



Reporte Final de Estadía

Emmanuel Nepomuceno Teodoro.

Investigación de fallos en el proceso de cromado, para optimizar dicho proceso.

Av. Universidad No. 350, Carretera Federal Cuitláhuac - La Tinaja
Congregación Dos Caminos, C.P. 94910. Cuitláhuac, Veracruz
Tel. 01 (278) 73 2 20 50
www.utcv.edu.mx



VERACRUZ
Gobierno del Estado



SEV
ESTADO DE VERACRUZ

VER Educación
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN

SEP
SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA



DET
Dirección de Educación
Tecnológica del
Estado de Veracruz



Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz

Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz

Programa Educativo
Ingeniería en Mantenimiento Industrial

Reporte para obtener título de
Ingeniería en Mantenimiento Industrial.

Proyecto de estadía realizado en la empresa
Labor especializada del norte.

Nombre del proyecto
investigación de fallos en el proceso de cromado, para optimizar
dicho proceso.

Presenta
Emmanuel Nepomuceno Teodoro.

Cuitláhuac, Ver., a 31° de Enero de 2018.



Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz

Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz

Programa Educativo
Ingeniería en Mantenimiento Industrial

Nombre del Asesor Industrial
Ing. Enrique Falcón Ortiz.

Nombre del Asesor Académico
Ing. Dorian García Colohua.

Jefe de Carrera
Ing. Gonzalo Malagón González.

Nombre del Alumno
Emmanuel Nepomuceno Teodoro.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios, ser supremo que me dio la vida y la fuerza para seguir adelante con esta investigación, A mi familia por estar siempre a mi lado y apoyarme en los momentos difíciles,

A la Universidad Tecnológica del centro de Veracruz, y a su cuerpo Docente por haberme abierto las puertas para concluir mi ingeniería en sus instalaciones, a la Empresa Labor Especializada del Norte por permitirme realizar la investigación en su planta de cromado, a todas aquellas personas e Instituciones que de una u otra manera colaboraron en el desarrollo de esta investigación, muchas gracias.

Emmanuel Nepomuceno Teodoro

RESUMEN

El siguiente documento, presenta una investigación a fondo acerca de las fallas presentadas en el proceso de cromado de la empresa Labor Especializada del Norte, dedicada al recubrimiento superficial de piezas automotrices.

El fin del proyecto fue identificar los principales problemas de producción a los que se enfrenta la empresa, para posteriormente generar una serie de recomendaciones de mejora, de las cuales se seleccionaron las más factibles para implementarlas. Una vez aplicadas se midieron los resultados para determinar si las recomendaciones tuvieron efectos positivos.

El trabajo realizado contempla dos enfoques: análisis y mejora de procesos, control de calidad. El primero de ellos se aplicó buscando eliminar errores en los procesos, los cuales provocaban re trabajo de piezas; el control de calidad se aplicó buscando medir la efectividad del proceso de niquelado respecto al grosor de material depositado

Como resultado del estudio fue posible disminuir el número de piezas re trabajadas. Se identificó que el proceso es estadísticamente centrado pero que tiene mucha variabilidad; sin embargo, por el tamaño de la empresa y la forma artesanal de producción, así como el costo del equipo de medición requerido, no se incluyó una propuesta para la disminución de esta variación.

Contenido

AGRADECIMIENTOS	1
RESUMEN.....	2
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	6
1.1 Estado del Arte	7
1.2 Planteamiento del Problema.....	12
1.3 Objetivos	13
1.4 Definición de variables.....	13
1.5 Hipótesis.....	13
1.6 Justificación del Proyecto.....	14
1.7 Limitaciones y Alcances	14
1.8 La Empresa (Labor especializada del Norte).....	15
CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA	17
CAPÍTULO 3. DESARROLLO DEL PROYECTO	18
CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES	59
4.1 Resultados.....	59
4.2 Trabajos Futuros.....	64
ANEXOS.....	66
BIBLIOGRAFÍA	67

Tabla de ilustraciones

Ilustración 1 Tina con electro contenido	8
Ilustración 2 Diagrama de Proceso	9
Ilustración 3 Tinas electrolíticas	9
Ilustración 4 Sistema de electro pulido.	11
Ilustración 5 Layout de empresa	18
Ilustración 6 Sondeo de piezas rechazadas.	20
Ilustración 7 Sondeo de fallos más comunes.....	21
Ilustración 8 Manual defectos principales.....	21
Ilustración 9 Zonas de la pieza.	22
Ilustración 10 Burbujas de cromo.....	23
Ilustración 11 Quemada de níquel.	24
Ilustración 12 Desprendimiento de cromo.....	25
Ilustración 13 Desprendimiento.	26
Ilustración 14 Quemada de electro.	27
Ilustración 15 Picadura.	28
Ilustración 16 Falta de níquel.	29
Ilustración 17 Mancha Blanca.	30
Ilustración 18 Doble cromo.	31
Ilustración 19 Mancha amarilla	32
Ilustración 20 mapeo del proceso	33
Ilustración 21 catálogo de piezas	34
Ilustración 22 Carga de piezas.	34
Ilustración 23 Decapado en sosa caustica.	36
Ilustración 24 Fuentes de voltaje.	37
Ilustración 25 Ficha técnica de fuente.....	37
Ilustración 26 Tina, enjuague de agua.....	38
Ilustración 27 Tina, ácido clorhídrico.....	39
Ilustración 28 Tina de enjuague.	40
Ilustración 29 Tina enjuague.	40
Ilustración 30 Tina de cromado.	41
Ilustración 31 Control de voltaje.	41
Ilustración 32 Tina 8 enjuague	42
Ilustración 33 Activador R1000.	42
Ilustración 34 Tina 9 enjuague.	43
Ilustración 35 Tina 10 enjuague.	43
Ilustración 36 Zona de descarga.....	44
Ilustración 37 Inspección visual.....	45
Ilustración 38 Piezas con defectos.	46
Ilustración 39 Zona de emplaye.	47
Ilustración 40 Representación de ánodo / cátodo.	51

Ilustración 41 ánodo electrolítico.....	52
Ilustración 42 Diagrama errores en desengrasantes.	53
Ilustración 43 Diagrama errores en cromado.....	54
Ilustración 44 resultados	64

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

Este documento tiene como finalidad el estudio de las fallas potenciales que se generan durante el proceso de cromado de piezas en la empresa, Labor Especializada del Norte.

Se generará una investigación a fondo de los principales fallos que se presentan en el proceso de cromado, así como las causas de estos.

En el reporte, se inspeccionaran diferentes tipos de piezas, así como se determinaran las fallas más comunes en estas, ¿Esto para qué? Para poder obtener la causa raíz, de los modos de fallo y con esto, poder prevenirlos, disminuirlos e incluso eliminarlos.

Con este reporte se espera obtener una cantidad mayor de piezas con calidad y fiabilidad en ellas, cabe resaltar que hay que tomar en cuenta todos los aspectos y posibles variables que se puedan generar durante el proceso, una fortaleza es que se podrá tener información confiable, previamente recabada y estudiada para su utilización, el éxito de este reporte dependerá mucho de la capacidad del personal en el área de trabajo, así, como de las herramientas utilizadas en el proceso de igual manera que la materia prima debe estar en óptimas condiciones para el buen funcionamiento de éste(proceso).

1.1 Estado del Arte

Para el presente estudio se ha tomado como referencia investigaciones realizadas con anterioridad, las mismas que se detallan a continuación:

- En la Escuela Politécnica del Litoral en la Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción en el 2009 el Señor Juan Carlos Troya Fuertes realizó la tesis “Construcción de un banco experimental didáctico para prácticas de laboratorio en protección de metales”

El cual concluye “que la mayoría de los defectos que pueden presentarse en los procesos de cromado es por un mal control de dosificación del electrolito, por una inadecuada distancia entre ánodo y cátodo y por una mala aplicación de densidad de corriente y un deficiente control del pH. (Potencial Hidrogeno)”. De otro lado es conveniente realizar algunos controles de contaminación de los baños y realizar un filtrado de los mismos para tener una calidad adecuada de los acabados finales.

Del artículo científico: Diseño, construcción e implementación de un sistema de pulido electrolítico de materiales ferrosos para el proceso de cromado en la empresa “ingenieros lara nuñez cia ltda”.

- De los autores Cristian. Mayacela V. David. Otañez S. del Departamento de Eléctrica y Electrónica de la Escuela Politécnica del Ejército Extensión Latacunga, obtuve la siguiente información acerca de los procedimientos de cromado superficial:

Resumen-

El procedimiento para obtener una pieza pulida con un acabado acorde con las exigencias del consumidor, consiste en implementar un procedimiento ágil y eficaz para el desarrollo del electropulido. Se lleva a cabo sumergiendo a cada pieza a tratar de dimensiones predeterminadas en un baño electrolítico conteniendo ácido fosfórico y ácido sulfúrico. En la cuba electrolítica han sido dispuestos barras de plomo las cuales actuarán como cátodo, mientras que las piezas a sumergir serán los ánodos. Todos ellos están conectados a una fuente de rectificación que provee de corriente directa al sistema. Se encuentra un mecanismo de agitación para la solución y un sistema de extracción de gases. Durante el electropulido habrá parámetros que se tomarán en cuenta y se controlaran como son:

- Densidad de corriente.
- Temperatura del baño.
- Tiempo de permanencia del baño.

Los cuales influenciarán de una u otra manera en los resultados finales de las piezas a electropulir. Además las probetas pulidas tendrán brillo; su superficie estará libre de rugosidad. Finalmente se procederá el material a cromar y niquelar.

I. INTRODUCCIÓN

El presente proyecto consiste en la construcción e implementación de una máquina, la cual servirá para eliminar los defectos microscópicos, gránulos y partículas de la superficie de una pieza metálica, así mejorando la calidad del material en base a un pulido electrolítico. Con la aplicación de corriente, se forma un film polarizado en la superficie metálica bajo tratamiento. Simultáneamente y bajo condiciones controladas de intensidad de corriente, temperatura tiene lugar un abrillantamiento de la superficie. Además del diseño de un sistema de ventilación para la eliminación correcta de los gases, ya que esta máquina servirá para disminuir el tiempo y costo del pulido, ahorro en insumos y mano de obra.

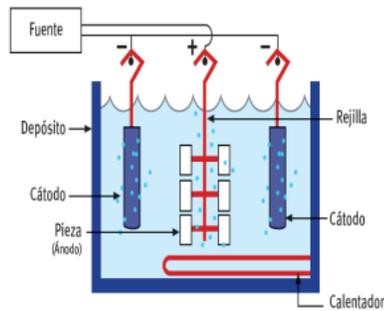


Ilustración 1 Tina con electro contenido

II. DISEÑO

El objetivo del proyecto es diseñar, construir e implementar una máquina para electro pulir materiales ferrosos, mejorar la calidad del material y obtener un acabado excelente.

A. Preparación del metal

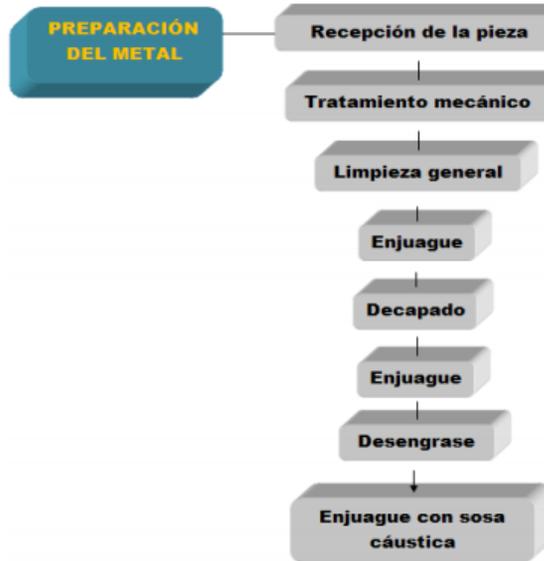


Ilustración 2 Diagrama de Proceso

Cuba electrolítica:

Es el elemento mecánico donde se efectúa el proceso de electro pulido de materiales ferrosos, es decir recibe el ácido y realiza todo el proceso electrolítico.

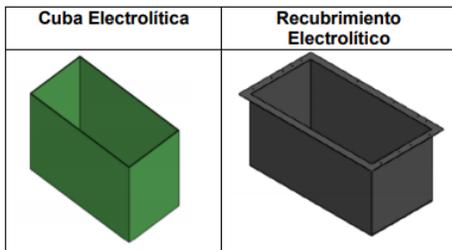


Ilustración 3 Tinas electrolíticas

D. Sistema de Agitación

La agitación aumenta la velocidad del electro pulido acortando así la duración del proceso. Para lo cual utilizamos un mecanismo biela manivela corredera de acuerdo al diseño y necesidad de la maquina construida, con la finalidad de llegar a obtener el torque máximo y la potencia necesaria para que actúe el sistema.

- E. Sistema Extracción de Gases
Decidir el sistema más idóneo: La ventilación localizada es para controlar la contaminación en los lugares donde se genera.
- Calcular la cantidad de aire, el caudal del mismo necesario. Estudiar si es posible la descarga libre, esto es, lanzar fuera el aire contaminado a través de un techo, pared o muro.
- En el caso de tener que descargar en un punto lejano, calcular la pérdida de carga de la canalización necesaria, con todos sus accidentes: captación, tramos rectos, codos, expansiones, reducciones, obstáculos, etc., hasta alcanzar la salida.
- Consultar un catálogo de ventiladores para identificar cuáles de ellos contienen en su curva característica el punto de trabajo necesario: Caudal-Presión.
- Escoger el ventilador adecuado atendiendo, además del punto de trabajo, al ruido permitido, al voltaje de alimentación, a la regulación de velocidad (si es necesaria) a la protección (intemperie), posibilidades de instalación y, naturalmente, al coste.

Sistema Calentamiento

Cumple la función de calentar los ácidos hasta la temperatura ideal y va de un rango de 55 °C - 65 °C. [4] Los materiales que conforma el sistema de calentamiento es el termostato que censa la temperatura, en el cual se desea mantener estable la misma que es emitida por el calefactor. En la figura 5 se muestra el sistema de electro pulido con todos sus componentes.

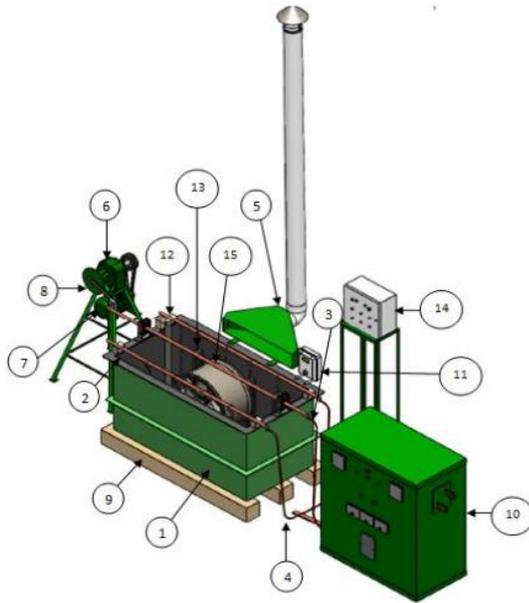


Ilustración 4 Sistema de electro pulido.

- (1)Cuba Electrolítica,
- (2) Recubrimiento de PVC,
- (3) Ánodo, (4) Cátodo,
- (5) Sistema de extracción de gases,
- (6) Reductor de velocidad,
- (7) Motor,
- (8) Volante,
- (9) Viga,
- (10) Rectificador de Corriente,
- (11) Termostato,
- (12) Calefactor de Cuarzo,
- (13) Barra de plomo,
- (14) Tablero de control,
- (15) Pieza para electropulir.

REFERENCIAS

- Recubrimientos de metales (s.f.) disponible en URL: www.science.oas.org/ENVIRO/sector%20de%20recubrimiento%20de%20metales.pdf [consultado el 12 de junio del 2012].
- SMITH – HASHEMI (2005). Fundamentos de la Ciencia e Ingeniería de materiales. 4ta edición. España: McGraw Hill.

- Soler & Palau. Manual Práctico de Ventilación. Disponible en URL: <http://www.solerpalau.es> [consulta 13 de Noviembre de 2012]
- Calefactores de cuarzo (s.f.) disponible en URL: <http://solamangic.com> [consulta el 27 de agosto del 2012].

Mayacela Valdez, Cristian Andrés. Otañez Sandoval, Nelson David (2013). Diseño, construcción e implementación de un sistema de pulido electrolítico de materiales ferrosos para el proceso de cromado en la empresa Ingenieros Lara Núñez Cía. Ltda. Departamento de Eléctrica y Electrónica. Carrera Ingeniería Electromecánica. ESPE. Extensión Latacunga.

1.2 Planteamiento del Problema

En la empresa Labor especializada del norte, ubicada en la ciudad de Saltillo, Coahuila, dedicada al proceso de cromado de piezas automotrices, se croman alrededor de 350 piezas por hora de las cuales alrededor de un 13% de ellas no cumplen con los estándares de calidad establecidos, generando una pérdida significativa, en re trabajo y perdida de material (scrap).

¿Cuáles son las causas del por qué las piezas no cumplan los estándares de calidad?

1.3 Objetivos

Detectar la causa raíz de las fallas presentadas en los productos finales del proceso de cromado para piezas metálicas empleadas en la fábrica Labor especializada del norte, así mismo proponer soluciones de mejora y alternativas para incrementar la eficiencia e impulsar la competitividad de la empresa.

Objetivos específicos

1. Realizar un mapeo del proceso actual (análisis de proceso).
2. Detectar las fallas o imperfecciones en las piezas cromadas.
3. Identificar la causa raíz de las fallas.
4. Proponer medidas para reducir la cantidad de piezas rechazadas por no cumplir con los estándares definidos.

1.4 Definición de variables

Una de las variables más importantes que se tendrán que tomar en cuenta es la calidad de las piezas, la cual la mediremos entre el número de piezas aceptables en una determinada cantidad de tiempo.

- Concentración de cromo en el baño.
- Temperatura de proceso.
- Intensidad de corriente eléctrica.
- Tiempo de cromado.
- Carga de trabajo.
- Tiempo necesario para colocar y/o retirar los bastidores que puede estar relacionado con la experiencia del trabajador.
- Distancia entre a cuba de cromado y la cuba para limpiar el material.

1.5 Hipótesis

Con la realización de este proyecto se espera detectar las fallas así mismo su causa para con ello poder disminuir la cantidad de scrap que se genera en el área de cromado, hasta en un 5% aproximadamente, optimizando dicho proceso, teniendo como consecuencia una reducción de costos en re trabajo y pérdida de materiales.

1.6 Justificación del Proyecto

El presente trabajo se realizó como una respuesta de apoyo ante la inquietud del dueño de la empresa por la cantidad de piezas que fueron rechazadas por no cumplir con los estándares de calidad establecidos, así mismo para mejorar sus métodos de trabajo y ser más eficiente dentro de su nicho de mercado. La propuesta para trabajar en esta empresa fue aceptada debido a las estadísticas existentes sobre las Piezas rechazadas, las cuales en muchos casos trabajan bajo condiciones adversas, con recursos escasos y poca capacitación; además de que se busca que el proyecto sea verdaderamente útil para la empresa y se convierta en el impulsor para su profesionalización y éxito en el mercado.

1.7 Limitaciones y Alcances

En el presente trabajo se incluirá el mapeo de los procesos llevados a cabo en la empresa, se identificarán los principales problemas y se implementarán acciones para dar solución a aquellos que sean más factibles, considerando el impacto de los resultados esperados y la complejidad para su ejecución. Se incluirá además un estudio estadístico sobre las fallas de material en el proceso de cromado, una de las principales características de calidad de este tipo de trabajo.

Limitaciones:

- El éxito de este trabajo va de la mano con la capacidad de las personas que intervienen durante el proceso.
- El tiempo en que se genere la investigación podrá ser prologando, dependiendo de las condiciones dadas.
- La información podrá ser únicamente utilizada en el área de cromado
- Solo se realizara el diseño y los costos de realización, quedando a la es expectativa de las contradicciones que se encuentren el área de operación.

Alcances:

- Se disminuirá hasta en un 5% la cantidad de piezas rechazadas por no cumplir con los estándares de calidad.
- Se obtendrá una mejora continua del proceso, lo que generara que la empresa tenga mayor posición en el mercado y una mayor competitividad.

- Se obtendrá información confiable, derivada de una ardua investigación de dicho proceso.
- La información será entendible para todo el personal involucrado.

1.8 La Empresa (Labor especializada del Norte)

- a) historia de la empresa:** La empresa labor especializada del norte, es una empresa fundada en el 2016 dedicada al recubrimiento superficial de piezas automotrices mediante el proceso de

cromado electrolítico, es una empresa, que con esfuerzo y dedicación, se está abriendo paso en el mercado.

Ubicación: Blvd. Nazario Ortiz Km. 14, Saltillo 400, 25350 Saltillo, Coahuila.

Giro: Industria Manufactura Automotriz

Visión: Ser una compañía basada en hechos bíblicos, saber dar sabiamente los recursos que dios nos otorgó para mejorar vidas, hacer crecer la gente-dar generosamente-dar empleo-crear productos benéficos y ser una cultura dinámica y triunfadora, donde nos gusta trabajar.

Valores

- **Confianza:** se requiere de integridad, ser cuidadoso, alineado y competente es la base de todas nuestras relaciones.
- **Humildad:** es una característica del liderazgo, llevamos vidas simples.
- **Servir:** A nuestros clientes, los clientes tienen necesidades es nuestro trabajo manejarlos de manera beneficiosa para nosotros con una sonrisa.

CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA

El siguiente apartado lleva una descripción de la metodología utilizada en el proyecto, cabe mencionar que este proyecto se llevara a cabo en la empresa, Labor especializada del Norte, dedicada a realizar el proceso de cromado de piezas automotrices, ubicada en la ciudad de Saltillo Coahuila.

- Como primer paso, se generó un reconocimiento de las áreas de la empresa, para poder identificar las opciones de mejora.
- Una vez identificada, se designó el área estudiar, la cual es el área de cromado ya que por su alto grado de prioridad es necesario mantenerla en óptimas condiciones y en una mejora continua para un alto grado de competitividad.
- Una vez asignada el área a estudiar se empezó a dar una recopilación del área de trabajo, la información más relevante, fueron: procesos, herramientas utilizadas en el proceso y información acerca del personal del área de trabajo.
- Teniendo la información, se llevó a cabo un estudio de dicha información para poder comprenderla y obtener conocimiento sobre el funcionamiento de dicha área de trabajo.
- Teniendo la información recopilada, se identificaron las principales fallas potenciales de los materiales utilizados en dicho proceso.
- Una vez determinadas las fallas, se llevó a cabo un estudio para conocer las causas de dichas fallas y así poder contrarrestarlas.

Con base a toda la información recaudada, se planteó una propuesta de mejora.

CAPÍTULO 3. DESARROLLO DEL PROYECTO

Para el inicio de este proyecto, empezamos con un reconocimiento de las áreas con las que se cuentan en la empresa esto con el fin de localizar sitios de mejora, que se puedan atacar para optimizar el proceso.

Para este caso, tomamos como material de apoyo un layout el cual sirvió como referencia para determinar el área a estudiar.

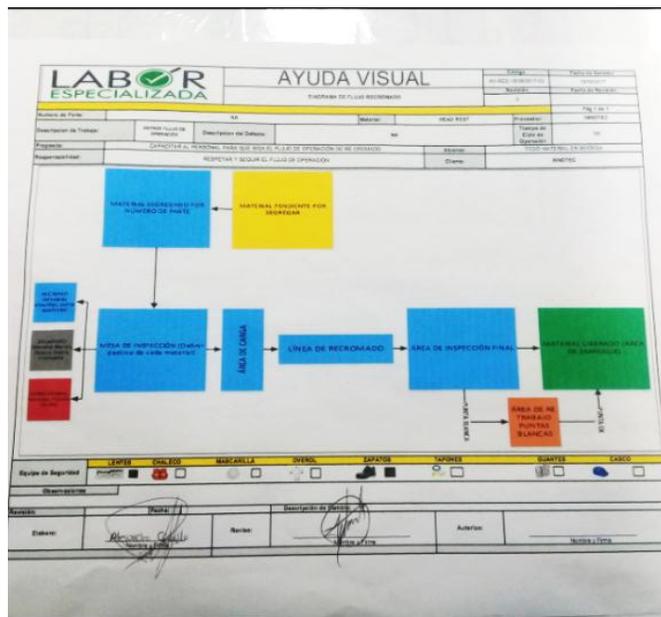


Ilustración 5 Layout de empresa

Como se puede observar dentro de la empresa existen varias áreas de trabajo, por su gran importancia y alto grado de prioridad, se eligió el área de cromado, siendo está una de las más importantes, y de igual manera, la que presenta mayor cantidad de desperdicios en toda la planta.

Sabiendo cual será el área a estudiar, se dio a la tarea de investigar el proceso el cual se realiza en dicha área, para ello se llevó a cabo una inspección visual del área del trabajo se empezó a recapitular información acerca de los procesos que se llevan a cabo en dicha área.

Cabe mencionar que en la empresa “Labor especializada del Norte”, se generan 2 procesos principalmente:

Decapado de piezas

Cromado de piezas.

Para énfasis de este estudio, abordaremos el de recubrimiento electrolítico (cromado).

DECAPADO

Consiste en la eliminación del óxido de hierro del acero mediante una solución de agua más ácido sulfúrico (H_2SO_4) en una concentración de 10% al 20% con una temperatura de 20°C a 50°C. Se sumerge el elemento en un tanque preparado con esta solución por un tiempo determinado después de lo cual se enjuaga y se neutraliza con otro baño a base de sosa caustica (NaOH). Las variables que intervienen en este proceso son temperatura, tiempo y concentración estas variables deben ser controladas para evitar que se piquen las piezas.

RECUBRIMIENTO ELECTROLITICO

Consiste en la deposición sobre una pieza metálica otra capa fina de otro metal con características de protección a la corrosión y mejora de las propiedades mecánicas mediante un proceso de electrolisis. El espesor de este recubrimiento no supera las 25 micras.

El cromado decorativo son finas capas que se depositan sobre una base de cobre o níquel para mejorar la protección y apariencia de algunos objetos. El niquelado consiste en una capa de níquel con un flash de cromo.

El cromado tiene un color azulado y resiste a la corrosión ya que forma una capa de óxido que protege al metal base.

El cromo tiene poco poder cubriente ya que se depositan finas capas a la superficie en el orden de decimas de micras. Por esta razón la base debe estar bien preparada ya que el cromo no cubre ninguna imperfección. Es por esto que se recomiendan que antes de cromar se cubra la base con cobre y níquel.

El principio de electrodeposición consiste en: mediante la activación eléctrica convertir el ánodo metálico en iones metálicos que se desplazan en el electrolito (solución a base de sales) hacia el cátodo donde se encuentra el elemento a recubrir formando una capa metálica con propiedades previstas

El proceso de cromado, tiene varias estaciones u áreas de operación, una de las más importantes es la inspección final del producto terminado, la cual juega un papel crucial dentro de este proceso, ya que aquí se aceptan o se rechazan las piezas, para su embarque y salida al mercado:

Mediante un estudio realizado por alrededor de una semana, se determinó que en la empresa labor especializada del norte; se trabaja en una jornada laboral de 10 horas, en las cuales se producen alrededor de 350 piezas por hora, de las cuales alrededor del 12% (44 piezas), son rechazadas por no cumplir con los estándares de calidad establecidos.

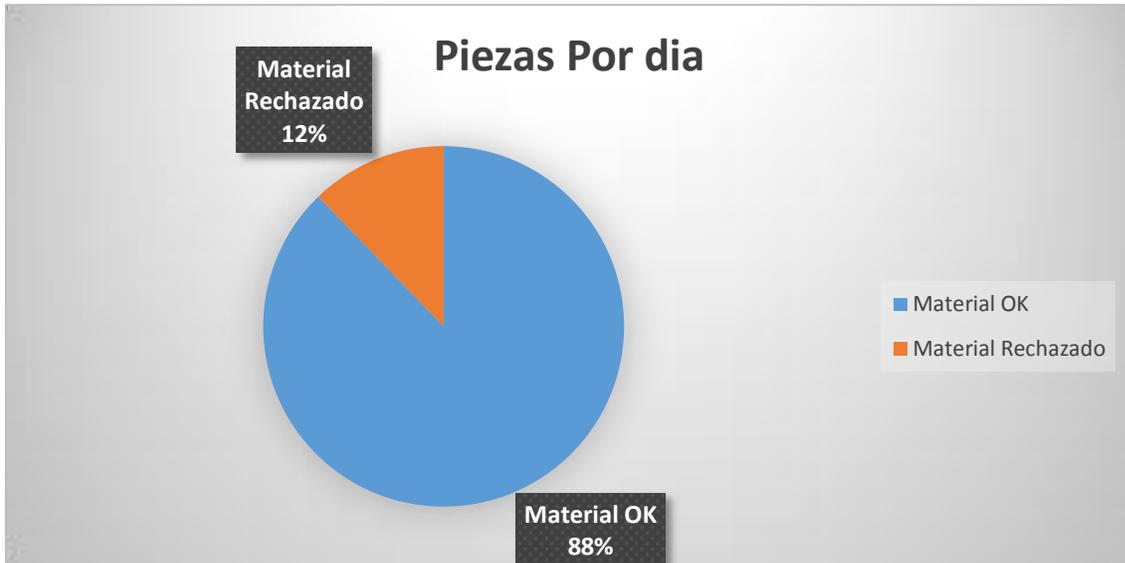


Ilustración 6 Sondeo de piezas rechazadas.

Dia	Material OK	Re trabajo	Scrap
1	3560	315	100
2	3510	320	116
3	3590	350	96
4	3500	300	120
5	3575	293	118
Total	17735	1578	550

Como se puede observar mediante el muestreo realizado la cantidad de piezas rechazadas es un número considerable, estas piezas, son inspeccionadas y debidamente seleccionadas para su próxima acción, las cuales pueden ser re trabajadas y las que no, son tiradas a scrap.

Durante este estudio se logró determinar que las piezas rechazadas generalmente presentaban atributos repetitivos, entre los más comunes eran mancha blanca y quemada de níquel, estas dos desperfecciones abarcan alrededor del 80% de piezas rechazadas, por lo que se determinó que es de suma importancia estudiar la causa de que se presente esta falla en las piezas, para poder tomar medidas que permitan optimizar dicho proceso y disminuirlas o incluso eliminarlas.

Como parte de la investigación, se observó por un lapso de una semana en la cual se estuvo trabajando a máxima capacidad, y a óptimas condiciones según el proceso establecido. Es un horario en el cual la producción se encuentra a su máxima capacidad, se presentaron los siguientes datos de las piezas que fueron rechazadas en el área de inspección de calidad, por no cumplir con los parámetro establecidos.

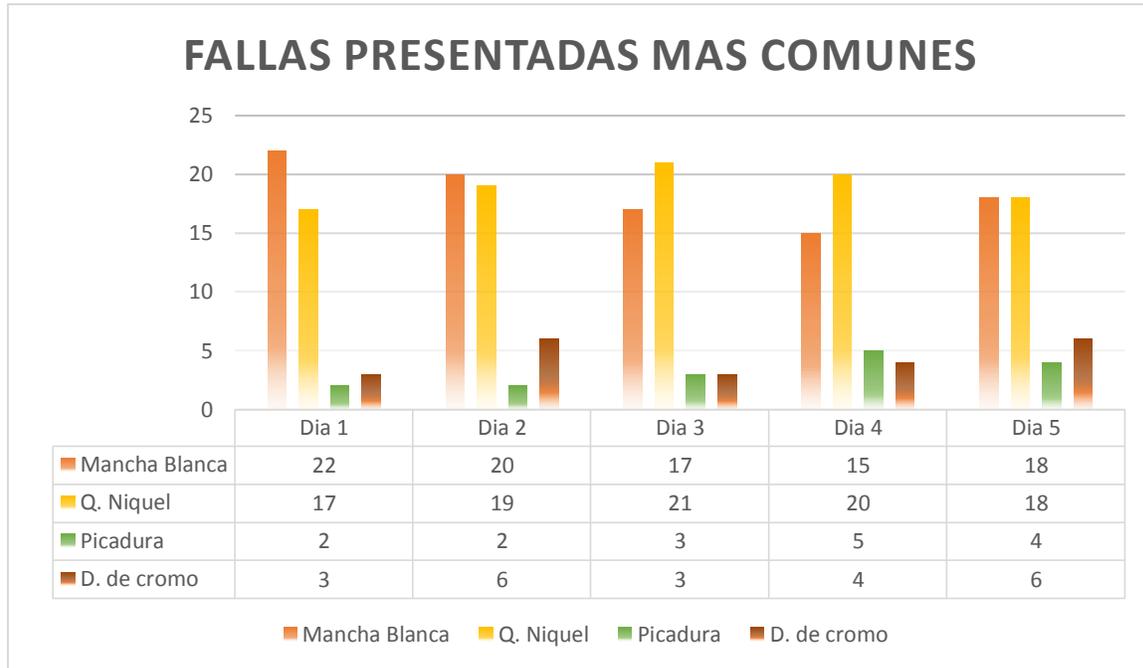


Ilustración 7 Sondeo de fallos más comunes.

Como se puede observar las causas por las cuales se rechaza el producto final que se presentan con mayor frecuencia son mancha blanca y punta quemada de níquel.

Como parte de la investigación a continuación se muestran imágenes de piezas con desperfectos, para ello se tomaron como referencia los estándares de calidad establecidos, por la empresa hermana innotec, la cual de la misma forma, es una empresa que entre sus procesos, se dedican a dar recubrimientos superficiales a piezas automotrices.

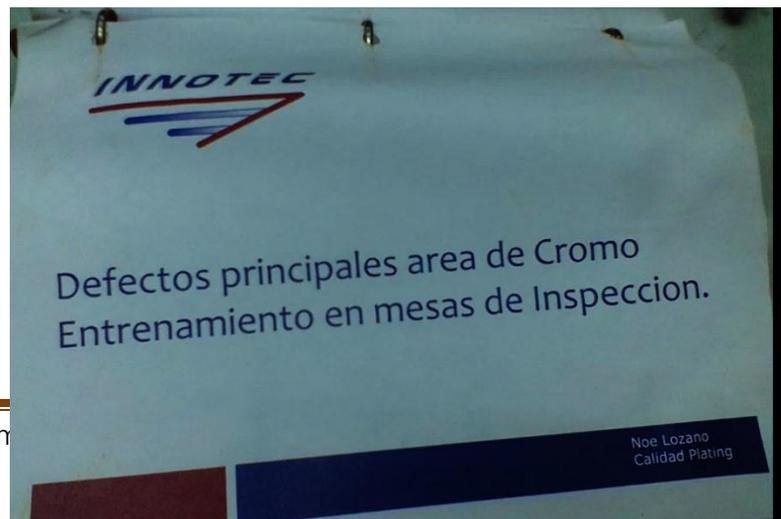


Ilustración 8 Manual defectos principales.

Antes de comenzar con el listado de imágenes, cabe mencionar que las piezas a las que se les da el recubrimiento superficial, son la parte de la cabeza de los asientos de autos, estas piezas están divididas en 3 zonas, la zona A, B y C, es importante destacar que la zona que tiene mayor grado de prioridad es la zona A ya que es la parte que es visible para el cliente, por tal motivo es la parte que en la inspección visual, se chequea con mayor cuidado y a mayor grado de detalle, evitando tener infecciones dentro de ella.

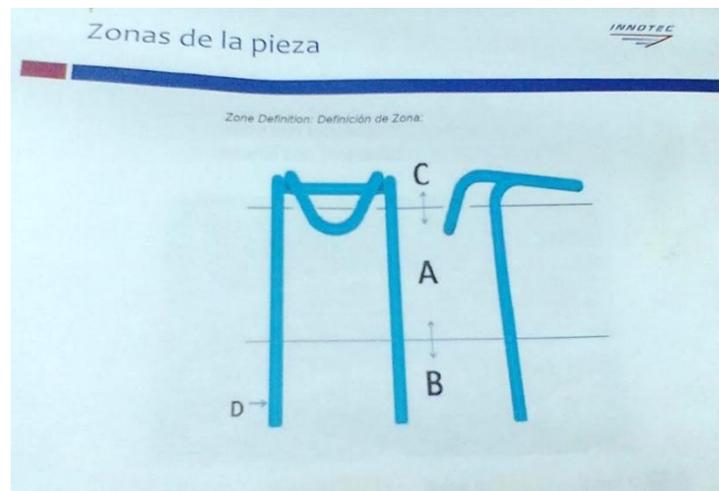
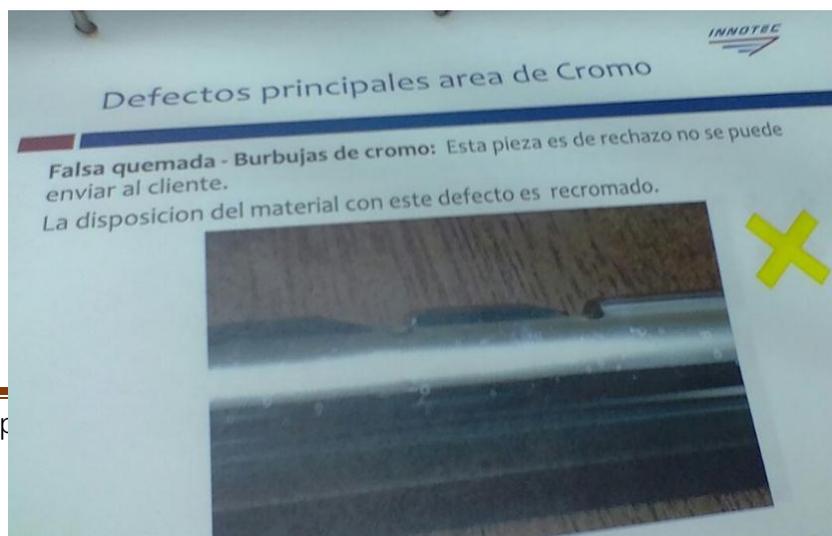


Ilustración 9 Zonas de la pieza.



Falsa quemada (burbujas de cromo): esta pieza es de rechazo no se puede enviar al cliente.

La disposición del material con este defecto es re cromado.



Ilustración 10 Burbujas de cromo.

Defectos principales area de Cromo

Quemada de niquel: El acabado de esta pieza es opaco y sin brillo. Es una quemada y puede aparecer en distintas zonas de la pieza o puntas. La disposición del material es scrap.



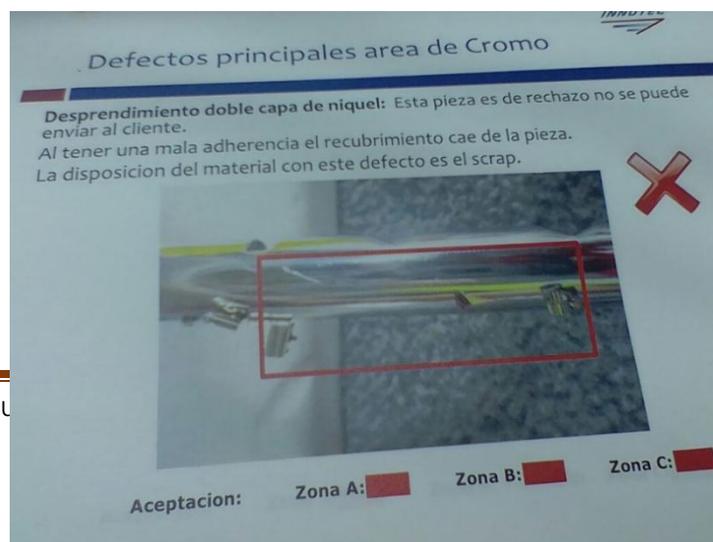
Aceptacion: Zona A: Zona B: Zona C:

Quemada de Níquel: el acabado de esta es opaco y sin brillo. Es una quemada y puede aparecer en distintas zonas de la pieza o puntas.

La disposición del material es Scrap.



Ilustración 11 Quemada de níquel.



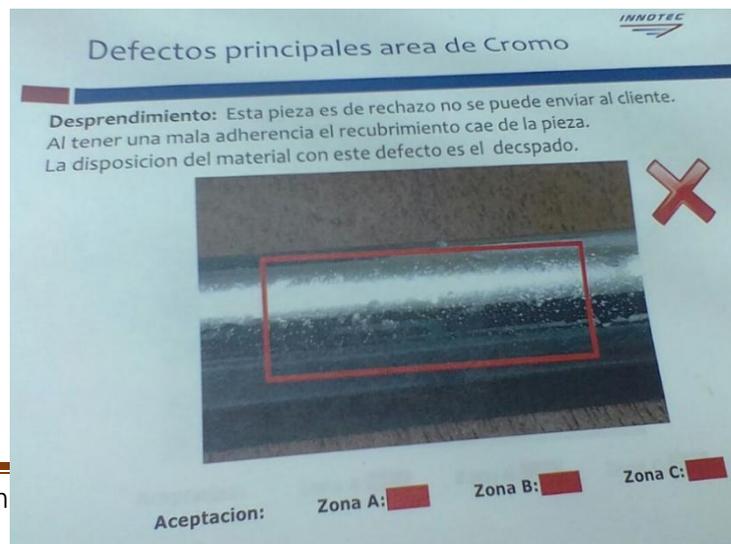
Desprendimiento doble capa de níquel: Esta pieza es de rechazo no se puede enviar al cliente

Al tener una mala adherencia el recubrimiento cae de la pieza.

La disposición del material con este defecto es scrap.



Ilustración 12 Desprendimiento de cromo.



Desprendimiento: Esta pieza es de rechazo no se puede enviar al cliente al tener una mala adherencia de recubrimiento cae de la pieza.

La disposición del material con este defecto es el decapado.



Ilustración 13 Desprendimiento.

Defectos principales area de Cromo

Quemada de electro: El acabado de esta pieza es opaco y sin brillo. Es una quemada y puede aparecer en distintas zonas de la pieza o puntas. La disposición del material es scrap.

Aceptacion: Zona A: Zona B: Zona C:

Quemada de Electro: El acabado de esta pieza es opaco y sin brillo. Es una quemada y puede aparecer en distintas zonas de la pieza o puntas.

La disposición del material es scrap.



Ilustración 14 Quemada de electro.

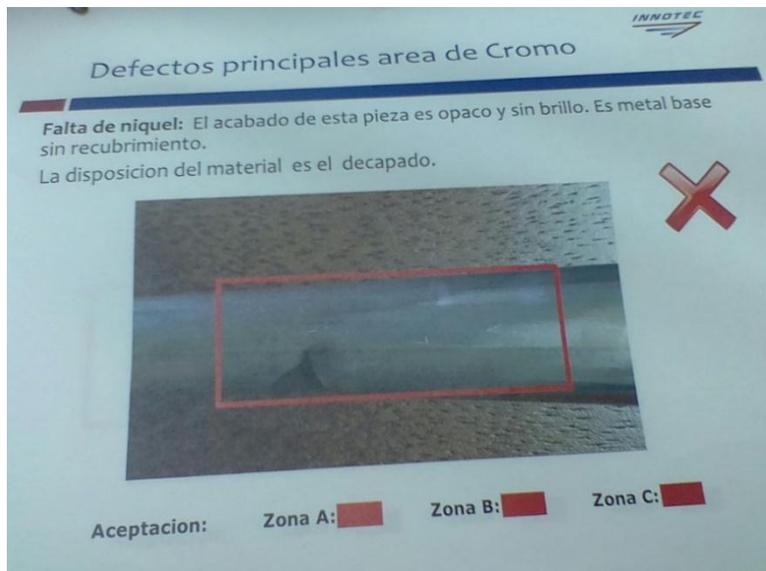


Picado: El acabado en esta pieza es el material base atacado o picado

La disposición del material es scrap



Ilustración 15 Picadura.



Falta de níquel: El acabado de esta pieza es opaco y sin brillo. Es metal base sin recubrimiento
La disposición del material es el decapado.



Ilustración 16 Falta de níquel.

Defectos principales area de Cromo INNORTEC

Mancha de enjuague: Es un retrabajo o falta de limpieza en la pieza. No se puede enviar al cliente. Su apariencia es opaca y sin brillo.
La disposición del material es re trabajo . (limpieza con pasta verde).



Aceptacion: Zona A: Zona B: Zona C:

Mancha Blanca: Es un re trabajo o falta de limpieza de la pieza. No se puede enviar al cliente. Su apariencia es opaca y sin brillo.

La disposición del material es el re trabajo.



Ilustración 17 Mancha Blanca.

Defectos principales area de Cromo INNOTEC

Doble Cromado: Esta pieza es de rechazo no se puede enviar al cliente.
La disposición del material con este defecto es re cromado.



Aceptacion: Zona A: Zona B: Zona C:

Doble Cromo: esta pieza es de rechazo no se puede enviar al cliente.

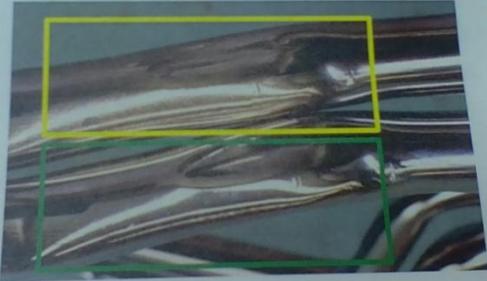
La disposición del material con este defecto es re cromado.



Ilustración 18 Doble cromo.

Defectos principales area de Cromo 

Pieza Amarilla: Esta pieza es de rechazo no se puede enviar al cliente el acabado del Cromo tiene una tonalidad de color amarillo.
La disposición del material con este defecto es re cromado.



Aceptacion: Zona A:  Zona B:  Zona C: 

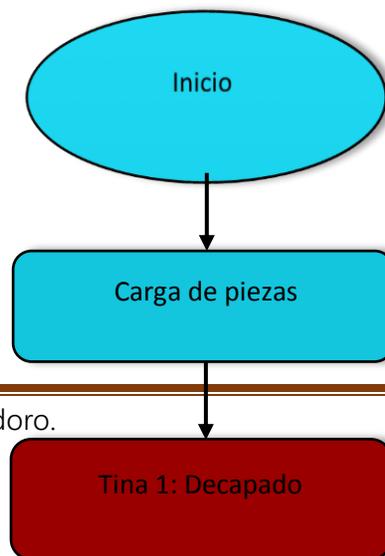
Mancha Amarilla: esta pieza es de rechazo no se puede enviar al cliente el acabado del cromo tiene una tonalidad de color amarilla.

La disposición del material con este defecto es re cromado.



Ilustración 19 Mancha amarilla

Mapeo del Proceso de Cromado



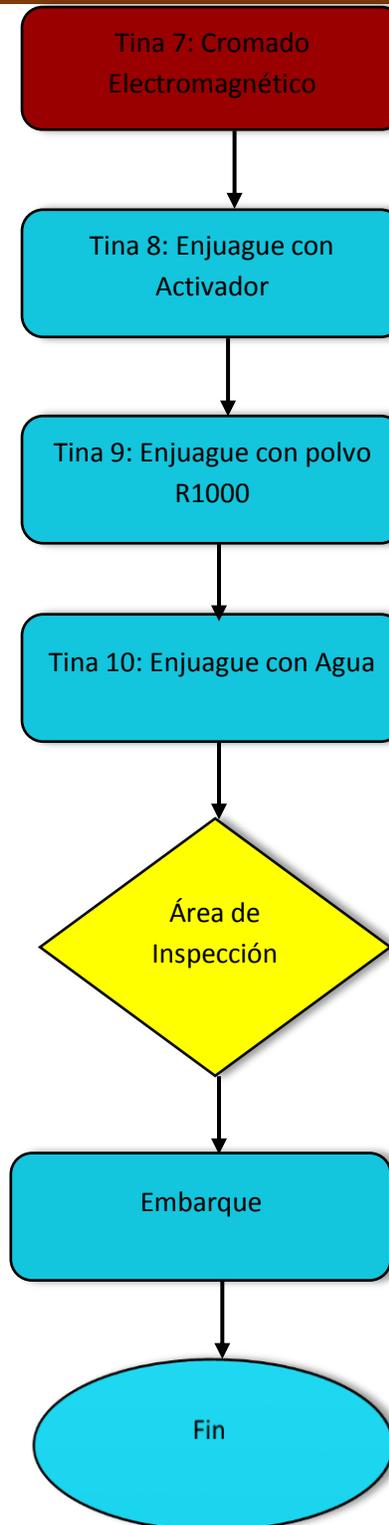


Ilustración 20 mapeo del proceso

Para determinar el la razón de los defectos de las piezas, decidió hacer un estudio minucioso del procedimiento utilizado para el cromado de piezas, a continuación se detalla con una serie de imágenes y una pequeña descripción de la actividad realizada en el proceso llevado a cabo en la empresa labor especializada del norte:

A continuación se presenta un catálogo de piezas, que se croman en la empresa, labor especializada del norte.



Ilustración 21 catálogo de piezas



Ilustración 22 Carga de piezas.

En la zona de carga, las piezas son acomodadas en racks los cuales están diseñados para albergar alrededor de 5 piezas, cabe mencionar que en la empresa, se les hace el proceso de cromado a alrededor de 40 modelos diferentes en el área de carga es importante que haya un buen contacto entre la pieza y el rack, ya que de lo contrario la falta del el contacto con la superficie, puede influir en que no haya un flujo correcto de la electricidad, y con esto obtener piezas de mala calidad.



Ilustración 23 Decapado en sosa caustica.

Como segundo paso, los racks son introducidos en una tina que contiene sosa caustica, esta funciona como desengrasante, ayuda a tener una pieza limpia, cabe mencionar que a esta tina se le aplica voltaje, el cual genera una reacción química con el contacto a la pieza, que asegura una limpieza a fondo, eliminando partículas no deseadas, polvo, grasa, o incrustaciones de óxido que pueda tener la pieza.



Ilustración 24 Fuentes de voltaje.

La fuente de voltaje es un amplificador de la marca blue power, con una entrada de 440 v, c.a. y 20 a y con una salida de 12 v, c.a. y 1000 a. como salida máxima



Ilustración 25 Ficha técnica de fuente.



Ilustración 26 Tina, enjuague de agua.

En la siguiente tina (3), se presenta un recipiente, únicamente llenado con agua, que sirve como enjuague, del recipiente anterior.



Ilustración 27 Tina, ácido clorhídrico.

Como siguiente paso en el procedimiento empleado, se encuentra otra tina, con ácido clorhídrico, el cual tiene la función de garantizar, que la pieza quede libre de suciedades, esta tina también cuenta con voltaje el cual es de alrededor de 9 volts, y una corriente de 500 amperes.



Ilustración 28 Tina de enjuague.

En la tina 5 y 7 encontramos nuevamente enjuagues, estos son únicamente con agua, cabe mencionar que es importante enjuagar la pieza bien, de lo contrario los residuos de ácido y sosa cáustica generarán mancha blanca a nuestras piezas.



Ilustración 29 Tina enjuague.



Ilustración 30 Tina de cromado.

Como siguiente paso y uno que es crucial para tener un buen producto, es la aplicación de cromo, el cual se da en la tina 7, aquí son sumergidos los racks con piezas, por un tiempo que oscila de entre los 13 y 17 segundos, como media se utilizan 15 s.

La tina se encuentra electrificada con una fuente de voltaje, la cual debe mantenerse a 9 voltios y alrededor de 600 amperes, esto variara de acuerdo a las piezas que se estén sumergiendo, cabe mencionar que se tienen dos grandes divisiones de piezas, las estándares o “grandes” y las wolsbaguen, kia o “flautas” la diferencia de voltaje se tienen establecidas:



Ilustración 31 Control de voltaje.

Piezas estandar:

flautas:

Voltaje:	7 – 9 volts	7- 9 vols
Amperaje:	450 – 600 a	600 – 750 a
Tiempo:	13 – 17 segundos	25 – 35 segundos



Ilustración 32 Tina 8 enjuague

Como siguiente paso en nuestro proceso, encontramos la tina 8, la cual contiene agua con una serie de aditamentos que a continuación se presenta:

Carbonato de bario

Activador R1000

En la porción de 3 litros, de este polvo, la función de este polvo es complementar el agarre del cromo y con ello mejorar la calidad del producto,

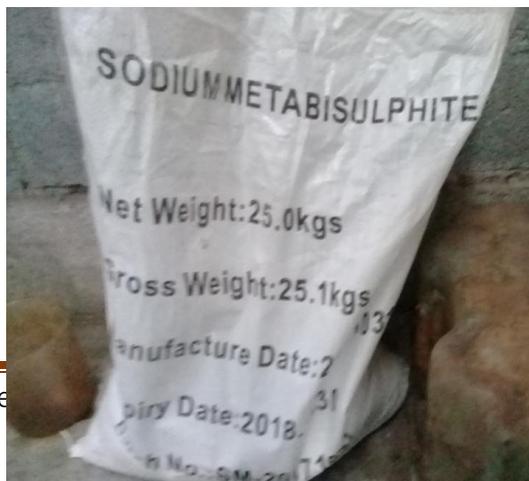


Ilustración 33 Activador R1000.



Ilustración 34 Tina 9 enjuague.

La penúltima tina, es la 9 la cual se encuentra llena de agua, con una porción de 1 litro de activador R1000, para fortalecer el agarre del cromo en la superficie.



Ilustración 35 Tina 10 enjuague.

Como ultima tina, encontramos la 10, que unicamente contiene agua, que funciona como enjuage de las piezas.



Ilustración 36 Zona de descarga.

El siguiente paso es la descarga, de las piezas, las cuales son colocadas sobre andenes, para una inspeccion visual, las que cumplan con los estandares de calidad establecidos, seran contadas y empacadas para su salida al mercado, de lo contrario, seran apartadas, para su retabajo y en caso de no poder realizarse accion alguna, se tiraran a scap.

Las piezas, se colocaran en un anden, el cual servira como medio de escurrimiento, preferentemente un trabajador se encuentra en esta zona, el cual seca en su totalidad la pieza, y las posiciona en el siguiente anden, para su inspeccion visual.



Ilustración 37 Inspección visual.

Las piezas, son colocadas en un riel, en el cual se toman por grupos de a cuatro o cinco, esto con el fin de evitar que teniendo más piezas en la mesa, tengan el peligro de caerse, o ser abolladas unas con otras.

En las mesas de inspección se checa que la pieza no cuente:

Mancha blanca

Rayones y/o golpes

Mancha amarilla

Punta quemada



Ilustración 38 Piezas con defectos.

Las piezas con defectos son apartadas, y de aquí se seleccionara su siguiente acción, en caso de no estar en tan malas condiciones, y se puedan re-trabajar, estas serán pulidas, si se cuenta con doble cromo, o si cabe la posibilidad de pasar nuevamente por la línea de cromado.



Ilustración 39 Zona de empaque.

Las piezas, que hayan cumplido con las especificaciones de calidad, serán contabilizadas, y acomodadas en racks, después de esta acción, se empaquetan para su salida al mercado

Continuando con la investigación, se realizó una pequeña encuesta a un uno de los trabajadores con mayor experiencia en el área de trabajo de la que se obtuvo la siguiente información, cabe mencionar que las preguntas no se formularon en forma de cuestionario, si no fue una charla que se tuvo acerca del proceso de cromado por esta razón, se escribirá la información en forma relatada.

Cabe mencionar que la empresa es nueva en el mercado con aproximadamente 1 año y medio trabajando en este ramo de la industria, pero el trabajador con el que se charló, cuenta con experiencia por sus anteriores trabajos, ya que ha laborado en industrias semejantes, o dedicadas a las mismas tareas.

Trabajador:

Edad: 52 años

Llevo alrededor de 12 años en este tipo de trabajo, anteriormente estuve en Níquel Cromex, que es una empresa que se dedica a lo mismo, a gran escala lo que hacemos es un recubrimiento a las piezas de las cabeceras de automóviles, el proceso aquí como en otras plantas es similar, consiste en introducir piezas en los rack, y de ahí a las tinas.

-¿cuáles son las fallas más comunes en este proceso?

Son varias, muchas veces las piezas salen opacas y con mancha, pero igual vienen picadas, cuando las piezas salen así por lo regular las tiramos a scrap, pues aunque se vuelvan a re cromar, el defecto saldrá las veces que se re crome, ya no se componen a menos de que se manden a decapar, pero es un proceso muy lento y en estos casos no conviene mucho decapar este tipo de piezas, cuando no tienes la certeza de que quedaran bien cuando las cromen de nuevo.

-¿Por qué cree usted que salgan con mancha blanca?

Este defecto más que nada es por la suciedad de las piezas, muchas veces vienen con grasa de cuando están en planta, y pues a pesar de que las metamos a las tinas de desengrase y decapado, pero muchas veces no se quita o incluso, al salir de las tinas de decapado, pasan por dos de enjuague, pero no se escurre bien, lo que hace que se quede pegado el líquido o incluso las partículas que se tienen dispersas en la tina se adhieren a la pieza, y es lo que en su mayoría causa que se

produzca la mancha blanca, la verdad es el defecto con el que tenemos más problemas esa y la mancha amarilla.

-¿Por qué cree que se genera la mancha amarilla?

Ese problema ya lo tenemos visualizado, este problema se da en la tina de cromo, cuando el voltaje está muy bajo y no puede generar que el cromo se adhiera a la pieza se genera la mancha amarilla como reacción química, ¿sabes? Por lo regular siempre que empezamos la producción tenemos ese problema, ya que la tina tiene que tener cierta temperatura, que por lo regular es de 35°, y pues como no se encuentra en funcionamiento, tenemos que calentarla mediante una resistencia, otra cosa que es importante visualizar, que nuestras fuentes de voltaje es un poco complicado regular el voltaje que se desea, en ocasiones no genera el voltaje que muestran las lecturas, lo que también perjudica o mejor dicho ayuda a la aparición de mancha amarilla, también se da cuando se realiza el cambio de pieza, por ejemplo estamos trabajando a un ritmo ya establecido y se tiene que generar un cambio de pieza, con dimensiones diferentes, debemos de cambiar los rack, debemos de regular nuevamente las fuentes de voltaje, y en ese tiempo que se pierde el cromo se enfría y se desestabiliza todo, de igual manera si nos pasamos y elevamos mucho la fuente de voltaje, nos generara otro fallo, que es la punta quemada.

-¿usted como aprendió todos sus conocimientos?

Mira la verdad yo solo estude hasta la secundaria, de ahí tuve que salir a jalar, hasta ahorita gracias a dios todo lo eh aprendido de la vida, viendo e incluso echando a perder materiales, experimentando en ocasiones.

-¿En la empresa, se cuenta con documentación que les sirva como guía para realizar este proceso?

No, no contamos con nada pero cada quien ya sabe lo que le toca hacer, ya sabemos cada cuanto hay que rellenar de cromo la tina, de cal las otras dos, la mayoría de los que estamos aquí asumimos un roll, aunque créeme que sería de gran ayuda una guía para estar más seguros de los que estamos haciendo y no a prueba de error.

Antes de aplicar el proceso electrolítico o galvánico a una pieza, es necesario asegurarse que esta se encuentre libre de impurezas como grasa y óxidos, además se deben eliminar todas las rebabas y asperezas. Los procedimientos de preparación se dividen en dos tipos de acuerdo con su naturaleza:

a) Pre-tratamiento mecánico de las superficies:

Su principal función es eliminar rebabas, asperezas y porosidades; además de dar brillo a la pieza. Se puede dividir en pulido y esmerilado; el primero elimina los desperfectos en las piezas y el segundo les da brillo.

b) Pre-tratamientos químicos de las superficies:

Su principal objetivo es desprender todos los contaminantes que la pieza pueda tener. Existen diferentes tipos, los más comunes son los siguientes:

Desengrasado: elimina todos los residuos de grasas, aceites, emulsiones de corte y otras sustancias como refrigerantes y lubricantes. Puede llevarse a cabo con solventes o en base acuosa.

Decapado: elimina el óxido que se forma en las piezas debido a su contacto con la atmosfera. Puede realizarse con ácido o bien por medio de una solución alcalina.

En la empresa caso de estudio se aplican recubrimientos de cromo y níquel; a continuación se describen sus principales propiedades:

Recubrimientos de níquel

El níquel tiene las siguientes propiedades: protección anticorrosiva, síntesis de material en una superficie, mejoramiento estético de la superficie y protección contra el desgaste.

El proceso de niquelado se lleva a cabo principalmente para brindar protección superficial en las piezas, con fines decorativos y como recubrimiento previo antes del cromado y de otros acabados.

Recubrimientos de cromo

Existen dos tipos de recubrimiento con cromo: el cromado brillante o decorativo y el cromado duro.

En el cromado brillante se depositan capas de cromo delgadas y brillantes que tienen un efecto decorativo, además de dar protección anticorrosiva; se aplica sobre capas intermedias de níquel.

Continuando con la investigación y tomando como referencia las respuestas de las preguntas que no dio el trabajador de experiencia; cabe mencionar que se atacara las principales fallas o las que se presentan con mayor frecuencia:

- Mancha blanca
- Mancha amarilla
- Quemada de níquel
- Picado

Se investigó en qué consisten y con eso determinar la causa real de las fallas en las piezas; para ello se hizo un estudio de las causas por medio del método de causa raíz (Ishikawa).

Como resultado del estudio, se logró visualizar la mancha blanca se puede disminuir si se logra introducir piezas limpias y también si se logra regular de buena forma la cantidad de voltaje que se le introduce a las tinas, también es importante contemplar dentro de las tinas se cuenta con bulbos electrolíticos, los cuales funcionan como ánodos los cuales seden electrones a las piezas, lo que garantiza la adherencia del cromo.

Como se puede determinar un parte importante del proceso es la galvanotecnia, en el proceso actual, la instauración de estas técnicas se han implementado empíricamente, por tal motivo es conveniente tomar los siguientes 4 puntos que fundamentan el uso de las celdas electroquímicas, cabe mencionar dentro del proceso de cromada, las celdas electroquímicas juegan un papel crucial para obtener un producto de buena calidad.

- El ánodo cede electrones al circuito y se corroe
- El cátodo recibe electrones del circuito por medio de una reacción química, o catódica; los iones que se combinan con los electrones producen un subproducto en el cátodo.
- El ánodo y el cátodo deben estar eléctricamente conectados, generalmente por contacto físico, para permitir que los electrones fluyan del ánodo al cátodo y continúe la reacción.
- Un electrolito líquido debe estar en contacto tanto con el ánodo como con el cátodo; el electrolito es conductor, completando así el circuito. Proporciona los medios por los cuales los iones metálicos salen de la superficie del ánodo y se mueve al cátodo para aceptar los electrones. Si se deposita en el cátodo iones metálicos ocurre la electrodeposición.

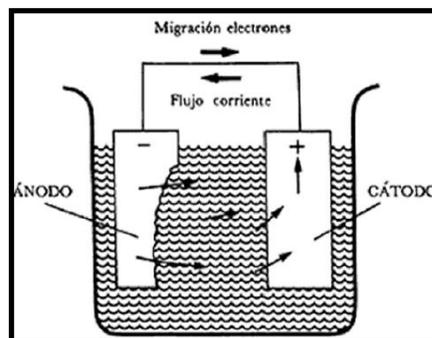


Ilustración 40 Representación de ánodo / cátodo.

Dentro de la empresa, se cuentan con un par de bulbos, los cuales son ánodos, los cuales ceden electrones de plomo, que son utilizados en el proceso, para una mayor penetración de cromo al producto, se coloca un ánodo auxiliar es cual es de un material ferroso. A continuación se presenta el ánodo utilizado en el proceso, dentro de nuestra empresa, como puede observarse es una pieza desgastada por el paso del tiempo.



Ilustración 41 ánodo electrolítico

Como se puede observar el ánodo con el que se cuenta, ya se encuentra desgastado, también esto influye en el proceso, ya que la tensión debe ser mayor para tener buen funcionamiento.

Como parte de la investigación se acudió a investigar en que consiste el proceso de cromado, en una fuente bibliográfica, esto con el fin de comparar para ver las similitudes y diferencias que se puedan presentar en un sistema establecido empíricamente y uno científico.

Cabe mencionar que antes de la aplicación del presente proyecto, la empresa no contaba con documentación alguna sobre los procesos llevados a cabo. Prácticamente todo el trabajo se realiza de forma empírica y no se llevan registros de lo que ocurre en la empresa ni de los cambios realizados en los procedimientos.

Control de calidad

Dentro de la empresa no se lleva ningún control ni inspección de calidad de tipo cualitativo; sin embargo, el entregar piezas que cubran los estándares de calidad requeridos se maneja como una parte importante para la adquisición y conservación de clientes.

Las piezas son muy variadas pudiendo clasificarlas de una manera muy general en grandes y pequeñas; esta clasificación se debe al tipo de tubo con el que se fabrican. El 90% son grandes y solo el 10% son pequeñas.

Errores en el proceso:

- La solución de la tina esta desgastada, es decir que no tiene la concentración de ácidos necesaria para funcionar bajo los parámetros establecidos (tiempo de aplicación y voltaje aplicado). El desgaste de la solución es normal y depende del número de piezas trabajadas.
- No se tiene una buena agitación en la tina, lo que provoca que las partículas de ácido, se incrusten el fondo de la tina, al momento de quitar los rack genera un movimiento turbulento que hace que las partículas que se mantenían en el interior de la tinas, se adhieran a las piezas, ayudando con esto a la aparición de mancha blanca
- La solución de la tina está contaminada. Existen diversos factores por los cuales la solución puede contaminarse, por ejemplo: las piezas no fueron bien enjuagadas antes de ingresarlas a la tina, le ha caído a la tina tierra o algún otro material por fractura de paredes o techos, los guantes del trabajador están sucios o contaminados, etcétera.

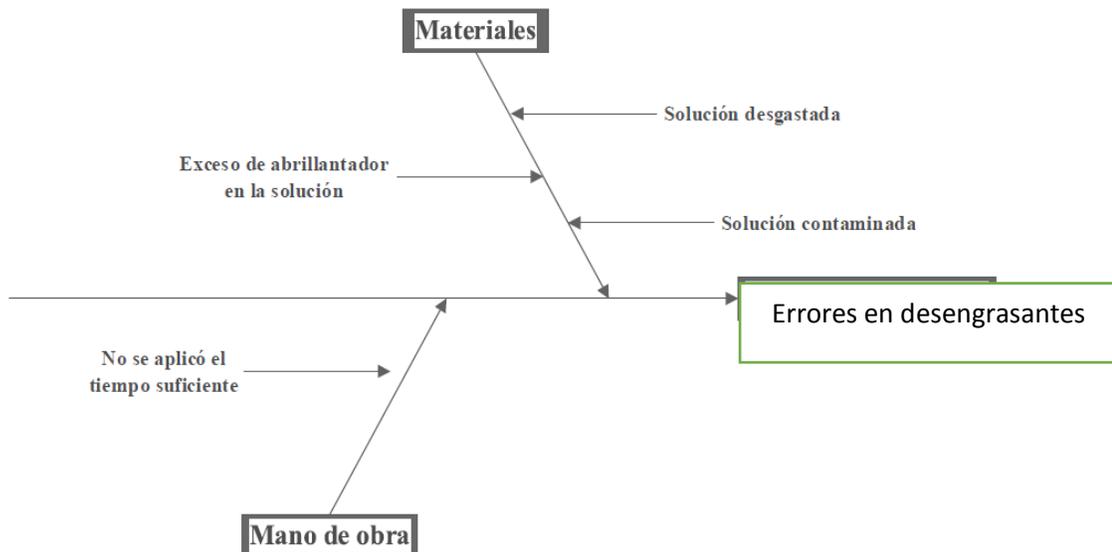


Ilustración 42 Diagrama errores en desengrasantes.

Errores en el proceso de cromado

- El cromo se ha asentado en la tina. Si el metal se ha asentado, el recubrimiento aplicado no tendrá el acabado necesario, las piezas tienden a salir con una coloración amarillenta.
- La solución de la tina esta desgastada; al no tener la concentración necesaria, el recubrimiento presentara desperfectos. El desgaste de la solución es natural y depende del número de piezas trabajadas.
- La solución de la tina está contaminada. Existen diversos factores por los cuales la solución puede contaminarse, por ejemplo: las piezas no fueron bien enjuagadas antes de ingresarlas a la tina, le ha caído a la tina tierra o algún otro material por fractura de paredes o techos, los guantes del trabajador están sucios o contaminados, etcétera.
- No se aplicó el tiempo adecuado a las piezas. Un tiempo excesivo generara una coloración azul, la falta de tiempo provoca una coloración amarillenta.
- El voltaje de las tinas no es el adecuado, lo que genera que la pieza se queme o se genere mancha amarilla, como respuesta a la reacción química generada en el interior de las tinas.

Las causas del problema se resumen en el siguiente diagrama causa efecto:

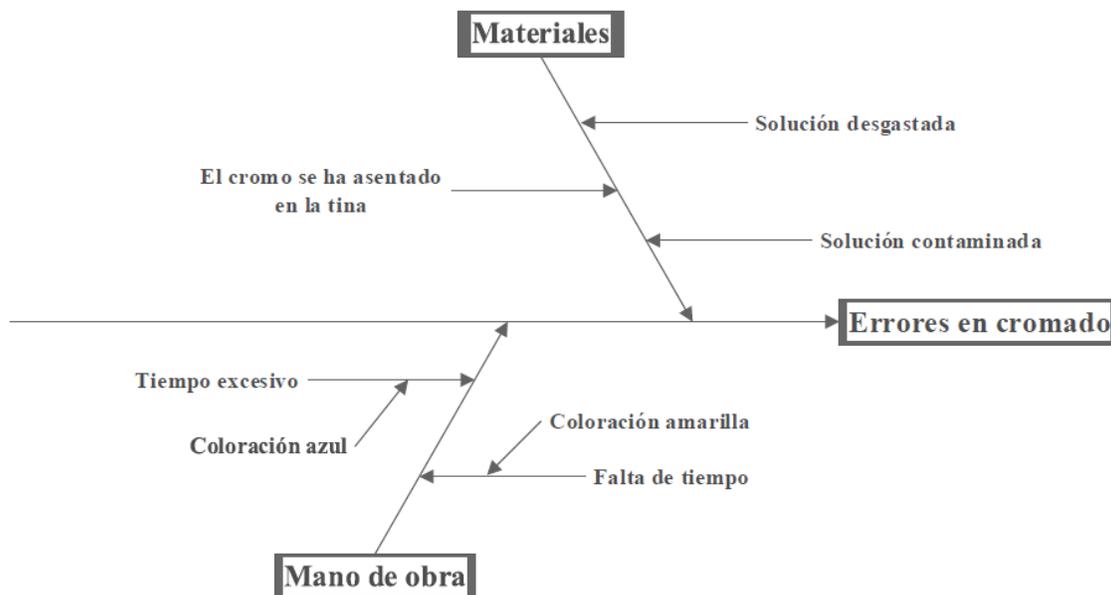
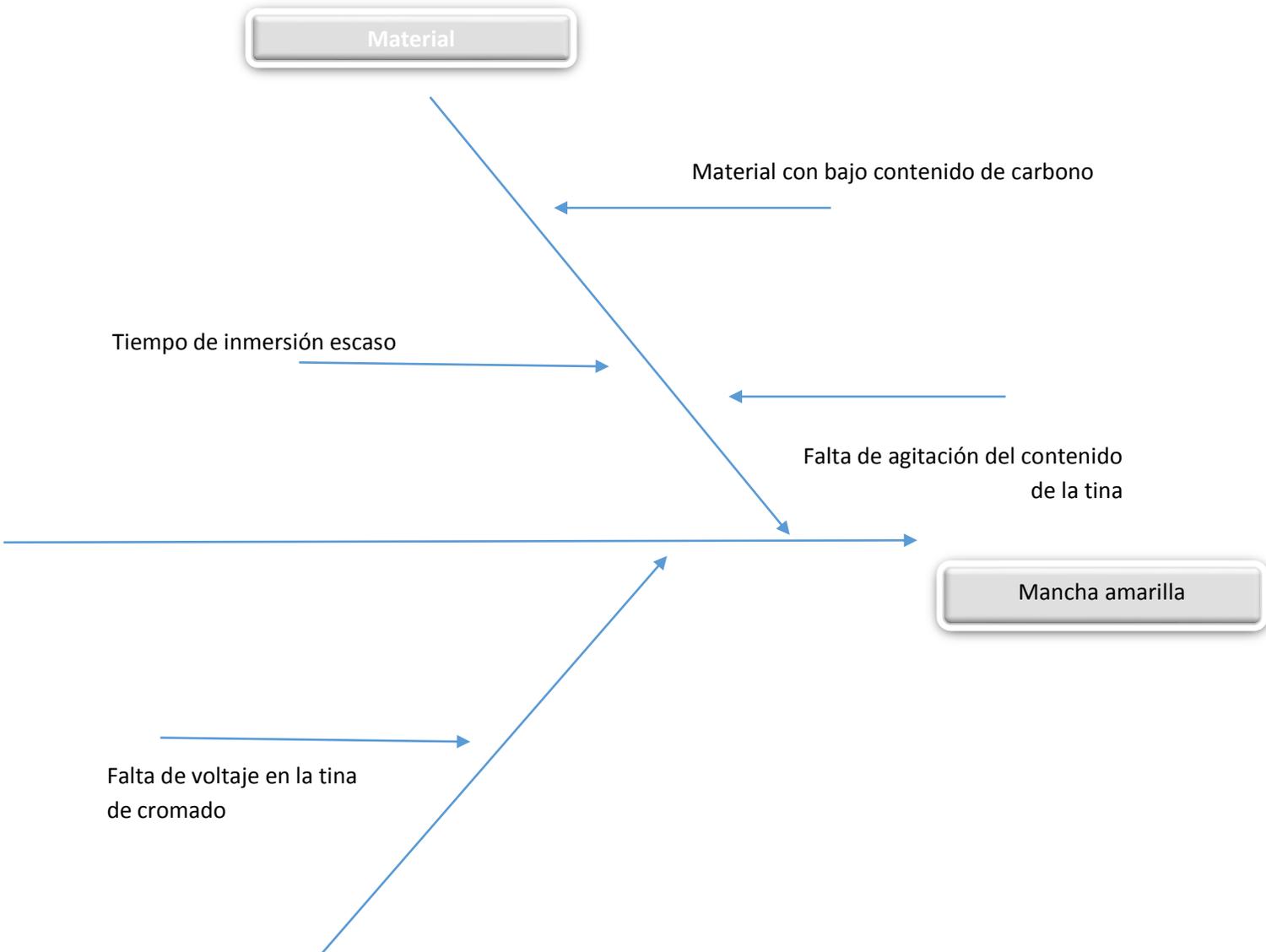


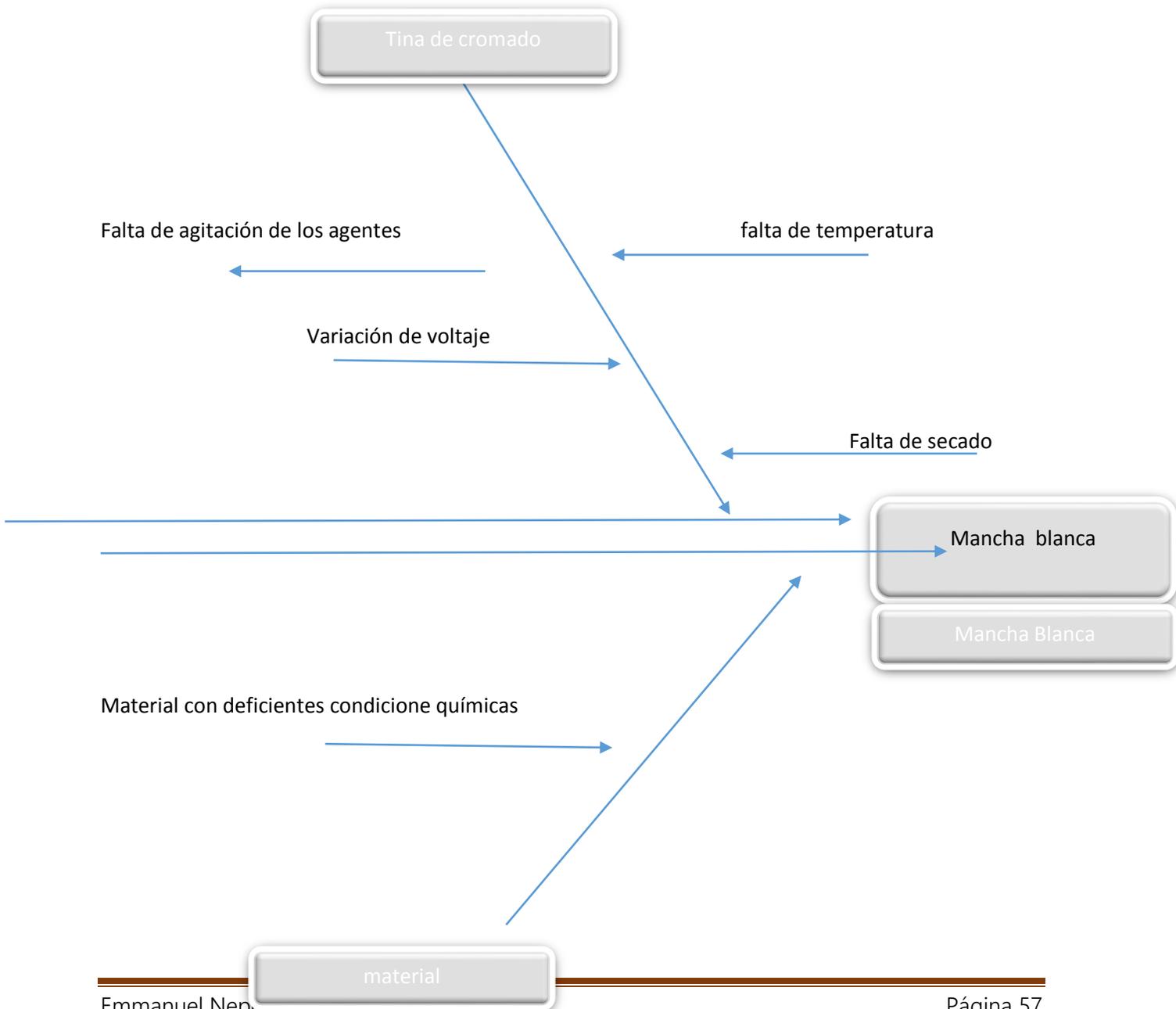
Ilustración 43 Diagrama errores en cromado.

Problema	Punto de identificación	Afectaciones
Mancha blanca	Al inicio de carga	Pérdida de tiempo por tener que re trabajar las piezas en el área de pulido, desperdicio de los materiales de lubricación y esmerilado empleados en el área de pulido
	En mesas de inspección final	Re trabajo y pérdida de materiales en el área de pulido, re trabajo por lavado y desengrasado, desperdicio de níquel y cromo que es un material de costo elevado
Errores en niquelado	Al salir del cromado	Puede implicar solo falta de tiempo en el proceso; si el problema está en la solución puede implicar re trabajo total, desde el pulido, en dado caso que se presente quemada de níquel, el material ya no tiene la posibilidad de re trabajarse y será posicionado en scrap
Errores en cromado	Al salir del cromado	Pérdida de tiempo al eliminar el cromo aplicado y activar la pieza, re trabajo por volver a cromar y desperdicio del cromo, que junto col níquel, son los materiales más costosos

Es evidente que el desperfecto que genera mayor cantidad de desperdicios es la aparición de mancha blanca, ya que es un problema no re trabajable, y genera un elevado costo en el desperdicio de cromo que se genera, por esa razón se estudiara la causa raíz de la mancha blanca.



Tina de cromado



Factores que intervienen en la calidad del acabado

Es importante el examen de los elementos cromados con relación a brillo, burbujas, existencia de poros, puntos quemados, uniformidad de superficie, manchas, etc., que constituye problemas que se detectan a simple vista y crea insatisfacción al cliente. Dado que hay otras propiedades físicas que no podemos valorar a simple vista, que se debe utilizar instrumentos de laboratorio para determinar como son: espesor, adherencia, brillo, dureza, corrosión, etc., los mismos que serán tratados a profundidad en este trabajo.

MEDIDAS PARA MEJORAR EL PROCESO OBTENIDO

- Las medidas que se recomiendan son variadas, por ejemplo, mantener constante la temperatura de la tina de cromo, esto con fin de evitar cambios bruscos en la temperatura, que incluso puede generar turbulencia o explosiones.
- Mantener los límites en el voltaje definidos, para que el funcionamiento y la adherencia sean óptimos.
- Sumergir en un par de ocasiones en las tinas de enjuague, para garantizar que la pieza quede libre de partículas que puedan perjudicar el procedimiento.
- Medir las porciones que se depositan en las tinas x ejemplo, el activador de la tina 8, introducir una porción de 3 litros, por 3 jornadas de trabajo; por su parte rellenar la tina de cromo, con 1 porción de 1 litro por semana laboral.
- Se establecerá un manual, del procedimiento adecuado para tener un buen proceso de cromado, el cual será conveniente tomar en cuenta, y seguirlo lo que garantizara una buena adherencia del cromo en la pieza.

CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

4.1 Resultados

Con base al análisis realizado se determinó, que en la empresa Labor especializada del norte se genera una cantidad aproximada de 3500 piezas diarias, de las cuales alrededor del 12% de ellas son rechazadas en el área de inspección final, por no cumplir con los estándares de calidad establecidos por la empresa, cabe mencionar que del total de piezas rechazadas, alrededor del 80% de estas, son generadas por la presencia de mancha blanca y mancha amarilla.

Los cuales son generadas por una deficiencia en la regulación de temperatura y amperaje con la que se cuenta en las tinas donde se realiza el proceso electrolítico, como medida de apoyo se desarrolló un manual de provenientes, el cual servirá como apoyo para que los trabajadores cuente con una referencia bibliográfica, que les permita servir como guía en trabajos futuros, de igual forma es necesaria una capacitación constante de los trabajadores, y contar con un laboratorio, en el cual, se lleven a cabo ensayos, de dureza, profundidad y brillo esto para garantizar la calidad de los productos.

Como mejora estandarizar las acciones de lavado

Proceso de lavado

Una vez que se han pulido las piezas, estas se someten a un proceso de lavado; en este proceso las piezas se sumergen en una tina que contiene una mezcla de sosa con agua, la mezcla debe estar caliente para obtener buenos resultados. La pieza debe tallarse con una esponja con la finalidad de eliminar toda la suciedad y los residuos de pastas de pulido que pueda tener.

El proceso de lavado se lleva a cabo en una tina de 1 x 1.20 x 1 m³.

En la siguiente tabla se muestran los tiempos aproximados que se requieren para lavar una pieza; estos tiempos dependen solo del tamaño de la pieza.

Tabla: Tiempos aproximados para el proceso de lavado

TAMAÑO DE LA PIEZA	TIEMPO EN SEGUNDOS
GRANDE	15
CHICA	4

Proceso de desengrase

Una vez que la pieza ha sido lavada, esta se introduce a una tina que contiene una mezcla de sosa y agua, la pieza se sumerge y se sujeta a una barra que está alimentada con corriente eléctrica. El objetivo de este proceso es eliminar de la pieza toda la grasa que pueda tener. La pieza se deja dentro de la tina y conectada a la corriente eléctrica por un cierto tiempo, el cual depende del tamaño de la misma. En la siguiente tabla se muestran los tiempos aproximados que se requieren en el proceso de desengrase.

Tabla: Tiempos aproximados para el proceso de desengrase

Tamaño de la pieza	Tiempo en minutos
Grande	7
Chica	3

Una vez que la pieza es retirada de la tina de desengrase se aplica un nuevo enjuague con agua. Es importante garantizar que al finalizar este proceso la pieza esté libre de suciedades o grasa

Mancha Blanca

Para contrarrestar la aparición de mancha blanca, se recomienda, mantener una agitación dentro de las tinas de desengrase, una corriente continua de aire, el cual genere una turbulencia prolongada, la cual funcione como un medio agitante, que permita que el material que se pueda quedar adherido a las paredes de las piezas cromadas, sea retirado de ellas ayudando con esto a disminuir drásticamente la mancha blanca.

Mancha amarilla

De acuerdo a la bibliografía que sirvió como referencia, es recomendable mantener una temperatura constante y sobre todo estable dentro de la tina de cromado, la cual debe mantenerse a 35°C con una variación máxima de 2°C, esto permitirá que no se generen cambios térmicos de las tinas, de igual manera, ayudara a impedir la aparición de explosiones dentro de esta área.

De igual manera se presenta a continuación una estandarización de voltaje, el cual se obtuvo de acuerdo a un sondeo de cuando la línea se mantuvo trabajando en óptimas condiciones y se obtuvieron menor número de desperfecciones dentro de las piezas

Tabla: Voltajes aproximados para el proceso de cromado

Tamaño de la pieza	Voltaje	Amperaje
Grande	7 – 9 volts	450 – 600 a
Chica	7 – 9 volts	600 - 750 a

Proceso de cromado

Para llevar a cabo el proceso de cromado las piezas se sumergen en una solución electrolítica que contiene cromo disuelto y se hace contacto con una barra por la que circula electricidad controlada, este es el proceso más rápido ya que la pieza solo se electrifica por algunos segundos.

La siguiente tabla contiene los tiempos de aplicación del proceso de cromado para diferentes piezas; este tiempo depende solo del tamaño de la pieza.

Tabla: Tiempos aproximados para el proceso de cromado

Tamaño de la pieza	Tiempo en segundos
Grande	13 – 17 s
Chica	25 – 35 s

El proceso de cromado es también uno de los más delicados ya que si se da mas tiempo a la pieza esta sale con una coloración azulada, lo cual se conoce como “pieza quemada”; si por el contrario no se da el tiempo suficiente, la pieza sale con una coloración amarillenta. Para corregir ambos errores la pieza debe sumergirse en la tina de desengrase para eliminar el cromo que se ha adherido, posteriormente se activa sumergiéndola en ácido y haciendo contacto por algunos segundos con la corriente eléctrica (entre 3 y 5 segundos).

Prolongación del tiempo de escurrido en el proceso de cromado.

Se solicitó a la persona que realiza el proceso de cromado incrementar el tiempo de escurrido de las piezas en la tina de cromo al máximo posible, sobre todo cuando la carga de trabajo no es mucha.

Captación de escurrimiento en el proceso de cromado.

Se colocó un tambo para captación de escurrimientos cuando las piezas salen del proceso de cromado. Las piezas se dejan escurriendo un cierto tiempo, lo suficiente para que se desprenda la solución que se ha adherido en el proceso.

A continuación se enlistan algunas causas que no pueden ser trabajadas en su totalidad ya sea por la naturaleza de la causa o por no contar con los recursos en la empresa:

- Con respecto al exceso de abrillantador **en el níquelado**, se sugiere trabajar una pieza y analizar el resultado obtenido cada tercer día al inicio del turno laboral. El objetivo de esta prueba es identificar si la tina contiene la cantidad de abrillantador correcto antes de comenzar las labores del día. El abrillantador se agrega a la tina de níquelado cada semana, razón por la cual se considera que al realizar esta prueba cada tercer día puede evitar el re trabajo de piezas por no contar con el brillo requerido.
- El error consistente en no dejar la pieza en la tina de níquel el tiempo necesario de acuerdo con la calidad solicitada puede corregirse con la estandarización por escrito de los procedimientos. Se propone pegar un cartel en la zona de cromado que indique el tiempo que debe dejarse una pieza en la aplicación, se sugiere que contenga imágenes de piezas según la clasificación de tamaño y calidad requerida. Para complementar el cartel puede emplearse un temporizador con alarma, los cuales son fáciles de conseguir y económicos, su precio es de aproximadamente \$150.
- El problema referente al **chromo asentado en la tina** se resuelve agregando una sustancia que hace un efecto efervescente y remueve el material acumulado al fondo. Este problema se corrige actualmente al detectar errores en las piezas (piezas amarillas); sin embargo, sería mejor poder aplicar la solución antes de que se presenten errores. Se propone cromar una pieza y analizarla para identificar si el resultado es adecuado (la pieza no sale amarilla) todos los días al inicio de la jornada laboral. Debido a que este problema no tiene un periodo de ocurrencia estable, la prueba diaria tiene como objetivo la identificación temprana del problema, con lo cual se disminuye la probabilidad de obtener piezas amarillas que posteriormente deben re trabajarse.
- Los **errores en el tiempo de contacto de la pieza durante el proceso de cromado** pueden corregirse con la misma implementación recomendada para el tiempo de níquelado; un cartel con imágenes de las piezas según la clasificación de tamaño y el tiempo requerido, complementado. Cabe mencionar que en el cromado no se manejan calidades, razón por la cual el único factor a considerar es el tamaño de la pieza.

Disminución del número de piezas que deben re trabajarse

Para obtener este dato, se llevó un registro del número de piezas que debieron re trabajarse antes de implementar los cambios y del número de piezas a re trabajarse una vez implementados los cambios. El monitoreo se llevó a cabo un mes antes de los cambios y un mes después de los cambios, las mediciones se registraron con frecuencia por día.

Los resultados se resumen en la siguiente tabla:

Área/Semana	Antes de los cambios		Después de los cambios	
	Mancha blanca	Mancha amarilla	Mancha Blanca	Mancha amarilla
Día 1	24	17	13	8
Día 2	20	19	16	7
Día 3	22	21	11	14
Día 4	21	20	10	10
Día 5	18	18	15	10
Total	105	95	65	49

Como se puede observar tras un mes de implementarse solo algunas medidas, lograron

Contrarrestase el número de piezas con defectos dentro de la empresa Labor especializada del norte

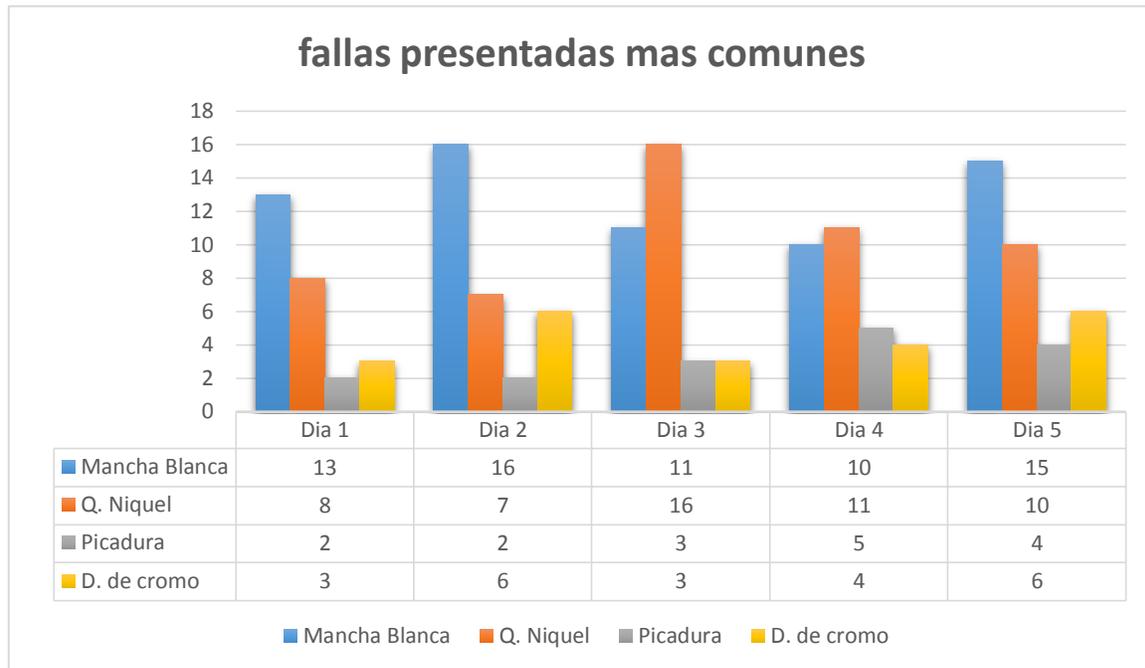


Ilustración 44 resultados

Límites de especificación

El primer punto fue identificar las especificaciones que se tienen sobre la característica de calidad a evaluar; debido a que en la empresa no se llevan a cabo procesos de control de calidad de tipo cuantitativo, no se tienen límites de especificación definidos. Según su experiencia el dueño de la empresa estima que el grosor de la película de material aplicada en el proceso de niquelado se encuentra entre 10 y 25 micras. Por su parte, en la literatura referente a procesos de niquelado se menciona que en apego a las normas ASTM el recubrimiento de níquel sobre metal debe tener un grosor entre 5 y 25 micras (Troya, 2009); Di Bari

4.2 Trabajos Futuros

La variabilidad del proceso tiene diversidad de causales, entre ellas se encuentran las siguientes:

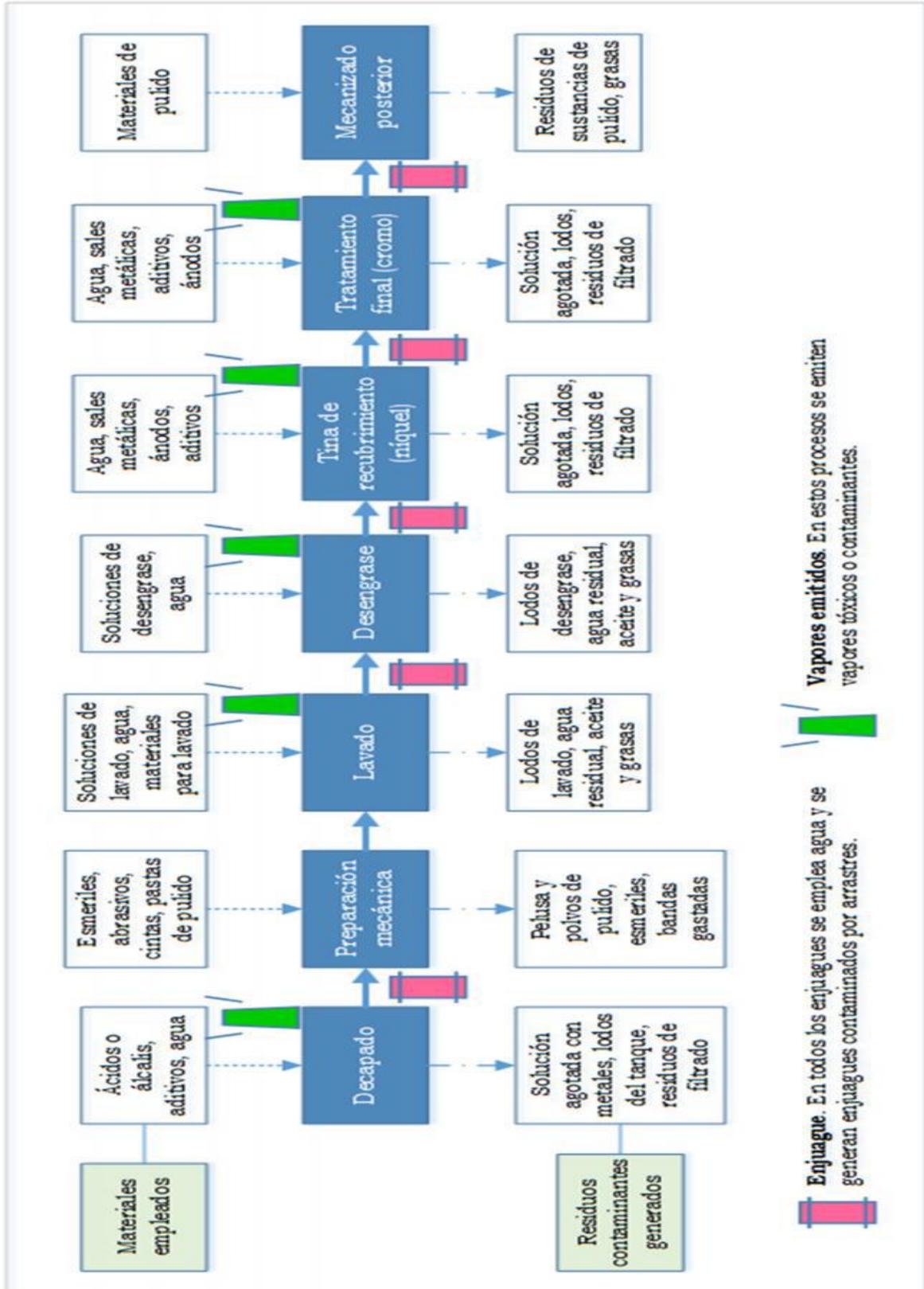
- Concentración del baño en la tina de níquel
- Intensidad de la corriente eléctrica aplicada
- Niveles de contaminación del baño en la tina de níquel
- Tamaño de la pieza
- Cantidad de abrillantador aplicado al baño en la tina de níquel.

Todos los parámetros mencionados anteriormente con excepción de la intensidad de la corriente, no pueden ser controlados de una manera adecuada dentro de la empresa, por esta razón se puede asumir que existen altas probabilidades de que el proceso no se encuentre bajo control estadístico, situación que puede generar errores en los cálculos realizados.

Como se ha mencionado anteriormente, la empresa no lleva un control estadístico de calidad para su proceso y el número de piezas que les son devueltas es mínimo; sin embargo, por cuestiones económicas, resulta importante la implementación de un estudio de este tipo, sobre todo para evitar sobrepasar el límite superior de especificación, lo cual significa un incremento en los costos por el uso de una cantidad mayor de níquel.

Se propone ampliar este estudio y hacerlo de una manera más detallada para que la empresa pueda tener un mayor control del proceso de niquelado, con lo cual podrá obtener beneficios económicos al disminuir la cantidad de cromo empleado en el proceso, y de prestigio al mantener sus recubrimientos dentro de los parámetros estipulados en normas internacionales. Se propone que el estudio de capacidad se realice cada año.

ANEXOS



BIBLIOGRAFÍA

Ó. J. S. Garcí, «Obtaining decorative chromium plating from trivalent chromium solutions,»

Ingeniería e

investigación,

vol. 26, nº 2, p. 6, 2006.

M. Torres

-

Luque, «Effects of Electrolyte Temperature on the Corrosion Resistance of Chromium Nitride, Hard Chromium and Epoxy Paint Coatings,»

Ingeniería y

Universidad,

vol. 17, nº 1, p. 7, 2013.

O. J. S. García, «Obtención de un recubrimiento de cromo decorativo a partir de una solución de cromo trivalente,»

Ingeniería e Investigación,

vol. 26, nº 2, p. 9, 2006

Ballesteros, E. (2006). *Electrodepósitos de cobre y níquel. Procesamiento de metales acuosos*. Universidad Autónoma Metropolitana. México.

Bartual, J. (1984) *NTP 108: Criterios toxicológicos generales para los contaminantes químicos*. Instituto de seguridad e Higiene en el Trabajo.

Ministerio de trabajo y asuntos sociales de España.