



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



**TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO**

Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga
Departamento de Ingeniería Industrial

**REPORTE FINAL PARA ACREDITAR LA RESIDENCIA
PROFESIONAL DE LA CARRERA DE INGENIERIA
INDUSTRIAL MIXTO**

PRESENTA:
ANGEL EMMANUEL HERRERA MONTIEL

CARRERA:
INGENIERIA INDUSTRIAL MIXTO

“REDUCCIÓN DE TIEMPOS EN LINEA DE PROCESO CROMO”

Acabados Metálicos Innovadores S.A. de C.V.



Nombre del asesor externo
Ing. José Pablo Aispuro Vega
Gerente de Planta

Nombre del asesor Interno
Mtro. Benito Rodríguez Cabrera
Maestro

Fecha: 07 de diciembre 2024.

CAPÍTULO 1: PRELIMINARES

II. Agradecimientos.

Querida mamá, familia, AMINSA y Tecnológico de Pabellón: Es para mí un honor y una gran emoción poder dirigirme a ustedes con estas palabras de agradecimiento. A lo largo de este proceso de continuar con mis estudios, he recibido un apoyo invaluable de cada uno de ustedes, y quisiera tomar un momento para expresar mi gratitud más sincera.

A ti mamá y a mi familia: Desde el principio, me han brindado su amor, paciencia y aliento. No hay palabras suficientes para describir cuánto me han apoyado para seguir adelante en mi camino educativo. Su fe en mí, sus sacrificios y su constante respaldo me han dado la fuerza y motivación necesarias para seguir adelante, incluso en los momentos de dificultad. Gracias por creer en mí y por siempre estar a mi lado, impulsándome a seguir adelante.

A AMINSA: Gracias a la empresa AMINSA por brindarme la oportunidad de continuar mis estudios. Este apoyo representa mucho más que una oportunidad académica; es un compromiso con mi futuro y una inversión en mi desarrollo personal y profesional. Gracias por confiar en mi potencial y por ser parte fundamental en la realización de mis metas.

A Tecnológico de Pabellón: Por brindarme el espacio y las herramientas necesarias para crecer y aprender. El apoyo de mi casa de estudios ha sido clave para poder alcanzar mis objetivos académicos y personales. Las oportunidades que he recibido en este entorno han sido determinantes para fortalecer mi formación y darme la confianza de seguir adelante.

En resumen, este camino no lo recorro solo. Cada uno de ustedes, con su amor, apoyo y generosidad, ha sido fundamental para que hoy esté más cerca de cumplir mis sueños. Sigo comprometido con aprovechar al máximo cada oportunidad que se me presenta, y siempre estaré agradecido por todo lo que han hecho para que pueda continuar este viaje de aprendizaje.

Con gratitud y cariño.

III. Resumen.

Este trabajo de investigación describe la implementación de un proyecto de mejora de tiempos en línea productiva de recubrimiento de cromo automatizada que consta de 21 tinas de proceso y 3 grúas, para la solución de carga de trabajo en las grúas operadas y estandarizar tiempos de operación en cuestión de reglas creadas para cumplir con los parámetros del proceso y garantizar la calidad deseada del cliente.

Se desarrolló mediante la metodología DMAIC (Definición, Medición, Análisis, Mejora y Control).

En la etapa de definición se delimito el problema a resolver, así como las cuestiones del porque se presenta el problema.

En la etapa de medición se cuestionaron los KPI que se llevan en la línea productiva, así como un estudio de CPK.

En la etapa de análisis se realizaron juntas secuenciales con la participación de los departamentos de logística, producción, ingeniería, mantenimiento y calidad, aportando lluvia de ideas para realizar el diagrama de Ishikawa.

En la etapa de mejora se plantearon y evaluaron las distintas propuestas enfocando en un top 5, se implementaron las mejoras en la línea con el equipo de mantenimiento enfocándonos en repartir la carga de trabajo en las 3 grúas, crear reglas en la automatización priorizando cada proceso de inmersión, crear reglas de entrada y salida para un flujo continuo del proceso.

En la etapa de control se implementaron formatos para la verificación del personal sea continúa, para los departamentos de producción, calidad y mantenimiento.

IV. Índice.

<i>CAPÍTULO 1: PRELIMINARES</i>	2
<i>II. Agradecimientos</i>	2
<i>III. Resumen</i>	3
<i>IV. Índice</i>	4
<i>Lista de Tablas</i>	5
<i>Lista de Figuras</i>	5
<i>Lista de Gráficos</i>	5
<i>CAPÍTULO 2: GENERALIDADES DEL PROYECTO</i>	6
<i>5.- Introducción</i>	6
<i>6.- Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del trabajo del residente</i>	7
<i>7. Problemas a resolver, priorizándolos</i>	11
<i>8. Justificación</i>	12
<i>9. Objetivos (General y Específicos)</i>	13
<i>CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO</i>	16
<i>10. Marco Teórico (fundamentos teóricos)</i>	16
<i>CAPÍTULO 4: DESARROLLO</i>	26
<i>11. Procedimiento y descripción de las actividades realizadas</i>	26
<i>Cronograma de actividades</i>	39
<i>CAPÍTULO 5: RESULTADOS</i>	40
<i>12. Resultados</i>	40
<i>CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES</i>	44
<i>13. Conclusiones del Proyecto</i>	44
<i>CAPÍTULO 7: COMPETENCIAS DESARROLLADAS</i>	45
<i>14. Competencias desarrolladas y/o aplicadas</i>	45
<i>CAPÍTULO 8: FUENTES DE INFORMACIÓN</i>	46
<i>15. Fuentes de información</i>	46
<i>CAPÍTULO 9: ANEXOS</i>	47
<i>17. Anexos</i>	47

Lista de Tablas

Tabla 1 Tabla comparativa de Tiempos de Proceso en minutos.	40
Tabla 2 Tabla comparativa de Tiempos de Proceso con automatización en minutos.	41

Lista de Figuras

Ilustración 1 Organigrama de la empresa Acabados Metálicos Innovadores S.A. de C.V.	10
Ilustración 2 Clientes principales de Acabados Metálicos Innovadores S.A. de C.V.	10
Ilustración 3 Fases del APQP.	19
Ilustración 4 Ejemplo de VSM.	22
Ilustración 5 Línea de cromo de Acabados Metálicos Innovadores S.A. de C.V.	24
Ilustración 6 Diagrama de Tiempos de Proceso de Cromo.	28
Ilustración 7 Diagrama de Tiempos de Proceso con automatización de Cromo.	28
Ilustración 8 Diagrama de Ishikawa.	32
Ilustración 9 Diagrama 1, de Mejora del proceso de línea de cromo.	33
Ilustración 10 Diagrama 2, de Mejora del proceso de línea de cromo.	34
Ilustración 11 Diagrama 3, de Mejora del proceso de línea de cromo.	35
Ilustración 12 Plan control de Línea Cromo.	35
Ilustración 13 Registro de tiempo de barras de Línea Cromo.	36
Ilustración 14 Recetas de proceso de Línea Cromo.	36
Ilustración 15 Recetas de producción de Línea Cromo.	37
Ilustración 16 Mantenimiento General de Línea Cromo.	37
Ilustración 17 Check List de Mantenimiento de Línea Cromo (Herramientas Criticas).	38
Ilustración 18 JIG de inspección movible de Línea Cromo.	38
Ilustración 19 JIG de inspección fijo de Línea Cromo.	38
Ilustración 20 Diagrama de Tiempos de Proceso cromo (Mejora).	40
Ilustración 21 Diagrama de Tiempos de Proceso con automatización cromo (Mejora).	41

Lista de Gráficos

Gráfico 1 KPI de JPH de línea de cromo.	29
Gráfico 2 KPI de cumplimiento diario de producción cromo.	30
Gráfico 3 Estudio de capacidad de recubrimiento cromo.	31
Gráfico 4 KPI de JPH de línea de cromo (Mejora).	42
Gráfico 5 KPI de cumplimiento diario de producción cromo (Mejora).	43
Gráfico 6 Estudio de capacidad de recubrimiento cromo (Mejora).	43

CAPÍTULO 2: GENERALIDADES DEL PROYECTO

5.- Introducción

El revestimiento es un proceso de acabado que deposita metal en una superficie conductora para conseguir propiedades decorativas, de resistencia, soldabilidad, resistencia al desgaste, fortalecimiento, reducción de la fricción, adhesión y otras diversas. Aunque el proceso de revestimiento se ha llevado a cabo a lo largo de la historia, es un proceso fundamental en la tecnología moderna. El descubrimiento de su uso en la nanotecnología se produjo cuando se produjo el revestimiento de objetos tan pequeños como los átomos mediante la deposición de películas finas. En los últimos tiempos, el revestimiento puede producirse a menudo con el uso de líquidos. (Vargas Díaz, J. R. (2023).

El cromado es un proceso mediante el cual se recubre un objeto con una capa de cromo para mejorar su apariencia y protección. Este es un metal brillante y resistente a la corrosión, lo que lo hace ideal para aplicaciones donde se requiere una superficie brillante y duradera. (Santillán Espinoza, D. I., & Sandoval Silva, O. R. (2014).

Se pretende reducir los tiempos de proceso en la línea productiva en consecuencia a que se tomó la decisión de cambiar una de tina de Níquel Semi-brillante a Níquel brillante. Para ello se llevó a cabo una observación en los movimientos de las grúas, y se detectó que el tiempo muerto (en espera), era mayor al productivo (movimiento).

En dicha investigación se aplicaron herramientas Lean manufacturing, para llevar a cabo una reducción del 20% en línea productiva, mejorar la eficiencia, ser sostenible y rentable sin comprometer la calidad.

A través de los resultados se busca maximizar la productividad, reducir costos y que la calidad del recubrimiento cumpla todas las expectativas del cliente en cuestiones de las normas proporcionadas.

6.- Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del trabajo del residente

En AMINSA son especialistas en recubrimientos metálicos de componentes para la industria automotriz, electrodoméstica, agroindustrial, aeroespacial y metal mecánica, su oferta se distingue por la implementación de recubrimientos electrolíticos como niquelado, galvanizado y tropicalizado, con una capacidad de 660,000 dm² para cada proceso y 520,000 dm² para el cromado.

En la estación de pintura electroforética e-coat cuenta con un sistema automatizado que opera sin intervención manual con una capacidad de 44 racks por hora la cual representa un área de 230 mts².

Además, buscan integrar al proceso, AMINSA ofrece servicio de doblado de tubo el cual está integrado por 3 estaciones automáticas de CNC, con sistemas de ciclo optimizado de alta precisión y repetición para la manufactura de piezas de tubo doblado en serie.

AMINSA, es una compañía integral cuyos procesos están vinculados desde la conceptualización, diseño, calculo, testeo, manufactura y supervisión de calidad, el sello de AMINSA es la eficiencia, por eso se estudia cada proyecto para generar la rentabilidad esperada. Para la validación de los procesos cuentan con laboratorios internos y externos que permiten evaluar el cumplimiento con los requerimientos.

Cuenta con la certificación ISO 9001-2015 y esta en proceso de la certificación ISO 14001 y IATF 16949:2016

Es una empresa totalmente responsable con el medio ambiente, ya que cuenta con sistemas de contención de residuos peligrosos y confinamiento adecuado, cumplen con la NOM-043 y la NOM-85 de Semarnat.

La empresa AMINSA está ubicada en la calle Municipio de Calvillo, No. 108, localidad Parque Industrial del Valle de Aguascalientes, municipio de San Francisco de los Romo, Aguascalientes, C.P. 20358.

Puesto que ocupa el residente

Jefe de ingeniería con las siguientes actividades:

- Elaboración y Revisión de PPAP'S.
- Cotización, Gestión, Control y Seguimiento a Nuevos Proyectos.
- Trato con cliente y Proveedor.
- Desarrollar, evaluar y mejorar los métodos de manufactura.
- Coordinar con producción - mantenimiento la mejora continua y el mantenimiento de equipos y/o herramientas.
- Participar, recibir y validar todos los asuntos relacionados con nuevos lanzamientos.
- Cumplir con todos los requerimientos de ISO 9001: 2015 y seguridad e higiene determinados por la empresa.
- Aplicar métodos estadísticos para estimar los requerimientos y potenciales de manufactura actuales y futuros en las variables de los procesos.
- Optimizar los procesos de manufactura mediante la estandarización de aplicaciones comunes, la resolución de problemas de producción y la implementación de programas de capacitación requeridos.

Misión

Implementar técnicas innovadoras de recubrimiento, doblado de tubo y transformación de metales que mejoren sus propiedades en concordancia con las especificaciones que establezcan nuestros clientes.

Visión

Ser una empresa líder en el estado cumpliendo y atendiendo las necesidades de nuestros clientes y colaboradores buscando el crecimiento sostenido de la organización.

Objetivos

Proporcionar soluciones que mejoren las propiedades superficiales de diversos materiales, con el fin de optimizar su rendimiento, durabilidad, estética y resistencia.

Como son:

- Protección contra el desgaste y la corrosión: Los recubrimientos son una forma efectiva de proteger superficies metálicas y otros materiales contra factores ambientales, como la humedad, los productos químicos, y la abrasión, lo que alarga la vida útil de los productos.
- Mejora de las propiedades físicas y mecánicas: Los recubrimientos pueden mejorar características como la resistencia a la fricción, la dureza superficial, la conductividad térmica o eléctrica, e incluso la resistencia al fuego, dependiendo de las necesidades específicas del cliente.
- Estética y apariencia: Algunos recubrimientos también se aplican para mejorar la apariencia de productos, dándoles un acabado brillante, mate, texturizado o de colores específicos. Esto es especialmente relevante en sectores como la automoción, la electrónica y la construcción.
- Optimización de procesos industriales: Al aplicar recubrimientos en componentes industriales, como maquinaria o piezas de automóviles, las empresas pueden mejorar la eficiencia operativa, reduciendo tiempos de mantenimiento y aumentando la productividad.

En resumen, se busca ofrecer soluciones técnicas para mejorar y extender la vida útil de los productos, aportando valor tanto en términos de funcionalidad como de estética, a la vez que contribuye a la eficiencia de los procesos industriales y al cumplimiento de normativas específicas

Organigrama

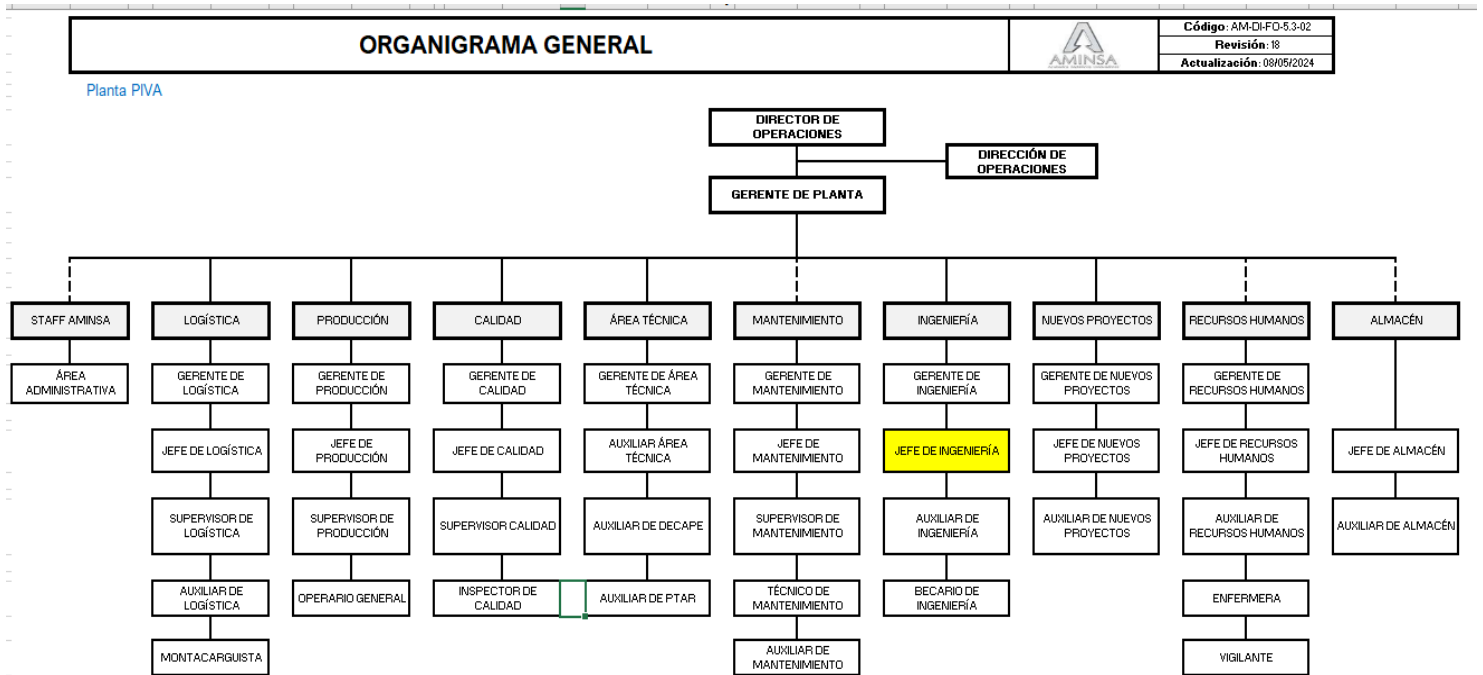


Ilustración 1 Organigrama de la empresa Acabados Metálicos Innovadores S.A. de C.V.

Principales Clientes

1. Diseko soluciones.
2. Mazda.
3. Ford.
4. Toyota.
5. Volkswagen.
6. Nissan.
7. John deere.
8. Volvo.
9. Honda.



Ilustración 2 Clientes principales de Acabados Metálicos Innovadores S.A. de C.V.

7. Problemas a resolver, priorizándolos.

En la empresa AMINSA en el área de producción cromo se encontraron deficiencias gracias al resultado de un proyecto de mejora, tales deficiencias generaron los siguientes problemas:

1. Tiempo muerto en los movimientos de las grúas.

Las grúas se observan sin movimientos o con carga de trabajo a la hora de operación, esto debido a que el tiempo de proceso de níquelado anteriormente era de 20 min. Y se redujo a 8 min.

2. Mayor espesor de níquel por el tiempo acumulado en la tina.

La grúa se encuentra en otras operaciones haciendo que el tiempo cumplido en tina de níquel se prolongue más y esto de como resultado mayor espesor.

3. Mayor consumo en materia prima de las tinas (níquel, cromo, ánodos, etc).

Esto ha sido provocado por el mayor tiempo de inmersión en los baños de proceso debido a que las grúas no cumplen con su función de cambiar de proceso, debido a la carga de trabajo.

4. Mayor consumo eléctrico en las tinas.

Mayor tiempo en el baño afecta al consumo eléctrico y este sea mayor al necesario.

5. Menor productividad.

El tiempo de proceso se prolonga y no se cumple con lo establecido por parte de control de producción.

6. Personal de calidad con tiempo muerto de operación de inspección, liberación y empaque.

El tiempo de salida de un rack aumento y esto afecta al personal en sus actividades diarias.

7. Personal de producción sin actividad de carga de racks.

El tiempo de salida de un rack aumento y esto afecta al personal en sus actividades diarias.

8. Afectación en el cumplimiento de control de producción.

No se cumple con el reléase diario por parte de logística.

9. Incumplimiento del Just in time.

No se tiene un almacén de producto terminado, por ello se afecta directamente a las entregas diarias.

En la empresa AMINSA se identificó un cuello de botella en la línea de cromo debido a que, como resultado de un proyecto de mejora, los tiempos de las tinas de níquel se redujeron al convertir la tina de Semi Brillante a Brillante. Esta modificación generó un incremento en la carga de trabajo de una de las grúas, lo que resultó en tiempos muertos y una disminución en la eficiencia operativa.

8. Justificación.

En cualquier empresa la calidad y el tiempo de entrega son 2 de los puntos más importantes para ser competitivos en el mercado. Al cumplir con estos puntos se puede asegurar una rentabilidad en la empresa.

Al implementar este proyecto de la mano con el proyecto de mejora en las tinas de níquel en la empresa AMINSA asegura ser más competitivos en cuestiones de calidad, entregas a tiempo, aumento de productividad y reducción de costos innecesarios.

Se busca que la empresa utilice más terminologías como Lean manufacturing y Six sigma y a su vez tener más personal certificado y enfocado a estas herramientas en la industria automotriz.

Así mismo, al implementar esta mejora, se busca que la empresa obtenga beneficios no solo operativos, sino en cuestión de enfoque, ya que dedicará más tiempo en operaciones que tengan un valor agregado al proceso, contemplando una mejora significativa a largo plazo.

9. Objetivos (General y Específicos)

Para resolver el cuello de botella en la línea de cromo en AMINSA, los siguientes objetivos pueden ser planteados:

Objetivo General

1. Reducir los tiempos muertos de la grúa:
 - Objetivo: Minimizar el tiempo de inactividad de la grúa, asegurando que las piezas sean trasladadas de manera continua y sin retrasos entre las diferentes etapas del proceso.
 - Acción: Implementar un sistema de monitoreo en tiempo real para identificar y solucionar rápidamente los tiempos muertos, optimizando los tiempos de espera y mejorando la programación de las operaciones de la grúa.

Objetivos específicos

1. Optimizar la capacidad de carga de las grúas:
 - Objetivo: Mejorar la eficiencia de las grúas existentes para manejar el incremento de volumen generado por la optimización de las tinas de níquel.
 - Acción: Evaluar la posibilidad de automatizar algunas de las tareas de la grúa, o bien, invertir en grúas adicionales o más rápidas para distribuir mejor la carga de trabajo.
2. Ajustar los tiempos de procesamiento en función de la capacidad de la grúa:
 - Objetivo: Sincronizar los tiempos de procesamiento en las tinas de níquel con la capacidad de carga de la grúa para evitar desajustes que puedan generar cuellos de botella.
 - Acción: Reajustar los tiempos de operación de las tinas de níquel para equilibrar el flujo de trabajo con la capacidad de transporte de las grúas, o bien, programar los ciclos de producción de manera más eficiente.

3. Implementar un sistema de gestión de flujo de materiales:

- Objetivo: Crear un sistema de gestión visual o digital que permita optimizar el flujo de materiales, asegurando que las grúas estén siempre ocupadas con el traslado de piezas sin tiempos de espera innecesarios.
- Acción: Implementar tecnologías como sistemas de gestión de flujo o software de planificación que coordinen el movimiento de las piezas y ajusten las rutas de las grúas según la demanda en tiempo real.

4. Capacitar al personal para una operación más eficiente:

- Objetivo: Aumentar la eficiencia operativa de los operarios encargados de las grúas, mejorando su habilidad para manejar las cargas de trabajo incrementadas de manera efectiva.
- Acción: Proporcionar capacitación continua en el manejo eficiente de las grúas y en la coordinación con otras secciones de producción para mejorar la sincronización y reducir los tiempos de espera.

5. Realizar un análisis de capacidad de la línea completa:

- Objetivo: Realizar un análisis integral de la capacidad de la línea de producción completa (no solo de la grúa) para identificar otras posibles áreas de mejora en el flujo de trabajo.
- Acción: Evaluar todos los puntos críticos de la línea de producción, desde las tinas de níquel hasta las etapas finales del proceso, con el fin de identificar otros posibles cuellos de botella o limitaciones en la infraestructura.

6. Implementar un plan de mantenimiento preventivo para las grúas:

- Objetivo: Reducir los tiempos muertos imprevistos y aumentar la fiabilidad de las grúas, asegurando que estén siempre operativas.

- Acción: Establecer un plan de mantenimiento preventivo riguroso para las grúas, con revisiones periódicas y reemplazo de componentes críticos antes de que fallen.

Estos objetivos están orientados a mejorar el flujo de trabajo en la línea de cromo, reducir los cuellos de botella y asegurar que todos los elementos de la cadena de producción estén optimizados y alineados. La implementación de estas acciones no solo aliviará el problema actual, sino que también contribuirá a aumentar la eficiencia global de la planta.

CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO

10. Marco Teórico (fundamentos teóricos).

Recubrimiento de Níquel

El recubrimiento de níquel se utiliza para mejorar la resistencia a la corrosión y el desgaste de las piezas metálicas. Además, el níquel puede proporcionar una base para otros recubrimientos, como el cromo. Este tipo de recubrimiento se encuentra en aplicaciones industriales y comerciales, como componentes electrónicos, equipos médicos y herramientas. (Bello Marcos, J. F. (2018).

Recubrimiento de Cromo

El recubrimiento de cromo se utiliza tanto por su funcionalidad como por su atractivo estético. Además de brindar una excelente resistencia a la corrosión, el cromo ofrece una apariencia brillante y pulida que mejora la estética de las piezas metálicas. Se utiliza en la industria automotriz, en accesorios de baño, griferías y otros elementos donde se busca una apariencia atractiva y duradera.

Producción

La producción es toda actividad económica en la que un conjunto de factores productivos crea bienes/servicios, mediante un proceso que, a partir de determinados inputs (insumos), obtiene determinados outputs (productos). (Larrame, 2021).

La palabra producción hace énfasis a la acción de generar, producir o propagar, pero este término también tiene la capacidad de adoptar distintos significados, de hecho, otro de ellos se le atribuye a la adquisición y/o beneficios de bienes y frutos de la naturaleza que puede ser transformados en un producto útil para el consumo humano o, para llevar a cabo otros procesos de productividad.

Este término es definido de forma general, como un procedimiento para elaborar, fabricar o lograr obtener productos y servicios a través de diversas herramientas y métodos prácticos, los cuales pueden variar de acuerdo a los sistemas de producción que tenga cada empresa. (Pérez., 2021).

Productividad

La productividad del producto está relacionada con la capacidad de un bien para satisfacer plenamente las necesidades de los consumidores y para adaptarse a los sistemas de producción de las organizaciones. Así, el diseño de un producto y la calidad con que es ofrecido determinará en gran medida el valor que los grupos de interés están dispuestos a pagar por él y por ende los resultados que se obtengan al final del proceso productivo.

Por lo tanto, la influencia que tienen los productos o los servicios ofrecidos está determinada por las características naturales y por los precios que los clientes le otorguen. En ese sentido afirma que el diseño y desarrollo de los productos tiende a buscar un alto nivel de eficiencia y, a partir de esta, generar estadios de confort en su demanda, además de una óptima distribución interna de los componentes, partes y funcionalidades de cada uno. (Ramirez, 2011).

Calidad

La calidad se refiere a la capacidad que posee un objeto para satisfacer necesidades implícitas o explícitas según un parámetro, un cumplimiento de requisitos de calidad. La calidad está relacionada con las percepciones de cada individuo para comparar una cosa con cualquier otra de su misma especie, y diversos factores como la cultura, el producto o servicio, las necesidades y las expectativas influyen directamente en esta definición. (Significados.com, 2022).

Lean Manufacturing

La filosofía Lean Manufacturing, también conocida como Lean Production, es un sistema de organización del trabajo que pone el foco en la mejora del sistema de producción. Para esto se basa en la eliminación de aquellas actividades que no aportan valor al proceso ni al cliente. Estas se denominan despilfarros o desperdicios, y son aquellas tareas que implican la sobreproducción, altos tiempos de espera o desperfectos en los productos, por citar algunos ejemplos.

El Lean Manufacturing es una filosofía empresarial que busca optimizar la eficiencia y

efectividad de una organización a través de la eliminación de desperdicios y la mejora continua.

Son siete los principios que conviene aplicar a una empresa que persigue la filosofía Lean Manufacturing:

1. Hacerlo bien a la primera: Cero defectos como objetivo.
2. Excluir actividades que no añaden valor: Eliminación del desperdicio.
3. Mejora continua: Kaizen como filosofía de trabajo.
4. Procesos pull: Producir bajo demanda.
5. Flexibilidad: Adaptación a la variedad y a la cantidad.
6. Colaborar con los proveedores: Relación a largo plazo basada en confianza.
7. Cambio de enfoque de venta: Soluciones, no productos. Vázquez, J., & Prieto, M. (2013)

Herramientas de Lean Manufacturing.

- TQM (Total Quality Management): gestión de la calidad total aumentando la eficiencia de la producción y optimizando plazos de entrega.
- JIT (Just in time o justo a tiempo): respetar este sistema será producir solo a demanda.
- Kaizen: el sistema que asegura la mejora continua.
- TOC (Teoría de las restricciones o de las limitaciones): se basa en encontrar el cuello de botella para marcar el ritmo productivo de la cadena.
- Andon: sistema de gestión visual que permite conocer a operarios y directivos el avance de las mejoras y su estado de aplicación.
- SMED (Single-Minute Exchange of Die): tiene como finalidad reducir el tiempo de cambio de referencia en el utillaje de máquinas de entornos productivos.
- Value Stream Mapping (Mapeo de Flujo de Valor): se basa en un diagrama que permite visualizar, analizar y mejorar el flujo de la producción y de la información, desde el inicio del proceso hasta la entrega al cliente.
- Heijunka: técnica lean que reduce las desigualdades en un proceso de producción y minimiza las posibilidades de sobrecarga.
- KPI: indicador clave del desempeño para medir el nivel del desempeño de un proceso.

- Kanban: sistema de información en los puestos de trabajo para definir, gestionar y mejorar servicios.
- Reingeniería de procesos: persigue la mejora a gran escala trabajando sobre la redundancia de procesos. Correa, F. G. (2007).

APQP

APQP es un proceso estructurado para definir las principales características para el cumplimiento de los requisitos reglamentarios que permitan lograr una mayor satisfacción del cliente. Incluye métodos y controles que serán útiles en el diseño y producción de productos específicos. La planificación de la calidad también incluye la prevención de defectos y la generación de un plan de calidad del producto que respalde o mantenga el desarrollo de este y que cumpla con los requisitos del cliente. (Melo, 2015).

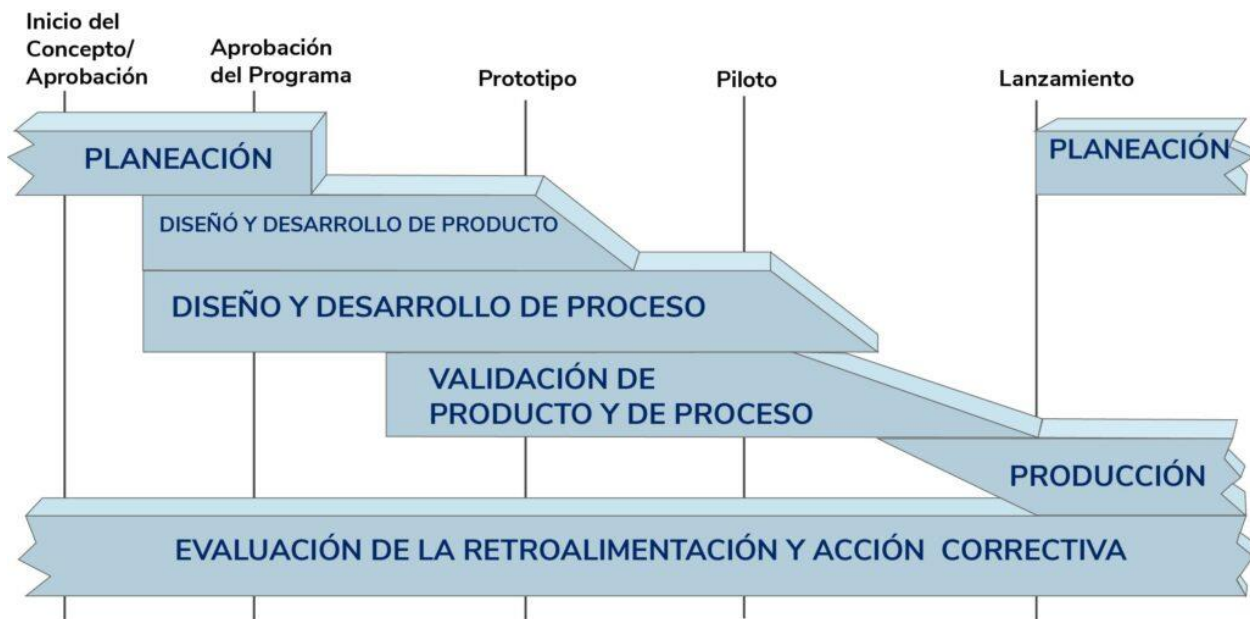


Ilustración 3 Fases del APQP.

Fases del APQP

Fase 1: Planificación: Describe como determinar las necesidades y expectativas de los clientes a fin de planear y definir un programa de calidad. Todo el trabajo debe hacerse con el cliente en mente, ofreciendo mejores productos y servicios que la competencia. El paso inicial del proceso de planeación de calidad de un producto es para asegurar que

las necesidades y expectativas de los clientes sean claramente entendidas. Las entradas y salidas que apliquen al proceso pueden variar de acuerdo con el producto / proceso y las necesidades y expectativas de los clientes. (AIAG, 2008).

Fase 2: Diseño y desarrollo del producto: Aquí se considera todos los factores de diseño en el proceso de planeación y cuando el diseño sea propiedad del cliente o compartido. Los pasos incluyen la fabricación de prototipos para verificar que el producto o servicio cumpla con los objetivos de la voz del consumidor. Un diseño factible debe permitir el cumplimiento con volúmenes y programas de producción, y ser consistente con la habilidad de cumplir con requerimientos de ingeniería, junto con objetivos de calidad, confiabilidad, costo de inversión, peso, costo unitario y esquema de tiempo. (AIAG, 2008).

Fase 3: Diseño y desarrollo del proceso: Las características principales del desarrollo del sistema de manufactura y los planes de control relacionados para el logro de productos con calidad. Las tareas a realizar en este paso del proceso de planeación de calidad de un producto dependen de la terminación exitosa de etapas previas contenidas en las primeras dos secciones. Este paso siguiente está diseñado para asegurar el desarrollo amplio de un efectivo sistema de manufactura. (AIAG, 2008).

Fase 4: Validación del producto y del proceso: Durante la corrida de producción prueba, el equipo de planeación de calidad de un producto de la organización debiera validar que el plan de control y el diagrama de flujo del proceso se siguen y los productos cumplen con los requerimientos de los clientes. Aspectos clave adicionales debieran identificarse para su investigación y resolución, previo a las corridas de producción regulares. (AIAG, 2008).

Fase 5: Retroalimentación, Evaluaciones y Acciones Correctiva: La planeación de la calidad no termina con la instalación y validación del proceso. Es en la etapa de la manufactura de los componentes cuando los resultados puedan evaluarse y donde todas las causas comunes y especiales de variación están presentes. Este es también el tiempo para evaluar la efectividad de los esfuerzos en la planeación de calidad de un producto. El plan de control de la producción es la base para evaluar el producto o servicio en esta etapa. Deben evaluarse datos de variables y atributos. (AIAG, 2008).

VSM

El VSM, siglas de Value Stream Mapping, es una herramienta incluida dentro de la metodología Lean Manufacturing. Se trata de una representación gráfica que permite visualizar, analizar y mejorar el flujo de la producción. Además, esta representación se convierte en una excelente ayuda para mejorar la captura y análisis de la información que se produce durante el proceso productivo. Mancilla, R., & Sánchez Motato, J. P. (2022).

El VSM consiste en un diagrama de flujo con una serie de símbolos que representan las distintas actividades de trabajo y los flujos de información. Así, cada paso del proceso productivo queda registrado en función de si añade valor o no desde el punto de vista del cliente. De esta forma, la empresa sabrá qué pasos pueden ser eliminados al no aportar valor ninguno.

Además de aparecer todos los procesos presentes en la fabricación de productos, el VSM también muestra cómo los agentes involucrados se comunican entre sí. (Geinford, s.f.)

Beneficios de un VSM en una empresa.

- Mejor visión de conjunto del proceso: El VSM proporciona a la empresa una visión global del proceso de producción. Esta visión no solo se limita a mostrar las actividades que se desarrollan, sino también la información que generan.
- Identificar los desperdicios: Poder eliminar los desperdicios supone para la empresa poder crear valor, ya que reduce los costes y aumenta la calidad. Desde el punto de vista del cliente, por otra parte, el producto será más mejor y más barato. Además, el VSM no solo identifica el desperdicio concreto, sino que también señala qué lo ha causado. Por lo tanto, es una estupenda herramienta para saber lo que hay que mejorar. Barcia, K., & De Loor, C. (2007).
- Mejora de la comunicación: El VSM permite mejorar la comunicación entre todos los que participan en el proceso productivo, facilitando que la colaboración sea más efectiva.
- Integración: El flujo de material y el flujo de información quedan integrados en la representación, permite que la empresa sea capaz de cumplir con todos sus

objetivos: mejora de la producción, eliminación de errores, incremento de la calidad y ahorro de costes. (Geinford, s.f.).

Cuando usar un VSM

Un VSM pueden generar mejoras significativas en tu modelo de negocio. Pero no debe invertir tiempo y recursos en un mapa de flujo de valor si no se ajusta a tus necesidades. A continuación, te presentamos algunas situaciones en las que debes usar un mapa de flujo de valor:

- Para mejorar un proceso de trabajo de extremo a extremo.
- Para identificar inventarios acumulados en un proceso.
- Para encontrar oportunidades para la optimización de procesos.
- Para aprender las complejidades inherentes de un proceso.
- Para comprender los sistemas de TI utilizados en un proceso.
- Para evaluar la eficacia de los canales de atención al cliente.
- Para mostrar de forma visual el estado de tus procesos.
- Para revisar tus procesos de forma estratégica.

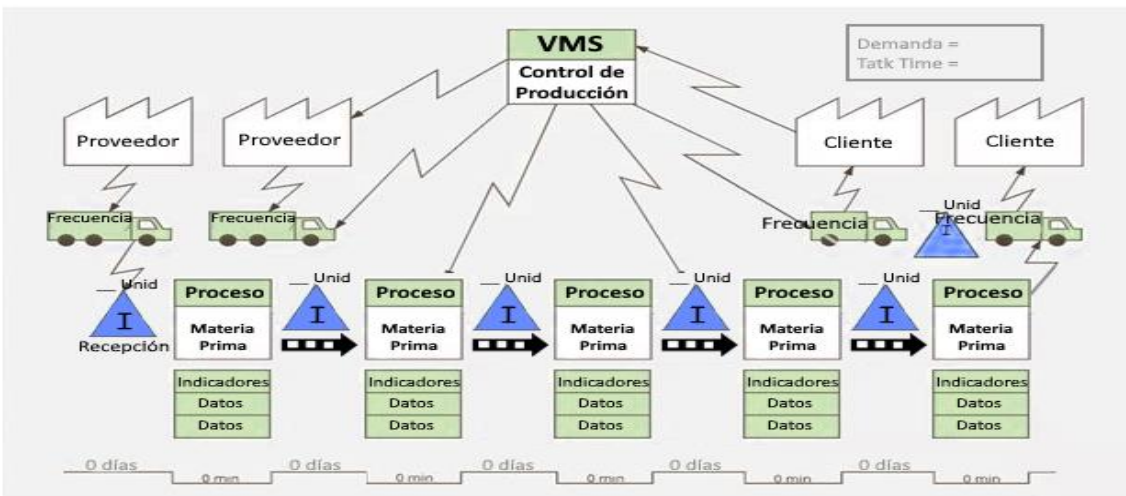


Ilustración 4 Ejemplo de VSM.

Mantenimiento

El mantenimiento es el proceso necesario para que un elemento o unidad de producción continúe funcionando con un rendimiento óptimo.

Este proceso es esencial en todas las actividades económicas y requiere que las organizaciones realicen ciertos gastos para evitar fallos en el proceso productivo que generen mayores costes.

Los productores pueden monitorear frecuentemente sus equipos para actuar antes de que se sucedan los desperfectos.

Tipos de Mantenimiento

1. **Mantenimiento de conservación:** Consiste en reponer el desgaste sufrido por el transcurso del tiempo. A su vez, este se puede dividir en los siguientes tipos:
 - **Correctivo:** Consiste en arreglar un desperfecto y tenemos dos variaciones:
 - **Inmediato:** Es aquel que se realiza en el mismo momento en el que se identifica el daño.
 - **Diferido:** Cuando se detiene la actividad del elemento afectado, pudiendo luego efectuarse la reparación correspondiente.
 - **Preventivo:** Su objetivo es anticiparse a futuros desperfectos del equipo en cuestión. Podemos encontrar, dentro de esta categoría, tres tipos:
 - **Programado:** Cuando el mantenimiento se efectúa automáticamente, en función del tiempo de vida transcurrido.
 - **Predictivo:** Es aquel que se realiza cuando se ha ido revisando periódicamente el equipo, de manera que se puede anticipar cuando va a ocurrir un fallo, haciendo en ese momento la respectiva reparación.
 - **De oportunidad:** Es el mantenimiento que se desarrolla aprovechando que el equipo no está siendo utilizado, por ejemplo, cuando se para la actividad en una temporada de baja demanda. De ese modo, se evita que se tenga que detener la producción en momentos donde sería inoportuno y más costoso. Si el equipo dejara de funcionar en una coyuntura de alta demanda, la empresa tendría que alquilar otra maquinaria o perdería ventas.

2. **Mantenimiento de actualización:** Se refiere a las inversiones necesarias frente a la obsolescencia tecnológica. Por ejemplo, puede tratarse de la instalación de un software que potencia el rendimiento de los ordenadores. (García Mallqui, E. (2016).

Capacitación

Es una actividad planeada y basada en necesidades reales de una organización orientada hacia un cambio en los conocimientos, habilidades y actitudes del empleado. Y en segundo punto, el aprendizaje es un proceso por el que cada individuo, a través de la práctica, adquiere conocimientos, habilidades y actitudes.

Ya habiendo distinguido estas dos palabras, se puede definir que la capacitación de personal es un proceso o conjunto de acciones que adquieren los empleados, orientado a ampliar conocimientos, habilidades, aptitudes y conductas. (Márquez, J., & Díaz, J. (2005)

Objetivo

Lograr que los trabajadores estén lo más formados posible, modificar sus actitudes en la actividad laboral y de esta manera, utilizar ese conocimiento para optimizar las tareas dentro de la empresa y mejorar el desarrollo personal y profesional del empleado.

Grúa Viajera

Máquina o pieza de equipo, que permite elevar y mover materiales pesados de un lugar a otro de forma precisa. No existe un enfoque único para definir una grúa aérea, ya que cada tipo se diseña y fabrica cuidadosamente para una finalidad o aplicación específica. Además, hay que tener en cuenta que se adapte a las necesidades de manipulación para los materiales de una empresa.



Estudio de Tiempos y Movimientos

Responsabilidad del analista: Todo trabajo involucra distintos grados de habilidad, así como de esfuerzo físico o mental. También existen diferencias en aptitudes, aplicación física y destreza de los trabajadores. Es sencillo para el analista observar a un empleado y medir el tiempo real que le toma realizar una tarea. Es mucho más difícil evaluar todas las variables y determinar el tiempo requerido para que un operario calificado realice la tarea. (Rivas, 2017)

Responsabilidad del supervisor: El supervisor debe notificar por anticipado al operario que se estudiará su trabajo asignado. El supervisor debe verificar que se utilice el método adecuado establecido por el departamento de métodos, y que el operario seleccionado sea competente y tenga la experiencia adecuada en el trabajo. Aunque el analista de estudio de tiempos debe tener experiencia práctica en el área de trabajo donde realiza el estudio, no se puede esperar que conozca todas las especificaciones de todos los métodos y procesos. (Rivas, 2017)

CAPÍTULO 4: DESARROLLO

11. Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.

El presente proyecto se realizó mediante la metodología DMAIC (Definir, medir, analizar, mejorar y controlar).

A continuación, se presenta el procedimiento y descripción de las actividades realizadas en AMINSA, se separó por cada simbología de la metodología DMAIC,

Quedando como:

Desarrollo: Definir, medir y analizar.

Resultados: Mejorar y controlar.

Definir

El pasado 25 de abril de 2023, el área técnica presento un proyecto en el cual hace un cambio de proceso en la tina de níquel semi-brillante a níquel brillante, con el fin de mejorar espesores, calidad, apariencia y reducción de tiempos por ejemplo 2 tinas de níquel con un total de 18 min de proceso, a 1 tina de níquel con un total de 9 min de proceso, sin embargo no se contó con la idea de tiempos y movimientos que se presentan en las demás etapas, que son: limpieza, cromado, entrada de producción, salida de producción, 3 grúas en el proceso, esto ocasiono cuellos de botella y tiempos muertos prolongados en las operaciones.

Debido a este problema surgió la idea de implementar un proyecto para la reducción de tiempos y movimientos en la línea automatizada de cromo, se agregaron poka yokes, reglas, estudio de tiempos y movimientos, todo esto en con base en herramientas estadísticas y formatos que nos dan a conocer la mejora que se trabajó

Medir

Diagrama de proceso

La línea de cromo cuenta con 3 procesos:

1. Limpieza
 - Pre desengrase.
 - Desengrase de inmersión.
 - Desengrase electrolítico.
 - Decapado catódico.
 - Desengrase anódico.
 - Activado.
 - 6 enjuagues para cada proceso
2. Niquelado
 - Níquel Semi Brillante.
 - Níquel Brillante 1.
 - Níquel Brillante 2.
 - 3 enjuagues después del niquelado.
3. Cromado
 - Activado de cromo.
 - Cromo.
 - 7 enjuagues después del cromado.

Con un tiempo total de 55 minutos de proceso sin considerar tiempos de la grúa.

Se tienen 3 grúas en la línea, la grúa 1 abarca de la tina 1 hasta la tina 8, la grúa 2 abarca de la tina 8 hasta la tina 16 y la grúa 3 abarca de la tina 14 hasta la tina 28.

Tiempo total con automatización de 84 minutos.

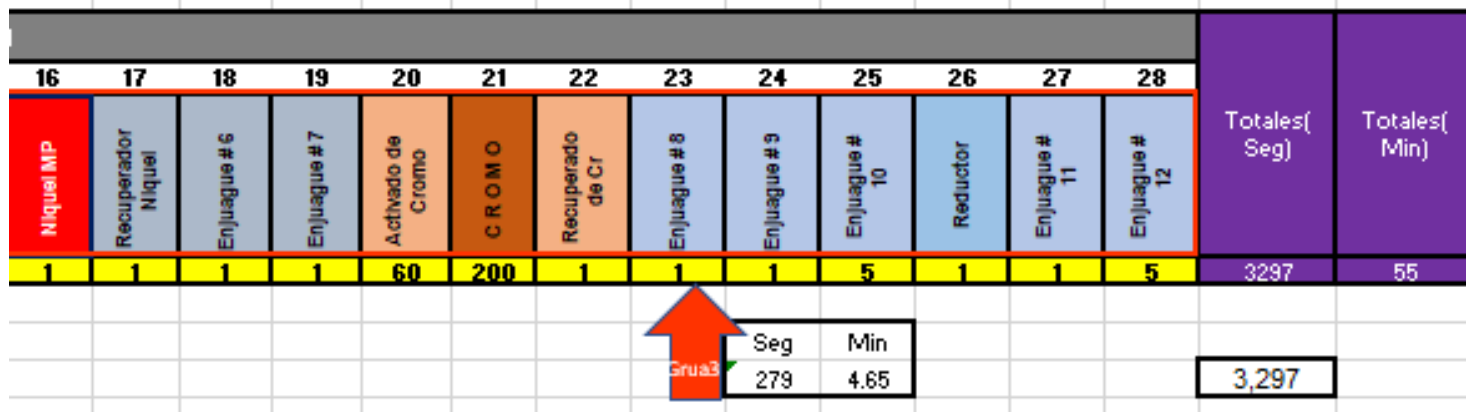
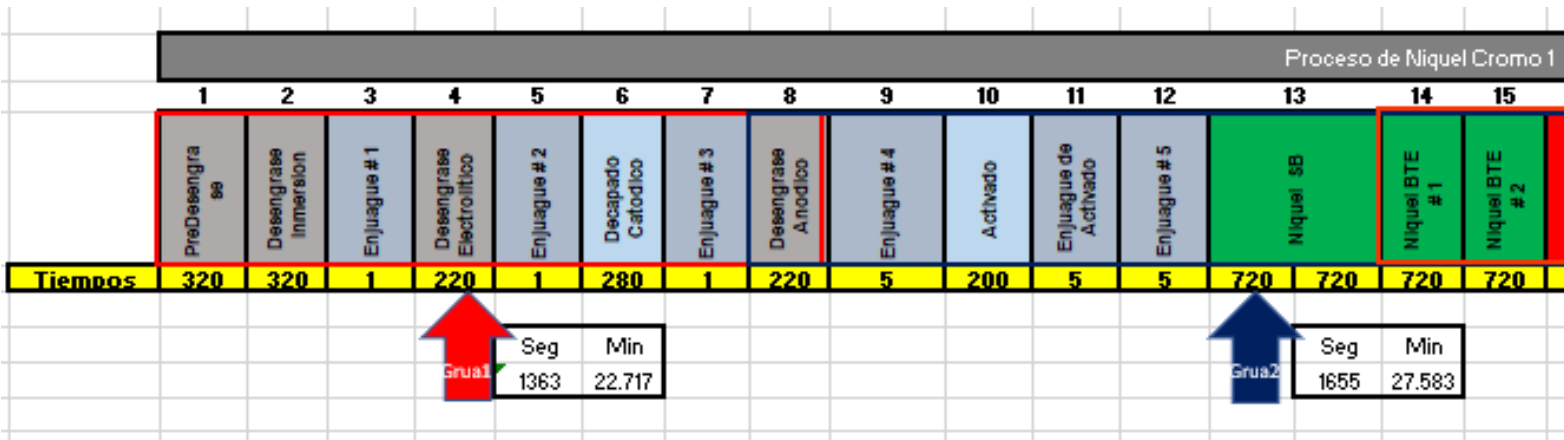


Ilustración 6 Diagrama de Tiempos de Proceso de Cromo.

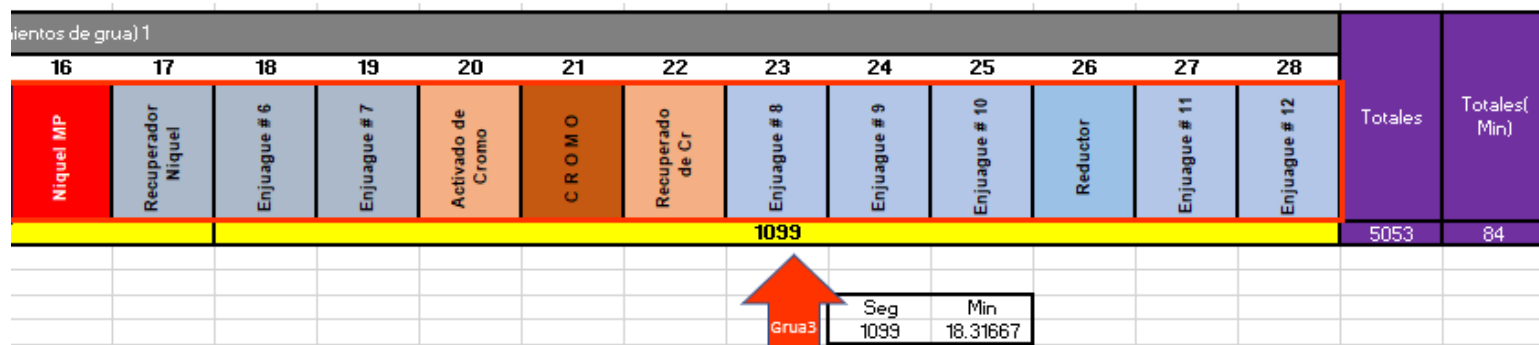
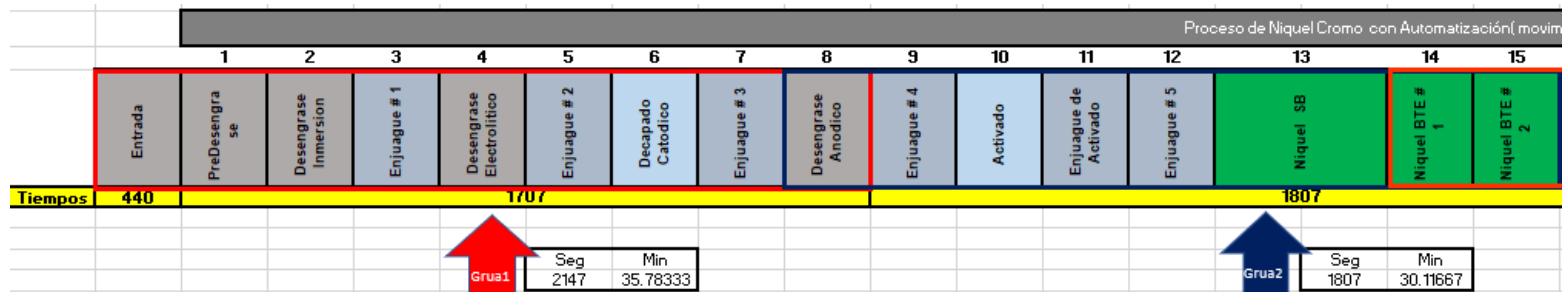


Ilustración 7 Diagrama de Tiempos de Proceso con automatización de Cromo.

Con el tiempo producido de 84 minutos se graficó un KPI y se obtuvo un JPH como objetivo de 64 barras producidas en un turno de 9.5 horas diarias.

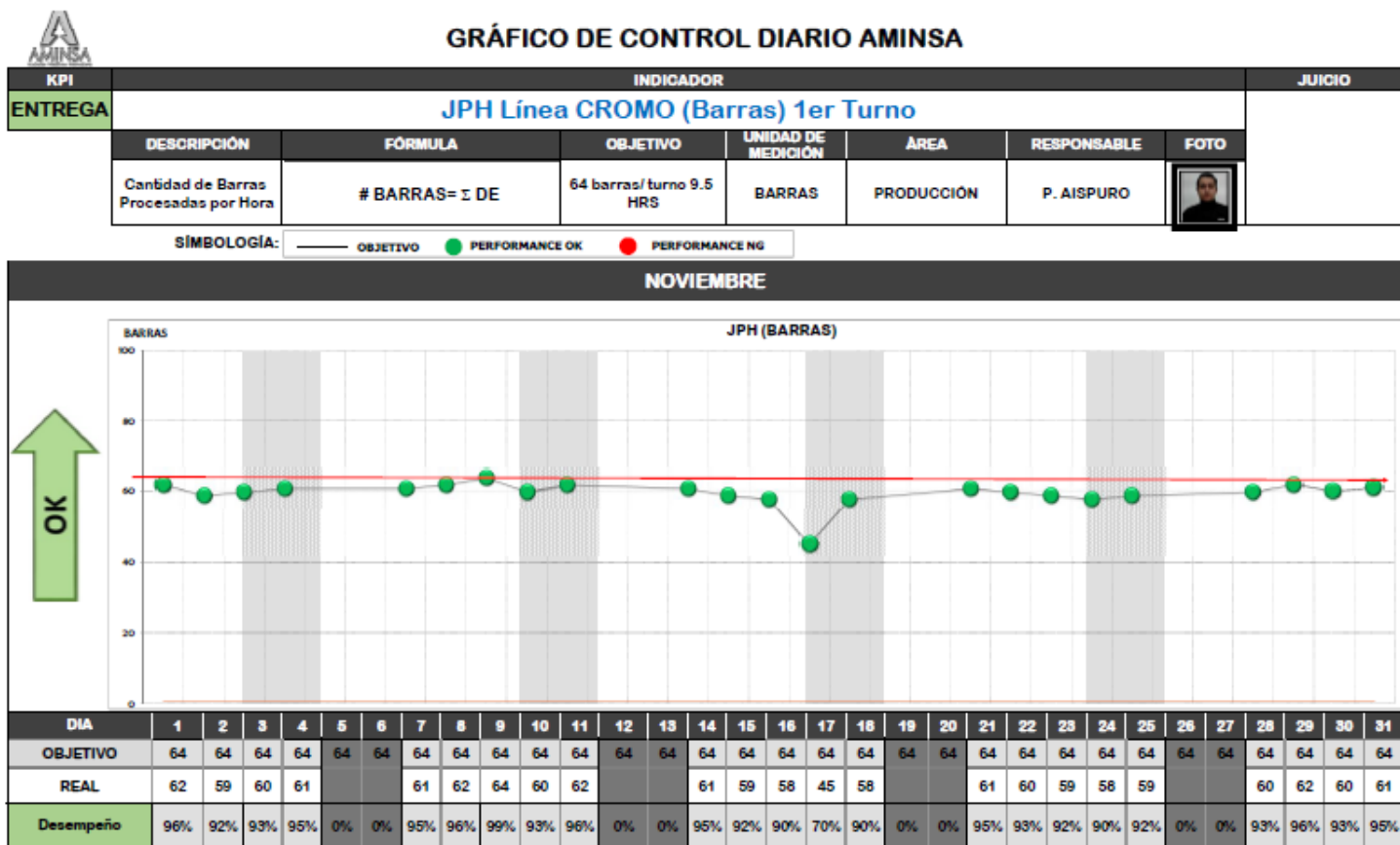


Gráfico 1 KPI de JPH de línea de cromo.

No siempre se cumplía con la meta esperada, ya que los movimientos de la grúa eran muy prolongados en cuestión de tiempo, no se tienen reglas establecidas como prioridades en el proceso, solo la detección de cumplimiento de tiempo este donde este.

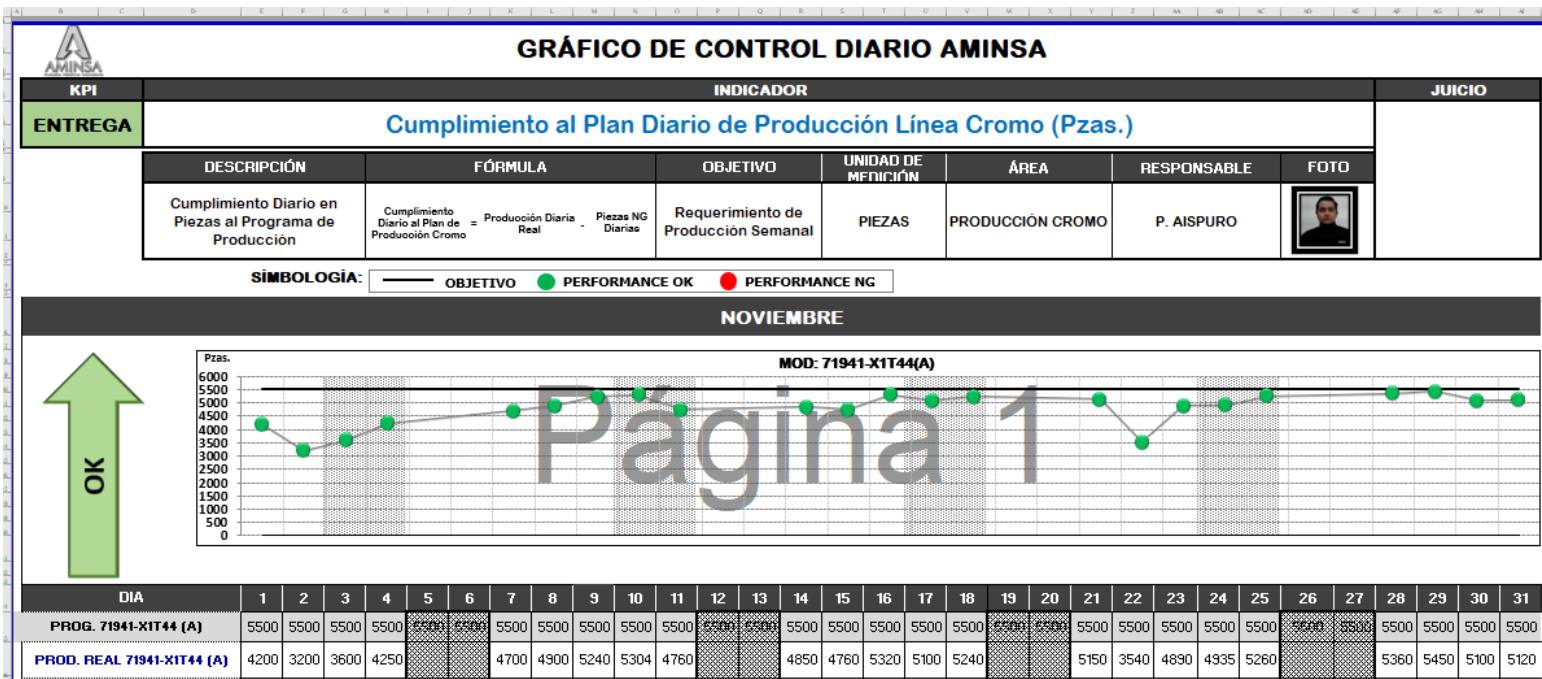



Gráfico 2 KPI de cumplimiento diario de producción cromo.

El tiempo de inmersión en tintas de níquel no era constante y afectaba directamente al espesor, se determinó realizar un estudio de capacidad de una muestra de 50 piezas de un rack, el que da un resultado de CP: 1.13 y CPK: 1.06, lo cual nos dice que los espesores son muy variables por cuestiones del tiempo de permanencia en la tina.

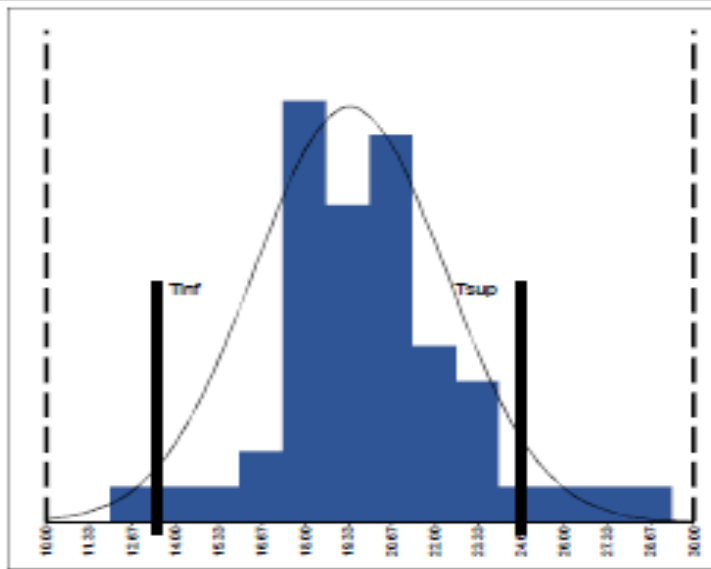
ESTUDIO DE CAPACIDAD DE LOS PROCESOS DE RECUBRIMIENTO CROMO		CODIGO	EC-CA-FO-81-01
		REVISIÓN	0
		ACTUALIZACIÓN	5/11/2023

Realizo: ANGEL HERRERA
 Observaciones: PROYECTO REDUCCIÓN DE TIEMPOS
 Muestreo: 50 PZS

Numero de Parte: 71941- Proceso : CROMO

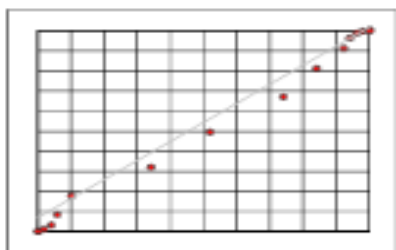
Descripción: ARMATURE

Punto	Unidad	
NOM.	10-30 μ	
LSE	30.0	
LIE	10.0	
1	19.40	21.50
2	15.50	17.40
3	20.40	27.40
4	17.40	12.30
5	22.50	19.30
6	21.10	17.20
7	15.60	17.40
8	17.40	13.80
9	18.90	17.90
10	23.20	17.80
11	18.50	20.40
12	20.10	18.40
13	25.40	19.50
14	19.10	18.40
15	19.40	19.50
16	14.50	21.20
17	20.40	22.40
18	18.20	19.40
19	17.60	17.80
20	23.10	17.50
21	21.10	23.60
22	18.60	21.50
23	19.40	19.40
24	17.40	17.30
25	18.90	27.00



MEDIA	19.38	MAX	
DEVI. EST.	2.95	MIN	
X+3S	28.23		
X-3S	10.52		

Cp	1.13	Cpk	1.06
Zinf	3.177	Zsup	3.599
%Inf	0.074	%Sup	0.016
Ppm Inf	744	Ppm sup	160



CLASES	FREC.	%	% AC.	NORMAL	NORM. AC.
10.0	0	0.0	0.0	0.001	0.074
11.3	0	0.0	0.0	0.003	0.321
12.7	1	2.0	2.0	0.010	1.149
14.0	1	2.0	4.0	0.020	3.423
15.3	1	2.0	6.0	0.053	6.530
16.7	2	4.0	10.0	0.069	17.910
18.0	12	24.0	34.0	0.121	32.030
19.3	9	18.0	52.0	0.135	49.396
20.7	11	22.0	74.0	0.123	66.880
22.0	5	10.0	84.0	0.091	81.281
23.3	4	8.0	92.0	0.055	90.980
24.7	1	2.0	94.0	0.027	95.341
26.0	1	2.0	96.0	0.011	96.757
27.3	1	2.0	98.0	0.004	98.640
28.7	1	2.0	100.0	0.001	99.917
30.0	0	0.0	100.0	0.000	99.984
60					

Gráfico 3 Estudio de capacidad de recubrimiento cromo.

Analizar

Se optó por primera opción realizar un diagrama de Ishikawa que abarque las 5M (Maquinaria, Mano de obra, Materiales, Métodos y Medición), en cuestión a buscar la causa raíz que afecte a nuestro problema.

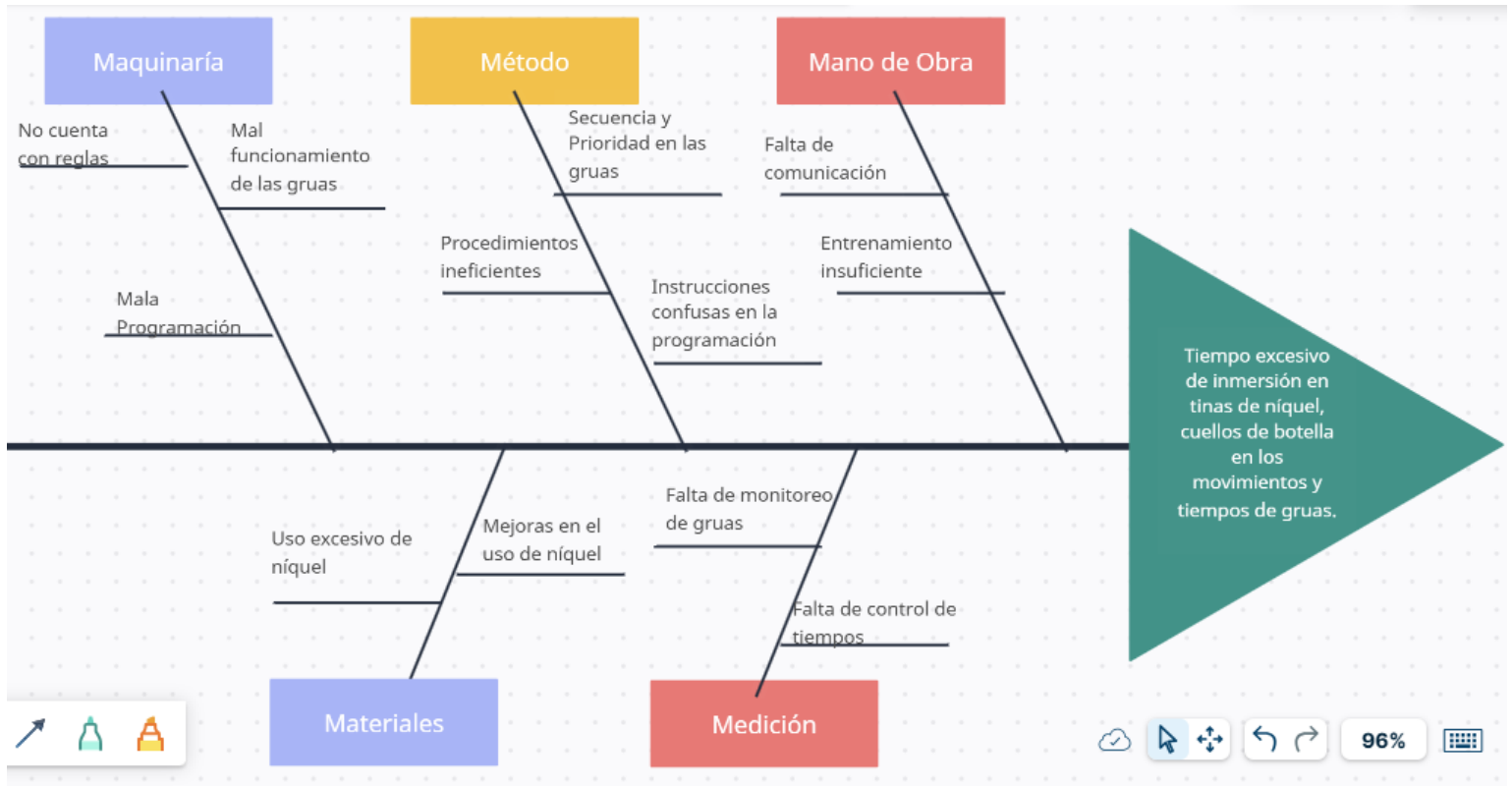


Ilustración 8 Diagrama de Ishikawa.

Se realizó con un equipo multidisciplinario de los departamentos involucrados, así como una lluvia de ideas, con resultado de un top 5 de mayor puntaje,

1. Mejora en el proceso de recubrimiento de níquel, sin considerar los movimientos de operación de la grúa
2. Mala programación en la automatización de las grúas.
3. Falta de determinación y control de tiempos en línea productiva.
4. Mala secuencia y prioridad en el proceso.
5. No se cuenta con un plan establecido para determinar los puntos críticos en el proceso.

Mejorar

Para la parte de mejora, se optó por dividirlo en una serie de pasos que se fueron proponiendo para ser más eficiente el proceso.

Paso 1

Se distribuyó la carga de trabajo a las grúas en cuestión de tinas de proceso.

Grúa 1: 8 tinas de proceso.

Grúa 2: 10 tinas de proceso.

Grúa 3: 12 tinas de proceso.

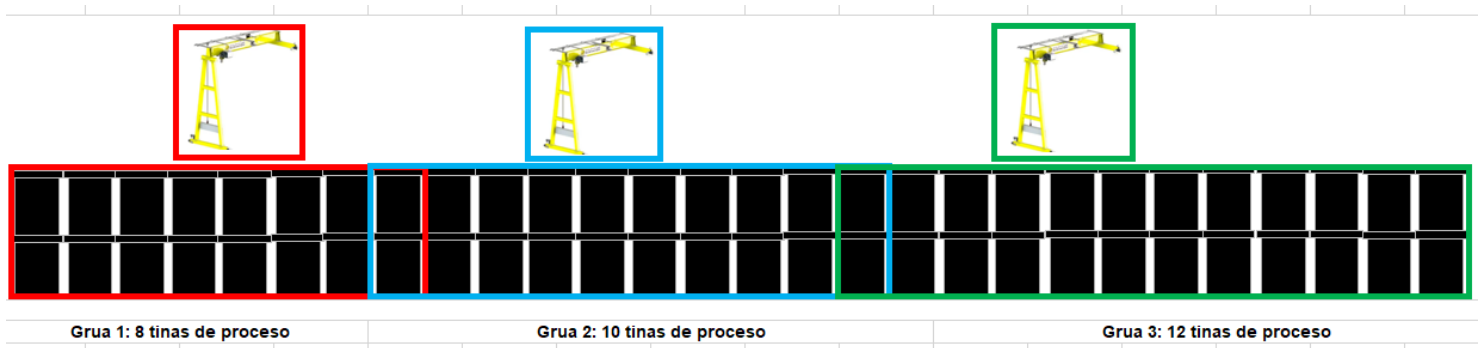


Ilustración 9 Diagrama 1, de Mejora del proceso de línea de cromo.

Para así facilitar los movimientos y tiempo de espera en cada trabajo que realiza cada grúa, además de adaptaron a las mejoras en los tiempos de inmersión de cada tina, con el fin de que sea más equitativo el trabajo para las 3 grúas.

Paso 2

Se crearon reglas de entrada y salida con el fin de darle prioridad a la producción, que entre y salga más producción, así como el personal de operativo y calidad no tenga tiempos muertos en sus actividades.

La regla en la entrada es sobre estar produciendo más, se determinó sobre un poka-yoke que cuando se tenga un rack cargado, se agrega a la entrada del proceso se oprime el botón verde y este a su vez hace que la grúa meta el rack al proceso, siempre y cuando la tina 1 no este ocupada, la prioridad es que la tina 1 no puede estar sola siempre tiene que estar una barra adentro para así darle flujo a la producción, esto también instruye al personal operativo a producir más y enfocarse en la meta.

La regla de la salida consta de, así como entra un rack a producción tiene que salir, en cuanto llegue el rack a la tina 26 la prioridad es darle salida, no soltar la barra hasta que pase por la tina 27, 28 y la salida y al final de igual forma que la entrada se presiona el

botón verde para confirmar la salida, con el fin de que el personal de calidad este instruido que el flujo es continuo.

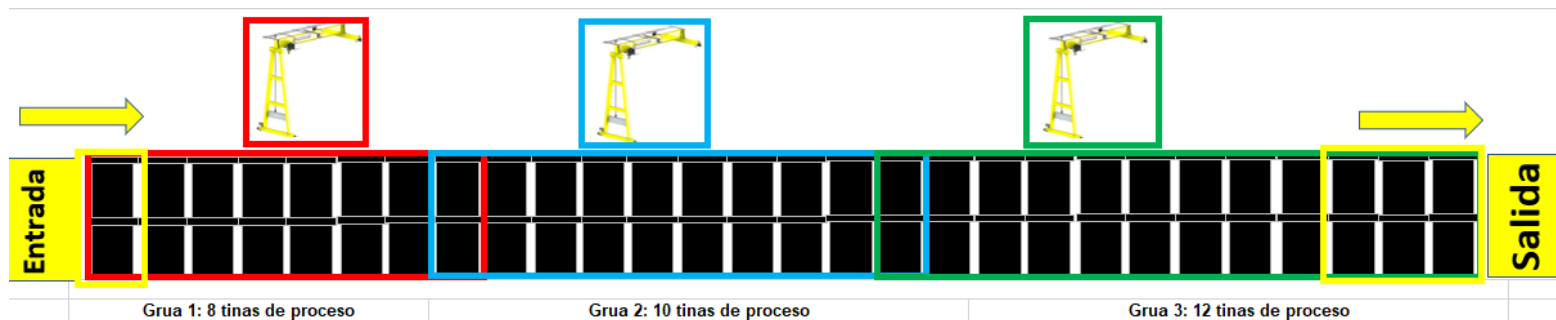


Ilustración 10 Diagrama 2, de Mejora del proceso de línea de cromo.

Paso 3

Se crearon reglas para la conservación de la calidad del material, esto a que, si se prolonga demasiado el tiempo de inmersión en algún baño, puede afectar directamente al material y generar scrap.

Tina 6 y 10: No puede quedarse más del 20% de su tiempo cumplido, ya que por su alta concentración de ácido sulfúrico puede picar las piezas y/o deformarlas.

Tina 8: No puede que quedarse más del 35% de su tiempo cumplido, ya que la pasta que genera el desengrase puede adherirse a la pieza y el níquel se adhiera a la pasta y no a la pieza, provocando desprendimiento al final del proceso.

Tina 11 y 12: En esta etapa del proceso, no se pueden quedar las piezas más de 10% de su tiempo cumplido, porque el activado (ácido sulfúrico) ha abierto los poros de la pieza para que se más factible el recubrimiento de níquel, en caso contrario si no se da el tiempo adecuado las piezas pueden oxidarse.

Tina 13, 14 y 15: No pueden quedarse más del 40% de su tiempo cumplido, esto por motivos de espesores, normalmente las piezas salen con un espesor mayor a lo que indica la norma, en algunas ocasiones se puede provocar el desprendimiento de níquel.

Tina 17, 18, 19 y 20: No pueden quedarse más del 25% de su tiempo cumplido, el níquel esta fresco y requiere de la capa de cromo, para cumplir con las especificaciones del cliente.



Ilustración 11 Diagrama 3, de Mejora del proceso de línea de cromo.

Esto para tener un mejor control en los tiempos de las tinas y que no se tengan tiempos muertos o de espera en alguna de las grúas.

Con esto se definen los movimientos y tiempos de las grúas equitativamente para las 3, las reglas ayudan a mejorar las prioridades y que este balanceado la carga de trabajo, sobre todo respetando los tiempos de inmersión para conseguir una mejor calidad sobre el producto final.

Controlar

En primera estancia se agregaron los tiempos de inmersión en nuestro control plan de todas las tinas de proceso, así como la actualización de Níquel Semi brillante a Níquel Brillante.

PLAN DE CONTROL CROMADO										
Pre-tipo		Pre-fabricación		Contacto Claro / Telefonico			Fecha (orig)		Fecha (rev.)	
Zaira Cervantes				4-Jan-2021			4-Nov-2024			
Equipo central				Jose Pablo Alzopero, Angel Herreras, Zaira Cervantes			Aprobación de ingenieros del cliente/fecha (si se requiere)		NA	
CROMADO (WINDSOR)				Aprobación Planta / Proveedor / Fecha			Aprobación de calidad del cliente/ Fecha (si se requiere)		NA	
CROMADO				Otra aprobación / Fecha (si se requiere)			Otra aprobación/ Fecha (si se requiere)		NA	
Proveedor / Planta				AMINSA S.A. de C.V.						
Numero y/o proceso de la parte	Nombre del proceso y descripción de la operación	Características			Clasific. De caract. Especiales	Especificación proceso/producto/ tolerancia	Técnicos de evaluación y medición	MUESTRAS		Metodo de control
		Producto	Proceso					Tamaño	Frecuencia	
16	NIQUEL BRILLANTE 14	Nickel Additive SA-1	Concentración	SC	2.5 - 6 milil	Método de Titulación Proveedor externo	Una Vez	Cada semana	De acuerdo a formato de control químico de línea de cromo CR-LA-FD-8.1-20	
				SC	Consumo cada 10000 amp / hr 800 mL.	Consumo amp / hr	Diario	Cada Hora	De acuerdo a formato de adición de aditivos CR-PD-FD-8.1-07	
		Solución de Níquel	Ph	SC	4.0 - 4.6	De acuerdo a ayuda visual PH metro CR-LA-AV-8.1-26	Una vez	Cada 2 hrs.	De acuerdo a formato de control de línea de cromado CR-PD-FD-1.1.3-.05	
				SC	Temperatura	52 a 60 °C	Termómetro analógico o digital	Una vez	Cada 2 hrs.	De acuerdo a formato de control de línea de cromado CR-PD-FD-1.1.3-.05
				SC	Amperaje	300 a 1800 amperes depende del modelo.	De Acuerdo a Formato de recetas de proceso de cromo CR-PD-FD-8.5-03 Visual VS Display	Por Barra	Cada que entre a proceso	De acuerdo a formato de registro de barras CR-PD-FD-8.5-04
		Solución de Níquel	Aliración	SC	Movimiento visual de la solución	Visual	Una vez	Cada Barra	De acuerdo a formato de arranque de línea de cromado CR-PD-FD-1.1.3-.04	
				SC	Tensión Superficial	35 - 50 dinas / cm	Estalagómetro	Una vez	Cada Día	De acuerdo a formato de control químico de línea de cromo CR-LA-FD-8.1-20
		SC	Tiempo de Inmersión	9 - 12 minutos	Tiempo de Proceso	Por Barra	Cada que entre a proceso	Tiempo por modelo Formato de recetas de proceso de cromo CR-PD-FD-8.5-03		
		SC	Acido Borico		31.5 - 50 g/l		Una muestra 2 ml			

Ilustración 12 Plan control de Línea Cromo.

Como método de control un registro de tiempo de barras en el proceso, así como un recetario de cada número de parte para que el operador pueda identificar los tiempos que le competen a cada número de parte.

REGISTRO DE TIEMPO DE BARRAS																			Có		
																			Rev		
																			Actual		
Conteo	No Barra	Lote Interno	CÓDIGO DE RACK	LETRA	NO. DE PARTE	NO. DE RECET A	AMPERAJE NIQUEL RECTIFICADOR	AMPERAJE CROMO RECTIFICADOR	NO. DE PIEZAS	DM²	Tot DM2	PreDesengrase		Desengrase Inmersión		Desengrase Electrolítico		Decapado Electrolítico		Desengrase Anodico	
												HR ENTRAD A	HR SALIDA	HR ENTRAD A	HR SALIDA	HR ENTRADA	HR SALIDA	HR ENTRADA	HR SALIDA	HR ENTRAD A	HR SALIDA
0						#N/D				#N/D	#N/D		00:05:00		00:05:00		00:03:00		0:02:00		00:03:00
1						#N/D				#N/D	#N/D		00:05:00		00:05:00		00:03:00		0:02:00		00:03:00
2						#N/D				#N/D	#N/D		00:05:00		00:05:00		00:03:00		0:02:00		00:03:00
3						#N/D				#N/D	#N/D		00:05:00		00:05:00		00:03:00		0:02:00		00:03:00
4						#N/D				#N/D	#N/D		00:05:00		00:05:00		00:03:00		0:02:00		00:03:00
5						#N/D				#N/D	#N/D		00:05:00		00:05:00		00:03:00		0:02:00		00:03:00
6						#N/D				#N/D	#N/D		00:05:00		00:05:00		00:03:00		0:02:00		00:03:00
7						#N/D				#N/D	#N/D		00:05:00		00:05:00		00:03:00		0:02:00		00:03:00
8						#N/D				#N/D	#N/D		00:05:00		00:05:00		00:03:00		0:02:00		00:03:00
9						#N/D				#N/D	#N/D		00:05:00		00:05:00		00:03:00		0:02:00		00:03:00

RECETAS DE PROCESOS CROMO													AMINSA					
NUMERO DE PARTE	CLIENTE	D2 X PZS	PZS X RACK	D2 X RACK	PREDESENGRASE	DESENGRASE INMERSION	ENJUAGUES Y RECUPERADORES	DESENGRASE ELECTROLITICO		DECAPADO CATODICO		DESENGRASE ANODICO		ACTIVADO	NIQUEL SEMBRILLANTE			
					Tiempo en Min.	Tiempo en Min.	Tiempo en Seg.	Amperaje	Tiempo en Min.	Amperaje	Tiempo en Min.	Amperaje	Tiempo en Min.	Tiempo en Min.	Optimo	Rango	Tiempo en min.	Optimo
71941-X1T44	WINDSOR	2.54	120	305	5 a 7 min	5 a 7 min	5 a 10 seg.	800-1000	3 a 5 min	600-800	1 a 3 min	800-1000	3 a 5 min	1 a 3 min	1372	1067 1676	8 a 12 min	1372


Ilustración 13 Registro de tiempo de barras de Línea Cromo.

LUSA-96610A44-AKB	WINDSOR	2.55	99	252	5 a 7 min	5 a 7 min	5 a 10 seg.	800-1000	3 a 5 min	600-800	1 a 3 min	800-1000	3 a 5 min	1 a 3 min	1136	884 1388	8 a 12 min	1136
LUSA-S66902-C	WINDSOR	3.55	132	469	5 a 7 min	5 a 7 min	5 a 10 seg.	800-1000	3 a 5 min	600-800	1 a 3 min	800-1000	3 a 5 min	1 a 3 min	2109	1640 2577	8 a 12 min	2109
LUSA-S66902-AC	WINDSOR	3.19	90	287	5 a 7 min	5 a 7 min	5 a 10 seg.	800-1000	3 a 5 min	600-800	1 a 3 min	800-1000	3 a 5 min	1 a 3 min	1292	1005 1579	8 a 12 min	1292
90726-04	WINDSOR	2.50	132	330	5 a 7 min	5 a 7 min	5 a 10 seg.	800-1000	3 a 5 min	600-800	1 a 3 min	800-1000	3 a 5 min	1 a 3 min	1485	1155 1815	8 a 12 min	1485
90757-01	WINDSOR	2.40	132	317	5 a 7 min	5 a 7 min	5 a 10 seg.	800-1000	3 a 5 min	600-800	1 a 3 min	800-1000	3 a 5 min	1 a 3 min	1426	1109 1742	8 a 12 min	1426
91129-02	WINDSOR	2.35	132	310	5 a 7 min	5 a 7 min	5 a 10 seg.	800-1000	3 a 5 min	600-800	1 a 3 min	800-1000	3 a 5 min	1 a 3 min	1396	1086 1706	8 a 12 min	1396
90816-00-01	WINDSOR	3.36	108	363	5 a 7 min	5 a 7 min	5 a 10 seg.	800-1000	3 a 5 min	600-800	1 a 3 min	800-1000	3 a 5 min	1 a 3 min	1633	1270 1996	8 a 12 min	1633
90437-01-01	WINDSOR	4.14	63	261	5 a 7 min	5 a 7 min	5 a 10 seg.	800-1000	3 a 5 min	600-800	1 a 3 min	800-1000	3 a 5 min	1 a 3 min	1174	913 1435	8 a 12 min	1174

Ilustración 14 Recetas de proceso de Línea Cromo.

Además, se realizó una lista de números de parte que están asignado a la línea con fotografía para su identificación, que son las recetas que se agregan al PLC para respetar las reglas de la automatización.

HOJA DE CHECK LIST LINEA CROMO

	Código:	CR-MA-FO-7.1.3.-23
	Revisión:	0
	Actualización:	04/07/2024

MARCAR CADA CASILLA DE ACUERDO A EL ESTADO DEL PARAMETRO DE FUNCIONAMIENTO

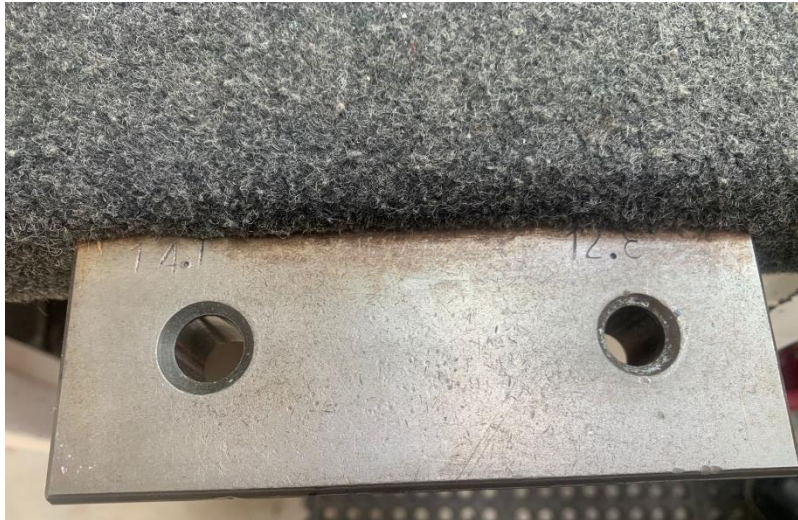
SEMANA:	DIA	LUNES			MARTES			MIÉRCOLES			JUEVES			VIERNES									
		TURNO		T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3					
		DESCRIPCION	PARAMETROS DE FUNCIONAMIENTO		I	F	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F	
0	Hora de revisión	ANOTAR SISTEMA HORARIO 24:00																					
1	Panel de control	CONSECUTIVOS CORRECTOS (OK/NG)																					
2	Verificar voltaje rectificador T4	EL VOLTAJE QUE MARCA EL MULTIMETRO DEBE SER APROXIMADO A EL QUE MARCA EL CONTROL (OK/NG)																					
3	Verificar voltaje rectificador T6	EL VOLTAJE QUE MARCA EL MULTIMETRO DEBE SER APROXIMADO A EL QUE MARCA EL CONTROL (OK/NG)																					
4	Verificar voltaje rectificador T8	EL VOLTAJE QUE MARCA EL MULTIMETRO DEBE SER APROXIMADO A EL QUE MARCA EL CONTROL (OK/NG)																					
5	Verificar voltaje rectificador T13	EL VOLTAJE QUE MARCA EL MULTIMETRO DEBE SER APROXIMADO A EL QUE MARCA EL CONTROL (OK/NG)																					
6	Verificar voltaje rectificador T14	EL VOLTAJE QUE MARCA EL MULTIMETRO DEBE SER APROXIMADO A EL QUE MARCA EL CONTROL (OK/NG)																					
7	Verificar voltaje rectificador T15	EL VOLTAJE QUE MARCA EL MULTIMETRO DEBE SER APROXIMADO A EL QUE MARCA EL CONTROL (OK/NG)																					
8	Verificar voltaje rectificador T21	EL VOLTAJE QUE MARCA EL MULTIMETRO DEBE SER APROXIMADO A EL QUE MARCA EL CONTROL (OK/NG)																					
9	Estructura Grus 1	LIBRE DE : (DAÑO EN PINTURA, GOLPES Y PARTES SUELTAS) (OK/NG)																					
10	Funcionamiento Grus 1	MOVIMIENTOS SIN ATORAMIENTOS Y RESPETANDO EL SENSOR INDUCTIVO (OK/NG)																					
11	Estructura Grus 2	LIBRE DE : (DAÑO EN PINTURA, GOLPES Y PARTES SUELTAS) (OK/NG)																					
12	Funcionamiento Grus 2	MOVIMIENTOS SIN ATORAMIENTOS Y RESPETANDO EL SENSOR INDUCTIVO (OK/NG)																					
13	Estructura Grus 3	LIBRE DE : (DAÑO EN PINTURA, GOLPES Y PARTES SUELTAS) (OK/NG)																					
14	Funcionamiento Grus 3	MOVIMIENTOS SIN ATORAMIENTOS Y RESPETANDO EL SENSOR INDUCTIVO (OK/NG)																					
15	Estructura Grus estripeado	LIBRE DE : (DAÑO EN PINTURA, GOLPES Y PARTES SUELTAS) (OK/NG)																					
16	Funcionamiento Grus estripeado	MOVIMIENTOS SIN ATORAMIENTOS Y RESPETANDO EL SENSOR INDUCTIVO (OK/NG)																					
17	Verificar voltaje rectificador estripeado	EL VOLTAJE QUE MARCA EL MULTIMETRO DEBE SER APROXIMADO A EL QUE MARCA EL CONTROL (OK/NG)																					
18	Caldera	CALIENTA DE A CUERDO A LO PROGRAMADO (OK/NG)																					
19	Compresor	NO HAY NINGUN TIPO DE ALARMA (OK/NG)																					

Ilustración 17 Check List de Mantenimiento de Línea Cromo (Herramientas Críticas).

En cuestión de calidad se realizó un JIG de inspección para la medición de espesores visual.



Ilustración 18 JIG de inspección móvil de Línea Cromo.



Cronograma de actividades

Actividades por Quincena	Ago -1a	Ago- 2a	Sept - 1a	Sept - 2a	Oct - 1a	Oct- 2a	Nov - 1a	Nov - 2a	Dic- 1a
Cambio de Semi Brillante a Brillante									
Instalación de Cableado necesario									
Actualización de Automatización									
Agregar Reglas y Movimientos a la Automatización									
Evento TTO									
Evento Run & Rate									

CAPÍTULO 5: RESULTADOS

12. Resultados

Se mejoraron los tiempos de movimientos e inmersión, se tomó una muestra de la corrida y fue la siguiente:

Tiempos de Proceso (minutos)	
Antes	Después
Grúa 1	
22.71	20.71
Grúa 2	
27.58	12.41
Grúa 3	
4.65	4.63
Total, de tiempo de proceso (Minutos)	
55	38

Tabla 1 Tabla comparativa de Tiempos de Proceso en minutos.

Se mejoro hasta -17 minutos que equivale a un -31% del tiempo total de proceso.

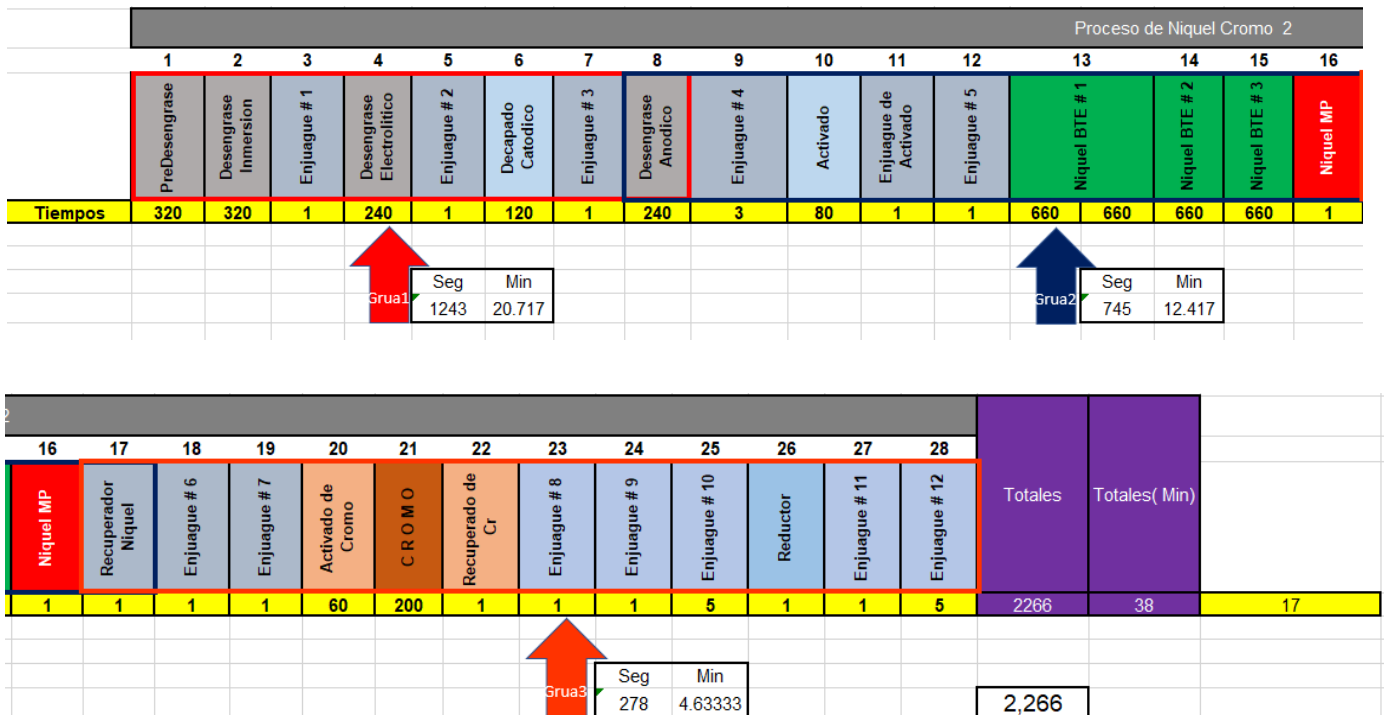


Ilustración 20 Diagrama de Tiempos de Proceso cromo (Mejora).

Tiempos de Proceso con automatización (minutos)	
Antes	Después
Grúa 1	
35.78	34.78
Grúa 2	
30.11	20.11
Grúa 3	
18.31	14.31
Total, de tiempo de proceso con automatización (Minutos)	
84	69

Tabla 2 Tabla comparativa de Tiempos de Proceso con automatización en minutos.

Se mejoro hasta -15 minutos que equivale a un -17% del tiempo total de proceso con automatización.

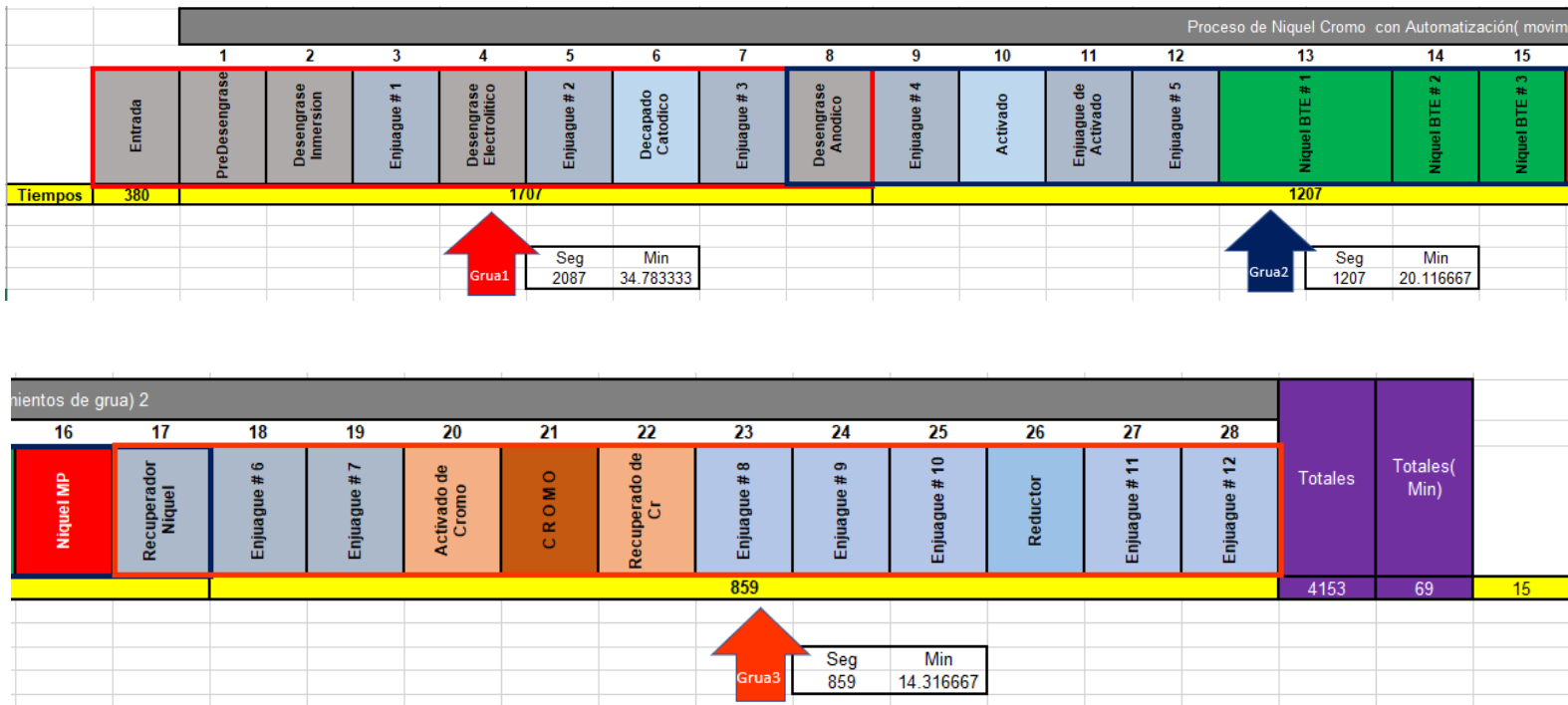


Ilustración 21 Diagrama de Tiempos de Proceso con automatización cromo (Mejora).

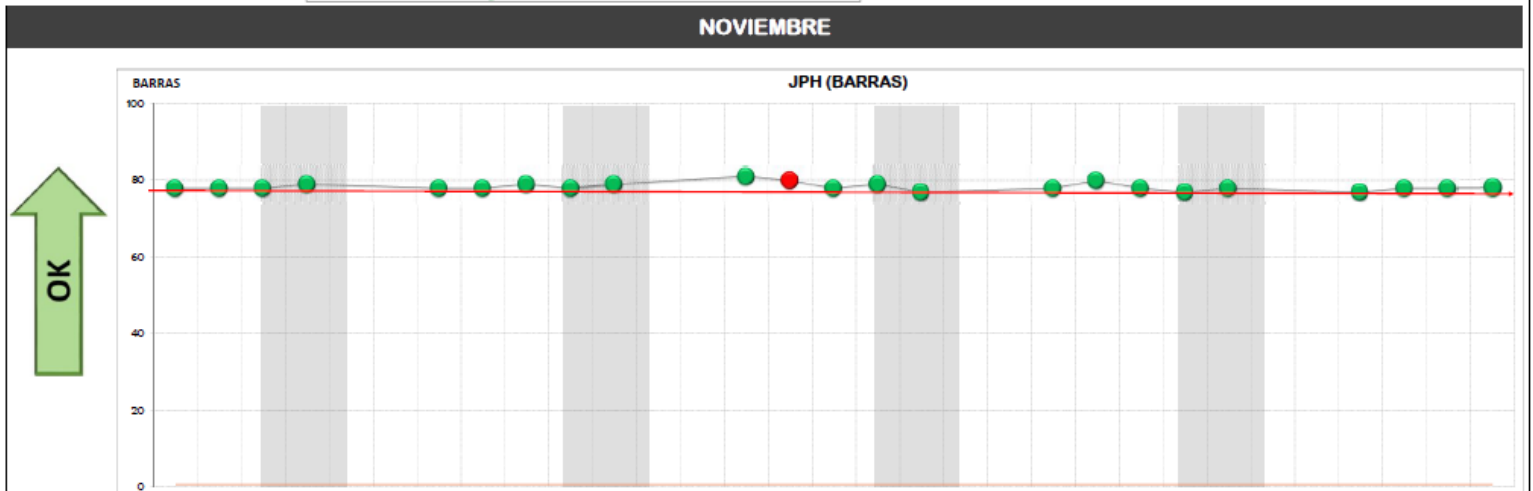
En el JPH aumento hasta 78 barras en un turno de 9.5 horas diarias, con esto mejoró la producción con base a piezas producidas de entregas diarias.



GRÁFICO DE CONTROL DIARIO AMINSA

KPI	INDICADOR						JUICIO
ENTREGA	JPH Línea CROMO (Barras) 1er Turno						
DESCRIPCIÓN	FÓRMULA	OBJETIVO	UNIDAD DE MEDICIÓN	ÁREA	RESPONSABLE	FOTO	
Cantidad de Barras Procesadas por Hora	# BARRAS= Σ DE	78 barras/ turno 9.5 HRS	BARRAS	PRODUCCIÓN	P. AISPURO		

SÍMBOLOGÍA: — OBJETIVO ● PERFORMANCE OK ● PERFORMANCE NG



DIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
OBJETIVO	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	
REAL	78	78	78	79			78	78	79	78	79			81	80	78	79	77			78	80	78	77	78			77	78	78	78
Desempeño	99%	99%	99%	####	0%	0%	99%	99%	####	99%	####	0%	0%	####	####	99%	####	98%	0%	0%	99%	####	99%	98%	99%	0%	0%	98%	99%	99%	99%

Gráfico 4 KPI de JPH de línea de cromo (Mejora).

Se entregan 5,500 piezas producidas diarias del número de parte 71941-X1T44, cumpliendo con el 100% de entregas diarias, con base a este se tiene ocupación para producir de 2 a 3 números de parte más, contemplando un control de producción más eficiente y con entregas más puntuales.



GRÁFICO DE CONTROL DIARIO AMINSA

KPI	INDICADOR	JUICIO														
ENTREGA	Cumplimiento al Plan Diario de Producción Línea Cromo (Pzas.)															
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>DESCRIPCIÓN</th> <th>FÓRMULA</th> <th>OBJETIVO</th> <th>UNIDAD DE MEDICIÓN</th> <th>ÁREA</th> <th>RESPONSABLE</th> <th>FOTO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cumplimiento Diario en Piezas al Programa de Producción</td> <td>$\text{Cumplimiento Diario al Plan de Producción} = \frac{\text{Producción Diaria Real} - \text{Piezas NG Diarias}}{\text{Requerimiento de Producción Semanal}}$</td> <td></td> <td>PIEZAS</td> <td>PRODUCCIÓN CROMO</td> <td>P. AISPURO</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	DESCRIPCIÓN	FÓRMULA	OBJETIVO	UNIDAD DE MEDICIÓN	ÁREA	RESPONSABLE	FOTO	Cumplimiento Diario en Piezas al Programa de Producción	$\text{Cumplimiento Diario al Plan de Producción} = \frac{\text{Producción Diaria Real} - \text{Piezas NG Diarias}}{\text{Requerimiento de Producción Semanal}}$		PIEZAS	PRODUCCIÓN CROMO	P. AISPURO		
DESCRIPCIÓN	FÓRMULA	OBJETIVO	UNIDAD DE MEDICIÓN	ÁREA	RESPONSABLE	FOTO										
Cumplimiento Diario en Piezas al Programa de Producción	$\text{Cumplimiento Diario al Plan de Producción} = \frac{\text{Producción Diaria Real} - \text{Piezas NG Diarias}}{\text{Requerimiento de Producción Semanal}}$		PIEZAS	PRODUCCIÓN CROMO	P. AISPURO											

SIMBOLOGÍA: — OBJETIVO ● PERFORMANCE OK ● PERFORMANCE NG

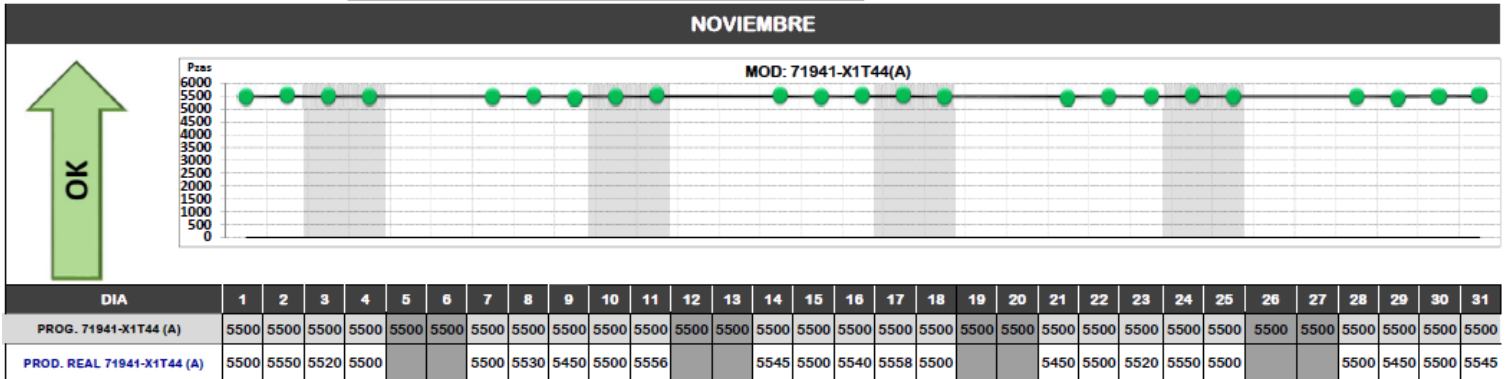


Gráfico 5 KPI de cumplimiento diario de producción cromo (Mejora).

Los espesores se controlaron, gracias a que se respetan los tiempos de inmersión, se obtuvo un CP de 1.97 y CPK de 1.36 en la primera corrida significativa, este estudio se estará realizando cada 3 meses después de haber liberado al cien por ciento el proyecto o en ocasiones especiales pudiera ser antes.

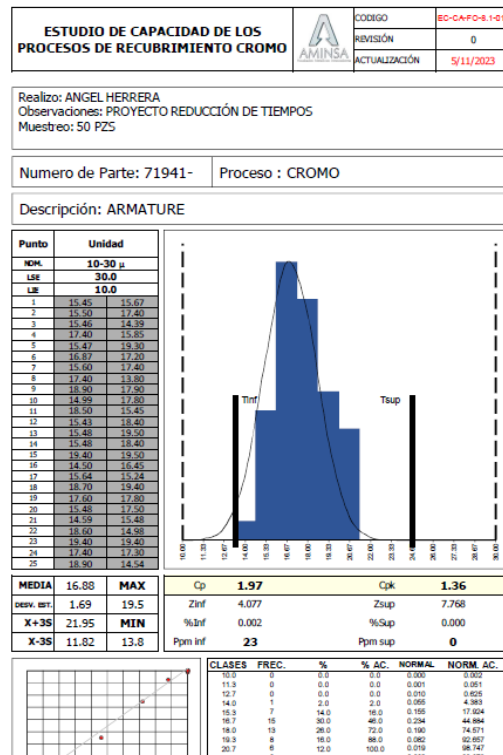


Gráfico 6 Estudio de capacidad de recubrimiento cromo (Mejora).

CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES

13. Conclusiones del Proyecto

El cuello de botella en la línea de cromo en AMINSA se justifica por el desajuste en la capacidad operativa de la grúa, que no fue ajustada para manejar el aumento de la carga de trabajo generado por la optimización de las tinas de níquel. La conversión de la tina de Semi Brillante a Brillante redujo el tiempo de procesamiento en dicha sección, lo que incrementó el ritmo de trabajo y generó un mayor volumen de piezas que debían ser trasladadas por la grúa. Al no contar con un sistema de carga o un número adecuado de grúas para soportar este aumento de demanda, se produjo un estrangulamiento en el flujo de trabajo.

Este desajuste provocó que la grúa existente no pudiera operar a la velocidad requerida, generando tiempos muertos durante los cuales las piezas se acumulaban sin poder ser trasladadas a las siguientes etapas del proceso. Como consecuencia, la eficiencia de la línea se redujo, ya que, a pesar de haber optimizado el tiempo de las tinas de níquel, el cuello de botella en la grúa impidió que el flujo general del proceso fuera fluido, afectando la productividad global de la línea de cromo.

En resumen, el proyecto de optimización de la tina de níquel, aunque exitoso en su objetivo, no consideró la capacidad de la infraestructura de soporte (como las grúas), lo que resultó en un desajuste entre las mejoras implementadas y los recursos disponibles para mantener un flujo eficiente.

CAPÍTULO 7: COMPETENCIAS DESARROLLADAS

14. Competencias desarrolladas y/o aplicadas.

1. Apliqué metodología DMAIC para el control y seguimiento de mi proyecto.
2. Diseñe e implemente procesos, reglas, poka-yokes para el cumplimiento de reducción de tiempos en línea de proceso.
3. Apliqué métodos de control para la eficiencia y conservación del proceso.
4. Apliqué métodos de control para la conservación de calidad y mayor producción.
5. Lidere a un grupo dinámico de operadores, ingenieros y administrativos, enseñándoles metodologías de mejora continua.
6. Elabore, implemente y capacite a personal en las herramientas HOE, ayudas visuales, check list, en línea productiva.
7. Gestione el Just in time y metas cumplidas por día.
8. Analice las variables económicas de la organización
9. Gestione el control de gastos de la materia prima.
10. Implemente planes, cursos y programas de trabajo para el fortalecimiento de DMAIC en la organización.
11. Apliqué herramientas estadísticas para el control y conservación de calidad.
12. Apliqué métodos, técnicas y herramientas para la solución de problemas.
13. Interprete, organice y controle herramientas en la organización indispensables para ella, tales como: diagramas de flujo, control plan, AMEF, KPI's.

CAPÍTULO 8: FUENTES DE INFORMACIÓN

15. Fuentes de información

AIAG. (2008). Manual de APQP. Estados Unidos: AIAG.

Escalante, E (2014). Seis - Sigma. Metodología y Técnicas. Ciudad de México, México: Editorial Limusa.

Company, F. M. (2008). AMEF. Estados Unidos: AIAG.

Felizzola Jiménez, H., & Luna Amaya, C. (2014). Lean Six Sigma en pequeñas y medianas empresas: un enfoque metodológico. Ingeniare. Revista chilena de ingeniería, 22(2), 263-277.

GoLeanSixSigma (2018). What is Lean Six Sigma? USA: GoLeanSixSigma.com. Recuperado el 17 de mayo de 2018

Ramos, M. B. (2004). NTP 679: Análisis modal de fallos y efectos. AMFE. Obtenido de https://www.insst.es/documents/94886/326775/ntp_679.pdf/3f2a81e3-531c-4daa-bfc2-2abd3aaba4ba

Villaseñor, A. & Galindo, E. (2016). Manual de Lean Manufacturing. Guía Básica. Ciudad de México, México: Editorial Limusa.

CAPÍTULO 9: ANEXOS

17. Anexos



Aguascalientes, Aguascalientes, 05 de agosto del 2024

Asunto: Carta de Aceptación

A la atención de:

Dr. José Ernesto Olvera González.
Director del Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga.
M.C. Angie Johanna Zamora López.
Jefa del Departamento de Vinculación y Gestión Tecnológica.

PRESENTE,

Por medio de la presente notifico a usted que el C. Angel Emmanuel Herrera Montiel, alumno(a) de la carrera de Ingeniería Industrial Mixto, con número de control 17150246, ha sido aceptado para que realice sus prácticas profesionales dentro de las instalaciones de Acabados Metálicos Innovadores, S.A. de C.V. en el proyecto de "Reducción de Tiempos de Proceso en Línea de Cromado", a partir del 05 de agosto de 2024 y hasta cumplir las horas requeridas por el instituto.

Sin mas que mencionar me despido de usted.

ATENTAMENTE


Ing. José Pablo Aspuro Vega
Gerente de Planta





Aguascalientes, Aguascalientes, 07 de diciembre del 2024

Asunto: Carta de Termino

A la atención de:

Dr. José Ernesto Olvera González.
Director del Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga.
M.C. Angie Johanna Zamora López.
Jefa del Departamento de Vinculación y Gestión Tecnológica.

PRESENTE,

Por medio de la presente notifico a usted que el C. Angel Emmanuel Herrera Montiel, alumno(a) de la carrera de Ingeniería Industrial Mixto, con número de control 17150246, termino satisfactoriamente sus prácticas profesionales dentro de las instalaciones de Acabados Metálicos Innovadores, S.A. de C.V. en el proyecto de "Reducción de Tiempos de Proceso en Línea de Cromado". Cubriendo un total de 600 horas, durante el periodo agosto- diciembre 2024.

Sin mas que mencionar me despido de usted.

ATENTAMENTE


Ing. José Pablo Alipero Vega
Gerente de Planta

