

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR – JOSÉ MIGUEL CARRERA

“Propuesta de mejora para procesos de fabricación de piñones de cajas de velocidades RENAULT”

Trabajo de titulación para optar al título de
Ingeniería en Fabricación y Diseño Industrial

Profesor guía:

Don Mario Salinas Psijas

Alumno:

Antonio Barranco González

2023

ÍNDICE

ÍNDICE	2
INTRODUCCIÓN	4
CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES DEL PROYECTO	6
1.1 ANTECEDENTES	6
1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA U OPORTUNIDAD DE DISEÑO	8
1.3 CONTEXTO DEL PROBLEMA U OPORTUNIDAD	9
1.3.1 El recorrido del piñón pasa por los siguientes procesos:	10
1.3.2 Cartografía golpes en línea de producción SXX	12
1.4 OBLIGACIONES Y RESTRICCIONES LEGALES	16
1.5 ANÁLISIS ESTRATÉGICO DEL PROBLEMA	17
1.6 COMPRENSIÓN DEL MERCADO	19
1.6.1 Conclusión:	20
1.7 DIMENSIÓN TECNOLÓGICA	20
1.7.1 Propuestas y prototipos:	21
1.8 DEFINICIÓN DE OBJETIVOS	22
1.8.1 Objetivo general:	22
1.8.2 Objetivos específicos:	22
CAPÍTULO 2: DISEÑO DE INGENIERÍA	23
2.1 METAS CUALITATIVAS DEL PRODUCTO	23
2.2 METAS CUANTITATIVAS DEL PRODUCTO	23
2.3 ALTERNATIVAS MORFOLÓGICAS Y TECNOLÓGICAS	24
2.3.1 Propuesta A	24
2.3.2 Propuesta B	24
2.3.3 Propuesta C	25
2.4 DESARROLLO DE PARTES, PIEZAS Y COMPONENTES.	27
2.5 FABRICABILIDAD Y PROCESOS PRODUCTIVOS	33
2.5.1 Posición en mesa de corte láser	34
2.5.2 Diagrama de flujo de procesos productivos:	34
2.5.3 Diagrama de flujos de procesos en taller kaizen:	34
2.5.4 Diagrama de flujos de procesos en taller CNC y tornos:	35
2.5.5 Diagrama de flujo de procesos en impresión 3D	35
2.5.6 Diagrama de ensamblado:	35
2.6 ESTIMACIÓN DE COSTOS Y TIEMPOS	36
2.6.1 Tabla costos y material:	36
2.7 PRUEBA DE PROTOTIPO:	37
2.8 MÉTODOS COMPLEMENTARIOS	38
2.8.1 Flash de alerta:	38

2.8.2 Hoja de control:	39
2.8.3 Hoe (hoja de operación estándar)	40
CAPÍTULO 3: EVALUACIÓN DE RESULTADOS	41
3.1 EVALUACIÓN FUNCIONAL DEL PRODUCTO-PROTOTIPO MÍNIMO SEGÚN TRL4 A TRL 5	41
3.1.2 Cómo se reflejan en este proyecto los niveles TRL	41
3.1.3 ESTADO ACTUAL	42
3.2 CONCLUSIONES	43
BIBLIOGRAFÍA	45

INTRODUCCIÓN

En 1969 Renault eligió a Chile para abrir una fábrica de cajas de velocidades, (Cormecánica S.A) ubicada en, San Rafael 1769, Los Andes, Valparaíso en la actualidad está enfocada únicamente en la fabricación de cajas de cambios para vehículos de hasta 2.000 CC, produce aproximadamente 500 mil cajas de cambios al año, las cuales se envían a países de Sudamérica como Brasil, Colombia, Argentina y México donde se ensamblan en los vehículos correspondientes.

Los modelos que se fabrican son; JX16, JX20, SX10. Solo cajas manuales.

En la actualidad cuentan con cerca de 500 empleados de los cuales aproximadamente sólo 10 son mujeres.

La empresa tiene como metas principales; referente al factor humano, conseguir que un 30% de la plantilla sea género femenino antes del año 2030 y referente a la producción la meta es subir el nivel six sigma de producción de 5,6 a 6 mejorando la aplicación de la cultura Lean Manufacturing (manufactura ajustada), aplicada por varios departamentos en conjunto dentro de la empresa, estos son el departamento de ingeniería, informática, el de fabricación ,administración , control de calidad, y APW (Alliance Production Way), este último se consolidó después de la alianza Renault-Nissan y es el principal responsable de la mejora continua.

Desde el departamento APW se recibió el encargo e reducir el 50% de piñones con desperfectos, en este trabajo de título se buscará reducir el número de piñones defectuosos, se hizo un rastreo en cada célula de producción, (igual que un detective busca pistas de un crimen siempre conversando con el operario que es el que realmente te puede guiar en tu búsqueda dado que el pasa 8h diarias en terreno), se sacaron fotos de las zonas por donde pasan los piñones en su proceso productivo y se encontraron medios en mal estado, zonas donde las marcas en el piso evidenciaban los puntos críticos de caídas de piezas, había rieles que no tenían un sistema para evitar la colisión entre las piezas que se fabrican también se observó desgaste de material por roce en los equipos. Con estas fotografías se armó un mapa para localizar los distintos puntos críticos y así poder abordar la causa y el origen del problema general con distintas soluciones.

También se hizo un recuento durante una semana del número de piñones dañados en una tabla de Excel, que posteriormente se usó para desarrollar un análisis de Pareto, se clasificaron en columnas el tipo de piñón y en filas el tipo de desperfecto reparable o irreparable. Esto se hace para priorizar la búsqueda de soluciones de la zona más crítica a la menos crítica.

Una vez se localizó y clasificó el origen del problema el encargado del departamento de mejora continua y el jefe de planta dieron su consentimiento para desarrollar mejoras en las hojas de operación estándar (la cual indica al operario como proceder) para hacer efectivo el cambio se tuvo que hacer una breve capacitación a los operarios, también se desarrolló una innovación incremental en el diseño de los medios ya existentes dentro de la fábrica y para formalizarlo el departamento de estandarización colaboró con este proyecto estandarizando el lugar donde iban a quedar los cabezales del nuevo sistema de frenado de piñones, así el operario cuando vea un sistema en mal estado podrá encontrar siempre el repuesto en el mismo lugar y la persona encargada de imprimir las partes del sistema tenga los planos, en la industria si algo no se estandariza no lo puedes controlar y si no se controla está sentenciado a deteriorarse o perderse con el tiempo, cada mejora continua se debe registrar y estandarizar solos así se puede alcanzar el nivel 6 de six-sigma que busca esta empresa automotriz. Todas las mejoras anteriormente mencionadas se aplican en conjunto como un bloque de medidas siguiendo la cultura Lean Manufacturing para contribuir a la mejora continua de una fábrica, en este caso Cormecánica. En esta memoria se verá el estudio del arte del producto y el desarrollo del diseño del producto final el cual es solo una parte de la solución del problema para llegar al objetivo de reducir un 50% de piñones con desperfectos. Finalmente se dejó armado un riel prototipo en una célula de producción y funcionó de manera óptima, pero no se pudo obtener un informe de resultados de todo el conjunto de soluciones por falta de tiempo.

Imagen - ejemplo piñón tercera



Fuente: elaboración propia, toma de mediciones para el diseño de un sistema que evite colisiones entre los piñones que bajan por el riel de un proceso productivo a otro. El diseño final se encuentra en el capítulo 3 de esta memoria.

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES DEL PROYECTO

1.1 ANTECEDENTES

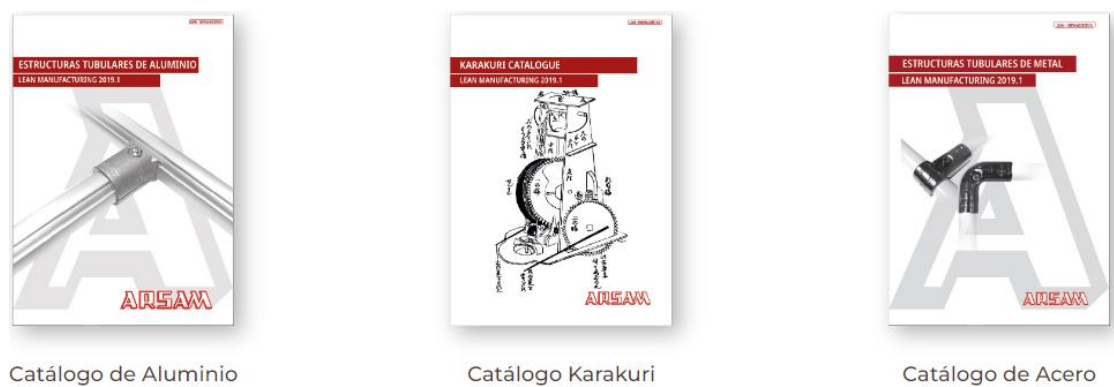
La cultura LEAN MANUFACTURING es el legado que mantiene a nivel competitivo a Cormecánica única fábrica automotriz en Chile.

La metodología Lean Manufacturing (producción ajustada) es un modelo de gestión enfocado en un flujo creado para poder entregar a los clientes de una compañía el máximo valor añadido sobre un producto. Para lograrlo es necesario utilizar la menor cantidad de recursos. Dicho de otra manera: utilizar únicamente los recursos necesarios para el crecimiento. Para llegar a esto se aplican las siguientes herramientas; (ADON, 5S, SMED, VALUE STREAM MAPPING, HEIJUNKA, KPI, KANBAN, GEMBA)

La industria pionera en su aplicación ha sido la del automóvil, arquetipo de la preocupación constante por mejorar la competitividad. La gran repercusión de cualquier iniciativa en esta industria tiene un efecto muy beneficioso en la difusión de estas técnicas, aunque se extendió la idea falsa de que solo se podía aplicar a este sector. En la última década, industrias de los sectores de la alimentación, farmacéutica o bienes de equipo han adoptado con éxito el modelo Lean. Actualmente las experiencias señalan que el Lean es aplicable a cualquier tipo de industria, incluso a los servicios. Para poder alcanzar las exigencias de la mejora continua, hay que medir para mejorar, en este caso se medirán los golpes recibidos en los piñones, cuantificar y cualificar dichos golpes. Actualmente se están implementando sistemas basados en el principio karakuri, que es básicamente automatizar ocupando solo energía gravitatoria, son procesos mecánicos básicos que pueden entregar resultados asombrosos. Las marionetas japonesas que se movían solas y de manera automatizada, solo usando la gravedad son el origen del principio karakuri.

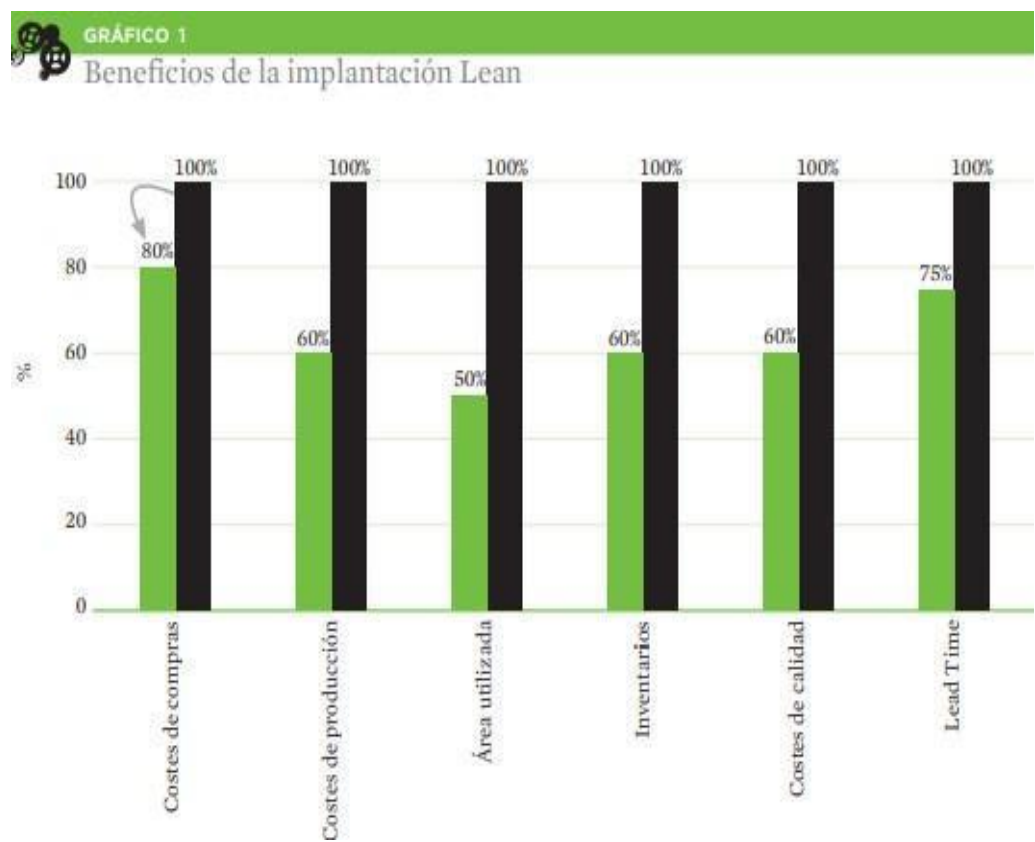
El fundador de Toyota es un reconocido artesano karakuri en Japón, el señor Sakichi Toyoda es un pionero en utilizar la metodología karakuri en la industria automotriz, los sistemas que utiliza Toyota son para transportar piezas o materiales entre estaciones de trabajo, estos están formados por; rieles de flujo, perfiles estándar, poleas, contrapesos y uniones para perfiles, a veces si la situación lo requiere se utilizan energías externas como la hidráulica, siempre utilizando el mínimo de energía requerida. Actualmente hay empresas que explotan este principio vendiendo sistemas modulares con el servicio de instalación y capacitaciones, ejemplos de estas empresas son, Cadepa.com, Flexpipe Arsam, sus clientes directos son las industrias de alimentación, agrícolas y ganaderas, las empresas de logística entre otras. Arsam tiene un amplio catálogo de productos basados en el principio karakuri.

Imagen 1-2 Catálogo Arsam



Fuente: https://www.arsam.es/karakuri_kaizen/

TABLA 1-1 Diferencia antes y después de aplicación de metodología LEAN



Fuente: Estudio 300 empresas Aberdeen Group, 2018

Método karakuri está enfocado en emplear la gravedad para mover o transportar objetos de forma segura y sin esfuerzo humano o energía eléctrica. En las siguientes páginas se hará uso de una cartografía para entender mejor el problema, que se enfoca en el desarrollo mecánico de los karakuris que existen actualmente en la fábrica donde se pretende conseguir mejoras en cuanto a su funcionalidad.

Imagen 1-1 ejemplo Karakuri básico



Fuente: <https://www.susamericainc.com/featured/video/>

1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA U OPORTUNIDAD DE DISEÑO

El problema que actualmente afecta a todas las células de producción de piñones de cajas de cambios, es que actualmente en la célula de mediciones (marpos), están siendo reportados un nivel de piezas defectuosas fuera del rango habitual, promedio 700 piezas defectuosas por semana, esto no puede suceder ya que en un componente de automóvil como lo es la caja de velocidades, un defecto de centésimas genera ruidos molestos para el cliente. Hay piezas defectuosas por golpes que se intentan reparar, pero esto supone una pérdida de 1 día por semana de una persona dedicada a recuperar piezas dañadas, si la estación de mediciones recibe más piezas dañadas también ralentiza su velocidad ideal de trabajo, cada pieza que se verifica hace perder entre 20 - 40 segundos al operario cuando la pieza no se puede recuperar tiene un costo de aproximadamente 10.000 clp y 15.000 clp. La media semanal de piezas golpeadas es de 700 de las cuales 40 no son recuperadas. Este problema supone una baja o estancamiento en la producción y un costo económico de 2.120.000 pesos/mes aproximadamente. La oportunidad de diseño se presenta dentro del recorrido que hace el piñón desde que la pieza llegada de la India ingresa a la fábrica, hasta que la pieza entra en la célula de ensamblado/montaje, desde ese momento en cada máquina, cada riel, cada carro de traslado, hay una oportunidad de diseño para evitar choques entre piezas, caídas o simplemente golpes por mala calibración de alguna máquina. Se llevó a cabo un recorrido de inspección visual en busca de evidencias de golpes y después de esto fue elaborada una cartografía relacionando el tipo de evidencia a un tipo de golpe con una ubicación exacta dentro de la fábrica.

1.3 CONTEXTO DEL PROBLEMA U OPORTUNIDAD

Dentro de la fábrica Cormecánica se está detectando un aumento significativo en el nivel de defectos por pieza (en este caso piñones de cajas de velocidades manuales).

Después de una inspección visual por el recorrido de producción, se observaron equipos y medios con desgaste por golpes, estas evidencias dan una oportunidad de mejora en el diseño de estos medios, inclusive evaluar la posibilidad de mejorar las hojas de operación estándar de los operarios, con el fin de cumplir los objetivos de manera eficaz

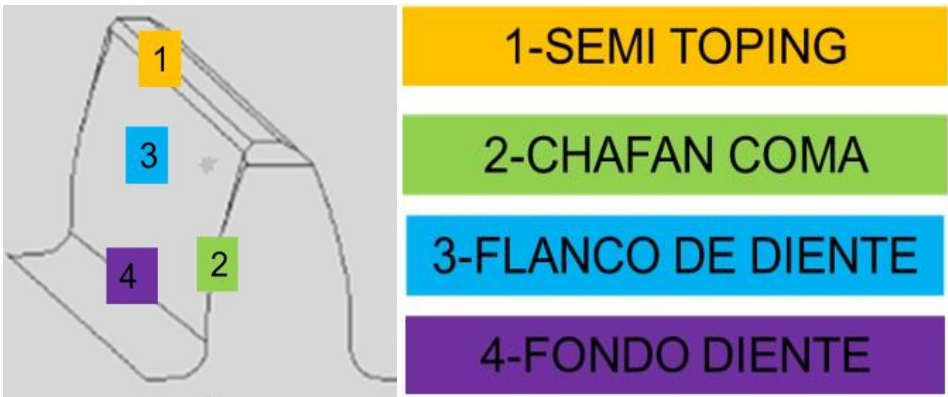
Los tipos de piñones que se van a controlar son (S) = city car (K) Y (J) = sedán y familiar:

- Ø piñón 1era (K) y (J): 15 cm
- Ø piñón 1era (S) :13 cm
- Ø piñón 2nda (K) y (J): 9,4 cm
- Ø piñón 2nda (S): 8,7 cm
- Ø piñón 3era (K) y (J): 7,4 cm
- Ø piñón 3era (S): 6,8cm
- Ø piñón 4ta (K) Y (J):5.7 cm
- Ø piñón 4ta (S): 4,8 cm
- Ø piñón 5ta (K) Y (J): 4cm
- Ø piñón 5ta (S): 3cm

El (PL2) (S) para city car de Ø 8.7 CM tiene un recorrido más que el resto en su proceso productivo pasa por otra célula donde un robot suelda el crabot al piñón, que en el caso de (K) y (J) se les dibuja en la misma pieza.

En la siguiente imagen se indican los nombres de las partes críticas irrecuperables del diente número 3 y 4 y las partes recuperables del diente número 1 y 2. Si la parte 3 o 4 del diente reciben un daño el piñón tiene pérdida total, (el motivo es que estas partes están en contacto directo con otro piñón y cuando el motor empieza a funcionar se producirían ruidos molestos), si el daño es en la zona 1 o 2 el piñón pasa una inspección visual y se lima manualmente, posteriormente pasa a mediciones para evaluar si continua a línea de ensamble o si es pérdida total.

Imagen 1-2 Partes del diente del piñón



Fuente: Cormecánica dojo golpes, muestra las partes del diente de un piñón, si se daña la zona 1 o 2 el piñón se puede recuperar si se daña la zona 3 o 4 el piñón queda como pérdida total.

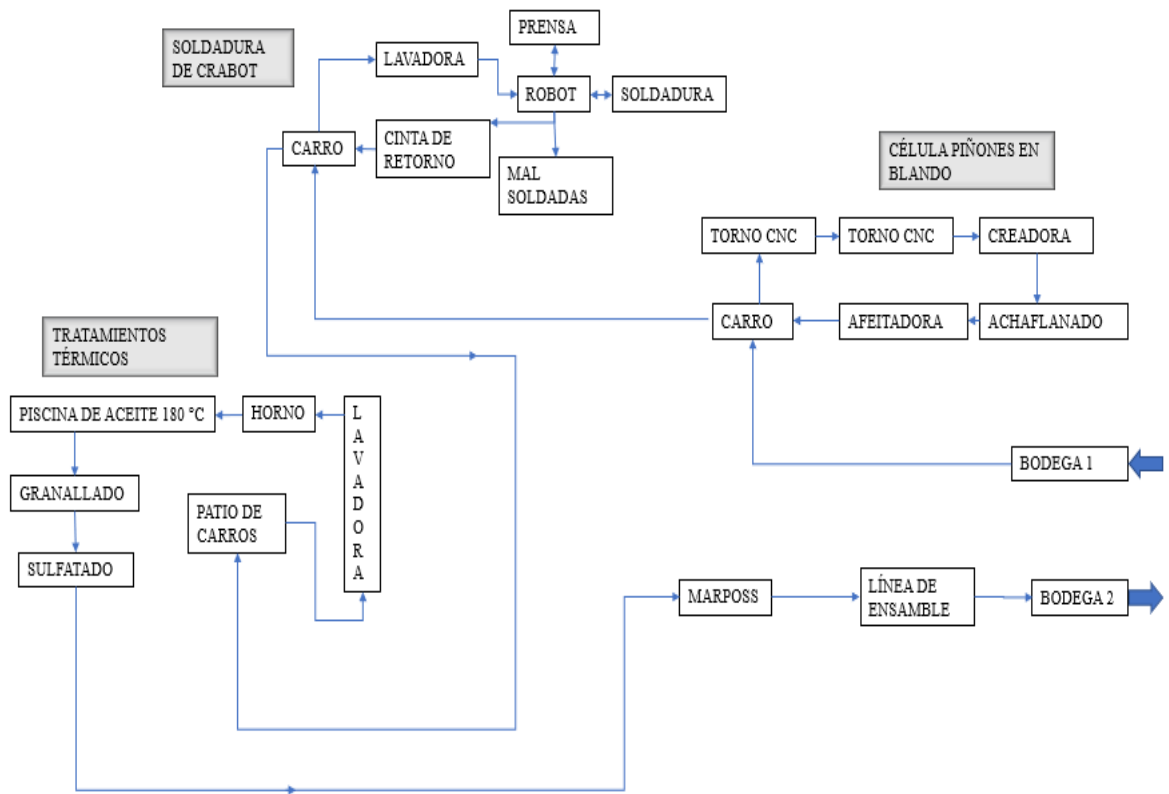
1.3.1 El recorrido del piñón pasa por los siguientes procesos:

- 1. TORNO CNC / diámetro interior
- 2. TORNO CNC / diámetro exterior
- 3. CREADORA / forma los dientes
- 4. MÁQUINA DE ACHAFLANADO / le da un acabado al diente
- 5. MÁQUINA DE CEPILLADO / graba un dibujo tangente al eje en el flanco de los dientes
- 6. CNC LIMPIEZA LAVADORA
- 7. SECADORA
- 8. ROBOT SOLDADURA
- 9. HORNO / tratamiento térmico 840 °C apróx
- 10. PISCINA DE ACEITE / templado 180°C apróx
- 11. GRANALLADO / limpieza de rugosidades tras los tratamientos térmicos
- 12. SULFATADO/ favorece la lubricación
- 13. CEPILLADO / terminación final
- 14. MEDICIONES (MARPOSS)
- 15. ENSAMBLADO

B
L
A
N
D
O

D
U
R
O

Tabla1-2 Diagrama de flujos de producción

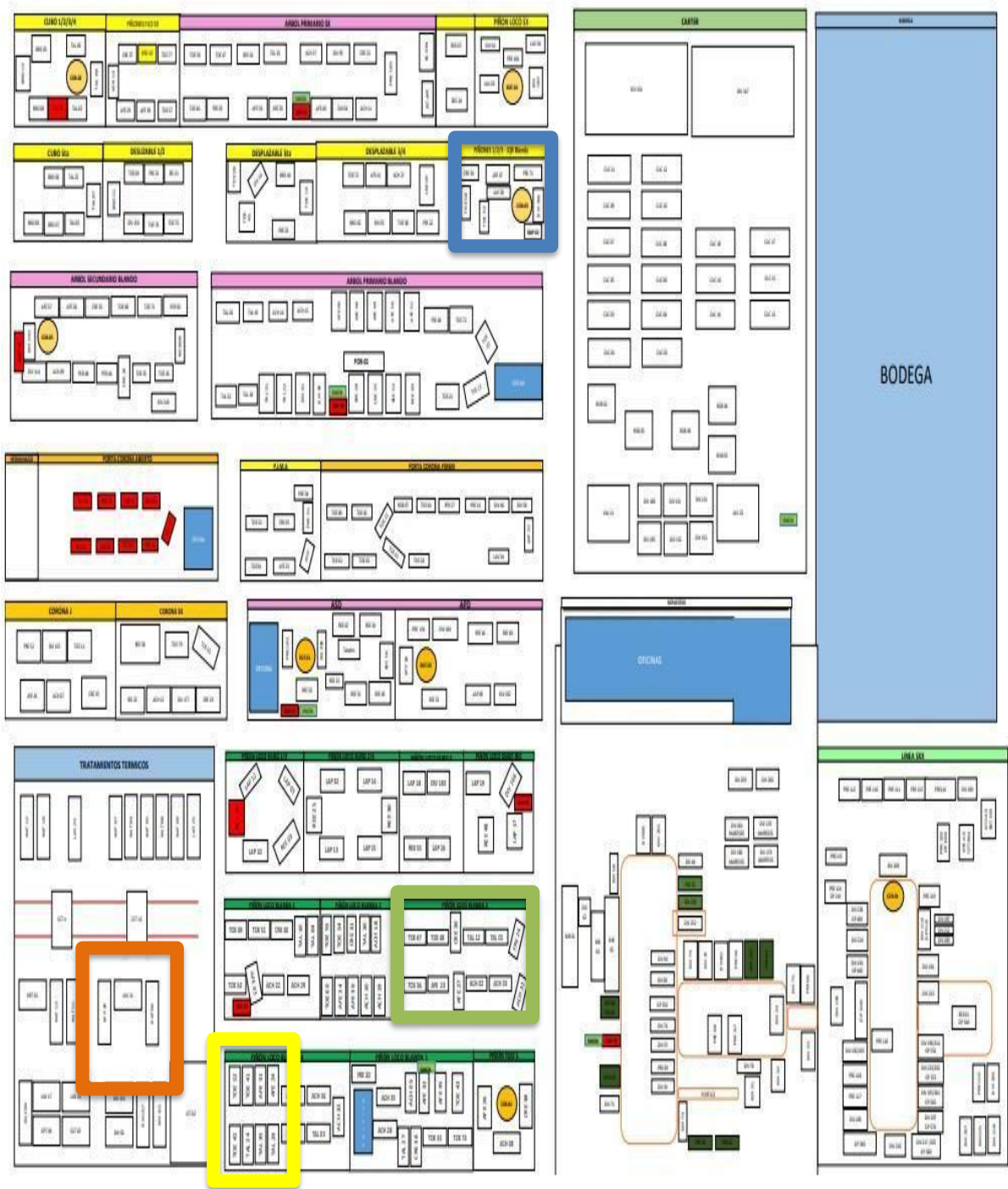


Fuente: elaboración propia, diagrama elaborado para comprender mejor la ruta de procesos productivos que recorren los piñones.

1.3.2 Mapa golpes en línea de producción SXX

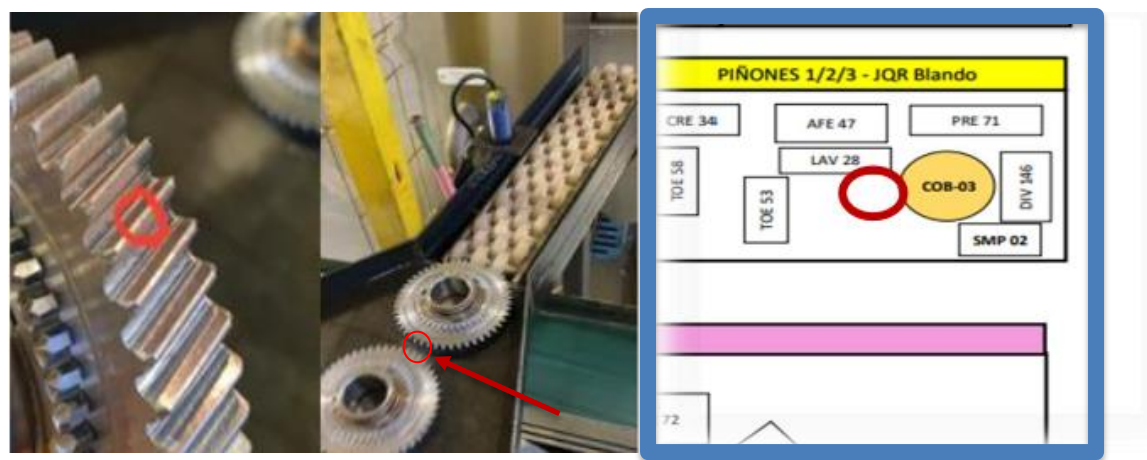
En este mapa se marca las zonas donde se detectaron problemas que producen golpes en los piñones que se fabrican, con esto queda un registro acotado para empezar a tomar las medidas preventivas y posteriormente corregir los problemas ya sean de diseño u operacional.

Imagen 1-3 Layout planta



Fuente: Cormecánica

Imagen 1-4 Golpes el sector de soldadura (Piñón segunda)



Fuente: elaboración propia.

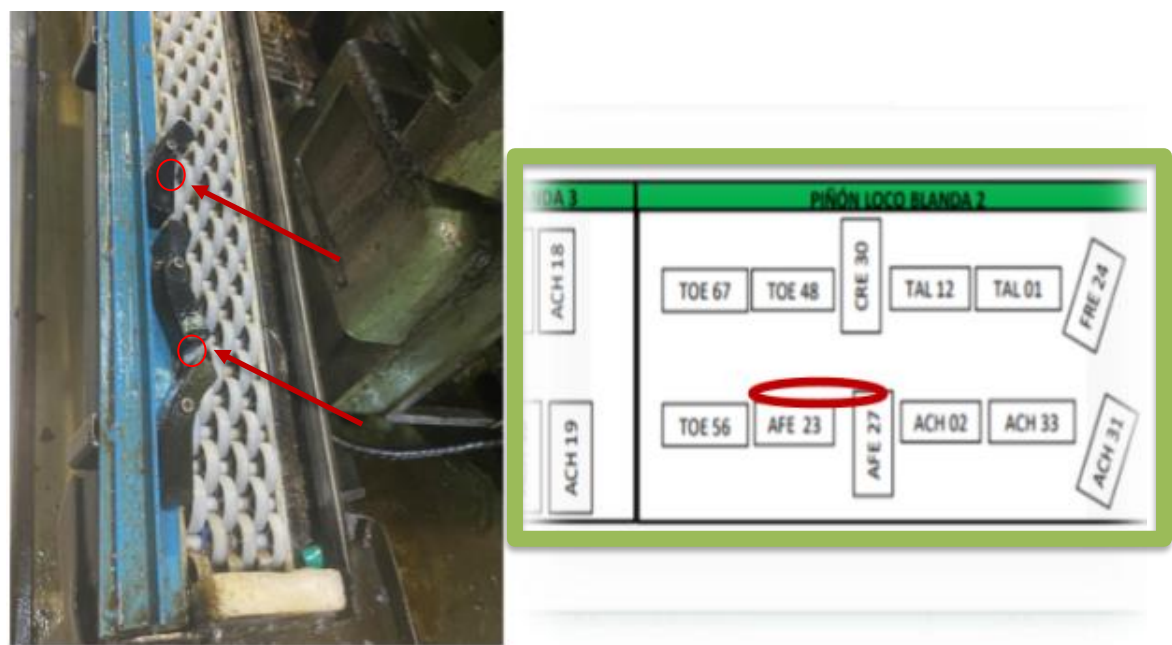
En esta célula se encontraron evidencias de golpes, por colisión entre ambas piezas, al final del riel de flujo.

Imagen 1-5 Golpes en el sector de producción del (Piñón segunda)



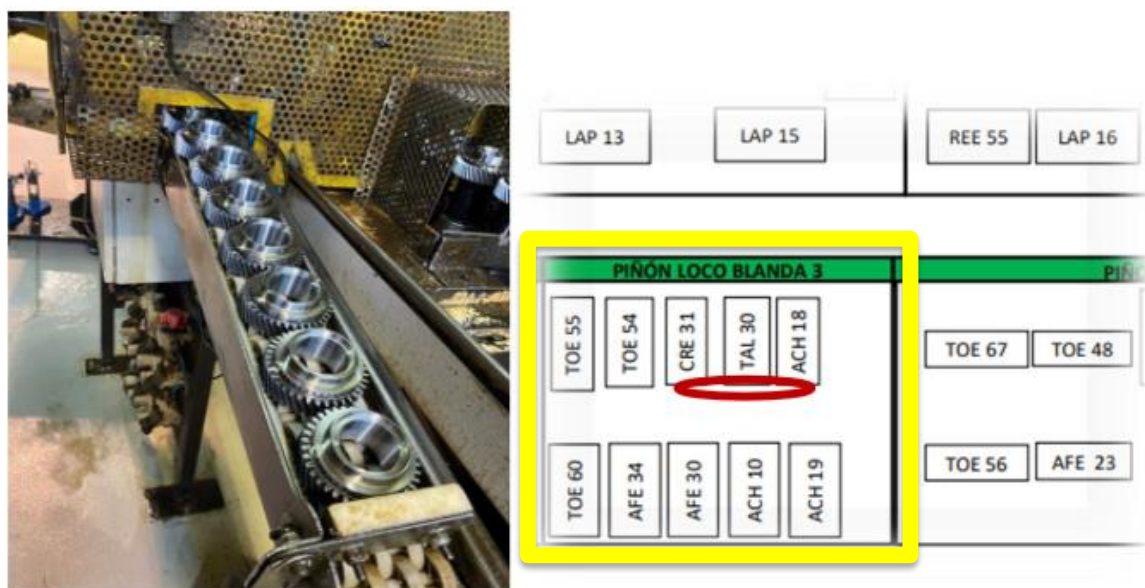
Fuente: elaboración propia, en esta célula se encontraron muchas marcas de dientes de piñones en el piso. Falta un borde en el riel para evitar caídas de las piezas.

Imagen 1-6 Golpes por desgaste de sistemas karakuri



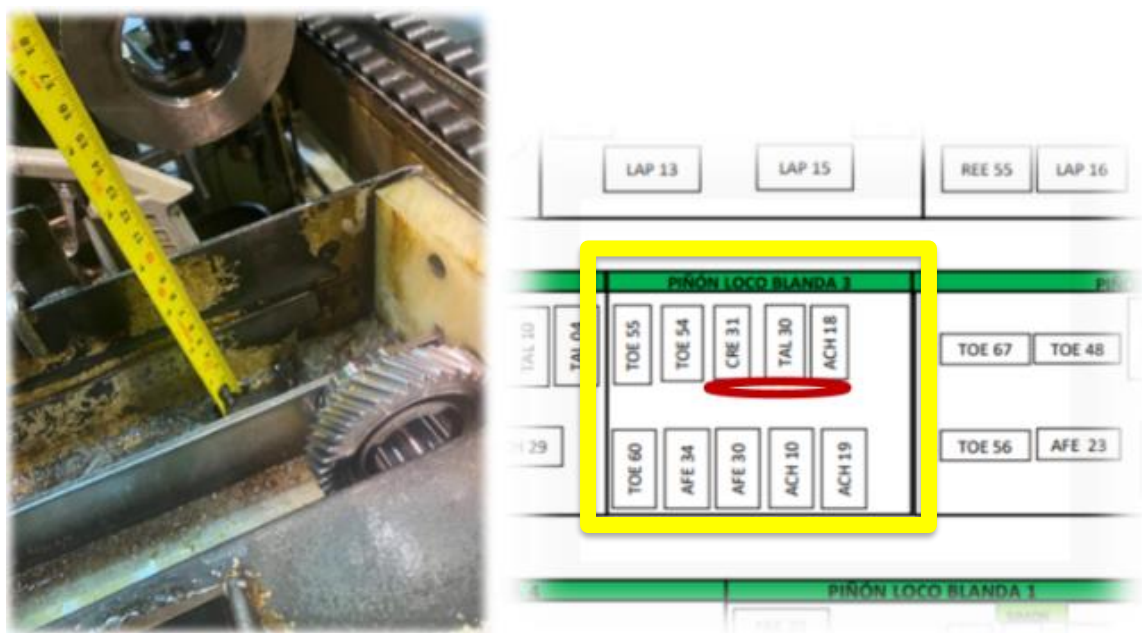
Fuente: elaboración propia, en esta célula de trabajo se encontraron sistemas desgastados que no cumplen su función, se soltaron unos piñones por el riel y en ocasiones colisionaban entre ellos.

Imagen 1-7 Golpes piñón loco 3era



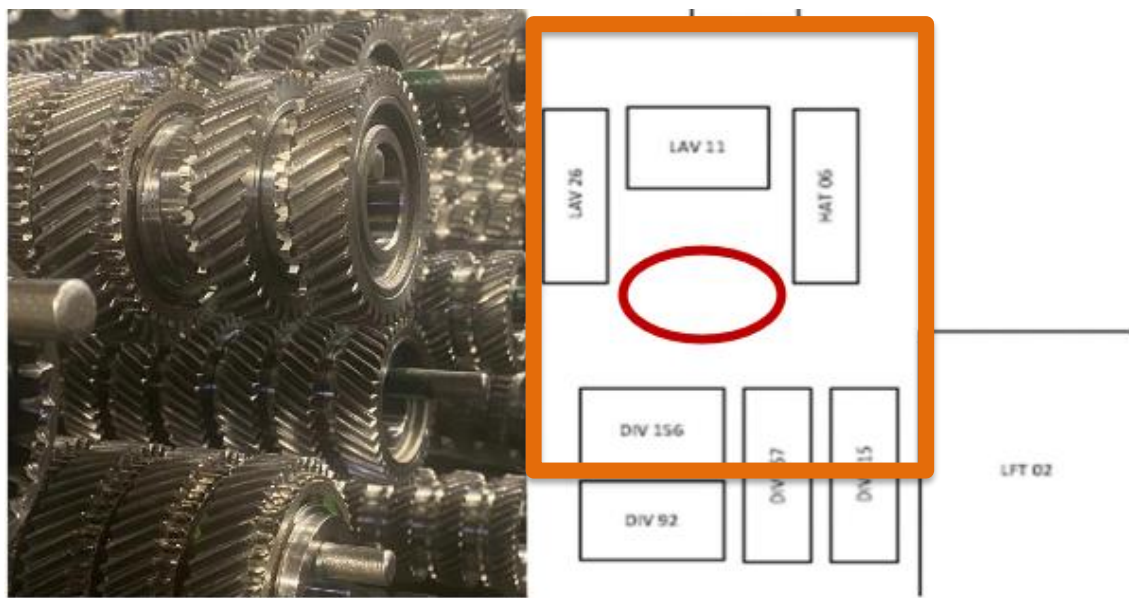
Fuente: elaboración propia, en esta célula no existen medios para evitar la colisión entre piñones.

Imagen 1-8 Golpes piñón loco 3era



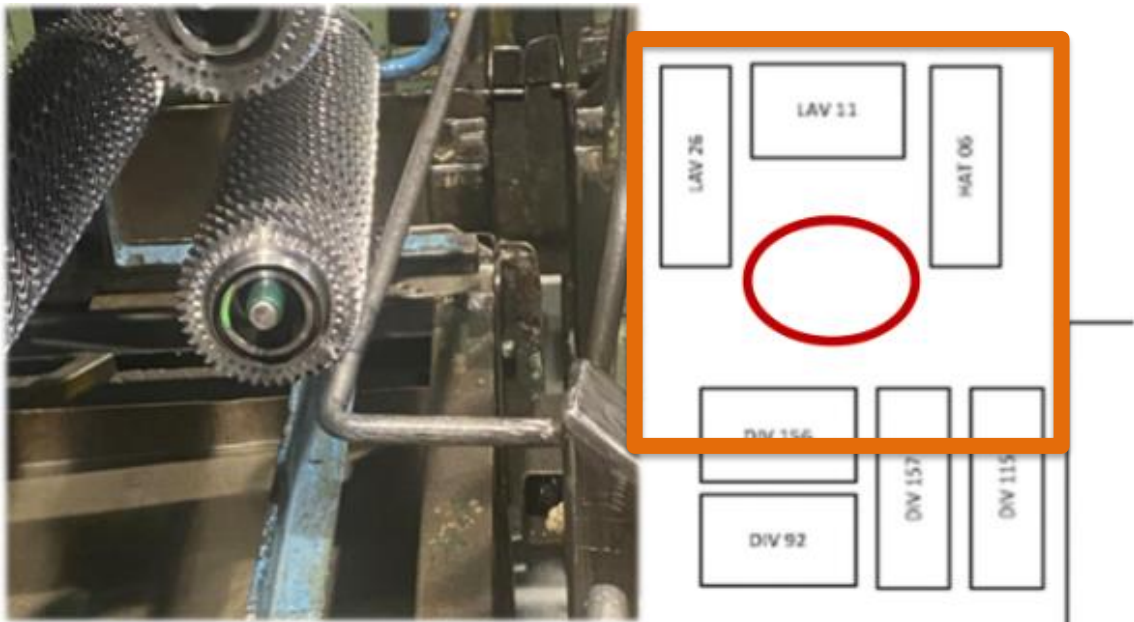
Fuente: elaboración propia, en esta célula de trabajo los rieles están en mal estado, no tiene medios para frenar el impacto de la caída del piño y el tope plástico tiene pernos expuestos que sobresalen.

Imagen 1-9 Golpes en todos los piñones en carros



Fuente: elaboración propia, piñones a la espera de ser llevados a tratamientos térmicos, cargados con riesgo de caída, posible pérdida total de la pieza.

Imagen 1-10 Golpes en todos los piñones en tratamientos térmicos



Fuente: elaboración propia, el diseño de carros permite que las asas choquen con los piñones cuando entran en la lavadora antes de pasar a tratamientos térmicos.

1.4 OBLIGACIONES Y RESTRICCIONES LEGALES

La política medio ambiental de las empresas industriales del sector automotriz para ser competitivos se comprometen a:

- Prevenir y reducir de manera continua la huella medioambiental y los efectos sobre la salud de sus actividades.
- La implementación de un Sistema de Gestión Ambiental ISO 14001 con el fin de garantizar la mejora continua del desempeño ambiental.
- Sensibilizar a los colaboradores en los temas ambientales y comunicar su desempeño.

Cormecánica S.A tiene un reglamento interno de seguimiento, clasificación y recuperación de residuos regido por la NCH 2190(3) y el D.S 148. Todo residuo no peligroso se clasificará en recipientes de colores azul (papel cartón), gris claro (latas), gris oscuro (residuo domestico), amarillo(plástico), rojo (residuos peligrosos, mascarillas). Los residuos peligrosos deben ser etiquetados para su reconocimiento y clasificación según D.S 148(2) y las reglas internas de la empresa. Hay varios procesos de recuperación de residuos dentro de la empresa como la separación de aceite de la viruta, la viruta se vende y el aceite se reutiliza que se hace mediante una centrífuga, esto da señal de la voluntad de la empresa de cumplir la ley de las 3 R.

Imagen1-11 Etiquetado residuos peligrosos

❖ SIEMPRE COMPLETAR ROTULO AL INICIO Y TERMINO DE SU USO

RESIDUO PELIGROSO	
	
TÓXICOS EXTRÍNSECOS	
AGUA DE LAVADO CON ACEITE	
PESO:	

CÓDIGOS DE IDENTIFICACIÓN	
L9	A 4000
L0	A 3020
FECHA	
Generación	Almacenamiento
Proceso de Origen	
DATOS DEL GENERADOR	
EMPRESA: CORMECÁNICA S.A.	
DIRECCIÓN: SAN RAFAEL 1769 LOS ANDES	
TELÉFONO: 34 - 49 91 00	

✓ SI CUMPLIMOS CON ESTAS INSTRUCCIONES BÁSICAS PRINCIPALMENTE ESTAREMOS CUMPLIENDO CON EL REQUISITO LEGAL Y EVITAMOS ACCIDENTES

UNA VEZ LLENO EL IBC/ TAMBOR / CAJON DEPENDIENDO DEL RESIDUO PESARLO Y REGISTRARLO EN EL ROTULO.

Código de Identificación del Residuo Según DS148.

FECHA INICIO Y TERMINO DE LLENADO DEL IBC/ TAMBOR / CAJON DEPENDIENDO DEL RESIDUO.

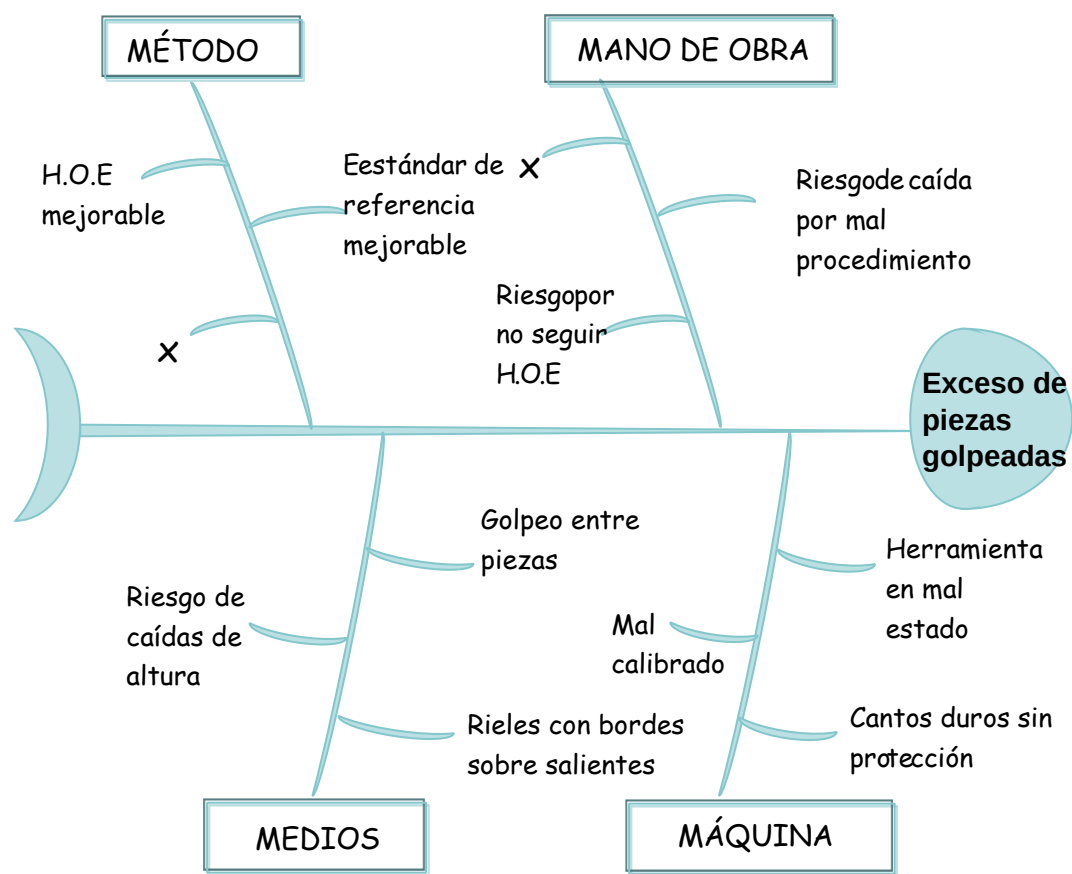
Proceso en donde se origino el residuo

Fuente: Cormecánica

1.5 ANÁLISIS ESTRATÉGICO DEL PROBLEMA

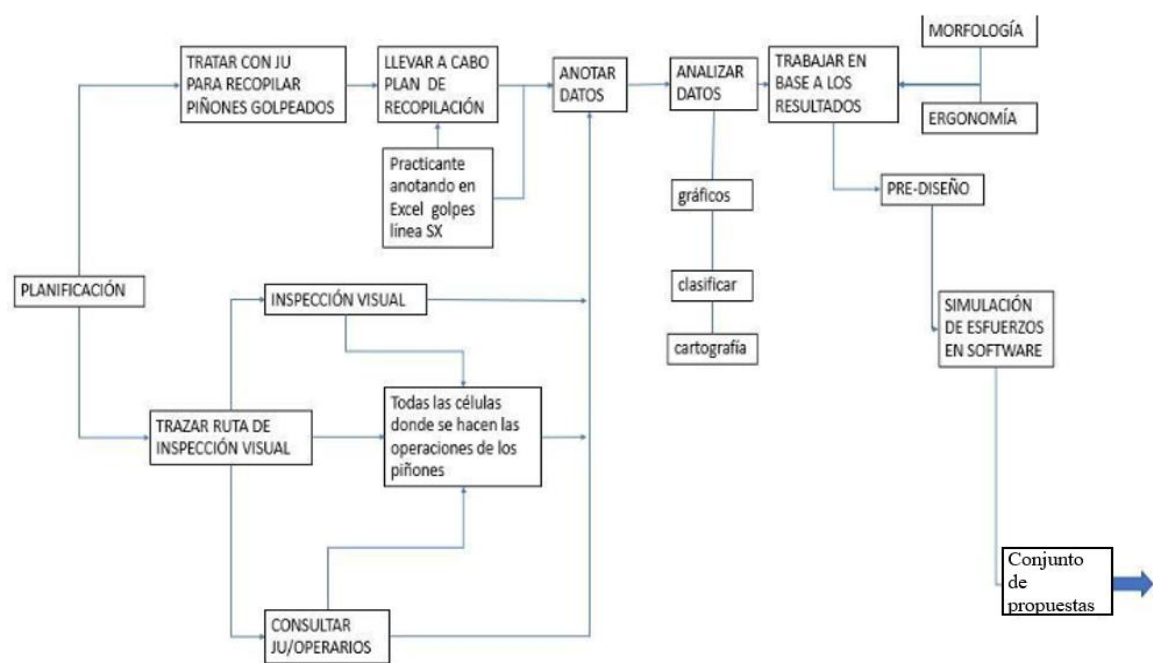
Mediante la aplicación del diagrama de Ishikawa se analizará por partes el problema y así de esta manera elaborar un conjunto de soluciones para llegar a resolver el problema general. Posteriormente se realizará un conteo del número de piezas con defectos semanalmente y se desarrollará un **gráfico P** para tener un estándar de control y medir el rendimiento de las soluciones que se irán aplicando.

Tabla 1-3 Espina de pescado de Ishikawa



Fuente: elaboración propia, se exponen los problemas en esquema de espina de pescado, para entender mejor el problema,

Tabla 1-4 Diagrama de flujos del plan estratégico para abordar el problema



Fuente: elaboración propia, diagrama que indica cómo se abordó el problema paso a paso.

1.6 COMPRENSIÓN DEL MERCADO

Este proyecto es una petición directa de Cormecánica, gerente Rubén Matus y tutor Alberto Cruz a cargo del departamento APW, si bien el cliente es uno y está definido el producto final del proyecto, podría ser útil en la industria en general, empresas como Arsam entregan productos con el mismo principio, Arsam en España y Fexpipe en EEUU tienen un mercado variado dentro de las empresas con industria en Chile no hay una empresa actualmente que explote este mercado. Para entender bien el mercado se desarrollará un estudio del microentorno y del macroentorno, haciendo uso de un diagrama FODA Y PEST, respectivamente.

Tabla 1-5 FODA

FORTALEZAS 	• FÁCIL DE INSTALAR,NO REQUIERE MANO DE OBRA ESPECIALIZADA • VALOR AÑADIDO AL SER MODULAR ADAPTABLE A CAMBIOS CONTÍNUOS • NO REQUIERE DE ENERGÍA 
DEBILIDADES 	• CAPACITAR MANO DE OBRA CONTINUAMENTE YA QUE ESTE SISTEMA NO ESTÁ MUY PRESENTE EN EL PAÍS. • LA INDUSTRIA ACTUAL YA INVIRTIERON EN SOLUCIONES DE OTRO TIPO. 
OPORTUNIDADES 	• POCA COMPETENCIA LOCALIZADA EN EL MISMO RUBRO • MUCHA INDUSTRIA 
AMENAZAS 	• POCA VARIEDAD DE STOCK DEL MATERIAL REQUERIDO. • EL DESCONOCIMIENTO DEL MERCADO SOBRE ESTE PRODUCTO. • MANO DE OBRA DESCONOCE ESTE TRABAJO. 

Fuente: elaboración propia, análisis para analizar la posibilidad de comercialización.

Tabla 1-6 P-E-S-T-A-L

	OPORTUNIDAD	AMENAZAS
POLÍTICO	POLITICAS A FAVOR DE LAS ENERGIAS LÍMPIAS	NUEVO GOBIERNO, INCERTIDUMBRE
ECONÓMICO	LA SUBIDA DE PRECIOS DE LAS ENERGÍAS NO RENOVABLES.	INFLACIÓN GLOBAL SUBIDA PRECIOS(TRANSPORTE MARITIMO)
SOCIAL	BUENA ACOGIDA A TODA PROPUESTA DE AHORRO ENERGÉTICO	LAS EMPRESAS ACTUAL PUEDEN SER REACIAS A COMBIAR SUS MEDIOS ACTUALES
TECNOLÓGICO	INTERNET Y REDES SOCIALES FACILITAN EL ACERCAMIENTO ENTRE LOS INTERESADOS/ CHILE CUENTA CON LA MÁQUINARIA REQUERIDA	
ECOLÓGICO		COMPROMISO CON LA ONU DE DESARROLLO SUSTENTABLE
LEGAL	CHILE TIENE LIBRE MERCADO CON CHINA	

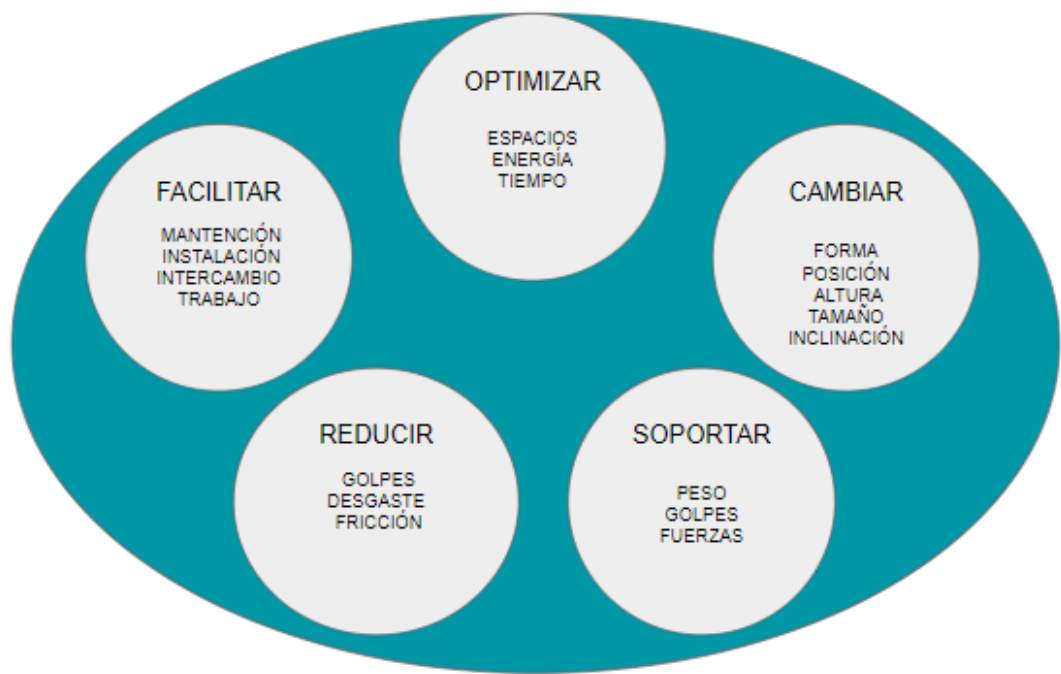
Fuente: elaboración propia, análisis para analizar la posibilidad de comercialización.

1.6.1 Conclusión:

Se observa a corto plazo que las expectativas son más optimistas; aceptación social y políticas favorables para la demanda del producto en desarrollo, buenas relaciones exteriores con países exportadores del material demandado, no hay una competencia abundante y a largo plazo una incertidumbre por nuevo gobierno, aceptación por parte de las empresas para demandar el producto y la subida del precio en las importaciones.

1.7 DIMENSIÓN TECNOLÓGICA

Tabla 1-5 Funciones PJ 5



Fuente: elaboración propia, selección de funciones que debe cumplir el prototipo.

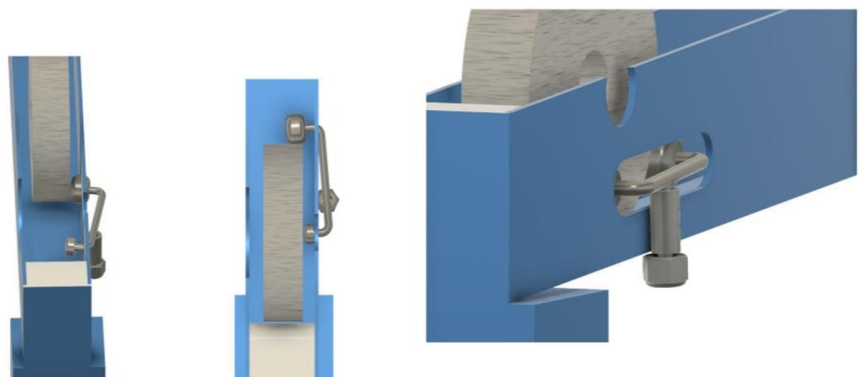
Para el desarrollo de este producto, el departamento de APW, solicita soluciones principalmente enfocadas en producción por impresión 3D.

Los requerimientos son:

- Simplificar al máximo el funcionamiento mecánico del medio
- Facilitar la mantención del medio
- Utilizar el mínimo espacio posible
- Reducir al mínimo posible el tamaño de las piezas que se ocuparan como herramienta.
- Estandarizar los medios

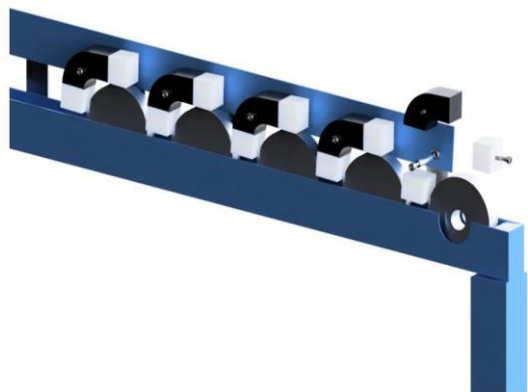
1.7.1 Propuestas y prototipos:

Propuesta 1



Fuente: elaboración propia, propuesta conceptual del sistema separador como solución a parte del problema.

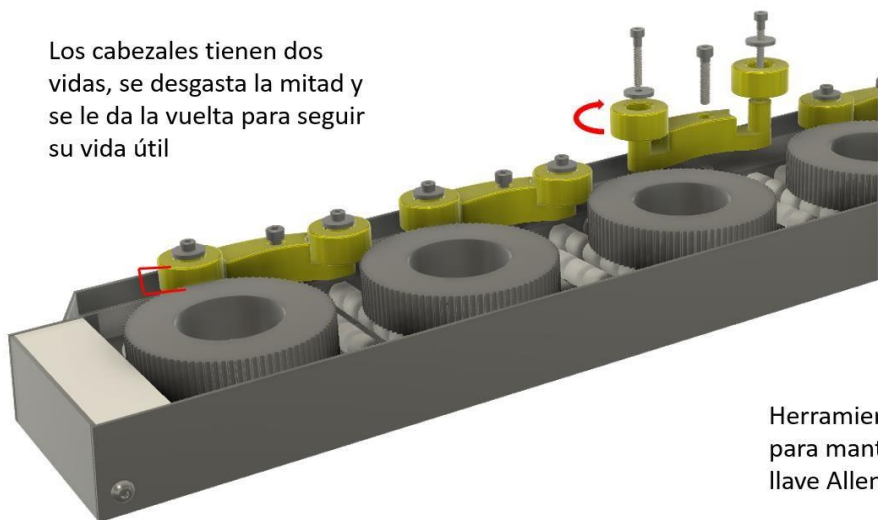
Propuesta 2



Fuente: elaboración propia, se sugiere el concepto de cabezal intercambiable y tiene muy buena aceptación.

Propuesta 3

Los cabezales tienen dos vidas, se desgasta la mitad y se le da la vuelta para seguir su vida útil



Herramienta necesarias para mantención :
llave Allen M4 y M5

Fuente: elaboración propia, se define otro diseño con cabezales intercambiables.

1.8 DEFINICIÓN DE OBJETIVOS

1.8.1 Objetivo general:

-Reducir un 50% el número de piezas con golpes comprendiendo todas las células implicadas en el proceso productivo de la fabricación de piñones dentro de la fábrica Cormecánica S.A. Encargo por parte del departamento APW, para contribuir a la mejora continua.

1.8.2 Objetivos específicos:

- Crear una cartografía para identificar tipo de golpe y su ubicación
- Desarrollar un gráfico P para establecer rangos
- Desarrollar diseños que puedan ser fabricados en impresión 3D, eficaces y eficientes en cuanto a su mantención y fabricación, para aplicarlos en los medios y máquinas.
- Evaluar un conjunto de soluciones del punto de vista operacional, en cómo ejecuta el operario su proceso productivo, adicionales y paralelas a la solución técnica del problema.

CAPÍTULO 2: DISEÑO DE INGENIERÍA

2.1 METAS CUALITATIVAS DEL PRODUCTO

- Su forma debe permitir que pasen distintos tipos de piñón por un riel, pero no debe permitir que estos colisionen entre ellos.
- Las partes que estén en contacto con los piñones no pueden ser de un material más duro que estos y su forma debe permitir que el piñón fluya por el riel.
- Debe ser fácil de reponer o intercambiar sus componentes en caso de desgaste o ruptura.
- El diseño debe permitir sacar los piñones sin suponer una dificultad extra para el operario
- Proteger las zonas duras con indicios de desgaste por golpes con material más blando que los piñones (Máquinas)
- La morfología de los componentes debe ser lo más simple posible.
- El funcionamiento del sistema debe ser automático de forma simple y mecánica
- El riel puede ser para transportar los piñones rodando por su propia forma de manera vertical o desplazándose por caminos de ruedas de manera horizontal.

2.2 METAS CUANTITATIVAS DEL PRODUCTO

- La forma del cabezal debe soportar el impacto sin fracturarse de un impacto de 7 Newton ósea 1,2 kilogramos a una velocidad de 2,3 m/s y una aceleración de 5,6 m/s².
- El sistema a diseñar debe ser universal para piñones de 3 cm hasta 9,4 cm.
- Cada sistema debe tener la capacidad para frenar al menos 6 piñones.
- El producto ha de ser universal para los 3 tipos de piñón que pasan por los rieles de las células del piñón blando de segunda y piñón blando de tercera.
- La inclinación del riel debe tener 4° para favorecer un desplazamiento controlado de los piñones.
- La zona más alta del riel no debe exceder el metro de altura.
- La zona más baja no debe ser menos de 75 cm.

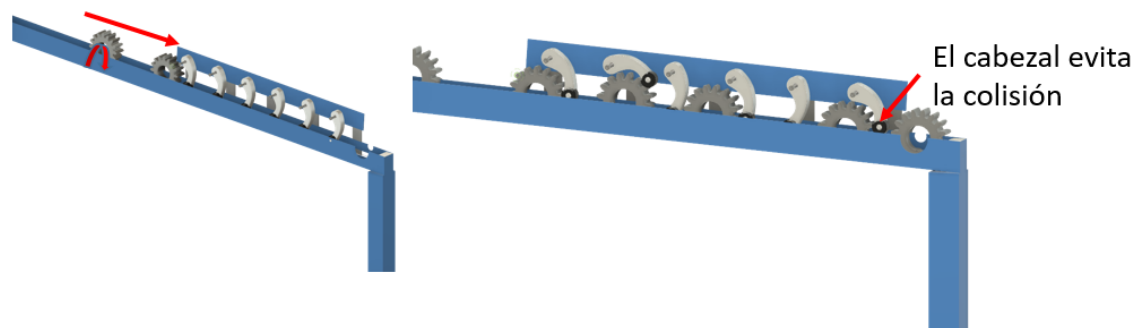
2.3 ALTERNATIVAS MORFOLÓGICAS Y TECNOLÓGICAS

2.3.1 Propuesta A

Definición:

Este diseño conceptual presenta un sistema, para evitar que colisiones las piezas ocupando impresión 3D para su fabricación, se muestra cómo descenden los piñones por el riel de un puesto de trabajo a otro, los dispositivos están diseñados para permitir que el piñón pase hasta el fondo y queda protegido inmediatamente. Esta alternativa pretende reducir componentes como el riel de flujo, permite el paso de los piñones, sus cabezales tienen 4 vidas cada uno, pero aumenta el tiempo de producción ya que es más complicado liberar los piñones que en el sistema actual.

Imagen 2-2 propuesta del sistema de frenado



Fuente: elaboración propia, sistema separador vertical la parte beneficiosa de este tipo de riel es que no necesita ruedas de flujo para que los piñones se desplacen por él.

2.3.2 Propuesta B

Definición:

Este sistema al igual que las siguientes alternativas, tiene como función pasar de un proceso productivo a otro las piezas en este caso piñones, que se están fabricando, a su vez apila y separa a una distancia prudente los piñones para que no se golpeen, funciona automático, solo con la energía gravitatoria.

Imagen 2-3 propuesta del sistema de frenado



Fuente: elaboración propia, se muestra un concepto de la función de la propuesta B sistema separador.

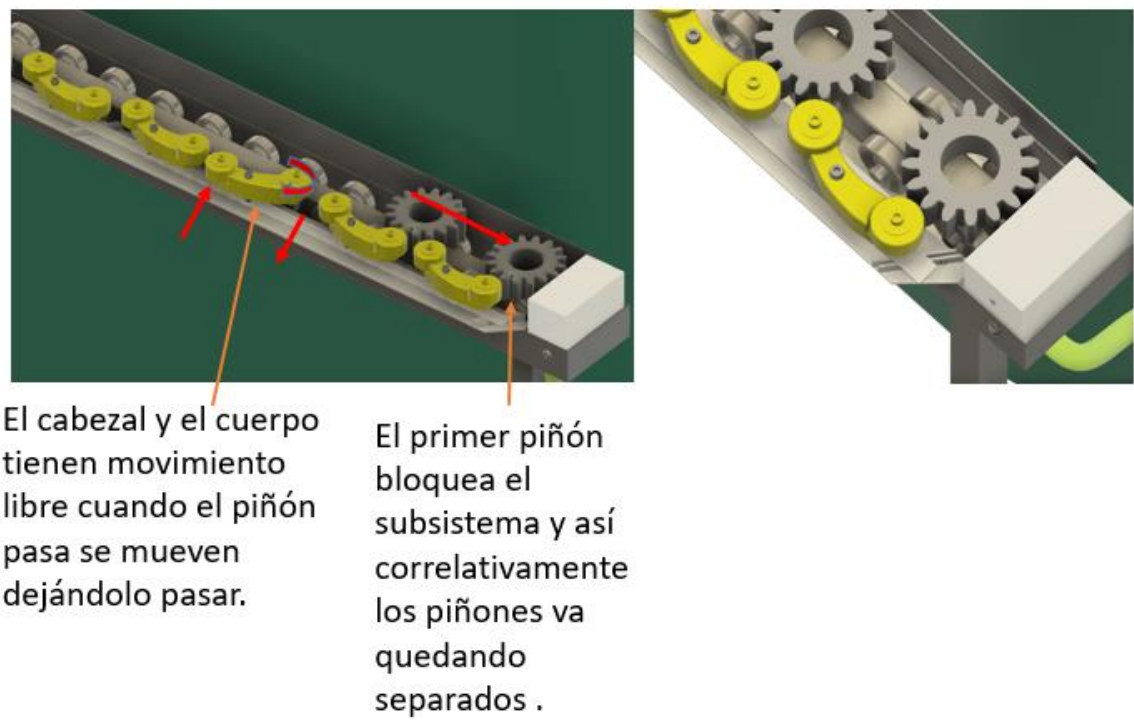
2.3.3 Propuesta C

Definición:

Este sistema permite el paso de los piñones por el riel posicionado horizontalmente y a su vez los acumula a una distancia prudente para no colisionar, tiene innovación incremental respecto al actual sistema, en su forma estructural y sus funciones. Permite reponer solo una pieza y no todo el conjunto y es más armónico en el aspecto estético.

la desventaja es que necesita un componente más, el riel de flujo, componente que las otras dos propuestas no necesitan.

Imagen 2-4 propuesta del sistema de frenado



Fuente: elaboración propia se muestra el concepto del funcionamiento de la opción C

Análisis morfológico y funcional de las tres propuestas:

-Se puntuará del 1 al 3 dependiendo de cuanto cumple la propuesta con los requerimientos morfológicos y tecnológicos para evaluar qué propuesta será más eficaz, contando el 0 como nada eficaz y 5 el más eficaz.

Tabla 2-1 Análisis morfológico/tecnológico

Requerimientos morfológicos y tecnológicos relevantes	PROPUESTA A	PROPUESTA B	PROPUESTA C
Su forma permite pasar y frenar a piñones de distintas medidas	3	1	5
El cabezal está resuelto con tecnología de impresión 3D	5	0	5
Su forma o diseño permite intercambiar las piezas de manera fácil y rápida	5	5	4
La morfología de los componentes es lo más simple posible	5	3	5
El sistema mecánico funciona autónomo sólo con energía	5	5	5

gravitatoria			
Requiere de pocos componentes	4	5	4
Su forma permite al operario tomar los piñones sin problema	1	2	5
La forma y aplicación del cabezal ayuda a darle más durabilidad	5	1	5
TOTAL	33	24	38

Fuente: elaboración propia, tabla elaborada con el fin de facilitar la selección de la propuesta que permita alcanzar mejores resultados.

Resultado:

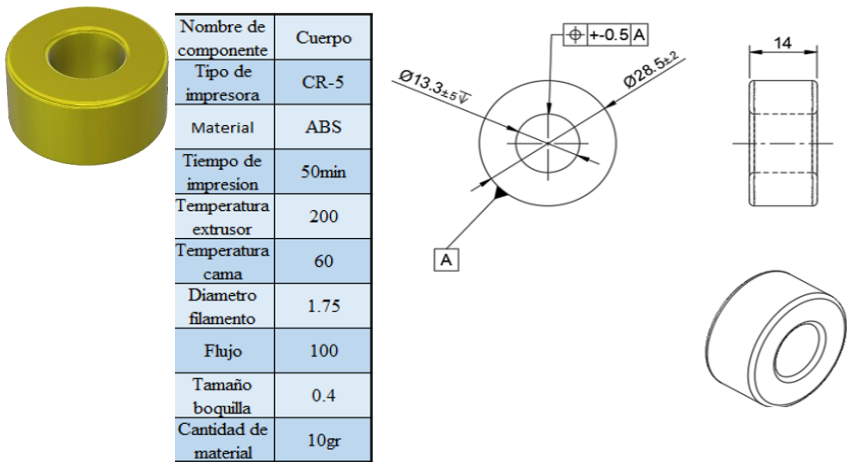
Analizando los resultados del análisis morfológico, se seleccionó y aprobó la propuesta 3, dado que obtuvo la mayor puntuación. Por esta razón se desarrollará un prototipo de la propuesta 3 y será puesta a prueba en laboratorio y o taller.

2.4 DESARROLLO DE PARTES, PIEZAS Y COMPONENTES.

La fabricación se desarrollará en áreas distintas de la fábrica, todas las piezas deben estandarizarse dentro de la fábrica para no perder la mejora continua y debe aplicarse la metodología 5s, dándole un lugar a cada cosa y tener cada cosa en su lugar.

-Los componentes de ABS se fabricarán en el área de ingeniería, supervisor Robinson Carrillo con impresión 3D, los componentes de acero en el taller kaizen de soldadura y las piezas de plástico de ingeniería en la sala de cnc y tornos.

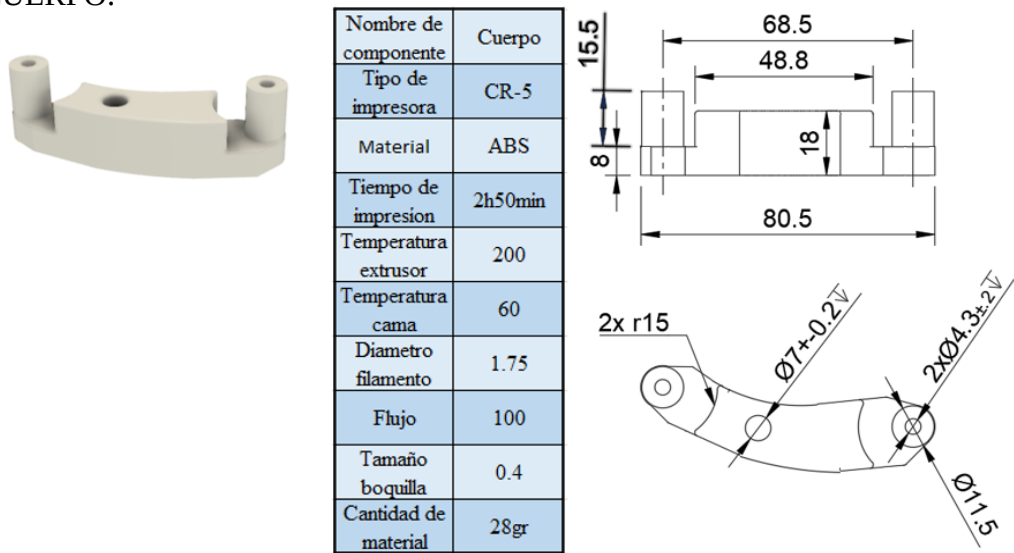
CABEZAL:



Fuente: elaboración propia, detalles para realizar la impresión 3D

Este componente es el cabezal, la interfase entre el cuerpo y el piñón, será la pieza intercambiable, por lo tanto, se debe tener un stock lo suficientemente grande como pararenovar las piezas de todas las células que utilicen este sistema, se debe estandarizar en fábrica para no perder la mejora continua y se debe aplicar la metodología 5s para mantener el orden cada cosa en su lugar y un lugar para cada cosa.

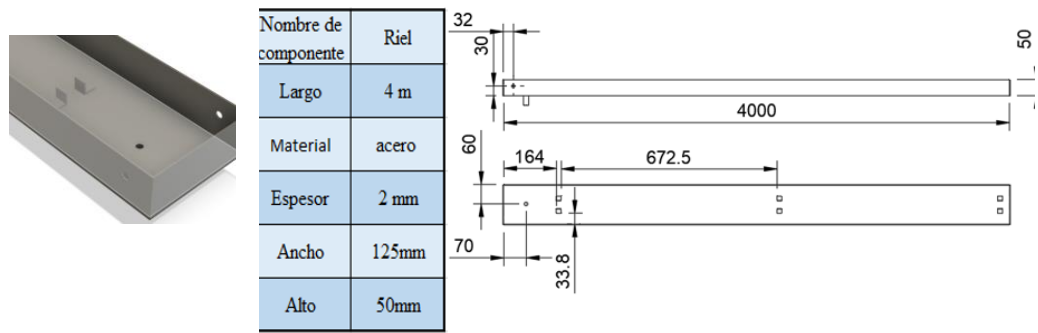
CUERPO:



Fuente: elaboración propia, detalles y características de la pieza

El cuerpo es la pieza que contiene a los cabezales va anclado al riel por un perno parker M6 1-½”, una golilla m7 y una tuerca de seguridad M6, esto permite que la pieza esté anclada pero libre para cumplir su función de dejar pasar el piñón y cerrarse al otro extremo, para evitar la colisión con el siguiente piñón que llegue bajando por el riel.

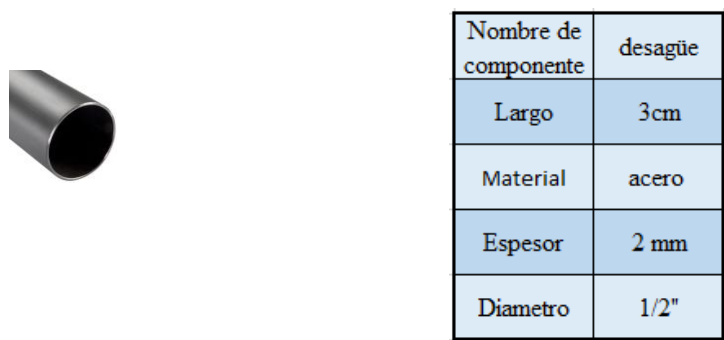
CANAL:



Fuente: elaboración propia, detalles y características de la pieza.

El canal tiene la función de recolectar el aceite que destilan los piñones, también contempla una función estructural pero menos relevante, se fabricará en acero pieza en u comprada con las especificaciones técnicas vistas anteriormente, se debe cortar con ingletadora y pulir el corte y filos con un esmeril 4,5” con disco de desbaste, posteriormente requiere de una perforación marcada en plano, para soldar el desagüe. Lleva soldado 6 tramos de 15 mm de perfil L de 15x15x2 mm para darle la ubicación al riel de flujo y para permitir que el aceite fluya sin problemas hasta el desagüe.

DESAGÜE:



Fuente: elaboración propia, detalles y características de la pieza.

Esta pieza tiene la función de redirigir el aceite del riel por una manguera hacia un estanque donde posteriormente un operario aspira y transporta a la zona de reciclaje de aceite, que viene siendo una centrifugadora que separa las virutas del aceite. El material para este componente se compra en tubos de acero de 2mm de espesor y de 1, 3 o 6 metros de largo se corta en tramos de 3 cm con ingleteadora y posteriormente se soldará en el taller de manera tangente al canal y concéntrica a la perforación de este con soldadura MIG.

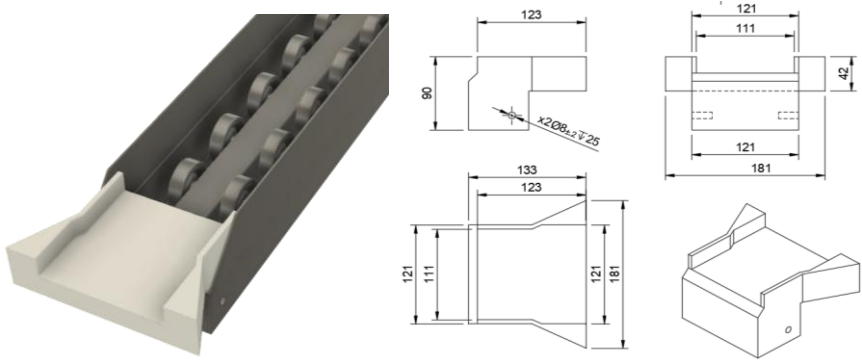
RIEL DE FLUJO:



Fuente:<https://www.ultimationinc.com/replacement-parts/buy-flow-rail/flow-rail-5ft-ult-fr/>

Tiene la función de facilitar la bajada por el riel para pasar de un proceso productivo a otro ocupando la energía gravitatoria sin necesidad que el operario se desplace. El material es zinc y los pasadores de acero, tamaño de la rueda 15/16” se vende en tiras de 3 metros. El riel de flujo se instala sobre los soportes del canal dos cada extremo y dos en el centro, para asegurar su correcta posición. Existen alternativas plásticas, pero terminan rompiéndose con la incrustación progresiva de las micro virutas que tienen las piezas que se procesan en las células donde serán ocupados.

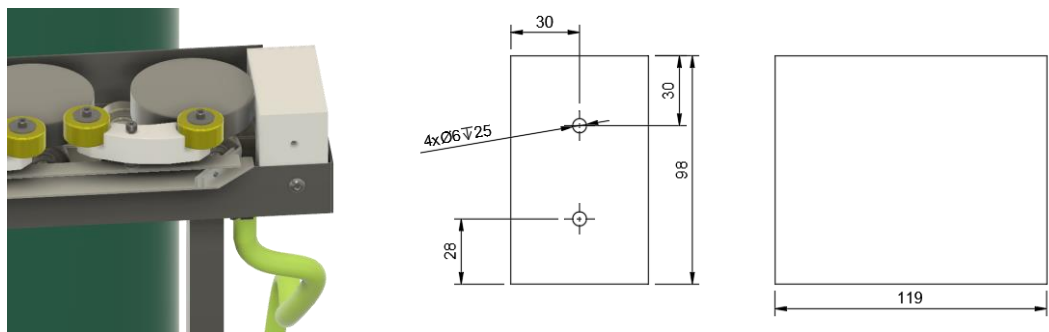
EMBUDO DE ENTRADA:



Fuente: elaboración propia, detalles y características de la pieza.

Tiene la función de facilitar al operador el posicionamiento de los piñones dentro del riel evitando o reduciendo las caídas de estos. Va insertado en el extremo más alto del riel, posicionado dentro del canal y anclado lateralmente con dos pernos parker M8. Mecanizado con cnc en plástico PPS, la perforación para los pernos de anclaje se hace una vez insertado en el canal con una broca de 8mm para metal.

TOPE:



Fuente: elaboración propia, detalles y características de la pieza.

Pieza de PPS mecanizada y con perforaciones hechas en taladro pedestal, tiene como función proteger los dientes del piñón del impacto al bajar por el riel. Tiene 4 vidas.

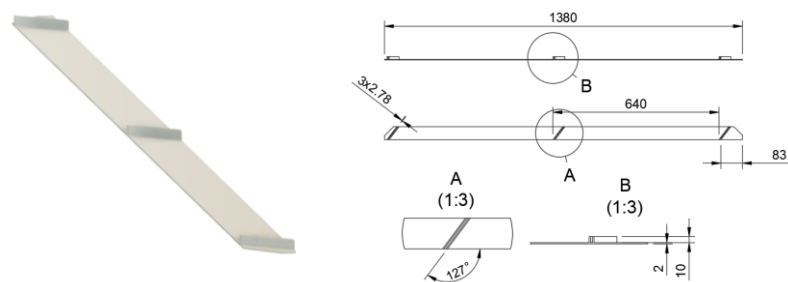
PATAS:



Fuente: elaboración propia, detalles y características de la pieza.

Función estructural y de posicionamiento, fabricada con perfil de acero 2"x2"x 2mm espesor, cortado con ingletadora y plancha de 4mm para ángulos y base, cortado con láser, soldaduras MIG.

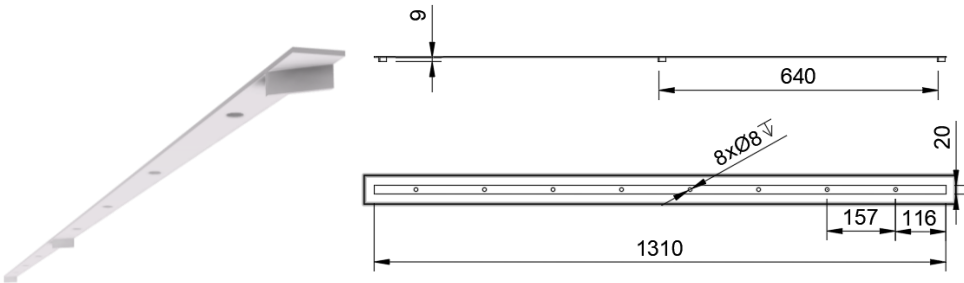
GUIA REGULABLE:



Fuente. elaboración propia, detalles y características de la pieza.

Esta pieza fabricada con plancha de acero de 2mm, tiene como función fijar la posición de los sistemas karakuri, para adaptarse a los distintos tamaños de piñones que circulan por el riel. Formado por una base y tres guías, estas tienen dos pernos sin fin cada una para la fijación del sistema.

SOPORTE DE KARAKURIS:



Fuente: elaboración propia, detalles y características de la pieza.

Esta pieza de acero en plancha de 2mm, tiene como finalidad fijar los sistemas karakuris y va ubicado dentro de las guías regulables, (pieza descrita anteriormente). En la parte superior sobre cada perforación va soldada una tuerca de seguridad M8.

Tabla 2-1 Herrajes y anclajes

Nombre	Dimensión	Cantidad
Llave Allen o punta hexagonal para destornillador eléctrico	3 mm	1
Llave Allen o punta hexagonal para destornillador eléctrico	5 mm	1
Perno parker	M6/ 35mm	1
Perno parker	M4/ 20mm	2
Golillas	15mm/6mm	2
Llave punta corona	N°8	2
Tuerca con teflón	M6	2
Perno Hexagonal 8.8	M12	4
Golilla	M12	4
Tarugo broca metálico	M12	4
Tornillo de ajuste	M5	6

Fuente: elaboración propia, tabla de materiales para la fabricación e instalación de los sistemas separadores que se van a prototipar.

2.5 FABRICABILIDAD Y PROCESOS PRODUCTIVOS

El embudo está fabricado con planchas de PPS de 50X500X3000, por la restricción



dimensional del material tiene que fabricarse en dos partes separadas y posteriormente unirse por dos pernos m6.

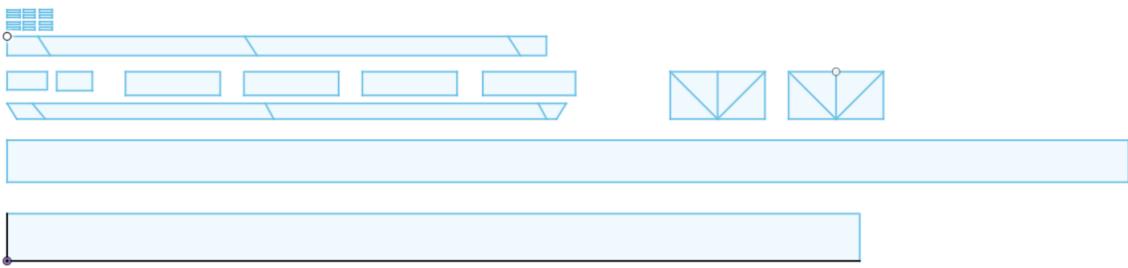
Las dos partes se procesan en CNC, de la misma plancha o en este caso como se fabricará para uso propio de la fábrica y no para comercializar, podrían ocupar planchas separadas o posibles restos de otros trabajos si la dimensión lo permite.

Para llevar a cabo las perforaciones en este caso deben ser hechas con taladro pedestal por eficiencia del tiempo vs el número de piezas a fabricar, ya que necesita 3 brocas distintas y más reprocesos con su margen de error, lateralmente esta pieza tiene perforaciones los que obliga a llevarla a taladro pedestal u otro proceso similar.

Por lo tanto, el proceso de perforación se hará ocupando una prensa para unir las dos piezas, posicionando y perforando con un taladro pedestal con broca de 5.5 mm pasante las dos piezas 30mm en total y posteriormente cambiar la broca a una de 8 mm regulando el pedestal para que solo penetre 10 mm la pieza (1), esto se hace para ocultar la cabeza del perno, la perforación lateral se lleva a cabo al momento de la instalación, colocando la pieza en su posición final sujeta con una prensa y posteriormente pasar el metal y la pieza plástica con un taladro eléctrico y broca para metal 8 mm. La pieza de nombre “tope” descrita anteriormente se corta junto con el “embudo” en la router CNC y se perfora de igual manera con una prensa posicionando en su ubicación final dentro del sistema y con un taladro eléctrico.

Las piezas metálicas cortadas con láser son las protecciones laterales , las bases de las partes y escuadras, la guía, la base de los sistemas karakuri, las tapas del riel y las lengüetas que formarán los caminos en de la pieza “guía” todo descrito en páginas anteriores, cabe destacar que las perforaciones no se harán por láser por que requieren ser precisas en su dimensión y conlleva mucho retrabajo quitar rebabas en agujeros pequeños, el primer paso que hará la cortadora láser será marcar las posiciones de las lengüetas que posteriormente serán soldadas a la guía. Las perforaciones se efectuarán después de haber cortado las piezas y puliendo las rebabas con un esmeril 4,5 disco de desbaste.

2.5.1 Posición en mesa de corte láser

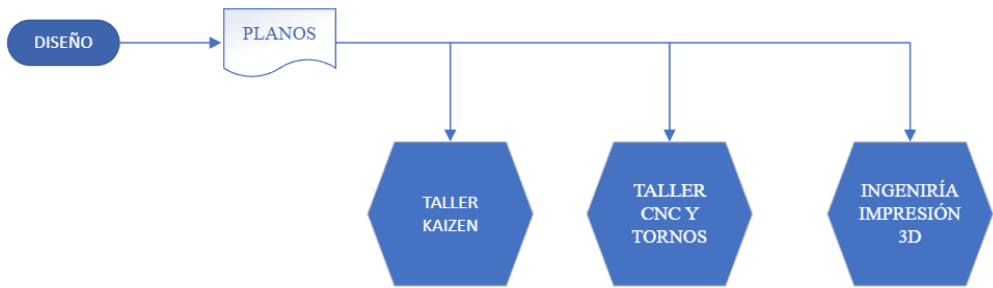


Fuente: elaboración propia, da una imagen de cómo se cortarán las piezas metálicas de la plancha.

Los componentes, las patas y el canal se dimensionan con ingletadora al igual que los soportes internos del canal y el tubo del desagüe, el motivo de usar ingleteadora es que se trata de piezas formadas por tubos y perfiles.

2.5.2 Diagrama de flujo de procesos productivos:

Tabla 2-2 diagrama de flujos de proceso



Fuente: elaboración propia, muestra la ruta general de procesos.

2.5.3 Diagrama de flujos de procesos en taller kaizen:

Tabla 2-3 diagrama de flujos de proceso



Fuente: elaboración propia, muestra la ruta del proceso productivo de las partes metálicas que forman el riel con su base.

2.5.4 Diagrama de flujos de procesos en taller CNC y tornos:

Tabla 2-4 diagrama de flujos de proceso



Fuente: elaboración propia, muestra la ruta del proceso productivo de las partes plásticas de PPS

2.5.5 Diagrama de flujo de procesos en impresión 3D

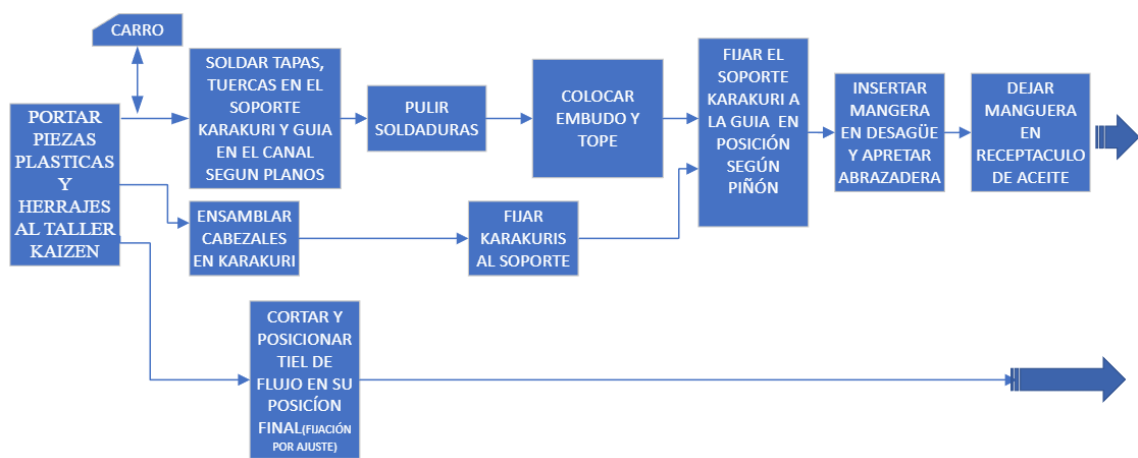
Tabla 2-5 diagrama de flujos de proceso



Fuente: elaboración propia, muestra la ruta del proceso productivo de las partes plásticas impresas en 3D.

2.5.6 Diagrama de ensamblado:

Tabla 2-6 diagrama de flujos de proceso



Fuente: elaboración propia, muestra la ruta en el tiempo del proceso productivo del ensamble de las piezas que forman el sistema completo, riel de transporte y separación de piñones.

2.6 ESTIMACIÓN DE COSTOS Y TIEMPOS

2.6.1 Tabla costos y material:

Tabla 2-7 costos y material

MATERIAL	CANTIDAD/METROS	COSTO clp
perfil U 125X50X2mm 6m	1	54.000
perfil 50X50X2mm 3m	1	16.000
plancha acero 2 mm 2000 x 1000 mm	1	46.000
plancha pps 50x500x3000	1	34.000
filamento 0.75 ABS	100 m	6.000
perno parker m8 30mm	12	7.000
perno parker m6 20mm	16	8.600
perno parker m6 30mm	2	1.200
perno m12 8.8 70mm	4	4.000
tuerca de seguridad m6	8	800
tuerca m12	4	2.000
tarugo metálico m12	4	5.000
golilla 15 mm m6	16	1.600
alambre MIG 0.8	10 m	5.000
tubo 7/8"	1m	1.000
riel de flujo	6m	90.000
MANO DE OBRA	HORAS	VALOR
SOLDADURA	12	60
INSTALACIÓN	5	25
CNC	2	-
3D	45	-
ENSAMBLADO	1	5
TOTAL APROX		400.000

Fuente: elaboración propia, en esta tabla se evalúa el costo de la inversión que debe hacer la empresa por cada sistema instalado en cada célula de fabricación.

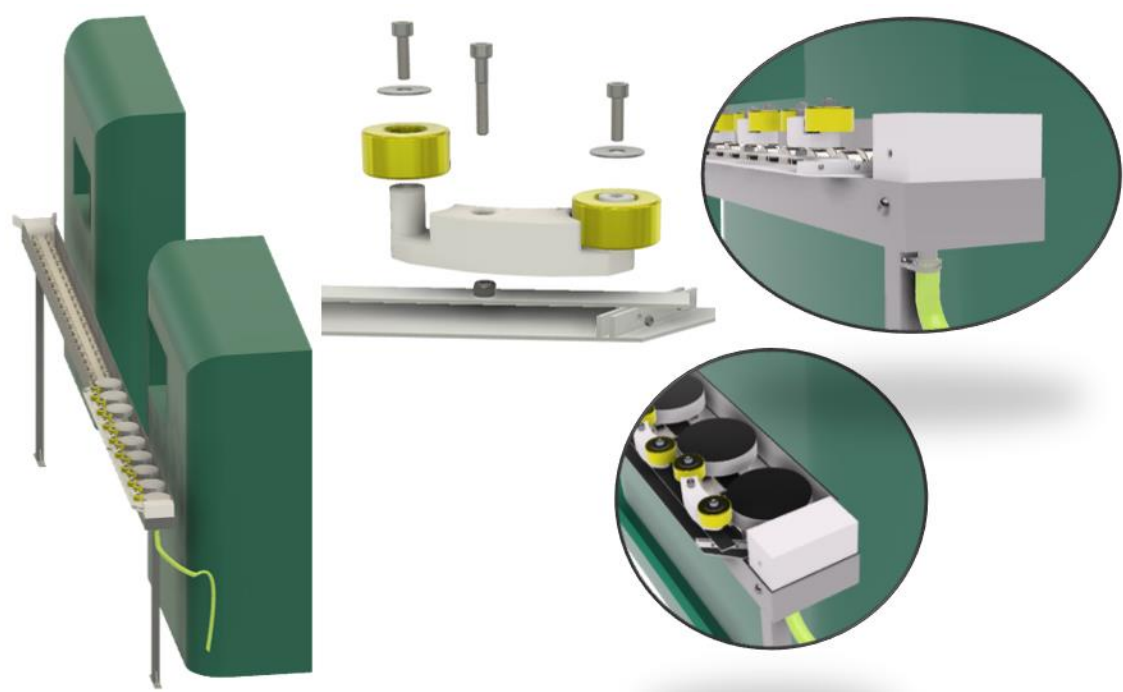
2.7 PRUEBA DE PROTOTIPO:

En las siguientes ilustraciones se muestra el prototipo seleccionado como MVP por cumplir con los requerimientos y las restricciones que permiten que sea un producto eficiente y eficaz para el cliente en este caso la fábrica Cormecánica.

Encontrando la solución parcial al problema general, resuelto con tecnología de impresión 3D, teniendo en cuenta la ergonomía para cumplir con las especificaciones del prevencionista de riesgos, para mantener la postura del cuerpo del usuario con la espalda recta y sin forzar la inclinación constante de este para su labor diaria. El producto tiene cabezales intercambiables fácilmente, solo sacando un tornillo, también es universal para trabajar con distintas medidas de piñones, su riel de flujo está fijo, pero no apernado lo que facilita su mantención y es de zinc, el producto anterior tenía ruedas fijas de plástico las cuales se degradan con el contacto de la viruta de metal.

Este producto soluciona parte parcial del problema general atiende al problema en los medios, para llegar a una solución completa del problema se deben aplicar mejoras en la hoja estándar de procedimientos del operario.

Imagen 2-3 modelo 3D propuesta MVP



Fuente: elaboración propia, esta imagen muestra el prototipo final puesto entre dos estaciones de trabajo, su despiece y detalles.

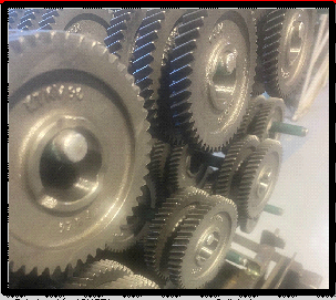
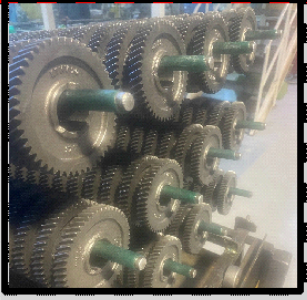
2.8 MÉTODOS COMPLEMENTARIOS

Buscando siempre alcanzar un nivel sigma más elevado para la empresa, se aplicaron métodos complementarios del segmento procedimientos humanos, junto con la mejora técnica que se muestra en el punto anterior, para poder llegar a solucionar el problema de la manera más efectiva posible. Estos métodos complementarios son 3 y responden al siguiente orden de aplicación:

2.8.1 Flash de alerta:

Lo primero cuando se detecta un evento negativo, es desarrollar afiches de alerta y ubicarlos en las células de producción afectadas, este afiche está estandarizado dentro de la empresa, se rellenó en esta ocasión para alertar del problema actual del elevado número de piñones con golpes y al mismo tiempo da unas instrucciones provisorias para actuar de inmediato mientras se encuentran soluciones más contundentes.

Imagen 3-2 flash alerta

		FLASH ALERTA CALIDAD	
Nº: 20-045		OPERACIÓN: 220	
Línea: 1508		Puesto: DIV-182	
Fecha: 24/06/2022			
Fecha de cierre:			
Fecha de Auditoría de Perenidad / Proceso N3			
Área de mediciones "MAPROSS" recibe entre 700-800 piñones semanales con golpes.			
Caso Cliente constatado		Riesgos potenciales en cliente	
Red Post Vta (LUP QC K1/K2)	☒	POKA YOKE no fiable que permite NC	
NITG B011/M011/...	☐	Nivel de scrap o NO STR anormal	☒
con fuertes costos garantía		Riesgo de NC travasante POI/POI/POE	
PPM UCM, UFM	☐	Auditoria producto/proceso (N2, N3, N4) NC	
		Otros:	
Recurrencia	☐ SI/NO	Date:	12-07-2022
Naturaleza del defecto	: - TODOS LOS TIPOS DE PIÑONES / ÁRBOLES ESTÁN PRESENTANDO UN NÚMERO ELEVADO DE GOLPES POR CAÍDAS DESDE LOS CARROS.		
Riesgo Cliente	: - AUMENTA LA POSIBILIDAD DE ENCONTRAR RUIDOS EN ÁREA ENSAMBLADO : - RIESGO EN MEDICIÓN MÁS RETRABAJO DE RECUPERACIÓN.		
Protección Cliente	: - OPERADOR DE LA CÉLULA ES EL ÚNICO HABILITADO PARA CONTROLAR Y DEJAR EN POSICIÓN FINAL PIEZAS TERMINADAS EN (CARRO).		
CELULA BLANDO	: - RESPETAR EL FLUJO UNO A UNO. : - RESPETAR EL TRATAMIENTO DE LOS NO CONFORMES . : - RESPETAR LA CARGA MÁXIMA DEL CARRO .		
CONTROL T.T	: -OPERADOR AL RECIBIR UN CARRO CON EXCESO DE CARGA O MAL CARGADO DEBE DAR AVISO A LA CELULA CORRESPONDIENTE Y NO ACEPTAR ESE CARRO		
ARMADO SXX	: - CLASIFICAR SEGÚN TIPOLOGÍA DEL DEFECTO EN SU PERCHA		
CONTROL MARPOSS	CORRESPONDIENTE DEL CARRO		
CARRO MAL CARGADO NO RESPETA, ESPACIO LIBRE DE DOS PIÑONES		CARRO BIEN CARGADO SE RESPETA ESPACIO LIBRE DE DOS PIÑONES	
			
Firma	Fabricación (CUET)		Calidad
Fecha	Ingeniería (opcional)		
Operadores	ROL	NOMBRE Y APELLIDO	FECHA FIRMA
Teléfono			

Fuente: elaboración propia junto con Cormecánica, ficha estándar para pegar en puntos críticos para que los operarios cambien urgentemente una forma de proceder, como medida preventiva temporal mientras se busca una solución al problema.

2.8.2 Hoja de control:

El siguiente documento muestra el método de control que se debe implementar, “¿se están haciendo las acciones preventivas provisorias?”. Esta hoja indica qué hacer en cada situación que puede ocasionar daños a los piñones y además mantiene el control por el (J.U), jefe de unidad. esto ayudará a reducir incidentes, a evaluar cuál es el más recurrente y dónde ocurre para continuar mejorando y reduciendo el porcentaje de piñones golpeados.

Tabla 3-1 Acciones



SITUACIÓN	ACCIÓN
SE DETECTA UN CARRO MAL CARGADO EN T.T.H	SE DEVUELEVE A LA CÉLULA DE SALIDA
SE DETECTA UN CARRO MAL CARGADO EN CÉLULAS	SE CUMPLE CON LA NORMA (ESPACIO LIBRE EN LA BARRA DEL CARRO DE DOS PIÑONES)
SE DETECTA UN ASA CHOCANDO CON LOS PIÑONES DEL OTRO CARRO	SE MARCA ESE ASA CON PLUMON ROJO
SE DETECTAN PIÑONES EN LA BANDEJA DEL CARRO EN T.T.H	SE DEVUELEVE A LA CÉLULA DE SALIDA
TODAS LAS ZONAS DONDE SE CARGUEN Y DESCARGUEN CARROS	SE SEÑALIZARA CON LETREROS CLAROS DE MODO DE CARGA CORRECTA E INCORRECTA

Fuente: elaboración propia

Tabla 3-2 Control de eventos

TURNO/ACCIONES	8:00 – 16:00	16:00 – 00:00	00:00 - 8:00
CARRO LLEGA MAL CARGADO			
ASA DE CARRO CHOCA CON PIÑONES			
CARRO LLEGA CON PIÑONES EN LA BANDEJA			

 CUANDO SE DETECTE UNA OCURRENCIA SE MARCARÁ UNA BARRA HASTA FORMAR LA FIGURA

Fuente: elaboración propia

CAPÍTULO 3: EVALUACIÓN DE RESULTADOS

3.1 EVALUACIÓN FUNCIONAL DEL PRODUCTO-PROTOTIPO MÍNIMO SEGÚN TRL 4 A TRL 5

3.1.1 Qué son los TR

Son los niveles de maduración tecnológica de un proyecto, esta se divide en 3 etapas trl1-trl4 entorno de laboratorio, trl5-trl6 simulación y trl7-trl9 entorno real:

- TRL1 son los principios básicos y reportados.
- TRL2 concepto y/o aplicación tecnológica formulada.
- TRL3 función crítica analítica y experimental y/o prueba de concepto característica.
- TRL4 validación de componentes y/o disposición de los mismos en entorno de laboratorio.
- TRL5 validación de componentes y/o disposición de los mismos en un entorno relevante.
- TRL 6 modelo de sistema o subsistema o demostración de prototipo en un entorno relevante.
- TRL 7 demostración de sistema o prototipo en un entorno real.
- TRL 8 sistema completo y certificado a través de pruebas y demostraciones.
- TRL 9 sistema probado con éxito en entorno real

3.1.2 Cómo se reflejan en este proyecto los niveles TRL

TRL1-En primera instancia se hace una investigación referente a los métodos y tecnologías actuales utilizadas para la mejora continua en la industria preferentemente automotriz, en este proyecto la mejora continua se enfoca en el mejoramiento de los medios que encontramos en la fábrica encargados de transportar de un proceso productivo a otro las piezas que se fabrican además en rediseñar y estandarizar los métodos actuales, como procedimientos de operarios y planes de acción contra eventos que ponen en peligro los niveles six sigma de la empresa.

TRL2-El proyecto ya con la investigación realizada, se dirige a el desarrollo de principalmente un sistema de transporte que permita reducir e idealmente eliminar los golpes recibidos en las piezas fabricadas, dentro de su ruta de producción. El sistema funciona haciendo uso de la gravedad cuando el producto desciende por el riel de flujo se acciona por contacto el sistema, cambiando de posición y evitando que los productos colisionen. Aplicando diseño y principios karakuri. La composición básica del sistema a desarrollar incluye los siguientes componentes:

-cuerpo

-cabezales

-riel de flujo

-pernos

-golillas

-perfiles de acero

-tuercas de seguridad

TRL3-El sistema conceptual se analiza y evalúa de manera preliminar observando y comparando sistemas ya utilizados en otras industrias, se revisa el concepto y cumple los requerimientos de, fabricación con impresión 3D, posibilidad del intercambio rápido de sus componentes, capacidad del sistema de ajustarse de manera sencilla a otra medida de producto, diseño que reduzca la cantidad de piezas o material desgastado.

TRL4-En este nivel el proyecto tiene un diseño preliminar en modelado 3D y se imprime en ABS con una densidad del 60% y sin cama para, ya que solo queremos comprobar las tolerancias máquina-modelado y comprobar funcionamiento en un entorno de laboratorio.

TRL5-Una vez validados los componentes en un entorno de laboratorio procedemos a hacer los ajustes necesarios de tolerancias y medidas, se envía el archivo y se imprime con densidad 60% y posteriormente en 100%, un total de 9 subsistemas de trabajo y se incorporan en el actual sistema con adaptaciones, ubicado en la célula de piñón blando 3era

Imagen 3-1 subsistema puesto a prueba en ambiente real



Fuente: elaboración propia, en esta imagen se muestra el resultado final del desarrollo del diseño de un sistema de frenado ya instalado en un riel de transporte de piñones.

TRL 6-El subsistema de trabajo pasó una semana de prueba en el lugar instalado dando un buen resultado, no se soltó, fue funcional, y cumplió con casi todos los requerimientos, se toma la decisión de mejorar el diseño de capacidad de intercambio de cabezales y durabilidad de estos.

3.1.3 ESTADO ACTUAL

Los planos del sistema completo están listos para ser fabricado y puesto en marcha en un entorno real, posterior o paralelo a esto se realizarán capacitaciones a los operarios y se estandarizará el sistema dentro de la fábrica, aplicando las 5s y seleccionando un lugar donde encontrar los repuestos de este sistema dentro de la fábrica, pretendiendo llegar así a niveles superiores a TRL 6.

3.2 COSTO APROXIMADO DE LA INVERSIÓN

Tabla 3-2 Tabla de costos

MATERIAL	CANTIDAD/METROS	COSTO clp
perfil U 125X50X2mm 6m	1	54.000
perfil 50X50X2mm 3m	1	16.000
plancha acero 2 mm 2000 x 1000 mm	1	46.000
plancha pps 50x500x3000	1	34.000
filamento 0.75 ABS	100 m	6.000
perno parker m8 30mm	12	7.000
perno parker m6 20mm	16	8.600
perno parker m6 30mm	2	1.200
perno m12 8.8 70mm	4	4.000
tuerca de seguridad m6	8	800
tuerca m12	4	2.000
tarugo metálico m12	4	5.000
golilla 15 mm m6	16	1.600
alambre MIG 0.8	10 m	5.000
tubo 7/8"	1m	1.000
riel de flujo	6m	90.000
MANO DE OBRA	HORAS	VALOR
SOLDADURA	12	60
INSTALACIÓN	5	25
CNC	2	-
3D	45	-
ENSAMBLADO	1	5
TOTAL APROX		400.000

Fuente: elaboración propia, se hizo una tabla de costos para hacer la propuesta formal al jefe de la fábrica.

3.3 CONCLUSIONES

- Para abordar el problema desde el origen, se hizo un rastreo buscando indicios de golpes o procesos que puedan ocasionar desperfectos en las piezas que se van a fabricar, como resultado de este rastreo se localizaron 3 puntos críticos, uno de ellos eran resultado de un mal diseño de los medios que desplazan el producto que se fabrica desde un proceso productivo a otro, el otro punto crítico tenía una solución de cambio operacional del operario y el tercer punto crítico tenía solución directa se encontró una falta de comunicación operario-encargado de departamento ya que la solución de este punto crítico solo requería de calibrado del equipo que hacía el cepillado de los dientes del piñón. El primer punto crítico se solucionó aplicando diseño incremental con herramientas de manufactura esbelta en los rieles ya existentes, el resultado fue subdividir el cuerpo para conseguir que la pieza a remplazar sea más pequeña sin necesidad de cambiar el cuerpo completo, asegurando así un ahorro en tiempo de impresión y de material esto permite tener un stock de repuestos a un costo menor al anterior y en un tiempo más corto. Para buscar una solución más completa se tuvo que implementar la metodología poka yoke, para facilitar su instalación y armado. También fue necesario diseñar con una visión universal, así resultó un sistema ajustable a piezas de distinto tamaño, esto es un aporte no menos importante para la mejora continua de la fábrica, al convertirla en una fábrica más dinámica y preparada para afrontar rápidamente cambios inesperados en sus células de producción. El segundo punto crítico es de carácter operacional, este se abordó modificando la hoja de operación estándar, (hoja que usa el operario para saber cómo proceder), en la cual dice que el operario debe cargar las piezas en un orden determinado para evitar que este haga chocar las piezas, lo que provoca caídas al piso o golpes entre ellas, además con el tiempo ganará destreza al repetir siempre el procedimiento de la misma manera (conocimientos de Henry Ford). Todo este conjunto de mejoras garantizan una reducción de golpes cerca del 50% (hecho que no pudo ser comprobado por falta de tiempo, pero tubo aceptación de los encargados del proyecto), más adelante podría solucionarse un cuarto punto crítico (rediseño de las asas de los carros que transportan las piezas), para alcanzar una efectividad mayor en la solución del problema que ha sido planteado.

Este trabajo y experiencia en terreno me sirvió para conocer más la metodología LEAN MANUFACTURING y reconocer con argumentos que una gran fábrica puede mantenerse de manera competitiva con pequeñas pero constantes mejoras.

BIBLIOGRAFÍA

-Libros

- Álvarez Muñoz Sebastián, 2019. Propuesta de mejora a plan de mantenimiento de equipo crítico.

<https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/48536/3560901064801UTF SM.pdf?sequen ce=1>

- Martínez Cardeso Blanca, 2020. Implementación de Herramientas LEAN en una factoría del sector de la automoción.

<https://idus.us.es/handle/11441/99392>

- Socconini, Luis. 2019. Lean Manufacturing, paso a paso.

https://books.google.cl/books?hl=es&lr=&id=rjyeDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA7&dq=HISTORIA+herramientas+lean+manufacturing&ots=DIEOwXvk6N&sig=tiTqp8_9R5le79J7Tz1sfFu2Qak#v=onepage&q=HISTORIA%20herramientas%20lean%20manufacturing&f=falsehttp://www.leanproduction.co/wp-content/uploads/2015/04/Lean-Manufacturing.pdf

-Web

<https://www.ensingerplastics.com/es-br/semielaborados/plasticos-de-altas-prestaciones/pps>

<https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=226458>

<https://www.sermachile.cl/wp-content/uploads/2016/11/nch-no-2190-transporte-desustancias-peligrosas-distintivos-para-identificacion-de-riesgos.pdf>

<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/casos-de-exito/karakuri-lca-para-el-transporte-de-materiales-en-la-fabricacion-de-automoviles-pequenos/>

<https://www.arsam.es/lo-que-necesitas-saber-sobre-karakuri/>

https://www.flexpipeinc.com/us_es/cuatro-beneficios-del-karakuri-en-las-operaciones-lean/

<https://www.ultimationinc.com/es/part-categoria/riel-de-flujo-para-transportadore>

<https://www.grainger.com.mx/producto/ASHLAND-CONVEYOR-Flujo-de-Riel%2CBalero%2CRod-1-1-2pulg%2CAcero/p/1PDF9?searchAnalytics=true&analytics=searchResults>

-Blog

Herramientas Lean Manufacturing. <https://www.ambit-bst.com/blog/herramientas-leanmanufacturing-mas-importantes>

