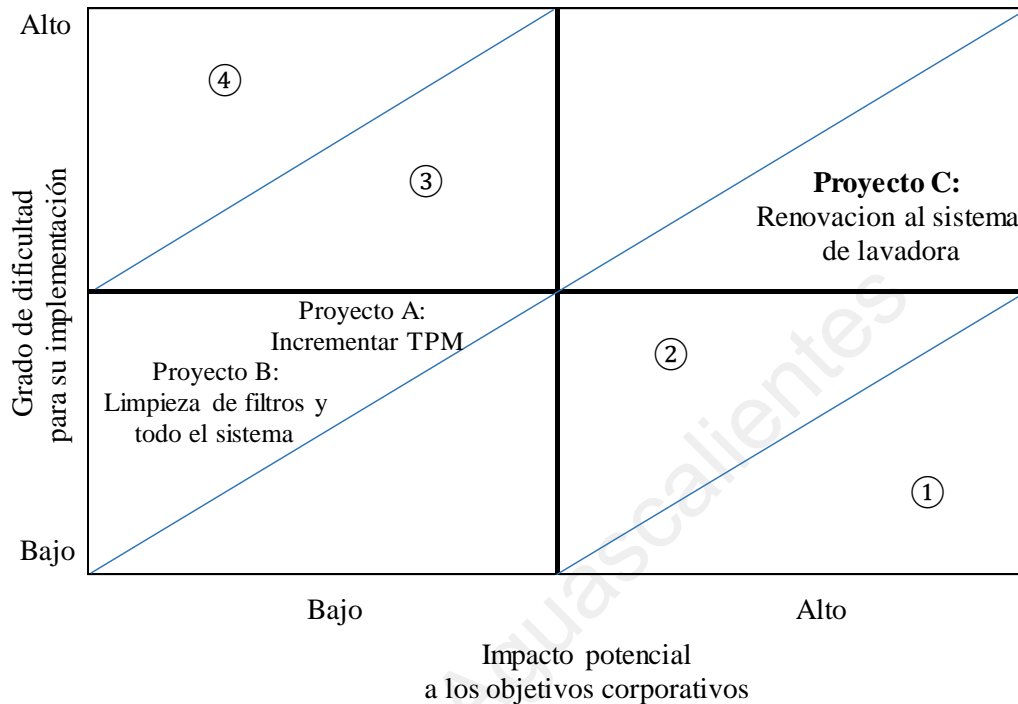


Figura 9. Manual de lavadora de Estampado A1

Se utilizó una matriz de Payoff para evaluar el grupo de proyectos potenciales, en el diagrama 13. Se ilustra la matriz Payoff

Diagrama 13. Matriz Payoff



Con la evaluación de los proyectos potenciales se ha determinado que la acción correctiva para la problemática es renovar el sistema de lavado de plantilla (Proyecto C) ya que presenta mayor impacto en los objetivos corporativos de mejora de calidad, en comparación de los proyectos A & B, indicados en la matriz Payoff.

La acción correctiva consiste en añadir a la lavadora un sistema de dos filtros de alto flujo de retención de partículas de 10 micras nominales y 30 micras absolutas para eliminar la suciedad de la superficie en la plantilla durante el proceso de lavado y así lograr reducir el indicador de calidad (KPI) OTR DR de 0.86 % hasta 0.48%, por la producción de material con defecto de bola, teniendo como propuesta de valor los siguientes puntos;

- ✓ Incremento eficiencia al sistema de lavadora
- ✓ Evitar paros de línea causados por falla del material
- ✓ Reducir frecuencia de limpieza al sistema de lavadora y prensa
- ✓ Reducir la reparación de paneles estampados por defecto de apariencia

Se lleva a cabo la ejecución de las acciones correctivas planeadas, realizando la instalación de un sistema de dos filtros de alto flujo mediante el seguimiento al plan de contramedidas.

										PLAN	REAL		
QUE	PORQUE	QUIEN	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	COMO	DONDE			
CONOCIMIENTO DE LA SITUACION ACTUAL	PARA CONOCER COMO SE PRESENTA EL PROBLEMA	TODOS EL GRUPO	REAL	PLAN					FISICAMENTE EN CAMPO	PLANTA ESTAMPADO			
ANALISIS	DEFINIR LA CAUSA RAIZ	TODOS EL GRUPO	REAL	PLAN					MEDIANTE LA COMPROBACION DE FACTORES	LAVADORA			
PLAN DE ACCIONES CORRECTIVAS	DAR SEGUIMIENTO A ACTIVIDADES	RESPONSABLE SEGÚN ACTIVIDADES		REAL	PLAN				MEDIANTE APLICACION DE SW / IH	DONDE SE REQUIERA			
EJECUCION DE ACCIONES CORRECTIVAS	ELIMINACION DE CAUSA RAIZ.	RESPONSABLE SEGÚN ACTIVIDADES			REAL	PLAN			MEDIANTE SEGUIMIENTO A PLAN DE CONTRAMEDIDAS	DONDE SE REQUIERA			
EVALUACION DE RESULTADOS	CONFIRMACION DE EFECTO DE LAS CONTRAMEDIDAS	TODOS EL GRUPO				REAL	PLAN		COMPARATIVO DE GRAFICAS ANTES Y DESPUES DE EJECUCION DE	PLANTA ESTAMPADO			
ESTANDARIZACION	EVITAR REINCIDENCIA	TODOS EL GRUPO					REAL	PLAN	MODIFICAR Y/O ACTUALIZAR DOCUMENTOS	LAVADORA			
REFLEXION Y TAREAS FUTURAS	CONTINUAR CON LA MEJORA CONTINUA	TODOS EL GRUPO					REAL	PLAN	EN BASE A RESULTADOS OBTENIDOS	AREA DE JUNTAS			

A continuación, se describe de manera breve la ejecución de acciones correctivas planeadas referentes a la instalación de los nuevos filtros.

- 1) Se realizó el estudio ergonómico para ubicación de los filtros e instalación de válvula BY PASS para interconexión de tubería



- 2) Se ancla al piso la estructura del soporte de la carcasa de acero de los filtros PRL y se realiza el montaje de la carcasa y los filtros.



- 3) Se realiza la instalación de tubería en acero negro de 2-1/2" & 1" para alimentación y dren de aceite e interconexión de tomas.



- 4) Se finaliza la instalación colocando los manómetros, charola antiderrames, y realizando la modificación de tubería del sistema contra incendio, pintado de tubería y pruebas antiderrames.



Se cumple al 100% las actividades que fueron programadas para realizar la instalación del nuevo equipo, se completaron las pruebas de liberación del equipo para su arranque, finalmente el S.O.P (“Arranque del equipo”) se celebró el 20 de enero 2023, el nuevo sistema de filtros de alto flujo fue integrado a la lavadora sin presentar contratiempos y sin ningún registro de anomalías durante su arranque de producción.

Se iniciará con el monitoreo del KPI para confirmar la efectividad de la contramedida implementada al problema.

III. CHECK (“VERIFICAR”): En esta etapa se confirmarán los resultados conforme al plan.

7. **Verificación de resultados:** Confirmar el efecto de las contramedidas, comparando con antecedentes entre antes y después. El comparativo debe de ser con las mismas graficas mostradas en la etapa de Razón de le Selección.

En la gráfica 4. Se muestra el antecedente del indicador, el cual tuvo un incremento partir del mes de Julio y se mantuvo fuera de objetivo hasta el término del mes de diciembre.

Gráfico 4. OTR DR (%)

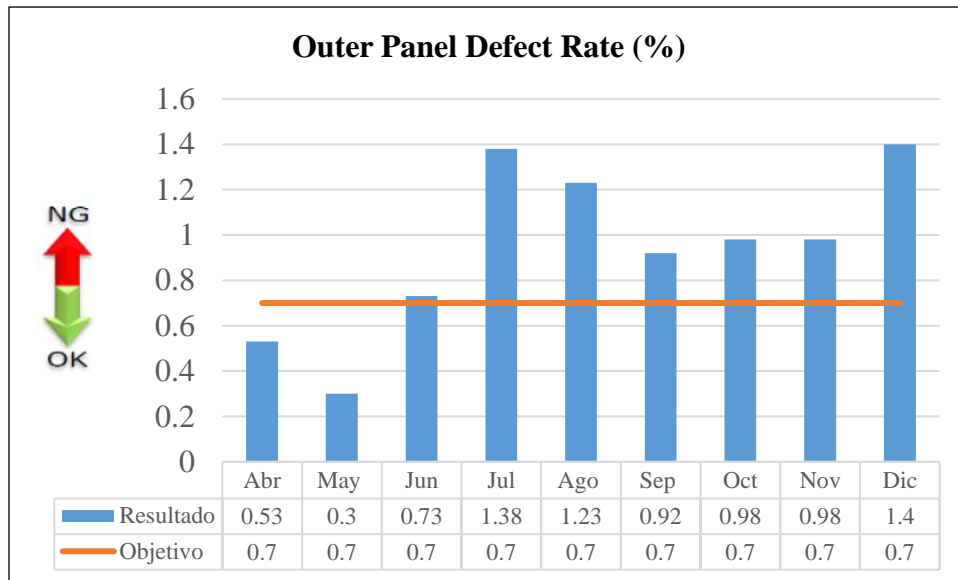
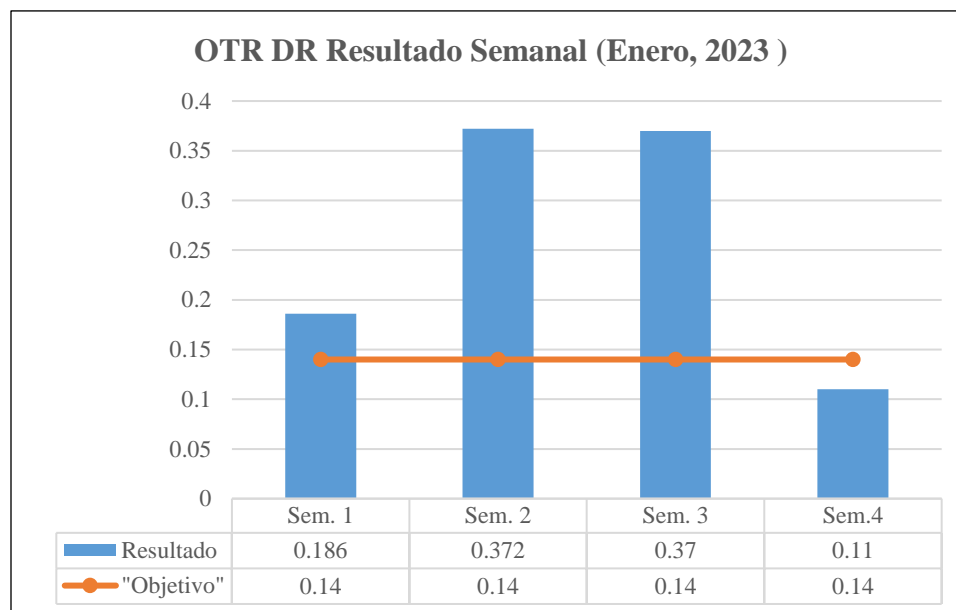


Gráfico 8. Reporte QRQC _Estampado A1, QA

En la gráfica 5. Se muestra el comportamiento del indicador durante el mes de enero, podemos observar que a partir de la semana 4 existe una mejora considerable en el indicador ya que la incidencia por defecto de bola en la producción de esa semana se redujo considerablemente de 0.37% a 0.11% logrando cumplir con el objetivo semanal de 0.14% de OTR DR, dicho resultado se relaciona a la efectividad de la contramedida implementada al problema de suciedad de plantilla.

Gráfico 5. OTR DR (%) del mes de enero 2023.

Para comprobar la relación del resultado, se decidió repetir la evaluación al sistema de lavadora, haciendo nuevamente revisión en la estación de los rodillos de cepillado de plantilla, la evaluación se realizó ingresado al sistema una paca de plantillas (OTR) de la misma parte (RR DOOR OTR RH) que anteriormente había sido procesada con la plantilla sucia y posteriormente de haber sido lavada se envió a imprimir a la línea de prensa, el resultado obtenido fue que todo el material producido con esta condición no presentó ningún defecto por bola.

En la tabla del diagrama 13. Se resume la condición y las observaciones encontradas en la estación de los rodillos de cepillado de la lavadora.

Diagrama 13. Resumen revisión de la estación de rodillos de la lavadora.

Rodillo	Condición	Observaciones
A1 Aspersor	OK	Se inyecta aceite SIN DETECTAR VISIBLES. Se tomó muestra del aceite inyectado.
L1 Cepillado	OK	Sin anomalías.
S1 Secador	OK	Sin anomalías.
S2 Secador	OK	Sin anomalías.

De igual forma que la ocasión anterior se tomó una muestra de aceite para su análisis correspondiente, la muestra fue tomada del sistema de lavadora, del dren del tanque A0, encontrando que el aceite que es

inyectando del tanque A0 hacia el sistema de lavado (estación de rodillos) se encuentra parcialmente limpio ya que solo se encontraron en su gran mayoría partículas menores de 5 micras y otras tantas menores a 10 micras, bajo este resultado se confirmó la efectividad de la contramedida implementada al problema.

Por lo que se tiene la seguridad que se cumplirá el objetivo planteado, logrando eliminar la suciedad en la plantilla lavada y con ello se reducirá la afectación de 0.86 % a 0.48% del KPI de calidad OTR DR.

IV. ACTION (“ACTUAR”): En esta etapa se establece la estandarización si se obtienen buenos resultados de lo contrario girar nuevamente el ciclo P.D.C.A iniciando desde la etapa de planeación

8. **Estandarización:** Establecer el estándar de los documentos por la adopción del cambio.

Contramedida	Estandarización	Responsable
FILTROS	Doc. De Aviso de cambio (4M)	V-preng
FILTROS	Método para remplazo de filtros	V-preng
FILTROS	Ayuda visual de nuevos filtros	Producción

9. **Reflexión y tema a futuro:** Aplicar la mejora continua a través de la selección de un nuevo tema a tratar y elaborar una reflexión sobre el trabajo realizado.

Como reflexión es preciso citar que en general existe una buena disponibilidad por parte de todos los departamentos para resolver los problemas que se presentan, solo se requiere que estemos convencidos de que el trabajo en equipo nos facilitara a las actividades.

El grupo encontró otro supuesto factor potencial que podrían estar relacionado a la contaminación de la plantilla, el cual no se pudo atacar por ser una condición fuera de nuestro alcance por lo que se propone como tema futuro el estudio de la condición de almacén de la plantilla.



7. [Bibliografía](#)

- I. C.V, N. M. (2022). ESTRUCTURA DEL P.D.C.A. (QC STORY). AGUASCALIENTES.
- II. DONALDSON. (2015). P-RL carcasa de filtro de líquidos para altos flujos. *Solucion en filtraciones DONALDSON*. MEXICO: DONALDSON.
- III. NISSAN MOTOR CO., LTD. . (9 de Enero de 2009). Production section basic lecture Stamping Shop. *Training material for begineers* . Manufacturing H.R. Development Department.

Biblioteca Aguascalientes

8. Anexos

1. Especificación de diseño de Filtros de alto flujo PRL

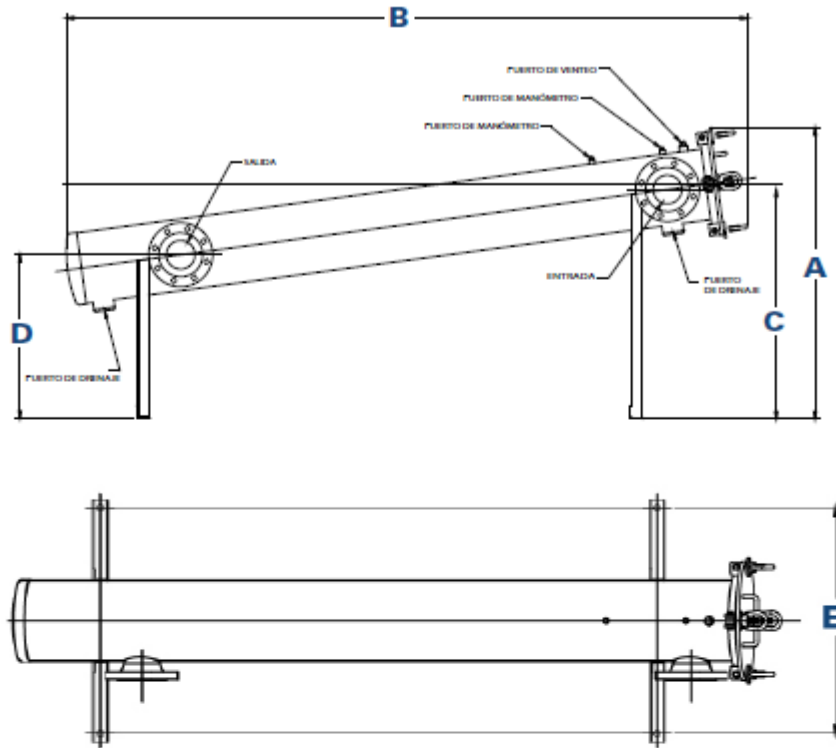
MATERIALES		CUMPLIMIENTO	
Carcasa filtro	Acero Inoxidable 304	Materiales aprobados por FDA, sello de código ASME disponible en base a solicitud.	
Empaque	Buna		
Hardware	Acero niquelado en Zinc		
Manómetros	Acero inoxidable 304, Relleno de glicerina		
Tapas laterales del elemento filtrante	Poliuretano de alta densidad		
Asa del elemento filtrante	Acero Inoxidable 304		
Empaque del elemento filtrante	Silicón		
Jaula del elemento filtrante	Acero Inoxidable 304		
Media filtrante	Poliéster		
CONDICIONES DE OPERACIÓN		EFICIENCIA DE FILTRADO*	
Presión de Diseño	150 psig	Nominal	10 µm
Rango de Temperatura de Diseño	45°F a 220°F	Absoluto	30 µm
DIRECCIÓN DE FLUJO		CONEXIONES**	
Interior ---> Exterior		Entrada / Salida	2" or 4" ANSI / Brida ASME B16.5 Clase 150
Permite a los usuarios disponer fácil y rápidamente de los elementos y contaminantes así como evitar que las partículas escapen corriente abajo.		Puertos de Drenado	2" FNPT (con tapón)
		Puertos Medición	1/4" FNPT (envío por separado)
		Puertos de Venteo	1/2" FNPT (con tapón)
		ACABADOS	
		Exterior	Sandblast.
		Interior	Acero Inoxidable laminado.
		ELEMENTO MÁXIMO DE CAÍDA DE PRESIÓN DIFERENCIAL	
		20 psi	

* Medio estándar. Medio y eficiencia adicional disponible a solicitud

** Conexiones y longitudes adicionales disponibles en base a solicitud

(DONALDSON, 2015)

2. Dimensiones de diseño de Filtros de alto flujo PRL



Descripción	Capacidad Recomendada (gpm)	Capacidad Max (gpm)	Tamaño de Conexión	Altura Total (pulg) A	Longitud (pulg) B	Conexión de Entrada (pulg) C	Conexión de Salida (pulg) D	Ancho (pulg) E	Espacio Libre (pulg)	Elementos		Peso sin Elementos (lbs)
										Tamaño	#	
Carcasa corta P-RL, 60"	100-200	200	Brida 2" ANSI	41.7	59.7	32.2	23.0	28.0	40	40"	2	115
Carcasa corta P-RL, 60"	200-300	400	Brida 4" ANSI	41.7	59.7	32.2	23.0	28.0	40	40"	2	115
Carcasa larga P-RL, 96"	200-300	80	Brida 4" ANSI	40.9	95.7	32.2	23.0	28.0	78	78"	2	276

(DONALDSON, 2015)