

Universidad del Bío Bío
Facultad de ingeniería
Ingeniería Civil industrial

Profesor Guía:
Luis Armando Ceballos Araneda



UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO

**PROPUESTA DE MEJORA EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO
DE PIEZAS MECANIZADAS DEL ÁREA DE ARMADO Y MONTAJE
DE CAJAS DE CAMBIO, LÍNEA SX DE RENAULT USINA
CORMECÁNICA.**

**PROPOSAL FOR IMPROVING THE MACHINED PARTS SUPPLY
SYSTEM FOR THE GEARBOX ASSEMBLY AND ASSEMBLY AREA,
SX LINE OF RENAULT USINA CORMECÁNICA.**

**“Trabajo de titulación presentado en conformidad a los requisitos
para obtener el título de Ingeniero Civil Industrial”**

Concepción, 05 de Septiembre de 2023

Sergio Paredes Sáez
Ingeniería Civil Industrial

Agradecimientos

Quiero agradecer a todas las personas que me acompañaron en este proceso, principalmente a mi familia, que dio todo para que pudiera lograr mis objetivos y me apoyo en cada decisión que tome.

A mis amigos, que siempre estuvieron ahí para dar su apoyo y dispuestos a ayudarme en lo que necesitara y que sin ellos este proceso no hubiera sido igual.

A los profesores guía, que me entregaron las herramientas para poder aprender y desarrollarme profesionalmente, además de su buena disposición para ayudarme en el desarrollo de este proyecto.

A los trabajadores de Renault Usina Cormecánica, que me incluyeron a sus equipos de trabajo, me enseñaron cosas que no se aprenden dentro de la universidad y trajeron nuevas experiencias a mi vida.

Y sobre todo a mí mismo, que nadie más que yo, sabe lo que tuve que sacrificar para estar donde estoy y que, a pesar de todo, nunca me permití bajar en los brazos en el trayecto.

Resumen

El presente trabajo de título surge como respuesta a la problemática existente en la línea Sx de armado y ensamble de cajas de velocidades de Renault Usina Cormecánica ubicada en Los Andes. Dicha problemática surge a raíz de las detenciones generadas en el proceso de armado y montaje de las cajas de 5 velocidades del modelo Sx, donde a través de la aplicación de un diagrama de Pareto se logró identificar que la principal causa de estas corresponde a la falta de componentes mecanizados dentro de la línea. Provocándose con esto, la disminución de los tiempos productivos en ella, y, por ende, las cantidades de cajas de cambios fabricadas. Lo cual afecta directamente a la organización puesto que es necesario invertir mayor tiempo y mano de obra, como respuesta a las deficiencias generadas por esta.

Es por ello que, como propuesta de solución se plantea el uso de un sistema de Planificación de requerimiento de materiales (MRP), con el objetivo de generar una planificación para la demanda de cada uno de los principales componentes de mecanizado que forman parte de la caja de velocidades y poniendo especial énfasis en las piezas que presentan un déficit con relación a su producción esperada, definiendo, estas como piezas críticas. Desarrollando para ello el Listado de materiales (BOM), donde quedan en evidencia los requerimientos de la línea con respecto a las cantidades de piezas necesarias y las dependencias existentes entre estas en el proceso de armado del producto final. Además del Plan maestro de producción (PMP), donde se definen las cantidades de producto final a producir, y los tiempos en los que deben ser producidos en base a los objetivos productivos planteados por la organización

Obteniendo a través de este un sistema de información que permita a la organización programar las ordenes de componentes a las células de trabajo establecidas, en periodos de tiempo acordes, que les permitan producir las cantidades necesarias para el cumplimiento de los objetivos organizacionales.

Índice

Introducción.....	1
Capítulo I : Presentación del tema.....	3
1.1 Alcances o ámbitos del estudio.....	4
Capítulo II : Contextualización de la Empresa.....	5
2.1 Historia	5
2.2 Localización y descripción general de la empresa	6
2.3 Proveedores y clientes	8
2.4 Área de desarrollo del tema	9
2.4.1 Organigrama.....	10
2.5 Misión, Visión y Valores.....	11
2.5.1 Misión:.....	11
2.5.2 Visión:.....	11
2.5.3 Valores:	11
2.6 Problemática a tratar	12
2.7 Perdidas de tiempos productivos y sus causas.....	17
2.8 Proceso productivo de Renault Usina Cormecánica.....	18
2.9 Línea de armado y montaje Sx.	20
2.9.1 Sector Picking/Kitting	22
2.9.2 Proceso de armado y montaje de la Línea Sx de Renault Usina Cormecánica .25	
2.9.3 Diagrama de procesos abastecimiento línea armado Sx.....	28
2.9.4 Proveedores de la línea de montaje Sx.....	30
2.10 Principales Áreas Involucradas en el proceso de montaje Sx.....	32
2.10.1 Área Piñonería	32
2.10.2 Área Árboles.....	34
2.11 Caja de Cambios y sus componentes	36
2.11.1 Características de la caja de cambios de Renault.....	42
2.9.1.1 Modelo Sx.....	42
2.9.1.2 Modelo Jx	43
Objetivos del estudio.....	44
Objetivo general.....	44
Objetivos específicos	44
Capítulo III : Metodología Propuesta	45

Capítulo IV : Desarrollo.....	50
4.1 Diagrama de Ishikawa.....	50
4.2 Diagrama SIPOC Línea de montaje Sx	52
4.3 Levantamiento de datos.....	54
4.4 Calculo de piezas por turno/semanales	59
4.5 Piezas de mecanizado fabricadas en Cormecánica utilizadas en la línea de montaje Sx.....	62
4.6 Definición de piezas criticas para el proceso de montaje.....	63
4.6 Producción semanal de piezas de mecanizado	66
4.7 Estimación de la producción.....	58
4.8 BOM (Bind of Materials).....	66
4.9 PMP (Plan maestro de producción).....	67
4.10 MRP (Planificación de los requerimientos de material).....	70
4.9.1 Calculo MRP.....	70
Capítulo V Presentación de resultados	72
Capítulo VI : Conclusión y discusión de resultados	82
Referencias	85
Anexos	87

Índice de Ilustraciones

Figura I-1 Renault KWID	3
Figura II-1 Renault Usina Cormecánica, Los Andes.....	6
Figura II-2 Layout planta Los Andes.....	7
Figura II-3 Proveedores y Clientes Renault.....	8
Figura II-4 Organigrama Dpto. Calidad/APW.....	10
Figura II-5 Layout Área Montaje	12
Figura II-6 Pareto Línea de montaje Sx.....	13
Figura II-7 Tiempo perdido en min.	13
Figura II-8 Volumen de producción Línea montaje Sx año 2022	14
Figura II-9 Producción vs objetivo Montaje Sx	15
Figura II-10 Pérdidas de tiempo productivo y sus causas	17
Figura II-11 Tabla resumen causas	17
Figura II-12 Etapas del proceso productivo Renault.....	18
Figura II-13 Áreas de la línea de montaje Sx.....	20
Figura II-14 Línea de montaje de Ejes.....	21
Figura II-15 Línea Principal montaje Sx.....	22
Figura II-16 Origen de las piezas.....	23
Figura II-17 Flujo general operación armado y montaje.....	24
Figura II-18 Proceso armado y montaje línea Sx	25
Figura II-19 Proceso armado y montaje línea Sx 2.....	26
Figura II-20 Proceso armado y montaje línea Sx 3	26
Figura II-21 Proceso armado y montaje línea Sx 4.....	27
Figura II-22 Proceso armado y montaje línea Sx 5.....	27
Figura II-23 Diagrama de Flujo "Proceso de abastecimiento línea de montaje Sx.....	29
Figura II-24 Proveedores directos línea de montaje.....	30
Figura II-25 Proveedores indirectos línea de montaje.....	31
Figura II-26 Clientes línea de montaje	32
Figura II-27 Proceso Área Piñones	33
Figura II-28 Transformación Piñón Loco	33
Figura II-29 Proceso Área Arboles	34
Figura II-30 Transformación Árbol primario	35
Figura II-31 Transformación Árbol Secundario	35
Figura II-32 Caja de cambios Renault	37
Figura II-33 Árbol primario	37
Figura II-34 Árbol secundario	38
Figura II-35 Piñón Loco	39
Figura II-36 Conjunto Sincronizador	40
Figura II-37 Conjunto porta corona	41
Figura II-38 Carter embrague y mecanismo	41
Figura II-39 Características Caja de cambios Renault	42
Figura II-40 Caja velocidades Modelo Sx	43
Figura II-41 Caja velocidades Modelo Jx.....	43
Figura IV-1 Diagrama de Ishikawa Línea Sx	51

Figura IV-2 Diagrama SIPOC línea de montaje Sx	53
Figura IV-3 Volumen mensual producción 2022.....	54
Figura IV-4 Rendimientos operativos por pieza.....	55
Figura IV-5 Rendimientos operativos por famili	55
Figura IV-6 RO objetivo vs RO 2022 por Áreas	56
Figura IV-7 Tiempos de ciclo y capacidad por pieza	57
Figura IV-8 Jornada laboral diaria Renault	59
Figura IV-9 Número de piezas por turno	59
Figura IV-10 Calculo N° piezas reales por célula.....	60
Figura IV-11 N° de carros según capacidad	60
Figura IV-12 Piezas de mecanizado fabricadas en CMC utilizadas en la línea Sx	62
Figura IV-13 Piezas objetivo vs real	63
Figura IV-14 Piezas criticas	64
Figura IV-15 Playa de montaje	65
Figura IV-16 Producción semanal piezas mecanizado	66
Figura IV-17 Producción semanal piezas mecanizado 2	66
Figura IV-18 Resumen piezas mecanizado	57
Figura IV-19 Producción semanal vs media calculada	57
Figura IV-20 Pronostico producción S1 a S5	58
Figura IV-21 BOM Caja de velocidades Sx	66
Figura IV-22 Condiciones Generales Componentes Mecanizados.....	68
Figura IV-23 Objetivos de la organización	69
Figura IV-24 Requerimientos Caja de velocidades Sx	69
Figura V-1 BOM Niveles 0-1	72
Figura V-2 Condiciones iniciales Caja de velocidades Sx	72
Figura V-3 Condiciones iniciales Eje Primario	73
Figura V-4 MRP Eje Primario	73
Figura V-5 Condiciones iniciales Eje Secundario.....	73
Figura V-6 MRP Eje Secundario	73
Figura V-7 Condiciones iniciales Corona.....	74
Figura V-8 MRP Coronas.....	74
Figura V-9 BOM Eje Primario.....	74
Figura V-10 Condiciones iniciales Árbol Primario	75
Figura V-11 MRP Árbol Primario	75
Figura V-12 Condiciones Iniciales Piñón Fijo Tercera	75
Figura V-13 MRP Piñón Fijo Tercera	75
Figura V-14 Condiciones Iniciales Piñón Fijo Cuarta	76
Figura V-15 MRP Piñón Fijo de Cuarta.....	76
Figura V-16 Condiciones iniciales Piñón Fijo de Quinta	76
Figura V-17 MRP Piñón Fijo de Quinta	76
Figura V-18 BOM Eje Secundario.....	77
Figura V-19 Condiciones iniciales Árbol Secundario	77
Figura V-20 MRP Árbol Secundario	77
Figura V-21 Condiciones iniciales Piñón Loco de Primera	78

Figura V-22 MRP Piñón Loco de Primera	78
Figura V-23 Condiciones iniciales Piñón Loco de Segunda	78
Figura V-24 MRP Piñón Loco de Segunda	78
Figura V-25 Condiciones iniciales Piñón Loco de Tercera	79
Figura V-26 MRP Piñón Loco de Tercera	79
Figura V-27 Condiciones iniciales Piñón Loco de Cuarta	79
Figura V-28 MRP Piñón Loco de Cuarta	79
Figura V-29 Condiciones iniciales Piñón Loco de Quinta	80
Figura V-30 MRP Piñón Loco de Quinta.....	80
Figura V-31 Planificación de pedidos.....	80

Índice de Anexos

Anexo I: Caja de velocidades y sus variedades	87
Anexo II: Control de golpes	88
Anexo III: Listado componentes de la Caja de cambios Modelo SX	91

Introducción

Renault Usina Cormecánica, fundada en 1969, ubicada en Los Andes, Región de Valparaíso, es una empresa metal mecánica encargada de la fabricación y el ensamble de cajas de cambio de 5 velocidades, de los modelos Sx y Jx para automóviles que compongan la alianza Renault, esto es, Renault, Nissan y Mitsubishi. Gracias a su exclusiva alianza con Nissan y sus respectivas asociaciones estratégicas, son el cuarto mayor fabricante de automóviles del mundo, los que hoy en día, cuentan con más de 120.000 empleados en las distintas fabricas a lo largo del planeta.

En Renault, se trabaja bajo el concepto de producción japones, donde los procesos se realizan en línea dentro de las células de trabajo para cada uno de los tipos de piezas que componen la caja de cambios, las cuales posteriormente son ensambladas para la fabricación de los diferentes modelos de cajas de cambios. (Celulas de producción, s.f.)

En la actualidad se producen alrededor de 360.000 unidades anuales, las cuales son exportadas a Colombia (17%), Argentina (20%) y Brasil (63%). (Renault, s.f.) Dicha fábrica consta de 33 células de trabajo, donde se fabrican las diversas piezas que componen las cajas, agrupadas en 7 familias: Sincronización, Arboles, Piñonería, Carter y montaje, Diferencial, y Tratamientos Térmicos. (Renault, s.f.)

El área de ensamble y montaje, representa el sector de mayor importancia para la organización ya que de esta dependen las condiciones de funcionamiento y calidad del producto final fabricado, puesto que es la última etapa del proceso de fabricación de los diferentes modelos de cajas de velocidades, por lo que una detención en la línea de producción de estas tiene un gran impacto en los procesos productivo, no tan solo en las cantidades de stock acumuladas sino que también en los volúmenes de producto final generados.

La producción de cajas de velocidades representa el principal ingreso de la organización, por lo que la detención de los procesos de montaje de estas representa un impacto económico significativo para la organización, puesto que se generan pérdidas vinculadas a la venta de estas a las distintas usinas de Renault a

lo largo del mundo. Donde, se tiene como referencia que durante el año 2018 se dejaron de fabricar 1,744 cajas de cambios, con una pérdida en euros equivalente a 367,984, lo que en pesos chilenos se traduce en \$325.163.944 aproximadamente.

El estudio del presente proyecto contempla la propuesta de mejora para el sistema de abastecimiento de piezas de mecanizado al área de ensamble y montaje de la línea Sx, analizando para ello el sistema de abastecimiento actual y desarrollando un sistema de planificación de la demanda para los principales componentes mecanizados de la caja de velocidades, identificando para ello las piezas que la componen y las cantidades necesarias para su fabricación , buscando a través de esto reducir las pérdidas de tiempo productivo asociados a las detenciones en la línea de ensamble y montaje, por falta de piezas o componentes de mecanizado a través de un buen manejo de la demanda e inventario de este producto así como de cada una de las partes que lo componen . Destacando que, al ser una propuesta de mejora, se contempla solo el estudio y no la implementación del proyecto en cuestión. Además, se busca analizar si la metodología de producción utilizada en la fabricación de las piezas influye en la problemática y en qué forma esta incide en las pérdidas de tiempo producidas en la línea.

Capítulo I : Presentación del tema

El modelo de cajas de 5 velocidades es fabricado en la línea de armado y montaje SX en las Usinas de Cormecánica, y es utilizada para la fabricación del automóvil Renault modelo KIWD, fabricado en Brasil durante el año 2016 y recientemente comercializado en Chile a partir del año 2021.

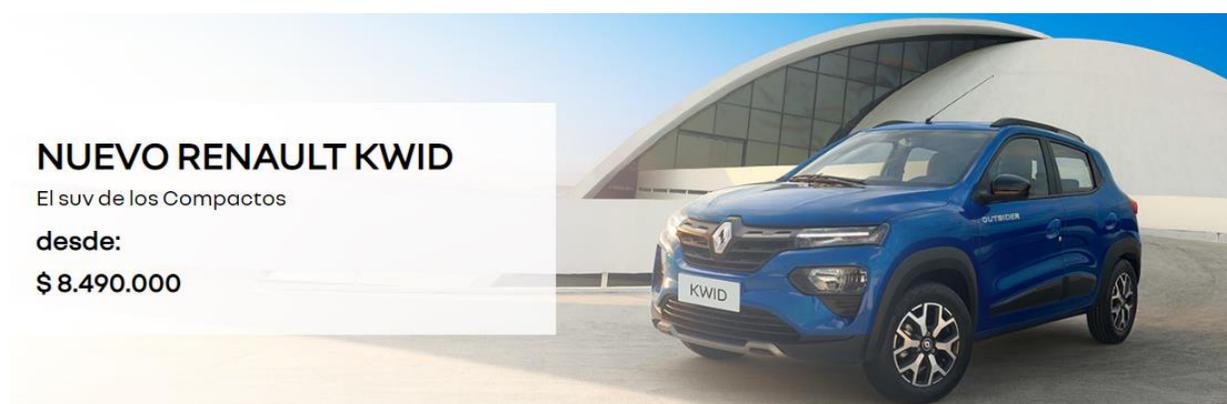


Figura I-1 Renault KWID

Es por ello que la realización de este estudio es de gran relevancia para la organización, puesto que está enfocado en mejorar el proceso de abastecimiento de la línea de montaje de cajas de velocidades del modelo Sx, buscando con esto reducir los procesos que no generan valor agregado al proceso de montaje.

La caja de cambios de un vehículo es una parte esencial para el buen funcionamiento del automóvil, razón por lo cual la cantidad de automóviles fabricados está regulada directamente por la cantidad de cajas de cambios fabricadas, por lo que retrasos en la producción o la disminución en las cantidades requeridas de una caja de cambios, a la larga se traduce en grandes pérdidas, esto ya que implica que un automóvil nuevo fabricado queda a la espera de esta para su puesta en marcha y posterior salida al mercado.

Lo anterior debido a que el producto demandando debe ser trasladado desde las Usinas de Renault Cormecánica los Andes principalmente hacia Brasil en las cantidades y la calidad requeridas, donde se finaliza el armado del vehículo, montando la caja de cambios en el almacén de este.

1.1 Alcances o ámbitos del estudio

El estudio será realizado en el departamento de APW (Alliance Production Way), específicamente centrado en la línea de montaje del modelo Sx de la caja de 5 velocidades, área de Fabricación de Renault Usina Cormecánica.

Dicho estudio comprende el levantamiento de información de la empresa a través de la utilización de las bases de datos históricas de la línea de montaje Sx e información relevante de las demás células de trabajo vinculadas al desarrollo de este y que permiten contemplar y desarrollar de mejor manera la propuesta en base a los objetivos productivos de la organización. Donde como alcance del proyecto se tiene el planteamiento de una propuesta de mejora para el sistema de abastecimiento de **piezas mecanizadas** en la línea de montaje Sx, por lo que este estudio no contempla entre sus objetivos la implementación de las propuestas generadas.

Destacando que el mecanizado es el conjunto de procesos industriales (corte, marcado, prensado, agujereado, etc.) realizados en una pieza de materia prima para darle una forma y tamaño final deseados. (Ferrosplanes, 2019). Por lo que para este estudio no se encuentran consideradas las piezas que no sean fabricadas dentro de Renault Usina Cormecánica.

Capítulo II : Contextualización de la Empresa

2.1 Historia

Renault es un fabricante francés de automóviles, vehículos comerciales y automóviles dedicados a la competición del mundo del motor (Rally y Fórmula 1, entre otras). Fue fundada el 25 de febrero de 1899 por Louis Renault, Marcel Renault y Fernand Renault. Su sede central se encuentra en Boulogne-Billancourt (Francia).

Entre los años 1901 y 1910 Renault adoptó la producción en serie de automóviles. Más concretamente en el año 1905 al recibir un pedido de 250 taxis. Es entonces cuando Renault amplió sus instalaciones para poder abordar el trabajo que requiere una línea de producción de vehículos en serie.

Al igual que otros muchos fabricantes de automóviles de la época, no fueron ajenos a la primera y segunda guerra mundial. En el año 1911 Renault inauguró una serie de talleres destinados a la fabricación de vehículos comerciales para el ejército francés. Una década después de su fundación, la empresa ya estaba totalmente consolidada. Entre los años 1920 y 1935 la producción llegó a alcanzar volúmenes muy importantes, superando la cifra de las 58.000 unidades

Durante los años de la segunda guerra mundial, las fábricas de Renault son entregadas por los alemanes a sus respectivos dueños con la condición de que fabriquen para ellos. Muchas de las factorías de Renault se vieron afectadas por los bombardeos de la aviación aliada por aquel entonces.

Ya en la década de los 60, nos encontramos con el auténtico crecimiento industrial de Renault y es entonces cuando se sentaron las bases de lo que es hoy en día este fabricante francés de automóviles. El lanzamiento de nuevos modelos y una reorientación del negocio sirvieron a Renault para inaugurar nuevas fábricas alrededor de todo el mundo y elevar sus objetivos de producción y ventas anuales.

Durante los años 70 y 80 nos encontramos con algunos de los modelos más icónicos de Renault. El lanzamiento del Renault 5 y sus resultados en algunas de

las competiciones del mundo del motor más prestigiosas sirvieron a la firma para ganar una fama aún más internacional.

En la actualidad, Renault sigue apostando por sus modelos más clásicos, sin dejar a un lado las nuevas demandas del sector automovilístico. Un claro ejemplo de ello es que son unos de los fabricantes que más han apostado por los coches eléctricos. Modelos como el Renault Zoe o el Fluence Z.E. son una buena prueba de ello. (Historia Renault, s.f.).

2.2 Localización y descripción general de la empresa

Renault Usina Cormecánica, fundada en 1969, ubicada en Los Andes, Región de Valparaíso, específicamente en San Rafael N° 1769, es una empresa metal mecánica encargada de la fabricación y el ensamble de cajas de cambio de 5 velocidades, de los modelos Sx y Jx, principalmente para países de la región americana como Brasil, Colombia y Argentina.



Figura II-1 Renault Usina Cormecánica, Los Andes

Dicha fábrica consta de 33 células de trabajo, donde se fabrican las diversas piezas que componen los distintos modelos de cajas de 5 velocidades, agrupadas en 7 familias principales: Sincronización, Arboles, Piñonería, Carter, Montaje, Diferencial y Tratamientos Térmicos.

Las cuales se distribuyen dentro de la fábrica de la siguiente manera:

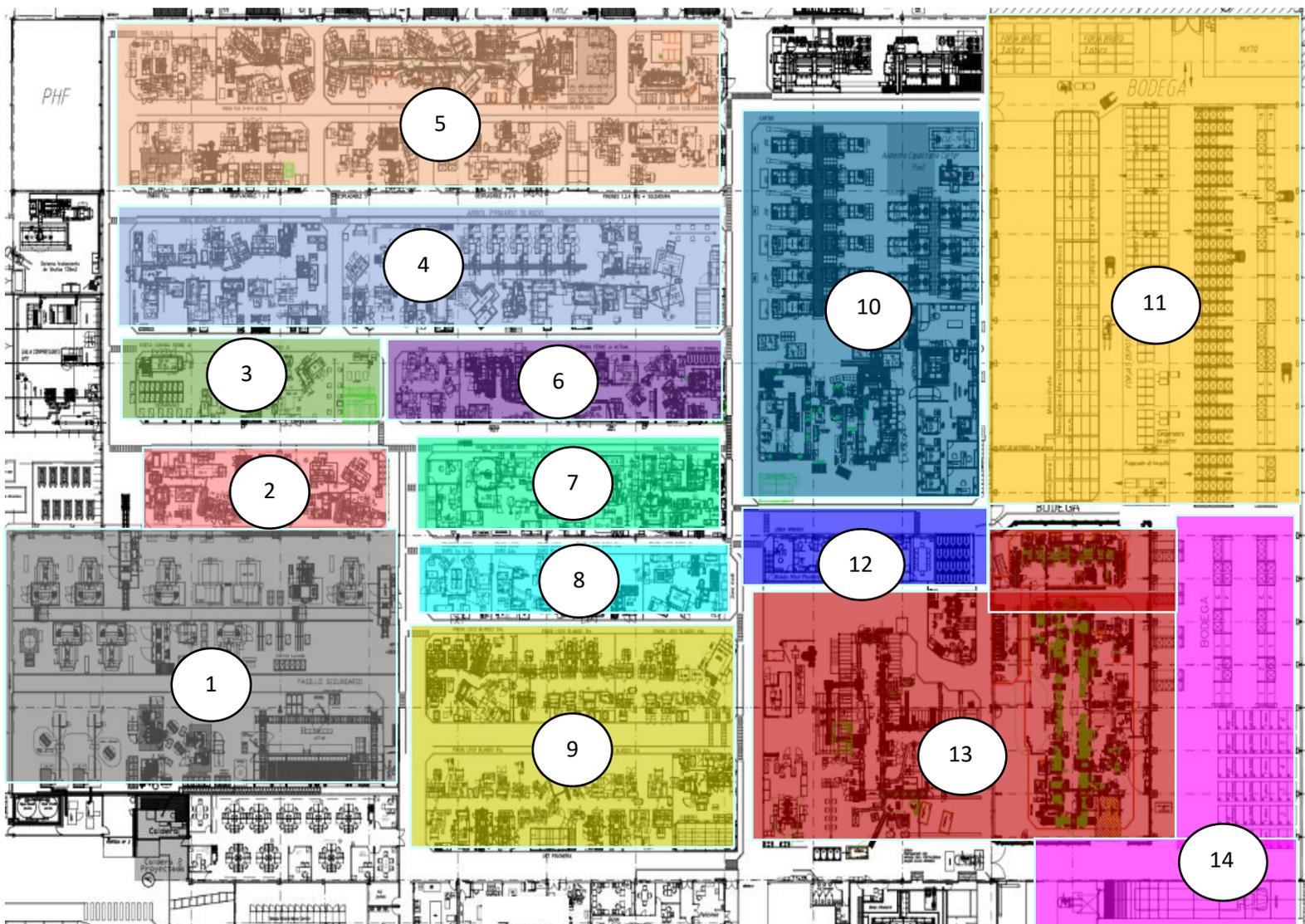


Figura II-2Layout planta Los Andes

Donde se tiene que:

1. Tratamientos térmicos	8. Piñonería Duro
2. Diferencial Blando	9. Piñonería Blando
3. Sincro Duro	10. Carteres
4. Arboles Blando	11. Bodega (Materia prima y POE)
5. Sincro Blando	12. Playa de montaje
6. Diferencial Duro	13. Línea de Montaje
7. Arboles Duro	14. Despacho producto final

2.3 Proveedores y clientes

Con relación a los proveedores y clientes de Renault, al ser esta una empresa internacional, consta con una gran variedad de proveedores que les permiten a sus usinas poder elegir entre estos la opción más conveniente que les asegure un menor costo y una mayor calidad del producto a recibir. Siendo para el caso particular de Renault Usina Cormecánica, los principales proveedores: India, Argentina y Brasil. De los cuales reciben piezas fabricadas, las cuales van directamente al montaje de la caja de cambios, y piezas en bruto las cuales deben ser mecanizadas antes de montarse en esta misma.

Por otro lado, dentro de los clientes principales de Renault Usina Cormecánica, se encuentran las fábricas de Brasil, Colombia y Argentina, las cuales presentan la característica de que en ellas se encuentran las maquinarias necesarias para montar los vehículos, por lo que, una vez terminadas las cajas de cambio, estas son exportadas a dichos países. Además, esta también se encarga de fabricar cajas de velocidades de repuesto para modelos discontinuados a lo largo del mundo, pero en menor medida.

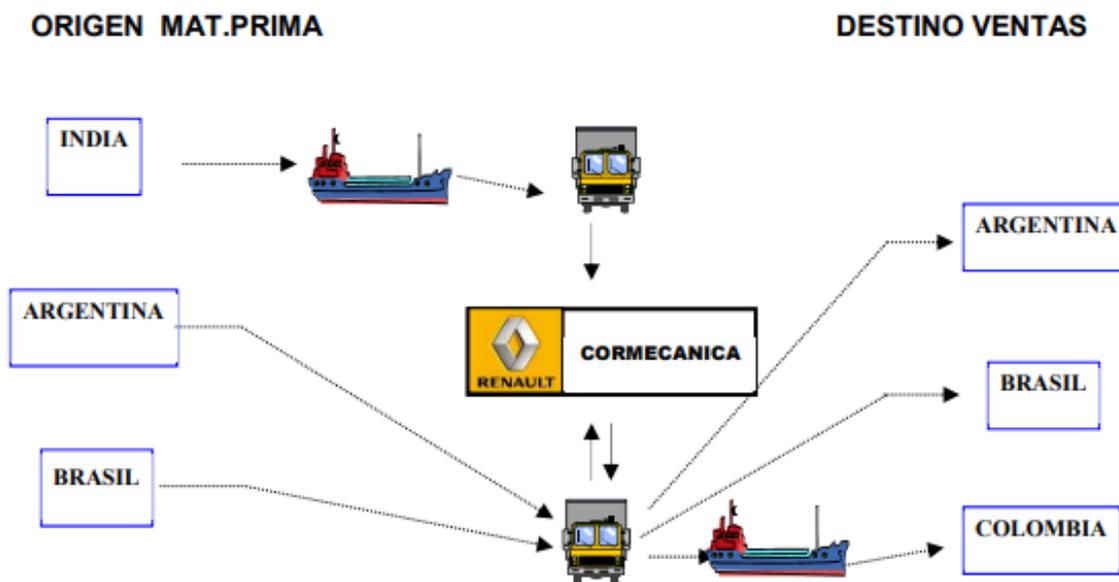


Figura II-3 Proveedores y Clientes Renault

2.4 Área de desarrollo del tema

APW (Alliance Production Way), es un conjunto de prácticas, reglas, útiles y métodos que combinados todos ellos constituyen la cultura industrial de la empresa y regulan la manera de actuar para producir de forma óptima, evitando despilfarros y todas aquellas acciones que no aportan valor al producto.

Estas prácticas, reglas, útiles y métodos ayudan a los trabajadores permitiéndolos hacer un buen uso de los recursos, las máquinas y materiales. Por tanto, APW, define cómo trabajar de forma correcta proponiendo y definiendo objetivos que es necesario alcanzar, principios que es necesario respetar, reglas de acción que hay que llevar a cabo y estándares que hay que utilizar y tener presentes (Martín, 2018)

En otras palabras, es el área que se encarga de los métodos de producción de la alianza. Donde se definen los estándares y el cómo se realizan los procesos para cumplir con los objetivos SQCT (Seguridad, Calidad, Costos, Tiempo), para mejorar así el desempeño de los trabajadores y las máquinas, mediante la optimización de procesos ya sea a través de la reducción de los desplazamientos, definir métodos de control, estándares para el correcto funcionamiento, etc.

Por lo que cumple un rol vital en el desarrollo de los procesos puesto que define los lineamientos a seguir por los operadores de los distintos procesos para asegurar un rendimiento productivo óptimo y la seguridad de las personas que participan en ellos. Volviéndose así más competitiva en el mercado frente a sus competidores, puesto que al realizar los procesos bajo los estándares definidos se reduce el margen de error humano de los procesos y las máquinas, con el objetivo de desarrollar la mayor producción y de la mejor calidad posible.

2.4.1 Organigrama

A continuación, se presenta el organigrama del área de Calidad/APW

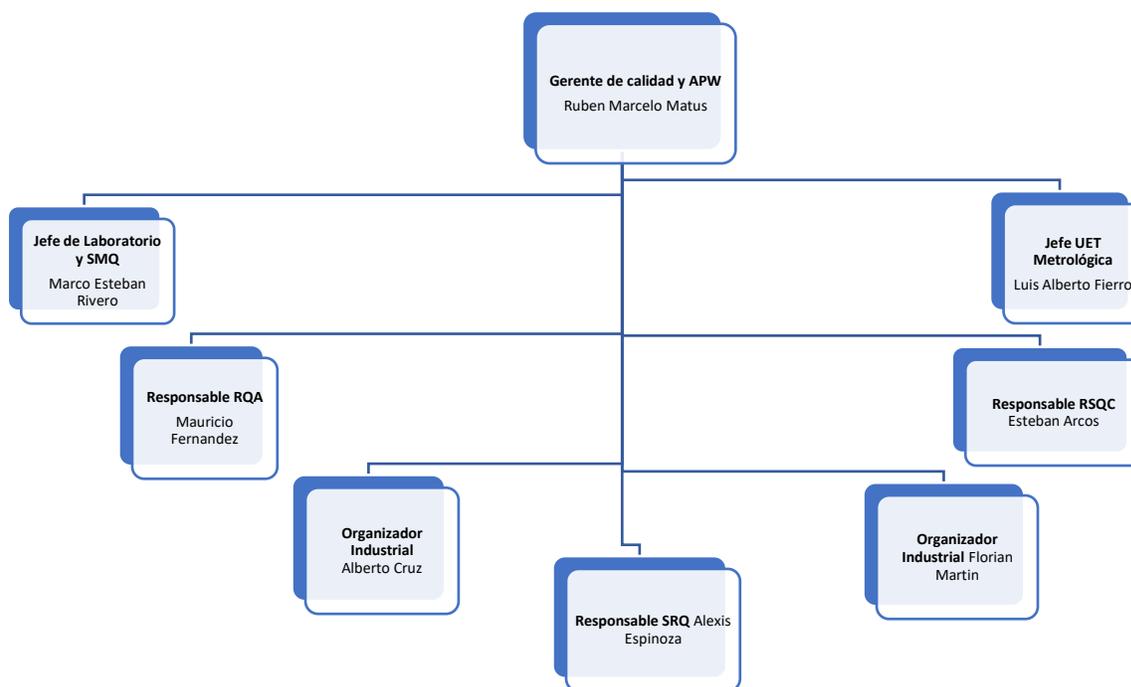


Figura II-4 Organigrama Dpto. Calidad/APW

Donde se tiene que:

- Gerente Calidad y APW: Se encarga de coordinar y dirigir a los equipos de trabajo en pos de obtener la mejor calidad referente a los procesos productivos de la alianza.
- Organizador industrial: Se encarga de coordinar y definir las formas de trabajo de los operarios, transmitiéndolo directamente a los jefes de Unidad de cada célula para el cumplimiento de los objetivos de calidad y de producción definidos.
- Responsable SRQ: (Calidad interna) Se encarga de velar por la calidad del producto en la realización de este, definiendo para ello estándares e indicadores, que permitan un mejor control de estos, con el fin de poder corroborar que los productos cumplen con las normas establecidas por la alianza.

- Responsable RQA: (Calidad proveedor) Se encarga de que los materiales necesarios para la fabricación de las piezas cumplan con los estándares y normas de calidad establecidas para evitar problemas como la fabricación de piezas defectuosas, la rotura de estas, etc.
- Responsable de RSQC: (Calidad clientes) Se encarga de velar por la calidad del cliente, recibe las percepciones de estos con relación al producto y las interpreta, con el objetivo de generar cambios que tengan un impacto positivo directamente enfocado al cliente.
- Jefe laboratorio y SMQ (Sistema de Gestión de Calidad): Encargado del sistema de gestión de calidad de la empresa y los laboratorios de prueba de piezas donde estas se validan, es decir, se comprueba si están en óptimas condiciones para su ensamble y su funcionamiento posterior a ser ensambladas.
- Jefe UET Metrológica: Es el jefe de la unidad técnica de metrología y está encargado de coordinar las mediciones de las piezas recién fabricadas en los aspectos críticos de estas, con el fin de asegurarse que estas cumplen con los estándares de calidad definidos

2.5 Misión, Visión y Valores

2.5.1 Misión:

“Crear experiencias únicas y memorables que alimentan las emociones y generan total satisfacción en la comercialización de nuestros productos y servicios”.

2.5.2 Visión:

“Queremos ser los mejores fabricantes de cajas de velocidades del MERCOSUR”

2.5.3 Valores:

- Honestidad
- Responsabilidad
- Disciplina
- Compromiso
- Equidad
- Colaboración
- Entusiasmo
- Respeto

2.6 Problemática a tratar

El presente tema se origina como propuesta de solución a una problemática que afecta periódicamente a la organización, específicamente en el área de montaje de cajas de cambio, línea Sx. Pudiendo destacar en ella, 2 sectores relevantes para el proceso productivo, los cuales son:

1. Playa de montaje
2. Línea de montaje Sx

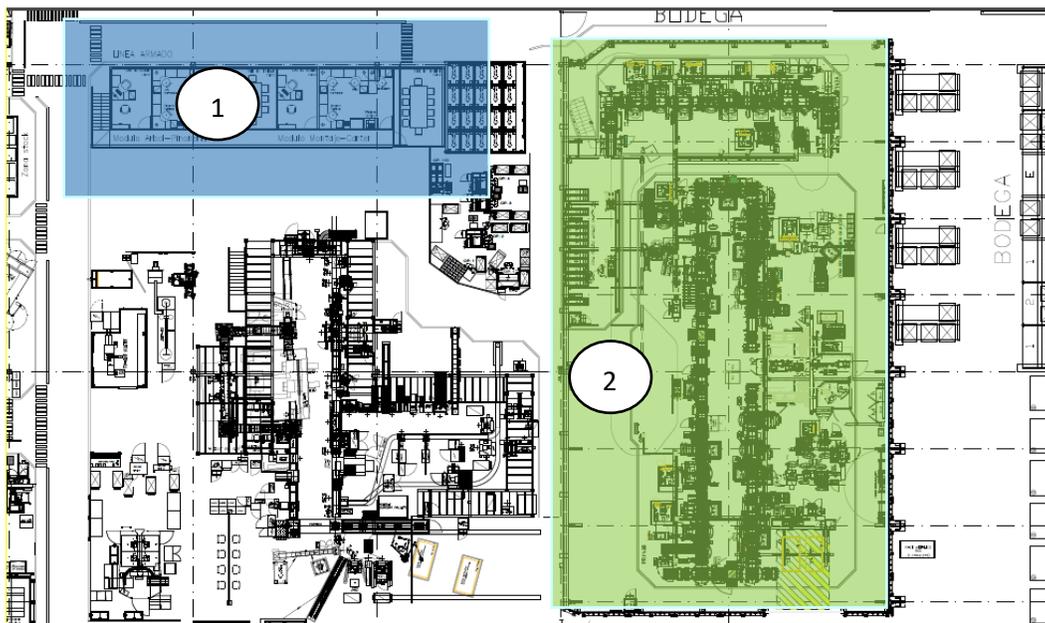


Figura II-5 Layout Área Montaje

Siendo esta última, el foco a tratar. Dado que en ella se realiza la última etapa del proceso de fabricación de las cajas de velocidades del modelo Sx, y en la que son requeridas cada una de las piezas de mecanizado fabricadas en CMC, para el armado y ensamble de esta. Teniendo para ello que contar con las cantidades requeridas de los componentes en cada periodo, para cumplir así con los objetivos productivos definidos por la organización para esta área. Esto ya que, al ser un sistema de producción en línea, las demoras generadas en algún área del proceso afectan directamente al resto de las etapas que lo involucran.

A continuación, se presenta un Diagrama de Pareto el cual muestra las principales problemáticas que afectan a la línea de montaje Sx:

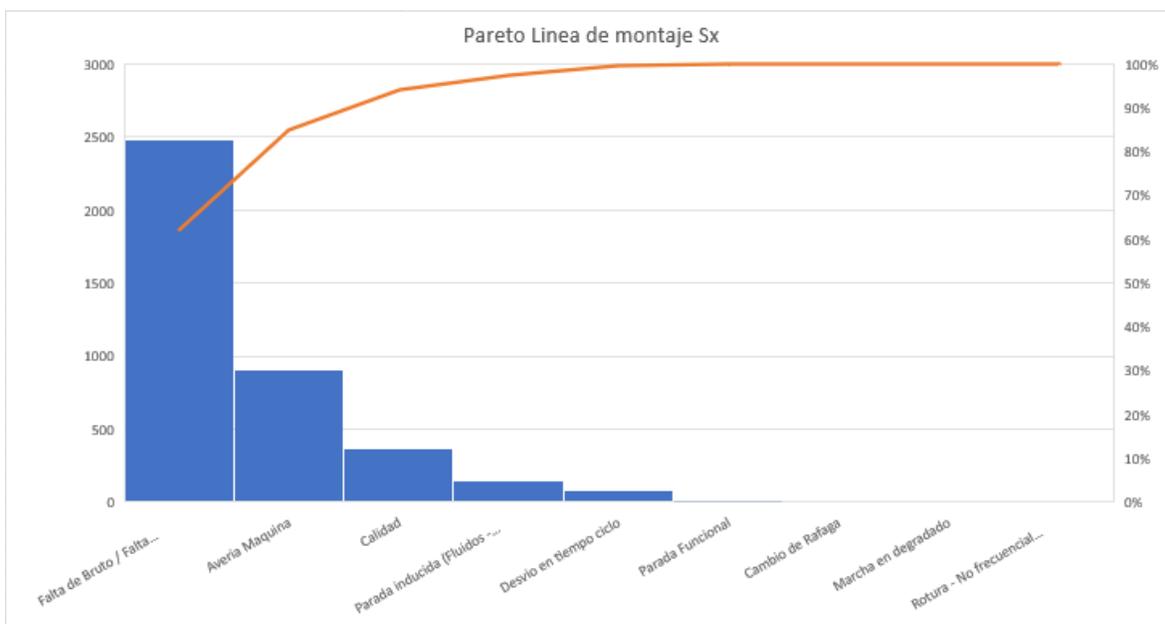


Figura II-6 Pareto Línea de montaje Sx

Problematicas	Total Min perdido	%	% acumulad
Falta de Bruto / Falta Componentes	2485	62,08%	62,08%
Avería Maquina	911	22,76%	84,84%
Calidad	369	9,22%	94,05%
Parada inducida (Fluidos - Operarios)	142	3,55%	97,60%
Desvio en tiempo ciclo	80	2,00%	99,60%
Parada Funcional	16	0,40%	100,00%
Cambio de Rafaga	0	0,00%	100,00%
Marcha en degradado	0	0,00%	100,00%
Rotura - No frecuencial Herramienta	0	0,00%	100,00%
	4003		

Figura II-7 Tiempo perdido en min.

Donde se puede observar que las principales causas de pérdidas de rendimiento productivo en la línea de montaje Sx son:

1. Falta de componentes
2. Avería Máquinas en células de mecanizado
3. Calidad de piezas; polución, exceso de golpes, error dimensional.

4. Recuperación de piezas con granalla.
5. Sobre demanda de piezas innecesarias.
6. Falta de procedimiento stock a destiempo.
7. Problemas de ergonomía en la célula

Con relación a lo anterior, se cuenta con un total de 4003 minutos perdidos a, raíz de todas estas causas, representando la falta de componentes, un 62,08% aproximadamente del total del tiempo de producción perdido durante el año 2022, lo que implica una pérdida total de 2485 minutos al año, lo que se traduce en 42 horas de trabajo, esto es equivalente a 5 jornadas laborales de 9 horas aproximadamente. Pudiendo a través de esta, dejar en evidencia la principal causa que explica el problema a tratar.

Por lo que, para el desarrollo del tema, se busca generar una propuesta de solución enfocada en la principal causa que afecta a la línea de montaje, esto es, la falta de componentes necesarios para el montaje de la caja de cambios de 5 velocidades del modelo Sx.

Durante 2022, se puede observar que si bien, se obtuvo un crecimiento en la producción mensual de la línea de montaje Sx, esta no logró el objetivo exigido por la organización en ninguno de los meses. Dejando así en evidencia los efectos de la problemática planteada anteriormente.

	Objetivo	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
Montaje Sx	11000	5256	7283	9137	7417	8270	7960	8471	9211	7861	7780	9612	8483

Figura II-8 Volumen de producción Línea montaje Sx año 2022

Identificado así la existencia de una brecha entre lo que se quiere producir y los volúmenes productivos reales de la línea Sx, pudiendo notar que la problemática anteriormente mencionada afecta notablemente el desempeño de esta, pudiendo observar que existen grandes variaciones respecto a los objetivos definidos por la casa matriz ubicada en Brasil, los cuales son claramente superiores a los niveles productivos presentados por la línea mensualmente durante el periodo 2022.

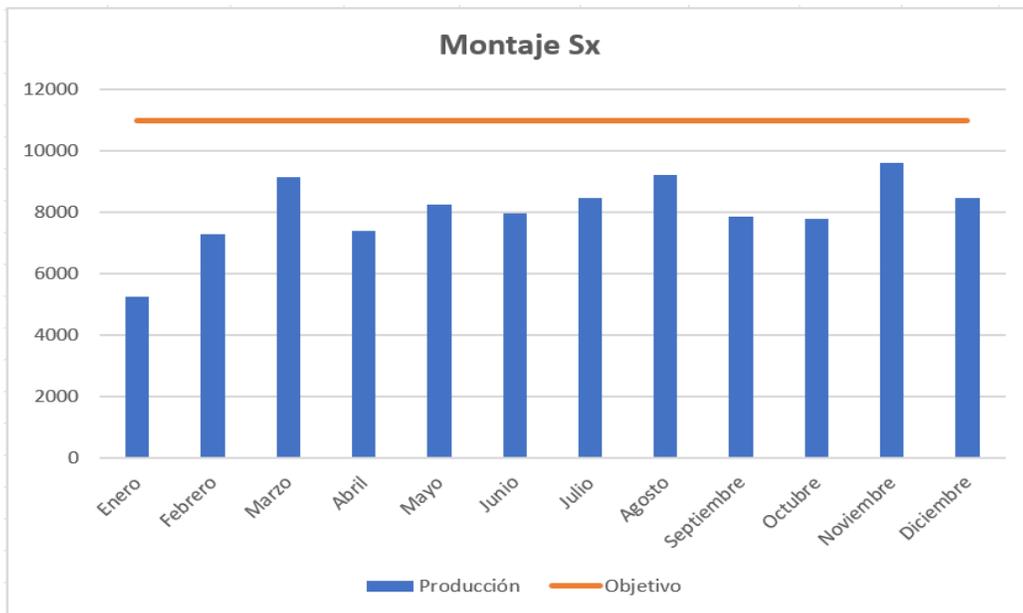


Figura II-9 Producción vs objetivo Montaje Sx

Actualmente la metodología de producción en la planta CMC se basa en obtener los máximos volúmenes de producto por jornada de cada una de las células de trabajo encargadas de la fabricación de los componentes necesarios para el armado y montaje de la caja de 5 velocidades. Donde, no existe un sistema de planificación establecida para la demanda de cajas de velocidades del modelo Sx en la que se tenga en cuenta cada uno de los componentes que la conforman, las capacidades actuales productivas de cada célula de trabajo y las pérdidas que se generan dentro de las distintas etapas a los que son sometidas durante el proceso productivo, desde que son fabricadas hasta que estos llegan a la línea de montaje. Sino que, por el contrario, esta se realiza sobre la marcha, lo que implica que, se levantan ordenes de producción de piezas hacia las células, según las que se identifican como faltantes al momento de ser necesitadas. Estas pérdidas se encuentran principalmente asociados al factor humano, y se relacionan directamente con la calidad de las piezas fabricadas, como por ejemplo son:

- Sobre procesamiento de las piezas en las controladoras de golpes (máquinas encargadas de evaluar la calidad de las piezas mediante pruebas de esfuerzo que miden diferentes características vinculadas a la calidad de fabricación de las piezas).

- Piezas dañadas por caídas.
- Medidas de los componentes no son las requeridas (No se realizan procesos de limpieza de estas como sopleteo o lavado, esto reduce la precisión de los procesos aplicados en las piezas, afectando así la calidad final de la fabricación de las piezas).
- Golpeo de piezas entre ellas en los carros de picking/kitting.
- Fallas en la fabricación (Se saltan etapas en el proceso de fabricación).

Razón por la cual la cantidad de piezas producidas en las células de trabajo no son suficientes para el cumplimiento de los objetivos productivos establecidos por la organización para las cajas de velocidades del modelo Sx.

Definiendo así la problemática a tratar como “la pérdida de tiempos productivos en los procesos de armado y montaje de la línea Sx producto de la falta de componentes de mecanizado en la línea, los cuales retrasan el proceso de fabricación de las cajas de velocidades, disminuyendo las cantidades de producto final producidas”.

Lo anterior, no tan solo afecta los niveles de producción final de la línea de ensamble, sino que implica un aumento de los costos por parte de la organización, puesto que se destina personal adicional para las labores de control y conteo de las piezas, teniendo así que invertir en más recursos de mano de obra, como lo es el pago de horas extra, para reducir las pérdidas asociadas a la problemática anteriormente mencionada.

Entre los años 2018 y 2022, se estima que se dejaron de fabricar alrededor de 1700 cajas de velocidades al año, por problemas de detención en la producción por falta de componentes controlados que fueron clasificadas como no conformes o piezas conformes que fueron golpeadas (riesgo de scrap), lo que como consecuencia genera pérdidas de rendimiento operacional en la línea de armado Sx. Por ejemplo, en 2018, esto significó pérdidas de tiempo productivo de 34,4 horas, lo que se traduce en 1744 cajas de velocidades y que es equivalente a 367.984 euros. Esto ya que cada caja de velocidades se estima con un valor de 211 euros.

Por lo que se busca generar un método de control de la demanda para el abastecimiento de las piezas basado en los tiempos de llegada y las capacidades productivas de cada célula de trabajo. Buscando con esto reducir los efectos negativos asociados a las pérdidas de tiempo productivo en la línea de ensamble y montaje Sx.

2.7 Pérdidas de tiempos productivos y sus causas

A continuación, se presentan los tiempos productivos perdidos en la línea de montaje a causa de la problemática descrita anteriormente, teniéndose lo siguiente;

Fecha	Tpo(min)	Tipo de parada	Equipo	Maquin	Causa de no RO - observación	Celula
01-02-22	24	Falta de Bruto / Falta Componentes	Equipo Día	AGV 03	falta piñon fijo de 5ta	MON Sx
09-02-22	36	Falta de Bruto / Falta Componentes	Equipo Día	DIV 190	Falta de corona, falta de piñon loco de 2da	MON Sx
11-02-22	65	Falta de Bruto / Falta Componentes	Equipo Día	DIV 190	Falta corona	MON Sx
15-02-22	24	Falta de Bruto / Falta Componentes	Equipo Día	PRE 112	Falta corona	MON Sx
17-02-22	123	Falta de Bruto / Falta Componentes	Equipo Día	DIV 190	Falta corona	MON Sx
14-03-22	20	Falta de Bruto / Falta Componentes	Equipo Día	AGV 03	falta piñon loco 3ra.	MON Sx
18-03-22	30	Falta de Bruto / Falta Componentes	Equipo Día	PRE 115	falta de carter embrague	MON Sx
20-04-22	117	Falta de Bruto / Falta Componentes	Equipo Día	AGV 03	Falta de piñoneria	MON Sx
22-04-22	5	Falta de Bruto / Falta Componentes	Equipo Día	AGV 03	Falta de piñoneria	MON Sx
28-04-22	55	Falta de Bruto / Falta Componentes	Equipo Día	AGV 03	Falta de arbol primario	MON Sx
03-05-22	91	Falta de Bruto / Falta Componentes	Equipo Día	AGV 03	falta de carter embrague	MON Sx
04-05-22	223	Falta de Bruto / Falta Componentes	Equipo Día	AGV 03	Falta de arbol primario	MON Sx
05-05-22	150	Falta de Bruto / Falta Componentes	Equipo Día	AGV 03	Falta de piñoneria	MON Sx
06-05-22	43	Falta de Bruto / Falta Componentes	Equipo Día	AGV 03	Falta de piñoneria	MON Sx
26-05-22	110	Falta de Bruto / Falta Componentes	Equipo Día	AGV 03	Falta de arbol primario	MON Sx
10-06-22	140	Falta de Bruto / Falta Componentes	Equipo Día	AGV 03	Falta corona	MON Sx
14-06-22	121	Falta de Bruto / Falta Componentes	Equipo Día	AGV 03	Falta de arbol secundario	MON Sx
01-07-22	140	Falta de Bruto / Falta Componentes	Equipo Día	AGV 03	Falta de arbol primario	MON Sx
19-07-22	120	Falta de Bruto / Falta Componentes	Equipo Día	AGV 03	Falta de arbol secundario	MON Sx
09-09-22	80	Falta de Bruto / Falta Componentes	Equipo Día	AGV 03	FALTA CARTER EMBRAGUE	MON Sx
02-09-22	130	Falta de Bruto / Falta Componentes	Equipo Día	PRE 116	Falta de arbol secundario	MON Sx
20-09-22	60	Falta de Bruto / Falta Componentes	Equipo Día	AGV 03	Falta corona	MON Sx
15-11-22	100	Falta de Bruto / Falta Componentes	Equipo Día	DIV 180	FALTA P.L 2DA, 3RA Y 4TA	MON Sx
24-11-22	35	Falta de Bruto / Falta Componentes	Equipo Día	DIV 180	Falta corona	MON Sx
18-11-22	128	Falta de Bruto / Falta Componentes	Equipo Día	AGV 03	FALTA PIÑONES 4ta 5ta	MON Sx
03-11-22	9	Falta de Bruto / Falta Componentes	Equipo Día	DIV 180	FALTA PIÑON LOCO DE 3RA	MON Sx
23-11-22	123	Falta de Bruto / Falta Componentes	Equipo Día	AGV 03	Falta corona	MON Sx
16-11-22	130	Falta de Bruto / Falta Componentes	Equipo Día	DIV 180	Falta de arbol secundario	MON Sx
24-11-22	20	Falta de Bruto / Falta Componentes	Equipo Día	DIV 190	falta corona	MON Sx
07-12-22	5	Falta de Bruto / Falta Componentes	Equipo Día	AGV 03	Falta de arbol primario	MON Sx
05-12-22	28	Falta de Bruto / Falta Componentes	Equipo Día	AGV 03	PIÑONERIA CON EXCESO DE GOLPES	MON Sx
	2485					

Figura II-10 Pérdidas de tiempo productivo y sus causas

Causas de NO RO	Total
Falta corona	9
Falta de arbol primario	5
Falta de piñoneria	11
Falta de arbol secundario	4
Falta de carter	2
	31

Figura II-11 Tabla resumen causas

Donde se puede observar que las principales causas de detenciones en la línea debido a la ausencia de componentes de mecanizado se deben a la falta de piñonería (11), falta de corona (9), falta de árboles primarios (5), falta de árboles secundarios (4) y falta de carteres (2). Destacando que la falta de piñonería abarca el conjunto de los piñones locos y los piñones fijos, por lo que a grandes rasgos se puede definir que la falta de coronas es la causa que más se repite dentro del procesos de armado y montaje Sx

2.8 Proceso productivo de Renault Usina Cormecánica

Para contextualizar, se presentan las etapas del proceso productivo de las cajas de cambio de 5 velocidades de Renault Usina Cormecánica, destacando que, para efecto del estudio, este se centra solo en las etapas 2, 4 y 5, que son procesos en los que se encuentra principalmente la problemática a tratar.

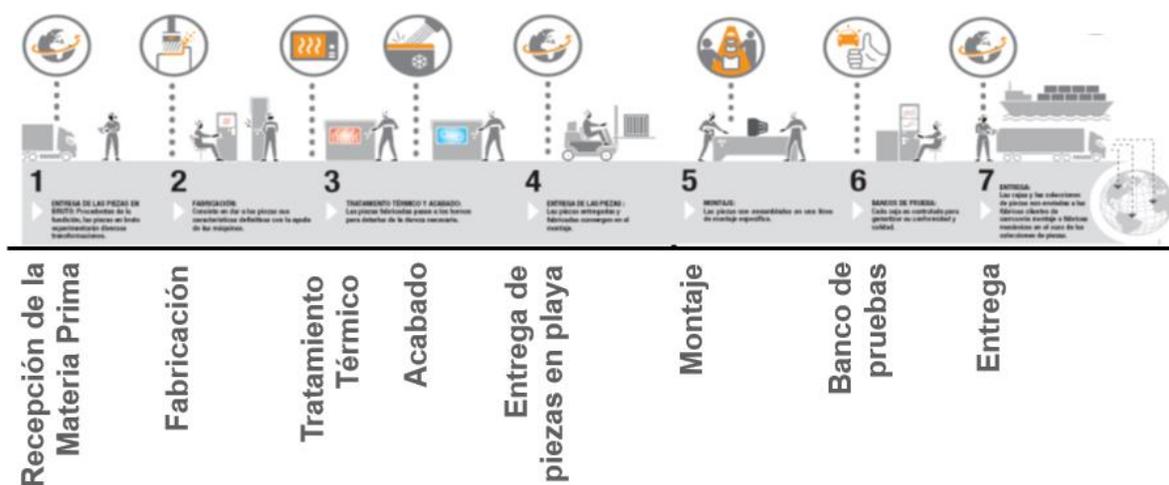


Figura II-12 Etapas del proceso productivo Renault

Con relación a cada una de las etapas se puede destacar lo siguiente:

En la etapa de **Fabricación** se transforma la materia prima en los diferentes componentes necesarios para el desarrollo de los distintos modelos de cajas de cambios, donde al encontrarse previo a la realización de tratamientos térmicos, estos se clasifican como procesos en blando.

Para la etapa de **Acabado**, las piezas son sometidas a procedimientos de acabado y terminación posterior a la realización de tratamientos térmicos, estos se clasifican como procesos en duro.

Luego, el **Banco de pruebas** se encarga de evaluar el estado de funcionamiento y calidad de las cajas de cambio posterior a su ensamble y montaje, esto es que las cajas de cambios fabricadas cumplan con los estándares de calidad y funcionamiento requeridos por la organización y los clientes, con el objetivo de brindar un producto funcional y de calidad a estos.

Finalmente, para el proceso de **Entrega**, es necesario que todas las etapas mencionadas anteriormente fueron cumplidas a cabalidad, puesto que en esta se embala el producto final y es enviado a sus clientes a lo largo del mundo.

2.9 Línea de armado y montaje Sx.

La línea de armado y montaje está compuesta por 5 sectores principales y un banco de pruebas, además de un área de retoques y la zona de picking/kitting. Distribuidos de la siguiente manera:

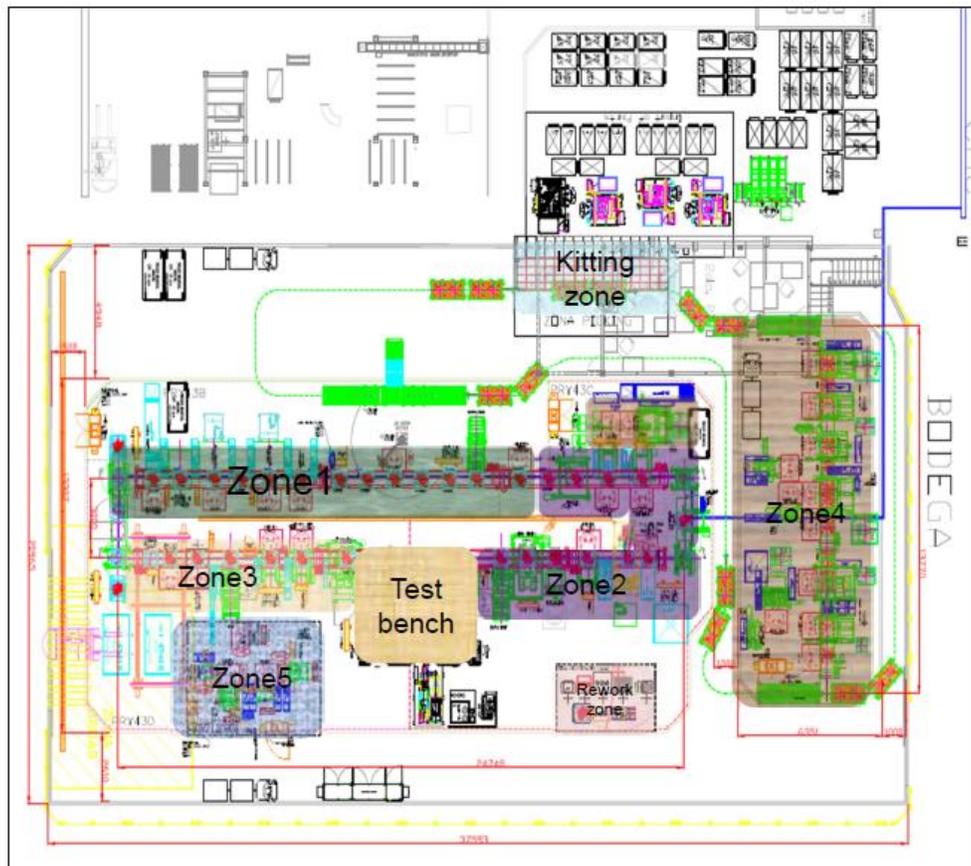


Figura II-13 Áreas de la línea de montaje Sx

Esta línea, a su vez posee distintas formas de trabajo en cada una de las distintas estaciones que posee, siendo estas:

- Estaciones de trabajo manual.
- Estaciones de trabajo semiautomático.
- Estación de trabajo automático.

Línea de montaje de ejes

En ella se ensamblan las partes principales de la caja de cambios y de las que depende el funcionamiento de esta, esto es, el eje primario y secundario, los cuales están compuestos de los árboles primario y secundario con las respectivas piezas que los componen, además del conjunto sincronizador y el diferencial. Los cuales posteriormente son trasladados a la Línea principal para el montaje de estos en el mecanismo principal (Sector en forma de U).

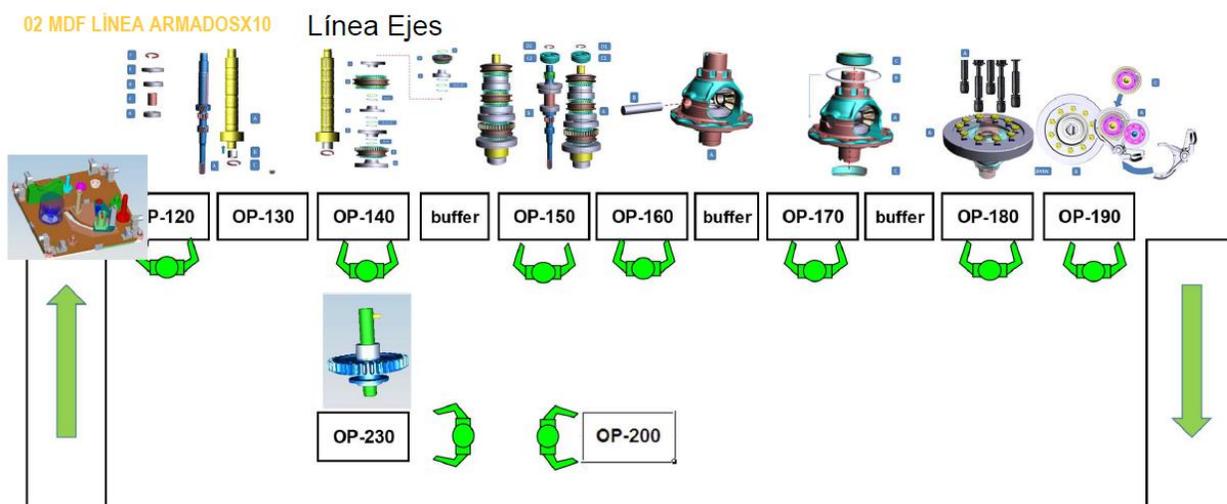


Figura II-14 Línea de montaje de Ejes

Línea principal (U)

Denominada Línea principal, es donde se ensamblan los ejes anteriormente mencionados, y se realizan los procesos de sellado y montaje de estos mismos dentro del Carter del mecanismo, generando así el producto final. El cual posteriormente es trasladado al banco de pruebas para realizar las evaluaciones de calidad de montaje y funcionamiento.

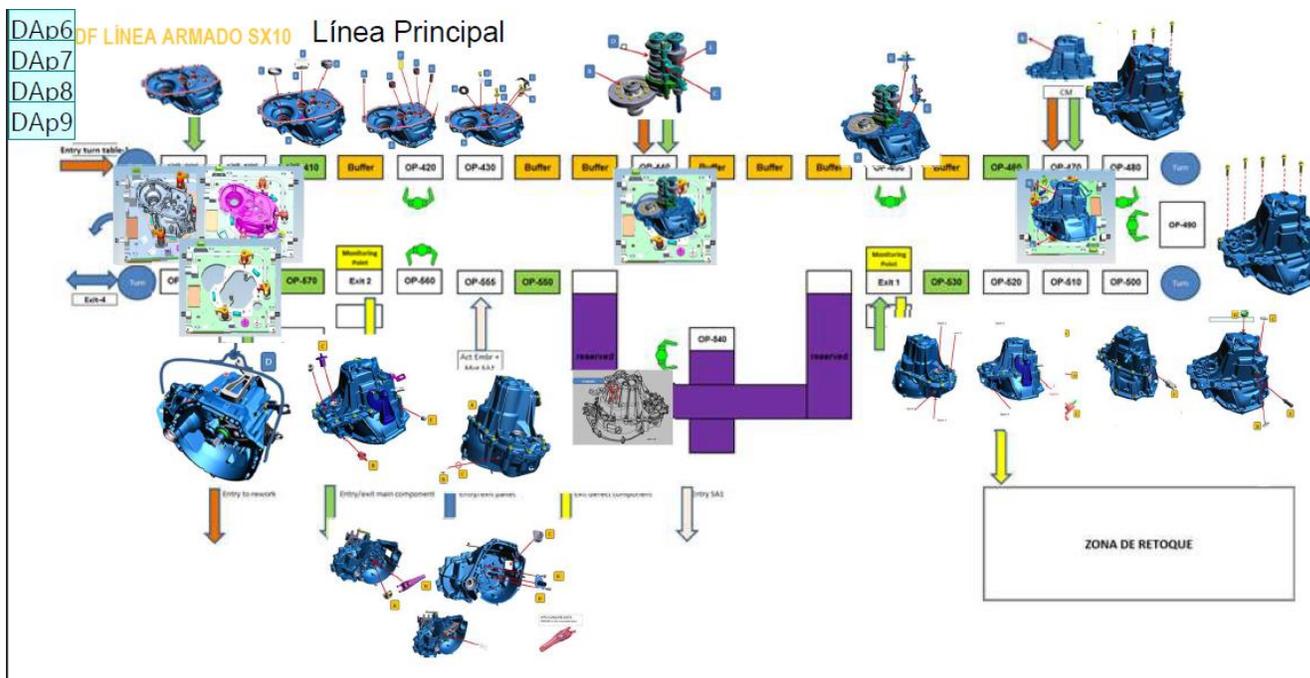


Figura II-15 Línea Principal montaje Sx

2.9.1 Sector Picking/Kitting

Es el área de preparación para suministrar las piezas necesarias para el montaje de la caja de cambios en la línea principal. En esta zona, el operador picking / kitting selecciona las piezas que serán montadas por una orden de producción y busca si estas están disponibles para su entrega a la línea de montaje. Destacando que en el área de Picking se encuentran principalmente 3 tipos de piezas Cubos y desplazables, POE's y POU's.

Donde las POE, corresponden a las piezas de origen externo, las cuales provienen principalmente de Brasil, Europa y la India, siendo esta ultima la encargada de proveer el 90% de la totalidad de estas piezas para la organización. Mientras que, por otro lado, las POU (Piezas de origen en las usinas) comprenden el conjunto de piezas fabricadas en las Usinas de Renault.

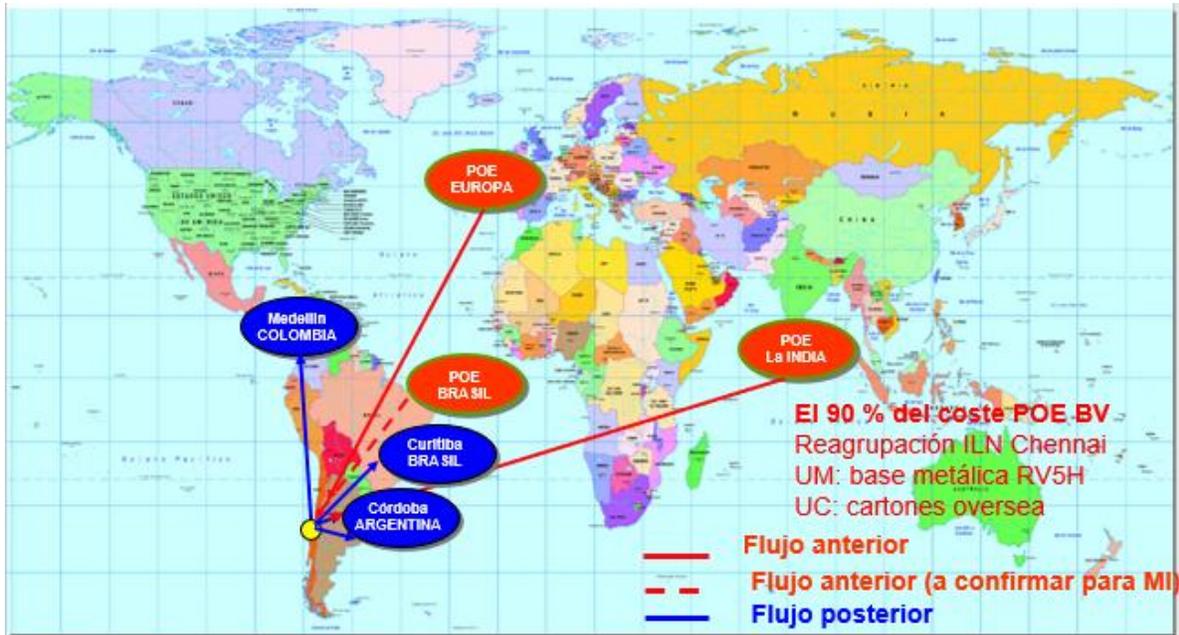


Figura II-16 Origen de las piezas

Estas piezas se utilizan en conjunto para el montaje de la caja de velocidades, las cuales luego de producidas, se almacenan en el área de picking, y son trasladadas al área de preparación de piezas, en la que se organizan y preparan las piezas a utilizar en los diferentes sectores del área de montaje, facilitando así las labores de los operarios en la línea, esto con el fin de disminuir los errores dentro del proceso para su posterior distribución a la línea principal de ensamble.

A continuación, se presenta un diagrama del manejo general del área de flujo del proceso de montaje y las piezas que intervienen en el proceso:

POE's (Piezas de Origen Externo)

- Eje
- Horquilla

POU's (Piezas de Origen Usina)

- Piñón Loco
- Piñón Fijo
- Árbol Primario
- Árbol Secundario

- Corona
- Porta corona

Cubos y Desplazables

Manejo general del área de flujo de operación

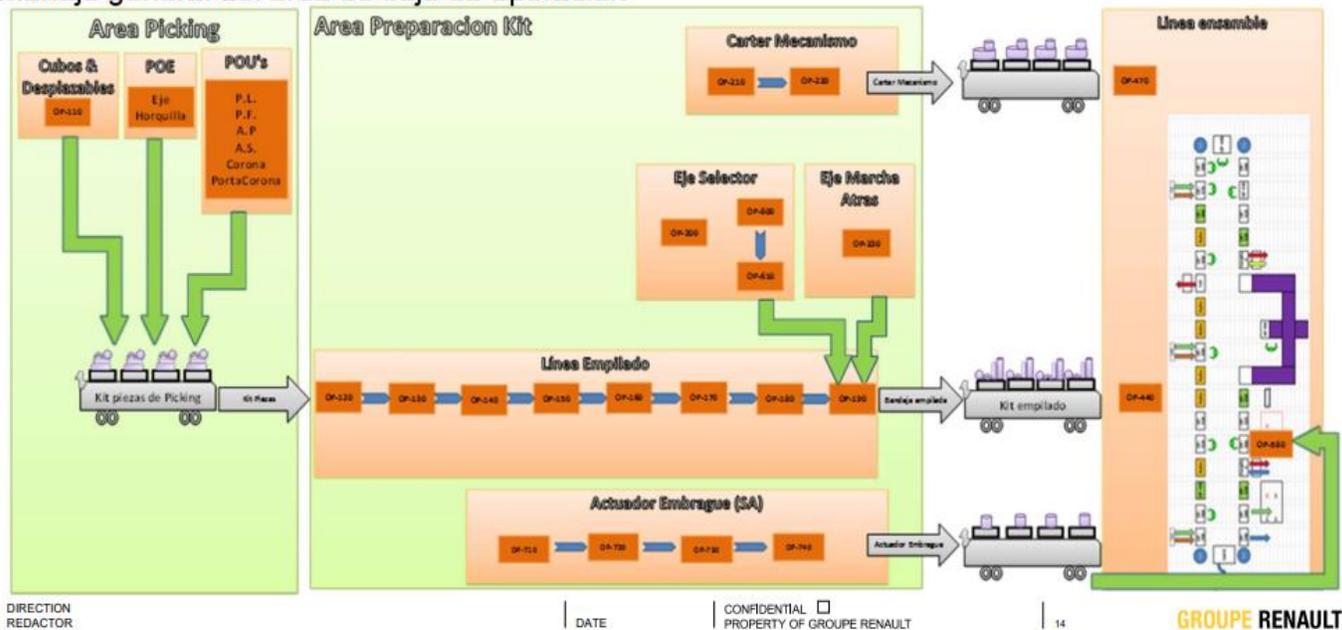


Figura II-17 Flujo general operación armado y montaje

2.9.2 Proceso de armado y montaje de la Línea Sx de Renault Usina Cormecánica

El proceso de la línea de armado y montaje de cajas de cambio de 5 velocidades del tipo Sx, está conformada por 35 estaciones de trabajo, iniciando en la operación OP. 110 “Armado Conj. Sincro 1/2 – 3/4 -5” y finaliza en la OP. 740 “Banco de prueba motor”.

Cabe destacar que la OP.740 se realiza fuera de la línea, en la sala de banco de pruebas, una vez terminado el proceso de armado y montaje de la caja de velocidades en la línea.

A continuación, se presenta la secuencia de procesos realizados en la línea de armado y montaje del modelo Sx, con el respectivo número de operación asociado a cada proceso, el identificador de la maquinaria correspondiente y la diversidad de los procesos de cada una de las etapas, en este caso, los modelos SG y SA.

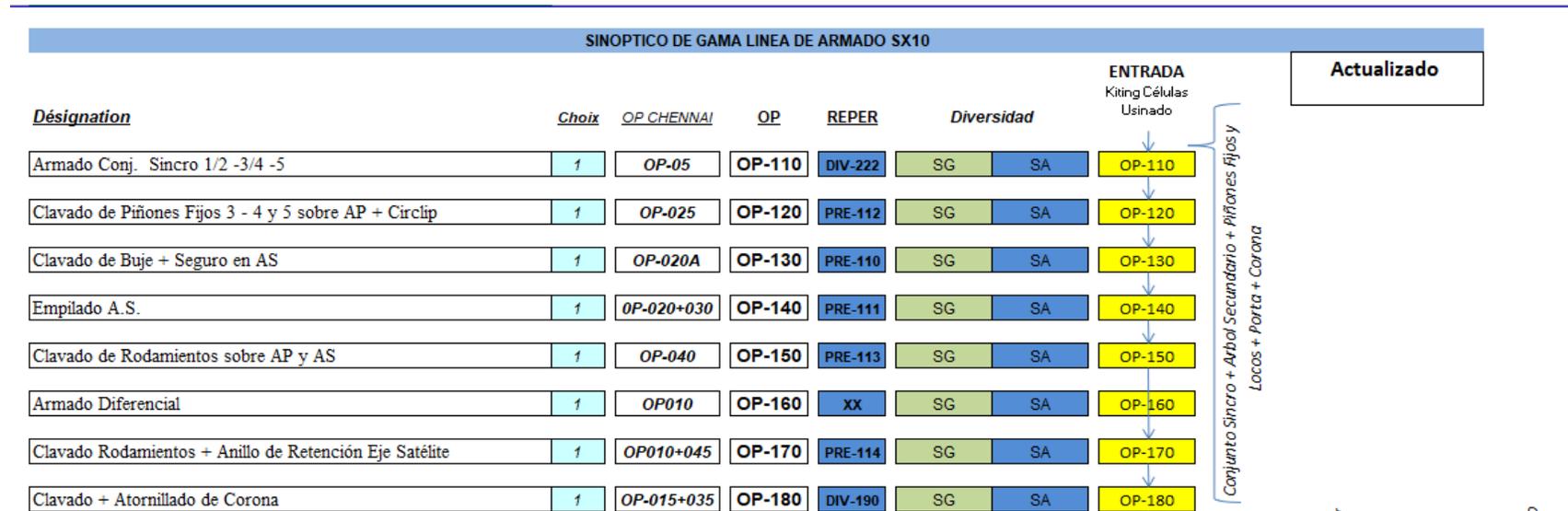


Figura II-18 Proceso armado y montaje línea Sx

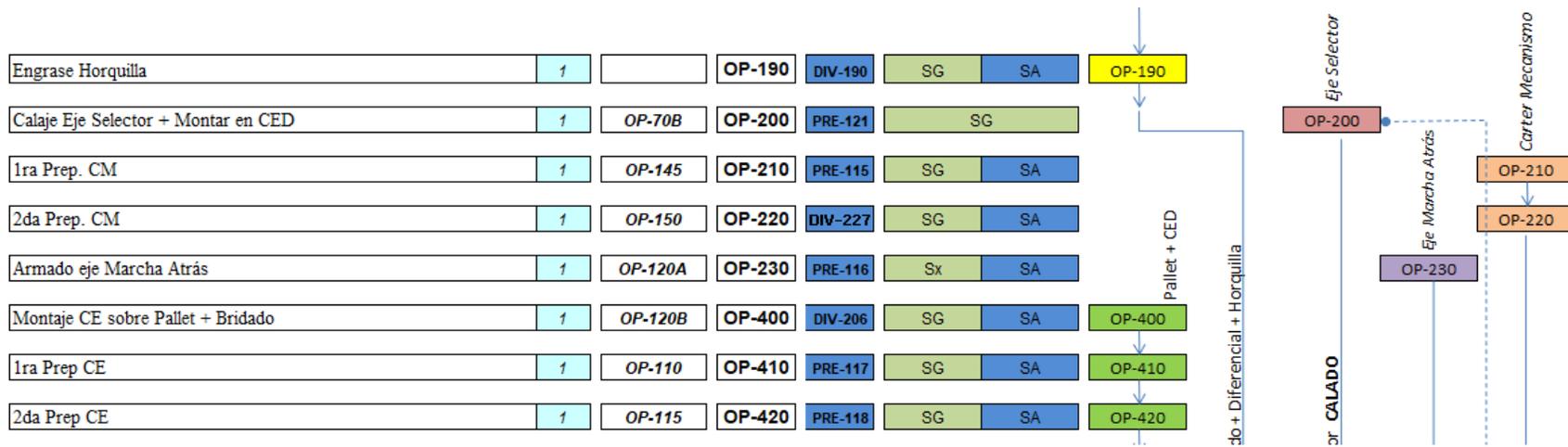


Figura II-19 Proceso armado y montaje línea Sx 2

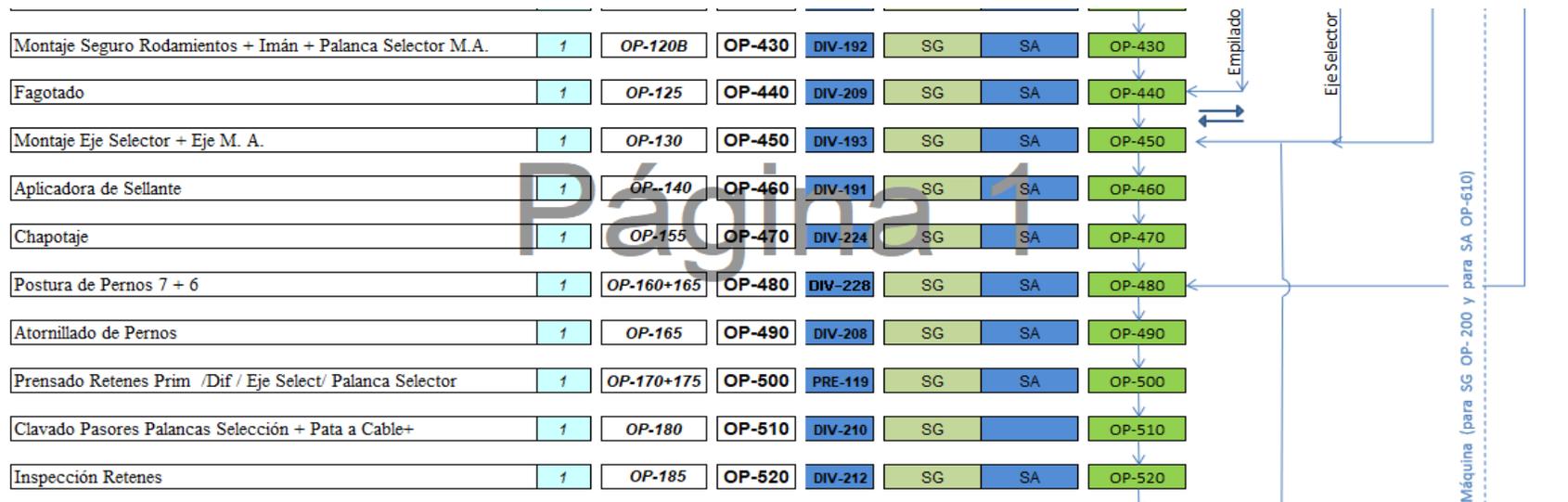


Figura II-20 Proceso armado y montaje línea Sx 3

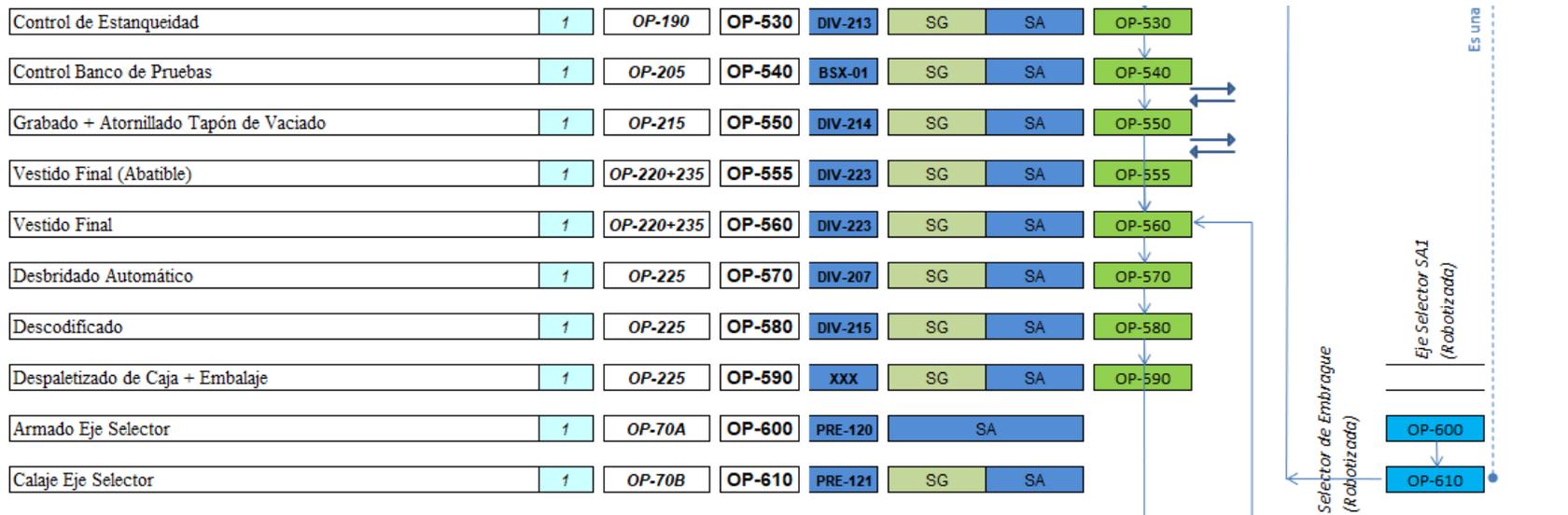


Figura II-21 Proceso armado y montaje línea Sx 4

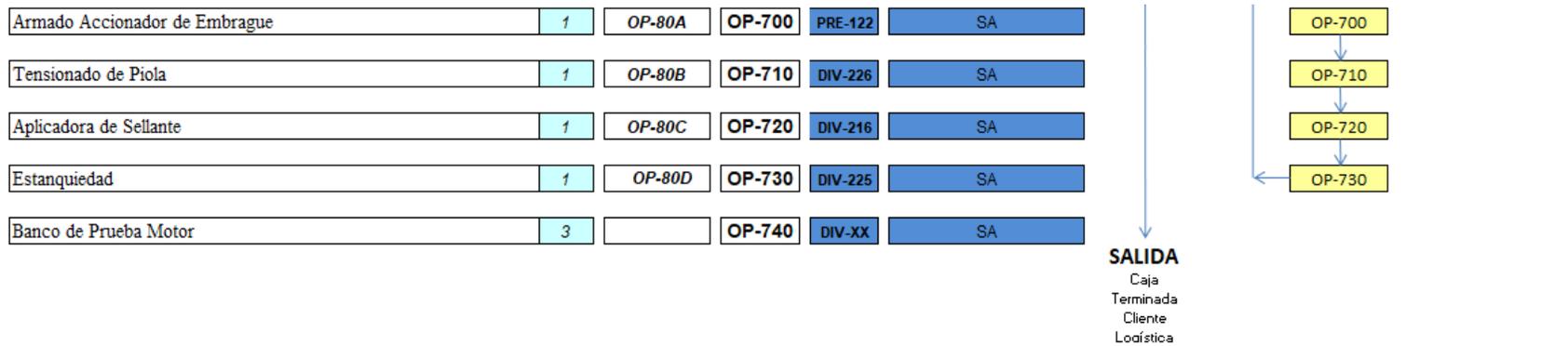


Figura II-22 Proceso armado y montaje línea Sx 5

2.9.3 Diagrama de procesos abastecimiento línea armado Sx

A continuación, se presenta la secuencia de actividades a realizar para abastecer la línea de montaje Sx.

Proceso: Aprovechamiento de la playa de montaje con piezas POI.

Inicio: Ingreso de solicitud de piezas POI desde la línea de ensamble y montaje para el armado de cajas de velocidades.

Final: Abastecimiento con piezas POI a la línea de montaje para armar cajas de velocidades.

1. Chequear si en el pasillo de mecanizado en duro hay carros listos con piezas terminadas
2. Los carros que estén listos se deben trasladar a la lavadora LAV-04
3. Ingresar carga a máquina y lavar las piezas para eliminar el aceite de las piezas (aceite producto al mecanizado en duro)
4. Retirar carga de máquina y utilizando una pistola de aire comprimido sopletar la carga para eliminar partículas de agua que queden en la pieza
5. Trasladar carro con piezas terminadas a la playa de montaje
6. Ubicar carro en la playa de montaje
7. Trasladarse a la línea de montaje Sx y chequear cuantas cajas se deben armar y que modelo
8. Trasladarse a la playa de montaje y buscar carro de picking
9. Tomar desde los carros de la playa las piezas que se cargan en el kitting (piñones, árbol primario y desplazable)
10. Trasladar carro kitting a la línea de montaje Sx
11. Abastecer la línea de montaje con las otras piezas
12. Llevar el inventario de las piezas que se encuentran en la línea de montaje Sx

A continuación, se presenta el diagrama de flujo del proceso de abastecimiento de piezas de mecanizado de la línea de montaje Sx (Piezas POI).

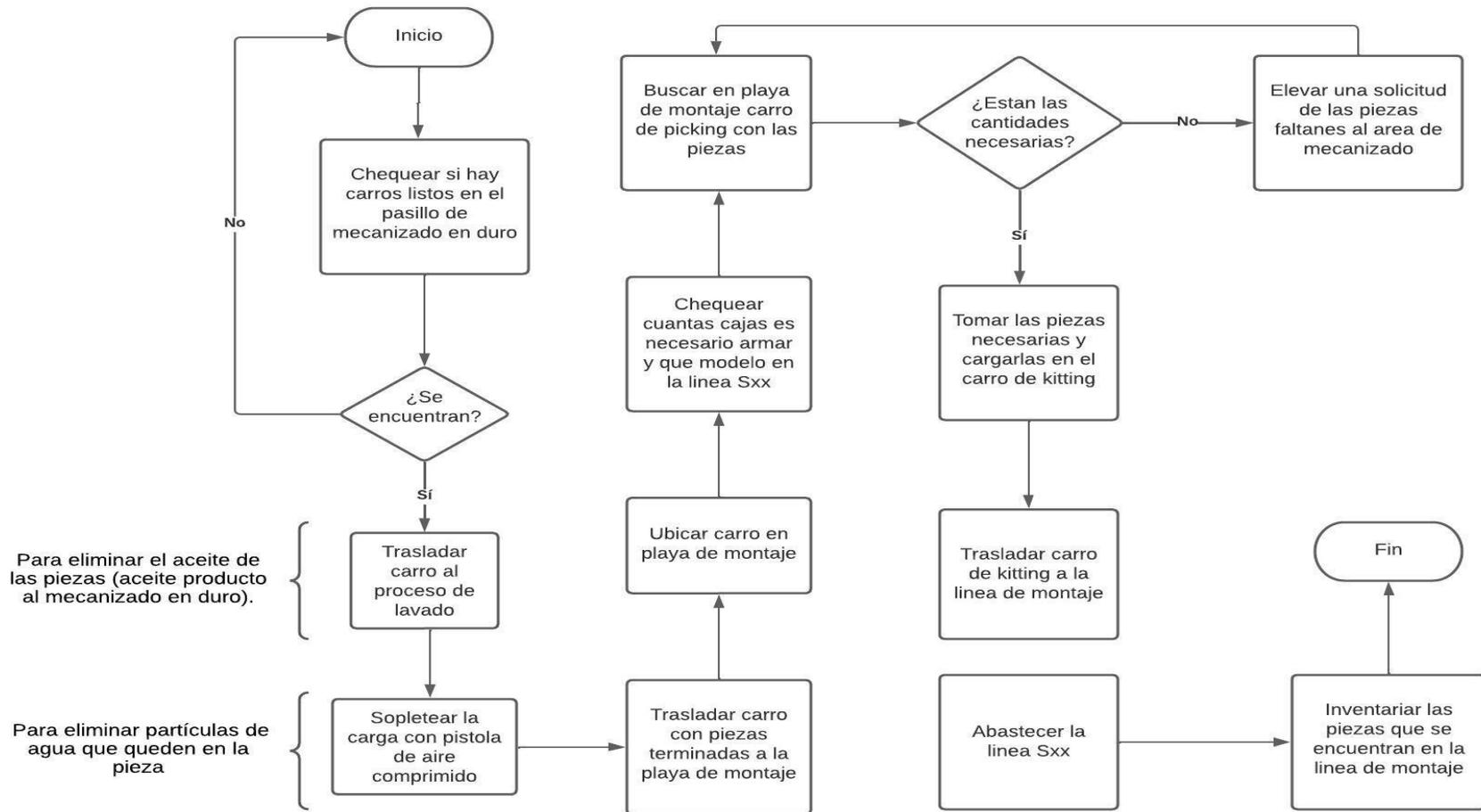


Figura II-23 Diagrama de Flujo "Proceso de abastecimiento línea de montaje Sx

2.9.4 Proveedores de la línea de montaje Sx

Para la línea de montaje Sx se cuenta con dos tipos de proveedores directos e indirectos. Los cuales se encargan de entregar el material necesario para la fabricación y el montaje de los diferentes modelos de cajas de cambios de 5 velocidades producidos, ya sean materias primas o piezas ya fabricadas listas para ser montadas en el proceso de ensamble.

2.9.4.1 Proveedor Directo

Como proveedor directo de la línea de montaje Sx se encuentra la playa de montaje, que es el sector donde llegan los carros de piezas fabricadas provenientes de las distintas células de mecanizado que existen dentro de la fábrica destacándose entre ellas: Sector sincro duro, sector árboles en duro, sector diferencial en duro y Piñonería en duro.

Quiénes son mis proveedores	Qué me provee cada uno	Que atributos de Calidad requiero
Playa de Montaje	Piezas terminadas de sector sincro duro	Superficie libre de aceite de corte
		Superficie libre de granalla
		Piezas sin golpe en su geometría
Playa de Montaje	Piezas terminadas de sector árboles duro	Superficie libre de aceite de corte
		Superficie libre de granalla
		Piezas sin golpe en su geometría
Playa de Montaje	Piezas terminadas de sector diferencial duro	Superficie libre de aceite de corte
		Superficie libre de granalla
		Piezas sin golpe en su geometría
Playa de Montaje	Piezas terminadas de sector piñonería duro	Superficie libre de aceite de corte
		Superficie libre de granalla
		Piezas sin golpe en su geometría
Playa de Montaje	Piezas POE desembaladas	Cantidad de piezas POE solicitadas en programa
		Piezas POE sin óxido y sin golpe en su geometría
		Características geométricas conforme según plano de pieza final

Figura II-24 Proveedores directos línea de montaje

2.9.4.2 Proveedores indirectos

Se tiene como proveedor indirecto de las piezas de mecanizado a los diferentes sectores que componen las parte necesarias para la fabricación y montaje de la caja de 5 velocidades del tipo Sx. Donde todas estas provienen de los sectores en duro, esto es, la pieza posterior a su paso por el área de tratamientos térmicos, por lo que estas están listas para ser montadas y ensambladas.

Además, la línea de montaje se abastece de la bodega de piezas producidas por externos, las cuales son necesarias para el montaje de la caja de cambios, llamadas piezas POE.

Quiénes son mis proveedores	Qué me provee cada uno	Que atributos de Calidad requiero
Sector Sincro Duro	Piezas terminadas en mecanizado en duro	Superficie libre de aceite de corte
		Superficie libre de granalla
		Piezas sin golpe en su geometría
Sector Árboles Duro	Piezas terminadas en mecanizado en duro	Superficie libre de aceite de corte
		Superficie libre de granalla
		Piezas sin golpe en su geometría
Sector Diferencial Duro	Piezas terminadas en mecanizado en duro	Superficie libre de aceite de corte
		Superficie libre de granalla
		Piezas sin golpe en su geometría
Sector Piñonería Duro	Piezas terminadas en mecanizado en duro	Superficie libre de aceite de corte
		Superficie libre de granalla
		Piezas sin golpe en su geometría
Bodega	Piezas POE desembaladas	Cantidad de piezas POE solicitadas en programa
		Piezas POE sin óxido y sin golpe en su geometría
		Características geométricas conforme según plano de pieza final

Figura II-25 Proveedores indirectos línea de montaje

2.9.4.3 Clientes de la línea de montaje

Como único cliente directo de la línea de montaje se encuentra el banco de pruebas, donde posterior a su ensamble, es enviada la caja de cambios para la realización de pruebas vinculadas a su puesta en marcha, donde lo que se busca es obtener una evaluación positiva respecto al funcionamiento de esta, previo al despacho a los clientes. Teniendo que cumplir para ello con ciertos requerimientos de calidad para esta no ser rechazada como lo son: La presencia de todos los componentes, que no existan fugas de aceite y no presente fallas en los cambios de marchas.

Quiénes son mis clientes	Qué ítemes proveo a cada uno	Con qué atributos de Calidad proveo a cada uno
Banco de Pruebas	Caja de velocidades armada	Caja armada con todos los componentes por ficha
		Caja sin fuga de aceite
		Caja con pasaje de marchas conforme

Figura II-26 Clientes línea de montaje

2.10 Principales Áreas Involucradas en el proceso de montaje Sx

2.10.1 Área Piñonería

Inicialmente la forja es recibida y almacenada en la bodega productiva, luego es transportada, desde la bodega, hasta el área de piñonería, pasando por las células de mecanizado en blando como: Piñón Loco 1era, 2da, 3era, 4ta, 5la y Piñón fijo 3era 4ta y 5ta. Destacando que el nombre de cada célula de trabajo corresponde al modelo de la pieza modificada. Las operaciones en blando consisten en un mecanizado a la forja que permite alcanzar la forma del piñón requerido para el modelo de la caja de velocidades.

Cuando los piñones se encuentran mecanizados los operadores transportan la carga con las piezas hasta el área de tratamientos térmicos, en esta área se encargan de mejorar las propiedades de la superficie como el núcleo de los diferentes piñones.

Posteriormente los piñones son transportados hasta las células de mecanizado en duro, encargadas de rectificar las dimensiones y corregir deformaciones debido a la temperatura del tratamiento térmico, para así cumplir con los estándares de calidad definidos para cada pieza, y los cuales son medidos a través de controles de calidad

instalados dentro de las mismas células. Una vez acabados los procesos de mecanizado en las células en duro, los diferentes piñones son transportados hasta el área de armado o ensamble de la caja de velocidades.

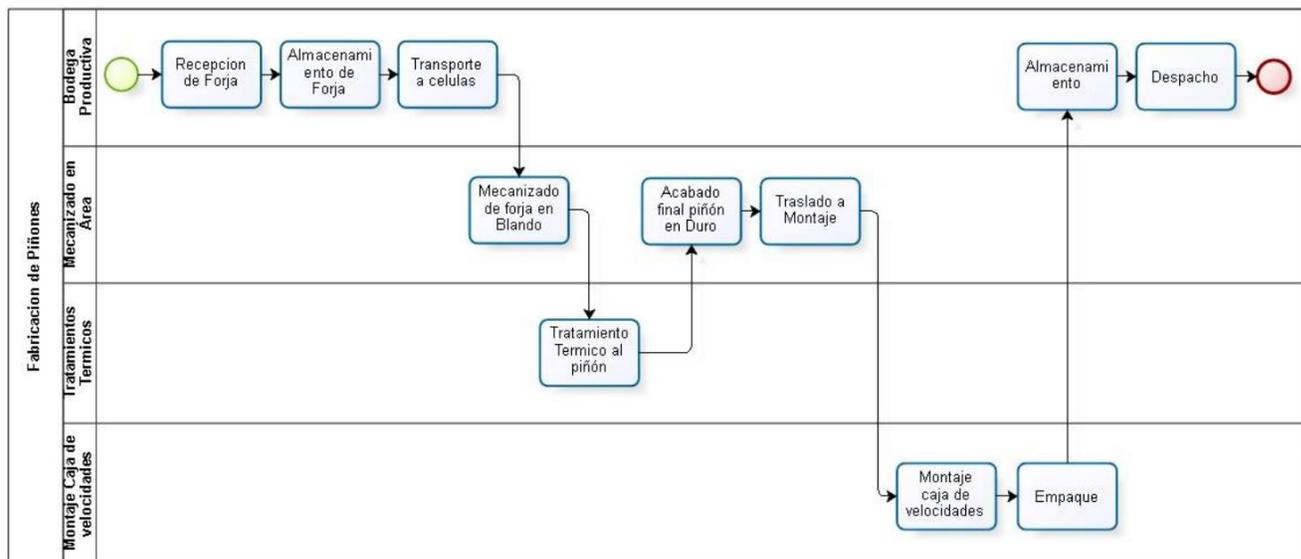


Figura II-27 Proceso Área Piñones

TRANSFORMACION DE PIÑON LOCO



Figura II-28 Transformación Piñón Loco

2.10.2 Área Árboles

El proceso para este componente comienza con el abastecimiento de forjas desde la bodega productiva hasta el área de árboles. Específicamente las células en blando compuestas por: Árbol primario blando y Árbol secundario blando. En esta etapa la forja es mecanizada para alcanzar la forma de la pieza requerida.

Una vez concluido el mecanizado en blando, las cargas son transportadas hasta el área de tratamientos térmicos, para mejorar las propiedades del material de las piezas. Destacando que el árbol secundario, a diferencia del primario, no es sometido a todos los procesos de tratamientos térmicos.

Luego de la etapa de tratamiento, los árboles son transportados hasta las células en duro compuestas por Árbol primario duro y Árbol secundario duro. En estas células las piezas son mecanizadas para rectificar sus dimensiones y realizar las terminaciones a la pieza. Aquí el árbol primario ya se está terminado y es transportado hasta la playa de montaje.

Mientras que, el árbol secundario, una vez mecanizado en duro, es transportado nuevamente al área de tratamientos térmicos para recibir el proceso de fosfatado, donde posterior a la aplicación de este, se encuentran finalizados y son transportados hacia la playa de montaje.

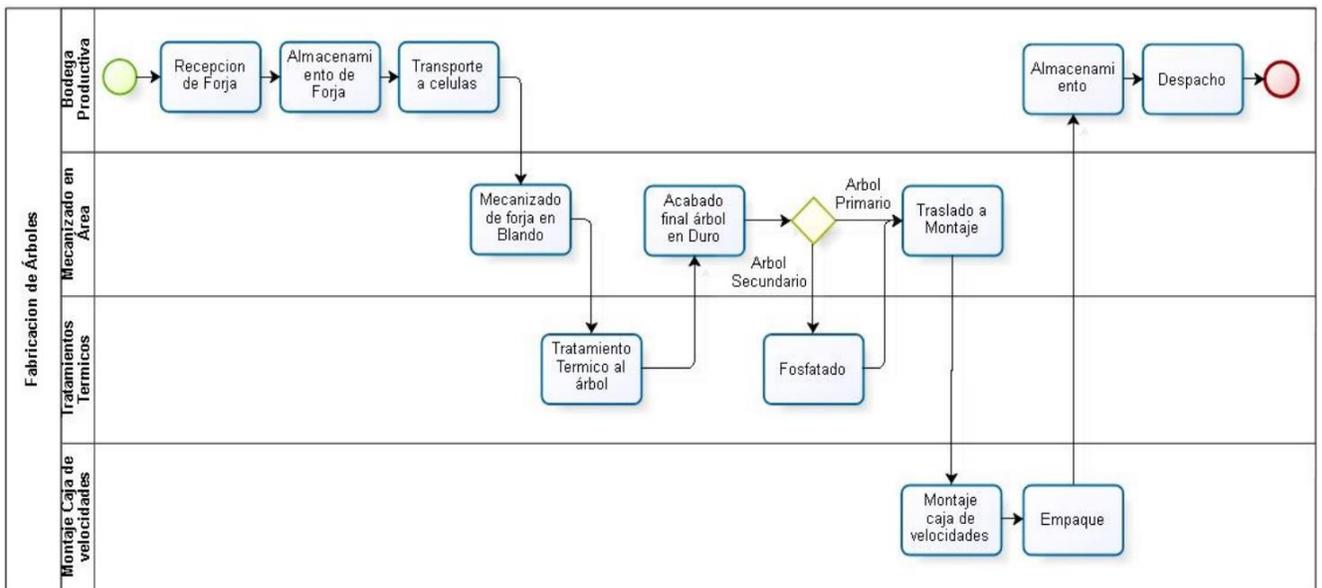


Figura II-29 Proceso Área Árboles

TRANSFORMACION DE ARBOL PRIMARIO



Figura II-30 Transformación Árbol primario

TRANSFORMACION DE ARBOL SEC.



Figura II-31 Transformación Árbol Secundario

2.11 Caja de Cambios y sus componentes

La caja de cambios o caja de velocidades es un elemento mecánico, fabricado de hierro y/o aleaciones de aluminio y otros metales. Su fin es administrar la potencia venida del motor para que el vehículo pueda moverse en todas las diferentes etapas, desde parado hasta la marcha, la administración de este elemento de engranajes dependerá de las exigencias que vayan en contra del avance del vehículo, ya sea por la superficie, efectos aerodinámicos, entre otros.

El objetivo principal de la caja de cambios consiste en regular las revoluciones del motor según sea la necesidad de la marcha del vehículo. (Que es la caja de cambios, composición, función y partes , s.f.)

La principal característica de este tipo de cajas es que su transmisión es manual, esto quiere decir que para poder cambiar de marcha es necesario que el conductor realice esta acción por medio de la palanca de cambios. Está conformada por piñones que van montados sobre árboles, los cuales están dispuestos de forma paralela en la caja y apoyados sobre rodamientos en el interior del cárter. El cárter además de alojar los componentes principales también sirve como recipiente para el aceite de lubricación de los mismos componentes. (Plaza, s.f.)

Además, los piñones que forman parte de esta caja de cambios son de dientes helicoidales lo cual permite un funcionamiento más silencioso y una mayor superficie de contacto, lo cual se traduce en una menor fuerza para engranar y así disminuir el desgaste entre ellos. (Comunicacionclr, 2019)

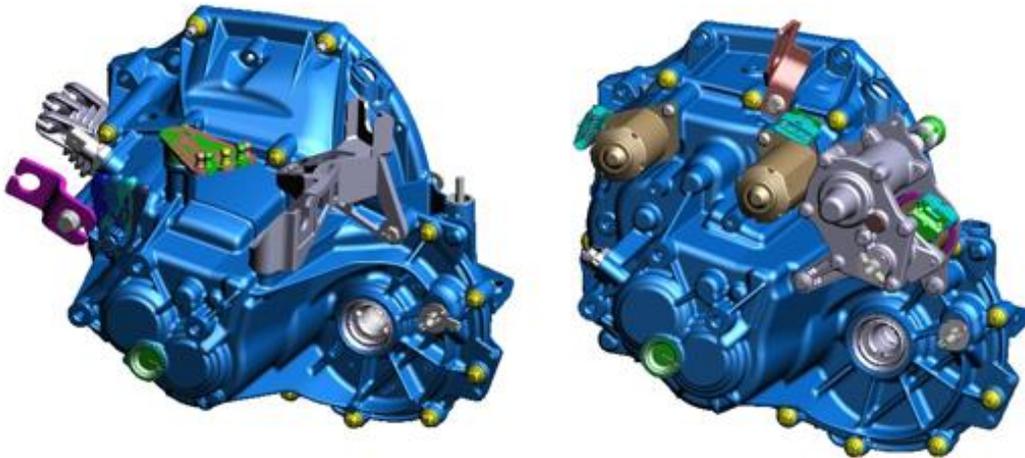


Figura II-32 Caja de cambios Renault

Los principales componentes de la caja de velocidades son:

1. Árbol Primario

Este árbol recibe el movimiento del motor por intermedio del embrague, y se tienen los siguientes puntos:

- El árbol gira el vehículo avanza, caso contrario el vehículo no avanza
- Posición desembragada, se interrumpe la transmisión (vehículo sin movimiento)
- Posición embragada, transmisión de torque suministrado por el motor, punto muerto para transmitir el torque, debe engranar.



Figura II-33 Árbol primario

2. Árbol Secundario

Este recibe el movimiento del árbol primario y lo traspasa a las ruedas, también es soporte para el montaje de los piñones locos y sincronizadores.

- No gira hasta que una velocidad este enganchada (sin apretar el embrague) o engranada
- Recibe el movimiento del árbol primario por intermedio del conjunto sincronizador
- Transmite el movimiento a la corona por medio de la transmisión puente, la corona siempre esta engranada con el secundario.



Figura II-34 Árbol secundario

Punto muerto: Es la disposición de los engranajes para la cual el movimiento del motor no se transmite a las ruedas permaneciendo el vehículo quieto.

3. Piñón Loco

Este recibe el movimiento del piñón del árbol primario y están el piñón loco 1era, 2da, 3era, 4ta, 5ta los cuales van montados en el árbol secundario junto con el conjunto sincronizador.

La posición axial de cada engranaje es controlada por la horquilla, la cual es accionada por la palanca de cambio y determina que pareja de piñones engranan entre el secundario y el primario.



Figura II-35 Piñón Loco

Donde se pueden identificar:

1. Cono
2. Crabot
3. Dientes

4. Conjunto Sincronizador

Este conjunto permite seleccionar las distintas velocidades de la caja mediante la acción de la palanca que utiliza el conductor, y lo componen el desplazable, cubo y anillo sincronizador. Este conjunto hace que un dentado interno engrane con el piñón loco del árbol secundario correspondiente a la velocidad seleccionada. Para poder hacer el acoplamiento del sincronizador con el piñón, es necesario igualar las velocidades del secundario (con el que gira el sincronizador) y el piñón a enclavar. La función del anillo sincronizador es frenar la inercia del piñón loco y enfrenar los dientes del desplazable con los dientes del crabot del piñón loco.



Figura II-36 Conjunto Sincronizador

5. Conjunto Porta Corona (Diferencial).

Es un mecanismo compuesto por el diferencial y la corona, los cuales luego de pasar por la operación en enclavado se convierten en el conjunto porta corona. Está encargado de transmitir la potencia proveniente del motor a las ruedas permitiendo que giren a velocidades diferentes y compensando las diferencias de velocidades entre ellas por medio del eje satélite.



Figura II-37 Conjunto porta corona

6. Cáster embrague y cáster mecanismo.

Recipiente fabricado de aleación de aluminio que sostiene a la caja de cambios con la finalidad de proteger los mecanismos internos y que sus componentes dispongan de una lubricación constante durante el funcionamiento de la caja.



Figura II-38 Carter embrague y mecanismo

2.11.1 Características de la caja de cambios de Renault

Las cajas de velocidades fabricadas por Renault cuentan con las siguientes características:

CONCEPTO BASICO DE B.V

CAJA DE VELOCIDADES JB-JH-JR - SX	: CAJA PUENTE
TIPO	: MANUAL
NUMERO DE VELOCIDADES	: 5 + REVERSA
TIPO DE CARTERES	: ALEACION ALUMINIO A PRESION
POSICIONAMIENTO	: TRANSVERSAL EN EL VEHICULO
NUMERO DE ARBOLES	: 2
SINCRONIZACION	: SIMPLE CONO _ DOBLE CONO
MOTORIZACION	: MOTORES 1000 - 1200 - 1600 - 1800 cc
COMANDOS	: BAJO RIGIDO JB ALTO A CABLE JH

Figura II-39 Características Caja de cambios Renault

Para el caso particular de Renault Usina Cormecánica, fabrica 2 tipos distintos de cajas de cambio: Jx y Sx.

2.9.1.1 Modelo Sx

- Tiene un peso de 26 kg
- Eje primario con 3 engranajes fijos externos
- Compuesto interiormente 100% Piñonería
- Consta de una horquilla con un solo eje.
- 100 Nm

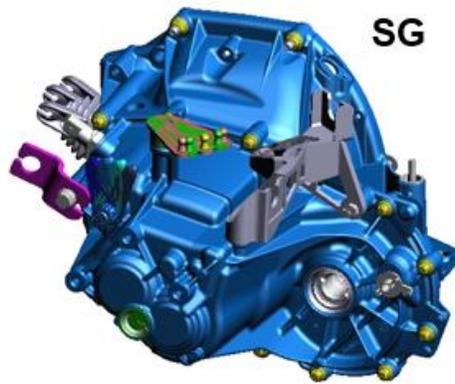


Figura II-40 Caja velocidades Modelo Sx

2.9.1.2 Modelo Jx

- Tiene un peso de 34 kg.
- Solo tiene el engranaje fijo de 5ta.
- Zona exterior 5ta con tapa (diseño antiguo)
- Consta de 3 horquillas y 3 ejes (diferente concepto)
- 160 Nm o 200Nm.

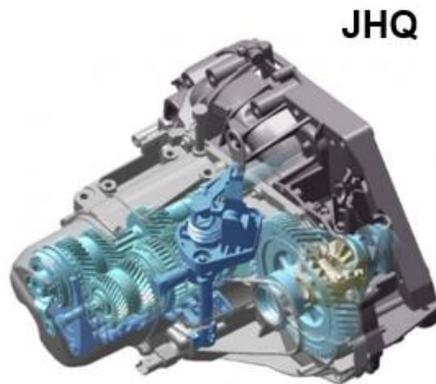


Figura II-41 Caja velocidades Modelo Jx

Además, a diferencia del modelo Jx, la caja de velocidades del modelo Sx es más liviana, lo que hace más fácil su montaje y manipulación. Lo cual está relacionado directamente con que el modelo Sx consta con un diseño más actual, siendo esta de menor costo para su fabricación lo que la hace más rentable para la organización.

Objetivos del estudio

Objetivo general

Generar una propuesta de mejora en el sistema de abastecimiento de piezas mecanizadas en el área de montaje y armado de cajas de cambio línea Sx de Renault Usina Cormecánica con el propósito de reducir los procesos NVA en ella.

Objetivos específicos

- Definir el número de componentes necesarios para el desarrollo del proceso de montaje de la línea Sx en función del número de cajas a fabricar.
- Definir el listado de componentes mecanizados necesarios para satisfacer la demanda de producto final en la línea de montaje Sx.
- Generar un mecanismo de control para la demanda de piezas mecanizadas provenientes de las células de trabajo en función de los requerimientos del proceso de armado de cajas de velocidades.

Capítulo III : Metodología Propuesta

Para el desarrollo de la propuesta de solución se utilizará como fuente de información los datos productivos de las áreas de fabricación involucradas en el proceso de armado y montaje de cajas de velocidades de la línea Sx durante el año 2022, por lo que el desarrollo de la investigación será de carácter cuantitativa. Usando para ello múltiples herramientas que permitan adecuar la propuesta planteada al contexto actual de la organización.

1- Levantamiento de la situación actual de la empresa

Se realizará un estudio del funcionamiento actual de la organización y su desempeño productivo en las diferentes áreas que forman parte del proceso de fabricación de la caja de 5 velocidades del modelo Sx (Células de fabricación, Playa de montaje y Línea de armado y montaje Sx). Donde lo que se busca es conocer el proceso productivo y de abastecimiento de la línea, con el objetivo de comprender como la problemática la afecta y en que sectores esta genera el mayor impacto.

2- Realizar un diagrama causa-consecuencia

En base a la problemática anteriormente identificada, se aplicará un diagrama de Ishikawa, con el objetivo de evaluar los distintos factores que contribuyen en el desarrollo de la problemática desde distintos enfoques, basados en las 6M (Métodos, mano de obra, materiales, maquinaria, medición y medio ambiente), con el fin de plantear una propuesta de solución acorde a el contexto actual de la organización. Las 6 grandes áreas donde se pueden alojar las causas de un problema son:

- Método: se refiere a las acciones que llevas a cabo para ejecutar un proceso.
- Maquinaria: se trata del equipo técnico o tecnológico que se requiere para ese proceso.
- Mano de obra: implica al personal involucrado en ese proceso.
- Materiales: cualquier accesorio, instrumento o material que se ocupa para que el proceso se realice.
- Medición: aquí se contempla el control para lograr el proceso.

- Medio ambiente: hablamos más bien del contexto, espacio o lugar. (Rodríguez, 2022)

3- Analizar datos históricos de producción de la empresa

Se recopilarán y analizarán los datos productivos de la organización del periodo anterior (año 2022), de la línea de ensamble y montaje del modelo Sx y se compararán con los objetivos productivos planteados en la organización para dicha área, esto con el fin de identificar como la problemática anteriormente definida y sus causas han afectado los rendimientos productivos de esta.

4- Generar un BOM para las piezas mecanizadas anteriormente definidas

En base a las piezas definidas para el estudio, se realiza el BOM (Bind of materials) donde se detallan las piezas necesarias para el armado de la caja de velocidades, las cantidades necesarias para formar una unidad de producto final de esta y las relaciones de dependencia entre ellas, definiendo así las piezas padres y niveles jerárquicos entre estas. (Juan, 2014)

5- Estudiar los tiempos productivos de estas piezas y las capacidades de estos

Para cada una de las piezas definidas anteriormente, se estudian sus tiempos de ciclo, cantidades producidas, y las capacidades de transporte por carro de cada una de ellas.

6- Definir piezas críticas

En base a lo anterior, se definirán las piezas críticas, las cuales corresponden al foco de atención dentro del proceso productivo, siendo estas las piezas que se producen en menor cantidad durante una jornada y que se encuentran por debajo de los niveles de producción necesarios para cumplir con los objetivos organizacionales. Teniendo en cuenta para ello que históricamente para el desarrollo del proceso de montaje Sx, se tiene evidencia que las piezas que mayormente se encuentran en esta situación corresponden a las coronas y los árboles primarios y piñonería. Aunque estas son dinámicas, por lo que cambian constantemente según el estado de las células productivas.

7- Pronostico y análisis de la producción semanal (Recepciones Programadas)

Se pronostica la cantidad de piezas por semana a producir para el horizonte de estudio (5 semanas) en base a los datos productivos históricos de la organización, siendo estas, las recepciones programadas de la línea de armado y montaje Sx. Además, se obtiene la varianza de cada una y se analiza su comportamiento frente a la media productiva semanal obtenida.

8- Generar un PMP para la caja de velocidades Sx

El Plan Maestro de Producción, es el plan general de un fabricante sobre cómo y cuándo producir sus productos, incluyendo la cantidad que necesita producir en un plazo específico. Cuando se aplica correctamente, el programa maestro de producción sirve de guía completa para que la organización siga todo el proceso de fabricación. (SafetyCulture, 2023)

Donde, para desarrollar el MRP de la línea de armado y montaje Sx, es necesario previamente definir el PMP (Plan maestro de Producción) semanal de cajas de velocidades modelo Sx basándose para ello en la demanda de producto final definida semanalmente por la organización, y la cual es generada directamente desde la casa matriz de Renault en Brasil.

9- Generar un MRP para los componentes mecanizados definidos

Se define MRP como la planificación de los insumos, componentes y materiales de demanda dependiente para la producción de artículos finales, lo que conlleva a la administración del inventario y programación de pedidos de reabastecimiento. Todo esto hecho para cumplir al cliente en los tiempos estimados y con la calidad requerida. Con el MRP respondemos las siguientes preguntas:

- Qué producir o inventariar
- Cuánto producir o inventariar
- Cuando producir o inventariar (Betancourt, 2017)

Finalmente desarrollar una planificación semanal para cada una de las piezas de mecanizado definidas anteriormente, a través de la aplicación del sistema MRP,

siguiendo para ello el BOM y PMP previamente establecidos. Utilizando para ello, las recepciones programadas, stock de seguridad, lead time y proyección de disponibilidad de cada uno de los componentes, con tal de cumplir con los requerimientos necesarios para la fabricación de las cajas de velocidades.

Destacando que para este estudio solo se tomarán en consideración **las piezas de mecanizado** que intervienen en el proceso de armado y montaje de la línea Sx, esto es, las piezas de origen interno (POI) y que son intervenidas durante toda su formación dentro de la planta de CMC. Lo anterior con un horizonte de 5 semanas, puesto que la demanda se define mensualmente en base a los requerimientos de la casa matriz.

Problemática	Herramienta a Utilizar	Resultado esperado
Se desea conocer los diferentes factores que influyen en la generación e impulsan la problemática planteada	Diagrama de Ishikawa	Conocer las principales causas con relación a diferentes conceptos que influyen en el desarrollo de la problemática
Ausencia de un diagrama que permita comprender el funcionamiento del proceso de montaje y ensamble de la línea Sx y las partes involucradas.	Diagrama SIPOC	Identificar los proveedores, entradas, procesos, salidas y clientes de la línea de ensamble Sx.
Los objetivos fijados por la organización difieren con las cantidades reales que estos son capaces de producir.	Estudio de datos productivos históricos de las células de trabajo de CMC.	Conocer las cantidades reales producidas por la organización, así como los tiempos de ciclo de los procesos involucrados en la fabricación del producto final

<p>Ausencia de un listado de componentes para satisfacer los requerimientos productivos mínimos de la línea</p>	<p>Listado de materiales (BOM)</p>	<p>Identificar los componentes y las cantidades necesarias para el armado del producto final</p>
<p>No existe priorización de la demanda en la línea para las piezas críticas que componen la caja de velocidades.</p>	<p>Definición de piezas críticas</p>	<p>Conocer las piezas en las cuales es necesario poner énfasis para la realización de las mejoras</p>
<p>Se desconoce el comportamiento de la producción de cada una de las piezas para los periodos a estudiar.</p>	<p>Pronóstico de la demanda</p>	<p>Obtener las Recepciones programadas para la realización del MRP</p>
<p>Ausencia de un plan de producción que permita cumplir con la demanda en los periodos exigidos por la organización.</p>	<p>Plan maestro de producción (PMP)</p>	<p>Definir las cantidades necesarias a producir y los plazos de estas para cada pieza de mecanizado</p>
<p>No existe una metodología establecida de demanda para las piezas mecanizadas de la línea de montaje Sx.</p>	<p>Planificación de requerimientos de materiales (MRP)</p>	<p>Generar una metodología de demanda para satisfacer los requerimientos por componentes de la línea de montaje Sx</p>

Capítulo IV : Desarrollo

4.1 Diagrama de Ishikawa

Para realizar el diagrama de Ishikawa primero se debe identificar el problema principal, el cual corresponde a la “Falta de componentes en la línea de montaje Sx”. Posterior a esto se definen las 6 espinas principales a utilizar las cuales son:

1.Método

- No existe un plan de demanda establecido en base a los requerimientos de la línea.
- No existen estándares de control para el procedimiento de montaje

2.Medición

- Piezas no cumplen estándares de calidad (Error en las mediciones)
- Se desconoce la cantidad real de piezas OK por carro provenientes de cada una de las líneas.

3.Mano de obra

- Personal omite etapas del proceso productivo
- Personal carga piezas no controladas o sobre controladas en los carros (Formación deficiente de personal)

4.Materiales

- Piezas defectuosas
- Almacenamiento de piezas poco seguro (riesgo de quiebre por roce)

5.Medio ambiente/Entorno:

- Alta rotación de personal en las células de trabajo
- Falta de orden en la zona de picking/kitting

6.Maquinaria

- Desgaste de maquinaria
- Mala utilización de las máquinas

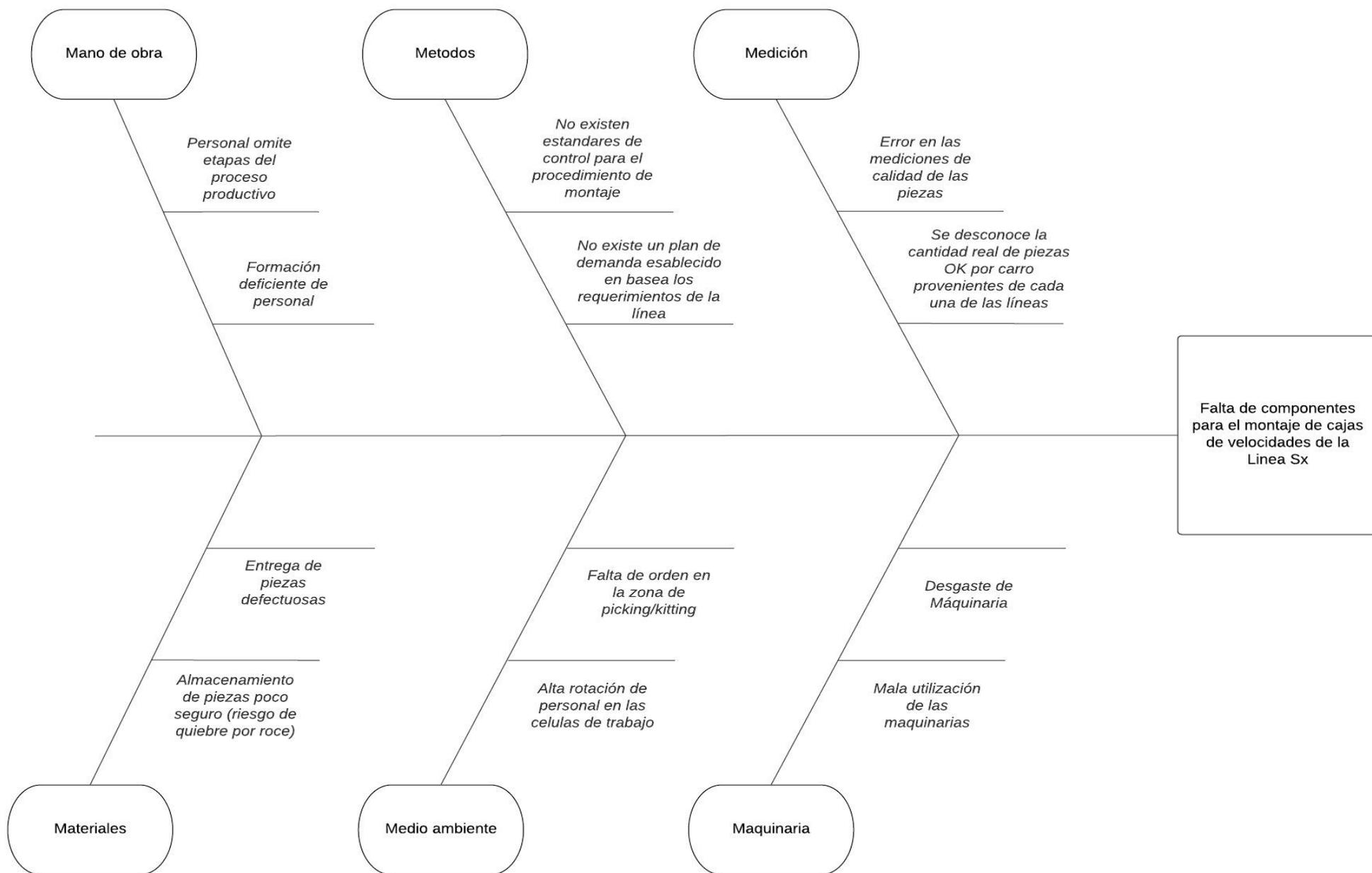


Figura IV-1 Diagrama de Ishikawa Línea Sx

4.2 Diagrama SIPOC Línea de montaje Sx

Un diagrama SIPOC sirve para documentar los Proveedores (Suppliers), Entradas (Inputs), Procesos (Process), Salidas (Outputs) y Clientes (Customers) en una operación. Una lista de estos elementos ayuda a marcar los límites de un proceso a un alto nivel. El diagrama se usa para proveer a quienes toman las decisiones con información crucial sobre todo el proceso, pero sin entrar en mayores detalles. Este diagrama muestra la relación directa entre lo que le piden los clientes, lo que obtiene de los proveedores y la forma en que estas se relacionan en el proceso. (kanbantool, s.f.)

- Proveedores (S)

Departamento de fabricación (playa de montaje y células de fabricación)

Departamento de logística (piezas de externos)

- Entradas (I)

Cantidad de piezas necesarias para el montaje de las cajas de velocidades provenientes de cada una de sus células de fabricación y que descansan en la playa de montajes.

- Procesos (P)
 - Ingresar solicitud de cliente de cajas de cambio armadas del modelo SX.
 - Buscar cantidad de piezas necesarias en los carros situados en la playa de montaje (en caso de no existir las necesarias se genera una orden de fabricación a las células correspondientes).
 - Trasladar carros de piezas mecanizadas a la línea de montaje.
 - Realizar control de golpes a las piezas de mecanizado
 - Montar las cajas cambio de 5 velocidades pedidas por el cliente.
 - Trasladar producto finalizado a el banco de pruebas.
 - Embalar producto para su posterior envío
- Salidas (O)

Cantidad de Cajas de 5 velocidades del modelo Sx demandas

- Clientes (C)

Se puede definir como clientes a las distintas usinas de Renault a lo largo de Sudamérica, principalmente la casa matriz de Renault, ubicada en Curitiba Brasil, la cual es la encargada de la fabricación y terminación de los automóviles.

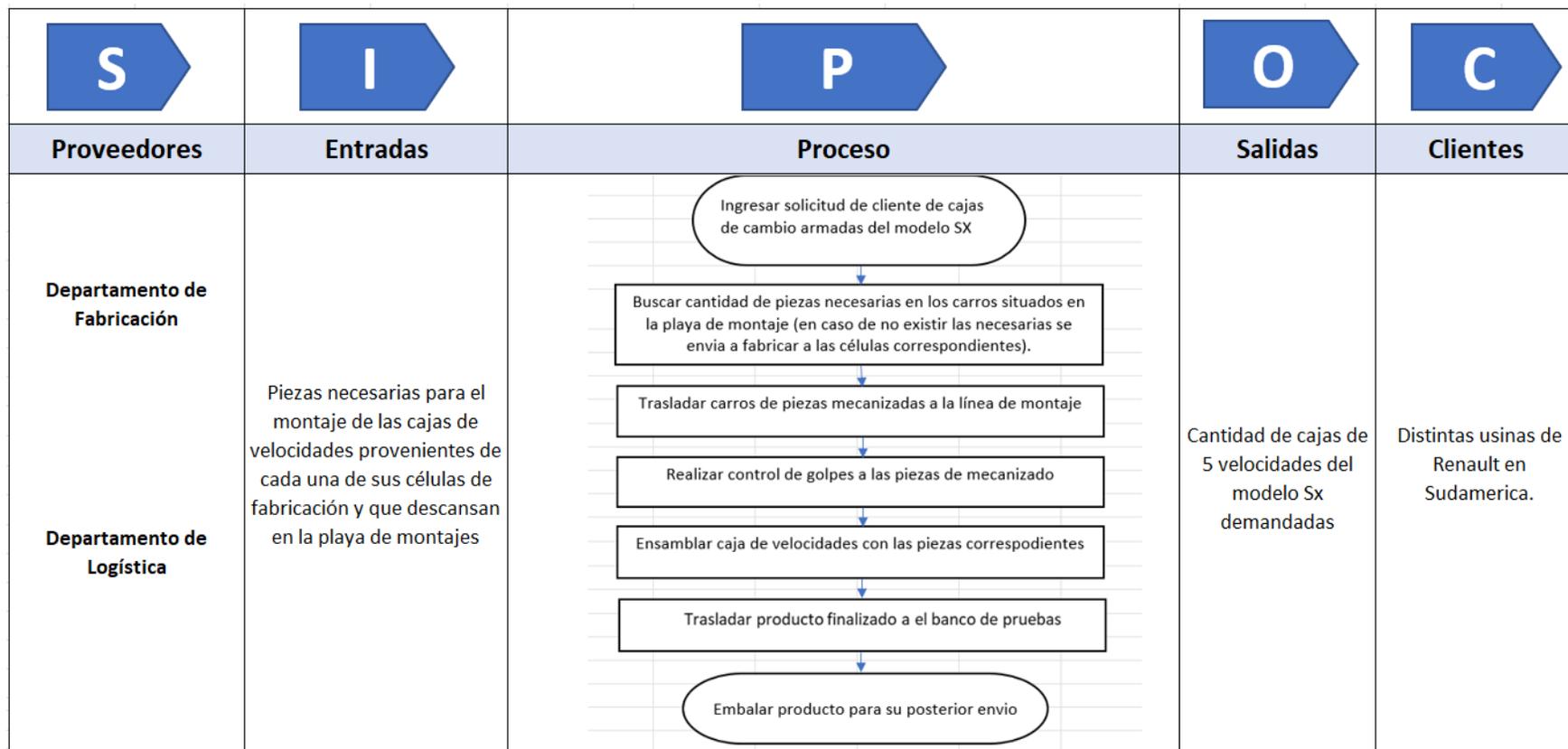


Figura IV-2 Diagrama SIPOC línea de montaje Sx

4.3 Levantamiento de datos

A través de un levantamiento de información realizado por células en el área de fabricación, se obtuvieron los volúmenes mensuales de producciones de los componentes que forman parte de la línea de montaje y ensamble de las cajas de cambios del modelo Sx, teniéndose lo siguiente:

CC	Celula	Obj	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
1104	03 Arbol Secundario Blando	19983	12464	18637	23206	14891	17837	18614	21601	27469	25628	23765	24279	20763
1112	04 Arbol Secundario Duro	19983	12678	17937	21357	16740	20450	17937	20003	23705	21729	22838	22858	19839
1500	39 Corona Sx blando	9167	4396	7679	9257	8974	9058	8064	9169	9145	7301	7731	10470	8295
1501	45 Corona Duro Sx	9167	5089	7191	9326	7804	8487	8343	9438	8837	7950	7493	9896	8169
1508	38 1203 (PLocos Sx soldadura)	55000	20929	27619	37741	29887	34890	29984	40036	40623	40901	31041	35026	33516
1301	08 P Loco 1 Bl	14630	9461	12613	13512	12782	16147	12093	16666	17762	16186	16493	15340	14460
1314	09 P Loco 2 Bl	14630	6650	16465	13829	11558	14227	15331	13964	18394	18735	18137	16958	14932
1303	10 P Loco 3 Bl	20900	10027	14077	21274	16947	21320	20001	19469	25271	21315	22094	19372	19197
1315	11 P Loco 4 Bl	14630	9559	13072	13658	13420	14868	13294	14222	19051	17524	13645	15863	14380
1110	12 P Loco 5 Bl	23540	12239	14856	19665	19018	19783	20938	22429	26070	23890	19234	22674	20072
1116	19 1116 (PL124D)	25254	18657	24289	27154	27478	26992	18804	33096	34416	32894	32051	25933	27433
1204	20 1204 (PL5D)	25254	20299	26473	29832	27179	24016	20151	33803	34965	35687	34250	34705	29215
1504	37 Piñones fijos S	33000	10598	20754	26429	24432	24367	23753	24459	27373	22064	24838	23773	22985
1502	40 Arbol Primario Sx	11000	4653	7864	8261	7718	9371	8559	7927	10142	7510	7285	9969	8114
1503	44 Arbol Primario Duro Sx	11000	4500	7049	8808	7052	8810	8488	8068	9539	7947	7023	10254	7958
1402	42 Carter Embrague Sx	9167	4323	5952	9068	7653	8057	8903	8453	7753	8095	8495	8646	7763
1402	43 Carter Mecanismo Sx	9167	5634	6285	9657	8796	8813	7906	8817	8357	8462	8271	9222	8202
1507	41 Montaje Sx	11000	5256	7283	9137	7417	8270	7960	8471	9211	7861	7780	9612	8023

Figura IV-3 Volumen mensual producción 2022

Además, se puede observar que frente al objetivo planteado por la organización y los volúmenes de producción mensuales obtenidas en 2022 se tienen los siguientes rendimientos operacionales:

Familia	Mecanizado	Obj 2022	R 2022	Dif.Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
ARBOLES	03 Arbol Secundario Blando	75,0%	63,6%	-11,4%	60,9%	61,2%	65,9%	69,5%	67,1%	69,5%	59,1%	60,9%	63,2%	59,9%	57,4%	69,1%
ARBOLES	04 Arbol Secundario Duro	81,0%	78,4%	-2,6%	82,1%	81,7%	78,1%	82,4%	81,5%	82,8%	80,9%	80,9%	74,1%	73,3%	69,7%	73,7%
DIFERENCIAL	39 Corona Sx	85,0%	84,7%	-0,3%	67,1%	81,0%	84,5%	87,8%	91,1%	92,1%	89,2%	81,9%	86,0%	85,1%	84,7%	85,6%
DIFERENCIAL	45 Corona Duro Sx	83,0%	82,5%	-0,5%	77,2%	74,6%	81,6%	79,7%	90,5%	91,6%	87,8%	78,3%	86,9%	84,1%	83,6%	73,9%
PIÑONERIA	38 1203 (PLocos Sx soldadura)	80,0%	74,9%	-5,1%	68,4%	69,8%	78,9%	61,2%	78,4%	69,0%	66,6%	69,6%	81,9%	92,1%	80,4%	82,5%
PIÑONERIA	08 P Loco 1 BI	75,0%	67,7%	-7,3%	73,5%	74,6%	68,7%	62,4%	67,6%	60,4%	60,8%	63,2%	70,7%	70,1%	71,1%	69,1%
PIÑONERIA	09 P Loco 2 BI	73,0%	62,3%	-10,7%	66,1%	69,1%	74,6%	65,8%	60,8%	52,3%	45,1%	58,8%	67,9%	67,1%	60,7%	59,4%
PIÑONERIA	10 P Loco 3 BI	75,0%	66,9%	-8,1%	69,0%	67,8%	69,1%	68,1%	70,4%	65,9%	60,8%	61,1%	67,9%	74,8%	60,9%	66,5%
PIÑONERIA	11 P Loco 4 BI	73,0%	63,8%	-9,2%	57,8%	67,7%	72,2%	64,9%	63,0%	53,3%	58,0%	65,0%	69,3%	69,5%	61,7%	62,6%
PIÑONERIA	12 P Loco 5 BI	75,0%	68,5%	-6,5%	65,9%	65,1%	70,4%	70,9%	70,5%	68,7%	67,3%	69,3%	64,7%	70,8%	72,3%	66,0%
PIÑONERIA	19 1116 (PL124D)	85,0%	84,4%	-0,6%	86,2%	84,4%	87,1%	86,5%	85,3%	83,9%	85,0%	81,9%	85,2%	86,5%	81,8%	78,7%
PIÑONERIA	20 1204 (PL5D)	90,0%	89,7%	-0,3%	93,9%	92,0%	91,1%	90,4%	76,1%	88,1%	88,4%	90,4%	90,6%	93,9%	90,4%	90,6%
SINCRO	37 Piñones fijos S	87,0%	84,9%	-2,1%	74,8%	87,4%	86,5%	92,6%	87,1%	87,8%	89,6%	89,9%	82,6%	84,6%	79,9%	76,1%
ARBOLES	40 Arbol Primario Sx	88,0%	84,5%	-3,5%	82,4%	86,9%	84,1%	81,9%	85,2%	88,6%	85,3%	91,4%	84,6%	86,0%	85,0%	72,5%
ARBOLES	44 Arbol Primario Duro Sx	88,0%	86,9%	-1,1%	82,6%	86,1%	86,6%	85,2%	87,6%	88,0%	86,5%	93,2%	87,1%	87,7%	88,7%	83,1%
CARTER	42 Carter Embrague Sx	92,0%	93,9%	1,9%	94,9%	92,4%	93,2%	94,8%	95,8%	84,4%	95,3%	95,8%	87,6%	93,9%	98,8%	99,5%
CARTER	43 Carter Mecanismo Sx	92,0%	85,1%	-6,9%	96,0%	91,0%	85,6%	95,6%	91,3%	69,3%	77,9%	83,9%	86,2%	80,4%	85,1%	78,5%
MONTAJES	41 Montaje Sx	98,5%	97,5%	-1,0%	99,5%	95,4%	97,5%	97,1%	95,2%	100,0%	99,6%	99,1%	97,9%	99,4%	94,7%	94,9%

Figura IV-4 Rendimientos operativos por pieza

Luego, agrupando los componentes por familia se tienen los siguientes rendimientos:

Familia	Obj 2022	R 2022	Dif.Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV
Arboles	81,50%	75,67%	-5,83%	74,05%	78,53%	78,88%	76,25%	78,22%	80,13%	72,90%	76,78%	75,15%	74,32%	72,30%
Piñoneria	79,90%	74,85%	-5,05%	76,41%	77,51%	77,79%	75,98%	72,40%	70,07%	69,71%	72,61%	76,92%	80,41%	75,91%
Sincro + Diferencial	83,90%	81,11%	-2,79%	73,94%	78,33%	81,99%	84,60%	84,74%	85,69%	84,50%	83,37%	81,48%	80,30%	78,56%
Carter	92,00%	90,44%	-1,56%	93,48%	92,55%	88,85%	91,60%	92,63%	84,73%	89,83%	89,13%	88,48%	89,48%	92,90%
Montaje S	98,50%	97,52%	-0,98%	99,50%	95,40%	97,50%	97,10%	95,20%	100,00%	99,60%	99,10%	97,90%	99,40%	94,70%

Figura IV-5 Rendimientos operativos por famili

Pudiendo notar que, durante 2022 en los periodos comprendidos entre enero y diciembre, en ninguna de las áreas de fabricación se logró cumplir con los objetivos de rendimiento productivos requeridos por la organización, destacando que el mayor porcentaje de variación anual con respecto a el objetivo se encuentra en la familia de los árboles con un -5,83% de variación, seguido de Piñonería con -5,05%. Mientras que por el contrario el menor porcentaje anual se encuentra en el proceso de montaje Sx con aproximadamente un -1% de variación, lo anterior se puede observar con mayor claridad en la siguiente gráfica:

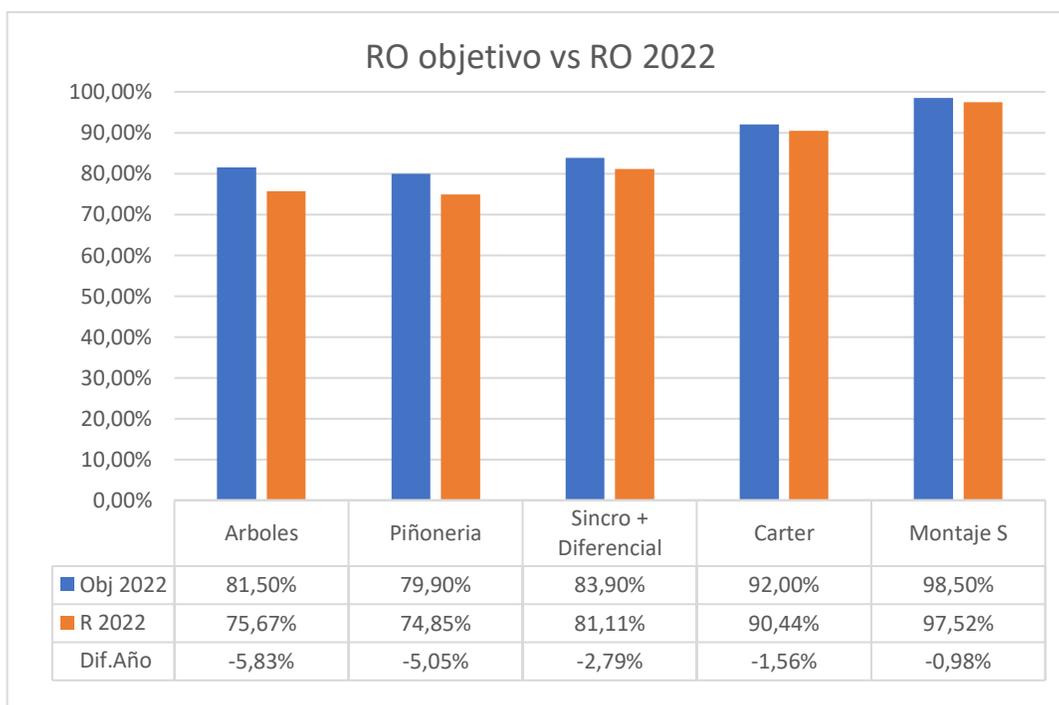


Figura IV-6 RO objetivo vs RO 2022 por Áreas

Lo cual deja en evidencia que, existen grandes variaciones relacionadas a la producción de los componentes claves para el proceso de montaje Sx, con respecto a los objetivos planteados por la organización, pudiendo observar que los que presentan mayor variación se encuentran situados en la familia de los árboles (5.83%) y los piñones (5.05%), puesto que estas son las piezas principales para el montaje de los ejes principales y el ensamble de la caja de velocidades.

Para cada uno de los componentes mecanizados que conforman la familia Sx mencionados anteriormente se obtienen los tiempos de ciclo y las respectivas capacidades por carro para cada una de las piezas.

Taller	Uet	Celula	Modelo	Tcy	Capacidad Piezas por carro
Piñonería y Arboles	Arboles	Arbol Secundario	SX	1,18	88
Piñonería y Arboles	Arboles	Arbol Primario	SX	0,92	77
Sincro y Diferencial	Diferencial	Corona	SX	1,26	48
Piñonería y Arboles	Piñonería	P Loco 1era	SX	0,63	315
Piñonería y Arboles	Piñonería	P Loco 2da	SX	0,63	315
Piñonería y Arboles	Piñonería	P Loco 3era	SX	0,63	315
Piñonería y Arboles	Piñonería	P Loco 4ta	SX	0,72	315
Piñonería y Arboles	Piñonería	P Loco 5ta	SX	0,75	315
Sincro y Diferencial	Diferencial	Piñon Fijio 3era	SX	0,7	588
Sincro y Diferencial	Diferencial	Piñon Fijio 4ta	SX	0,7	714
Sincro y Diferencial	Diferencial	Piñon Fijio 5ta	SX	0,7	588

Figura IV-7 Tiempos de ciclo y capacidad por pieza

Pudiendo observarse que:

Para los piñones locos:

- Se tiene una capacidad de piezas por carro igual a 315 unidades para cada uno de los piñones que conforman la familia de piñones locos.
- Para los piñones locos de primera, segunda y tercera se cuenta con un tiempo de ciclo de 0,63 cmin, mientras que para los piñones locos de cuarta y quinta se cuenta con un tiempo de ciclo de 0,72 cmin y 0,75 cmin respectivamente.

Para los piñones fijos:

- Se tiene una capacidad de piezas por carro de 588 unidades para los piñones fijos de tercera y quinta, mientras que para los piñones fijos de cuarta es de 714.
- Se tiene un tiempo de ciclo de 0,70 cmin para las piezas que conforman la familia de piñones fijos Sx, esto es, los piñones fijos de tercera, cuarta y quinta.

Para la familia de los árboles:

- Respecto a los árboles primarios se cuenta con un tiempo de ciclo igual a 2,13 cmin y una capacidad máxima por carro de 88 piezas, mientras que para los árboles secundarios, se tiene que poseen un tiempo de ciclo igual a 0,77 cmin y una capacidad máxima por carro de 77 piezas

Finalmente, para las coronas se tiene una capacidad máxima de 48 piezas por carro y un tiempo de ciclo igual a 2,13 cmin.

Tiempos de ciclo:

El mayor tiempo de ciclo se encuentra en la fabricación de la corona con un tiempo total de 4,26 cmin, seguido del árbol primario con un total de 4,08 cmin y el piñón loco de quinta con un total de 1,81 cmin.

Por otro lado, el menor tiempo de ciclo total se encuentra en los piñones fijos de tercera, cuarta y quinta con un valor de 0,7 cmin, seguido de el árbol secundario con un total de 1,41 cmin y los piñones locos de primera, segunda y tercera con un tiempo total de 1,69 cmin cada uno.

Destacando que el valor total del tiempo de ciclo incluye los tiempos de ciclo de fabricación en blando, en duro y soldadura. Donde se tiene que el procedimiento en blando corresponde al proceso al que es sometida la pieza antes de ingresar al área de tratamientos térmicos, mientras que el procedimiento en duro corresponde al proceso al que es sometida la pieza después de pasar por el área de tratamientos térmicos.

Donde para la medición de los tiempos de ciclo, estos se realizan en ciclos por minuto (cmin), donde un ciclo corresponde al proceso que realiza una célula para fabricar un componente.

4.4 Calculo de piezas por turno/semanales

Para efectos de cálculo, se tiene un objetivo de producción diaria de 500 cajas de cambio del modelo Sx y un tiempo total de duración de jornada laboral de 570 min (9 horas 30 min), en los cuales se aplican 2 pausas de un 4% de la jornada laboral a las 10:00 y 15:00, además de un tiempo de colación igual a 30 min. Obteniendo así un tiempo productivo total de 494,4 min, concentrados en 1 turno diario, lo que es equivalente a 8 horas y 15 min aproximadamente.

		1 turno	Comienzo	8:00	
			Final	17:30	
		Duración turno	570	min	
	10:00 a. m.	1 Pausa 4%	22,8	min	
		Almuerzo	30	min	
	15:00 p. m.	2 Pausa 4%	22,8	min	
		Total Turno	494,4	min	
			8,24	Horas	

Figura IV-8 Jornada laboral diaria Renault

En base a los tiempos de ciclo total obtenidos anteriormente para los procesos de fabricación de las piezas de mecanizado, se obtiene: las cantidades de piezas teórica fabricadas, y el número de carros de piezas llenados tanto por jornada como semanalmente:

Pieza	Tcy total [cmin]	Cantidad de piezas por turno	Cantidades de piezas semana	N° de carros por turno	N° de carros por semana
Árbol Primario	1,18	418	2090	4,8	23,8
Árbol Secundario	0,92	537	2685	7,0	34,9
Corona	1,26	392	1960	8,2	40,8
Piñón Loco 1era	0,63	784	3920	2,5	12,4
Piñón Loco 2da	0,63	784	3920	2,5	12,4
Piñón Loco 3era	0,63	784	3920	2,5	12,4
Piñón Loco 4ta	0,72	686	3430	2,2	10,9
Piñón Loco 5ta	0,75	659	3295	2,1	10,5
Piñón Fijo 3era	0,70	706	3530	1,2	6,0
Piñón Fijo 4ta	0,70	706	3530	1,0	4,9
Piñón Fijo 5ta	0,70	706	3530	1,2	6,0

Figura IV-9 Número de piezas por turno

Luego, se obtiene el rendimiento **promedio** anual del periodo anterior para cada uno de los componentes de mecanizado del modelo Sx, con el fin de obtener un acercamiento a las cantidades reales de piezas producidas durante la jornada laboral, contrastándolo con las capacidades teóricas calculadas anteriormente.

Componentes Sx	Prod teorica diaria	Rendimiento promedio anual	Producción diaria	Producción Semanal
Árbol Primario	418	86,87%	363	1815
Árbol Secundario	537	78,44%	421	2105
Corona	392	82,48%	323	1615
Piñón Loco 1era	784	67,69%	530	2650
Piñón Loco 2da	784	62,31%	488	2440
Piñón Loco 3era	784	66,86%	524	2620
Piñón Loco 4ta	686	63,75%	437	2185
Piñón Loco 5ta	659	68,49%	451	2255
Piñón Fijo 3era	706	84,91%	599	2995
Piñón Fijo 4ta	706	84,91%	599	2995
Piñón Fijo 5ta	706	84,91%	599	2995

Figura IV-10 Calculo N° piezas reales por célula

Componentes Sx	Capacidad Piezas por carro	Carros por día	Carros por semana
Árbol Primario	88	4,13	20,63
Árbol Secundario	77	5,47	27,34
Corona	48	6,73	33,65
Piñón Loco 1era	315	1,68	8,41
Piñón Loco 2da	315	1,55	7,75
Piñón Loco 3era	315	1,66	8,32
Piñón Loco 4ta	315	1,39	6,94
Piñón Loco 5ta	315	1,43	7,16
Piñón Fijo 3era	588	1,02	5,09
Piñón Fijo 4ta	714	0,84	4,19
Piñón Fijo 5ta	588	1,02	5,09

Figura IV-11 N° de carros según capacidad

Donde a raíz de lo obtenido se puede observar lo siguiente:

Cantidad de piezas fabricadas por turno/semana

Respecto a las cantidades de piezas fabricadas para el modelo Sx se tiene que:

Los piñones fijos de tercera, cuarta y quinta son las piezas de mecanizado que se producen en mayor volumen dentro de la fábrica teniendo un total de 599 piezas de cada una de ellas fabricadas diariamente. Teniendo así que semanalmente se fabrican 2995 piezas en promedio de cada uno de los tipos.

Luego, se encuentra el árbol secundario, del cual se produce un volumen de 421 piezas diarias y un total de 2105 piezas semanales, siendo este, el segundo mayor volumen de piezas producido para el modelo Sx dentro de la fábrica.

Por otro lado, se puede observar que las coronas son las piezas que se producen en menor volumen dentro de la fábrica con un total de 323 coronas por día, teniendo que por jornada se fabrican un total de 1615 coronas en promedio semanalmente.

Seguido a esto, se tiene el árbol primario el cual presenta un volumen de producción igual a 363 piezas por día, lo que equivale a 1815 piezas por jornada, siendo este, el segundo menor volumen producido para el modelo Sx dentro de la fábrica.

Cantidad de carros llenados por turno/semana

Según lo mencionado anteriormente y respecto a la cantidad de carros llenados durante la jornada laboral para cada una de las piezas de mecanizado se tiene:

El mayor número de carros producidos se encuentra en la célula de producción de las Coronas con un total de 6 carros por jornada aproximadamente, lo que es equivalente a 33 carros por semana. Seguido de los árboles secundarios con un total de 5 carros por jornada y los árboles primarios con un total de 4 carros por jornada.

Luego, para el resto de los componentes que conforman la caja de cambios se tiene para cada uno de ellos el llenado de aproximadamente un carro por jornada, variando estos en las cantidades semanales a completar. Pudiendo destacar que los piñones locos de primera y tercera poseen las mayores cantidades, siendo estas de 8 carros, mientras que por el contrario los piñones fijos de tercera y quinta poseen la menor cantidad de estos con un total de 5 carros.

Por otro lado, se tiene que, para el caso de los piñones fijos de cuarta, no se alcanza a completar un carro completo de piezas (0,84) por jornada, esto a raíz de que la capacidad de piezas por carro de estos es mayor que la de las demás piezas, y en este caso, superior a la producción aplicando el factor del rendimiento productivo

promedio de la célula de trabajo. Constando así de un total de 4 carros llenos a la semana aproximadamente.

4.5 Piezas de mecanizado fabricadas en Cormecánica utilizadas en la línea de montaje Sx

Se puede observar que del total de componentes que forman parte de la caja de cambios del modelo Sx fabricada por Renault Usina Cormecánica (CMC), solo 10 del total de piezas que son necesarias para el montaje del producto final (Ver Anexos), son generadas en esta Usina. Siendo estos los focos de concentración para el estudio.

FUNCIONAMIENTO DEL CÁRTER MECANISMO						
F11829	321018068R	CARTER MECANISMO SG	1	FP	Y	SG
F11851	322016858R	EJE PRIMARIO 13x49 - 21x43	1	CMC		SG
F11877---	322B18663R	PIÑON FIJO 3º 31/40 (Primario) FOSFATADO	1	Chile		SG
F11880---	322B44336R	PIÑON FIJO 4º 39X37 (Primario)	1	CMC		SG
F11883---	323705980R	PIÑON FIJO 5º 43/34 "FOSFATADO" (Primario)	1	CMC		SG
F11854	322412690R	EJE SECUNDARIO 14/59 FOSFATADO	1	CMC		SG
culo001869	322306635R	CONJ.PIGNON FOU 1ERE 13/49 DOBLE CONO	1	CMC		SG
culo001870	322501809R	CONJ.PIGNON FOU 2EME 21/43 DOBLE CONO	1	CMC		SG
culo001871	322B26812R	CONJUNTO ENGRANAJE LOCO 3 31/40 FOSFATADO	1	CMC		SG
culo001872	322B58300R	CONJ CARGA ENGRANAJE 4º 39/37	1	CMC		SG
culo007694	323716935R	ENGRANAJE LOCO 5º 43/34 ASS FOSFATADO	1	CMC		SG
F11888---	381017865R	PUENTE CORONA 14*59	1	cmc		SG

Figura IV-12 Piezas de mecanizado fabricadas en CMC utilizadas en la línea Sx

Además, se puede destacar que, para cada uno de los componentes generados, es necesaria solo 1 unidad de cada componente para el ensamble de 1 caja de velocidades, por lo cual existe una relación 1:1 entre las piezas fabricadas y sus requerimientos para el ensamble y montaje del producto final. Por lo que es necesario estudiar cuales son las piezas críticas del proceso de montaje, esto es, las piezas que se generan en menor medida y que regulan la fabricación del producto final, siendo estas las principales responsables de la generación de pérdidas de tiempos productivos en el proceso, vinculados a procesos NVA, como lo son: la búsqueda y conteo de piezas disponibles en el área de picking/kitting para el montaje y armado de cajas de velocidades o el desarrollo de ordenes de demanda de piezas faltantes a las células de trabajo.

4.6 Definición de piezas críticas para el proceso de montaje

En relación con los requerimientos productivos de la línea de armado y montaje Sx y las cantidades de piezas promedio por turno obtenidas para los principales componentes de mecanizado de la caja de velocidades se tiene lo siguiente:

Pieza	Cantidad de piezas por turno	Cantidad Objetivo Turno	Real vs objetivo
Árbol Primario Sx	363	500	-137
Árbol Secundario Sx	421	500	-79
Corona	323	500	-177
Piñón Loco 1era	530	500	30
Piñón Loco 2da	488	500	-12
Piñón Loco 3era	524	500	24
Piñón Loco 4ta	437	500	-63
Piñón Loco 5ta	451	500	-49
Piñón Fijo 3era	599	500	99
Piñón Fijo 4ta	599	500	99
Piñón Fijo 5ta	599	500	99

Figura IV-13 Piezas objetivo vs real

Se pueden identificar 5 piezas críticas principales dentro del proceso de fabricación: árbol primario, corona, árbol secundario piñón loco segunda, piñón loco cuarta y piñón loco quinta. Donde se puede observar que existe una carencia en la producción de estas piezas para lograr alcanzar el objetivo productivo diario establecido por la organización. Teniendo así una carencia de 177 piezas para la corona, 137 piezas para el caso del árbol primario, 79 piezas para el árbol secundario, 63 piezas para el piñón loco de cuarta, 49 piezas para el piñón loco quinta y 12 para el piñón loco de segunda. Por el contrario, para el caso de las demás piezas de mecanizado se puede observar que existe un excedente en la producción con respecto a la cantidad objetivo de cajas de velocidades a producir planteada por la organización, lo que implica que para la siguiente carga de carros se necesitaran menos piezas para completarlo, y por ende menos tiempo, para que este sea trasladado a la playa de montajes.

Esto teniendo como referencia que el objetivo de producción diario para el área de montajes Sx establecido por la organización durante el periodo de estudio es de 500 cajas de cambios del modelo Sx. Por lo que por lo visto anteriormente es necesario

contar con 500 piezas de mecanizado de cada uno de los tipos que componen la caja de velocidades para lograr dicho objetivo.

Con relación a las duraciones de los turnos y las cantidades promedio producidas para las piezas definidas como críticas, se tiene lo siguiente:

<i>Componentes</i>	<i>Piezas faltantes</i>	<i>Piezas por turno</i>	<i>Turnos necesarios</i>	<i>Tiempo en min</i>
Árbol Primario	137	363	0,38	186,59
Árbol Secundario	79	421	0,19	92,77
Corona	177	323	0,55	270,93
Piñón Loco 2da	12	488	0,02	12,16
Piñón Loco 4ta	63	599	0,11	52,00
Piñón Loco 5ta	49	599	0,08	40,44

Figura IV-14 Piezas criticas

Donde se puede observar que, para cumplir con la cantidad de piezas faltantes, es necesario contar con un mínimo de media jornada extra aproximadamente, donde para el caso del árbol primario se necesitan 187 min aprox. y para las coronas un poco más de media jornada, 271 min aprox. Siendo estas últimas las que presentan el mayor déficit productivo de las piezas identificadas anteriormente.

Es necesario considerar que, los valores obtenidos corresponden a **aproximaciones**, dado que al ser calculados en base a la producción promedio estimada para cada una de las piezas, estas pueden variar.

Cabe destacar que el tamaño y forma de los carros es varia para cada uno de los tipos de piezas fabricadas, por lo que la capacidad de estos varía según el tamaño de la pieza a cargar.



Figura IV-15 Playa de montaje

4.6 Producción semanal de piezas de mecanizado

A continuación, se presentan los datos de producción en un rango de 38 semanas para cada uno de los componentes de mecanizado mencionados anteriormente:

Elemento	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16
Corona	1900	1629	1530	1848	1519	2331	1748	1875	2234	2104	2051	1675	1320	1796	2580	1955
Arbol Primario	1685	1324	1821	1604	1823	1810	1856	1922	2030	2092	1583	1774	1286	1616	2081	1510
Piñon Fijo Tercera	1424	1639	1976	1530	2149	1920	1696	2250	1848	2398	2328	2310	1711	2296	2101	1995
Piñon Fijo Cuarta	1294	1490	1797	1391	1953	1745	1542	2045	1680	2180	2116	2100	1555	2087	1910	1814
Piñon Fijo Quinta	1359	1565	1887	1461	2051	1832	1619	2147	1764	2289	2222	2205	1633	2192	2006	1905
Árbol Secundario	1900	2112	2127	2203	2333	2199	2162	2176	2423	2484	2370	2076	1022	2354	2449	2354
Piñon Loco Primera	1800	1778	2053	1134	1271	2014	1941	1723	1969	1901	1496	1087	1109	1968	1713	1733
Piñon Loco Segunda	1478	1306	1904	1544	2313	2568	1635	2035	1955	884	1138	1134	1187	1254	2205	1306
Piñon Loco Tercera	870	2609	2552	1557	2183	1873	2127	2040	2645	2348	2374	2279	979	2541	2200	2793
Piñon Loco Cuarta	1547	2112	1706	2033	2398	1705	1764	1823	1244	1790	1262	1654	2236	2224	2195	1731
Piñon Loco Quinta	2355	1916	1691	2377	1922	1159	2141	2228	2645	1286	2257	2583	1150	2581	2653	2085

Figura IV-16 Producción semanal piezas mecanizado

S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24	S25	S26	S27	S28	S29	S30	S31	S32	S33	S34	S35	S36	S37	S38
1898	1885	2034	1993	2085	1985	1910	2505	2445	2188	1700	2208	1799	1985	1920	2140	1410	1618	1997	1423	1871	1902
2066	2259	2135	2172	2128	1914	1838	1815	2039	2084	2274	2592	1908	1914	1721	1917	1440	1619	2101	1475	1710	1847
2176	1476	2460	1997	1943	2647	2262	2130	1841	2255	2176	2226	1826	2647	1810	2092	1480	1786	2072	1831	2464	2382
1978	1342	2237	1815	1767	2407	2056	1937	1673	2050	1978	2024	1660	2407	1646	1902	1345	1623	1884	1664	2240	2165
2077	1409	2349	1906	1855	2527	2159	2034	1757	2153	2077	2125	1743	2527	1728	1997	1413	1705	1978	1748	2352	2273
2408	2047	2463	2396	2076	2301	2321	2002	2639	2657	2574	2940	2559	2301	2507	2904	1816	2417	3287	1848	2638	2938
2143	1761	2026	752	2224	2408	1863	1851	1694	2421	1733	1817	1474	2408	2173	2208	1734	1793	1636	1609	2122	2521
2005	2359	1142	1427	1638	2132	1997	1236	1742	1665	2258	1955	1649	2132	2474	2710	2065	1660	1664	1813	2412	2620
2659	2471	1882	2244	2544	3199	1939	1989	2395	2902	3114	3240	2235	3199	2194	2743	1985	1950	2635	2461	2839	2985
1694	1719	1815	1356	1475	2011	1711	1726	1842	1405	2262	2342	1901	2011	2008	2185	1761	1411	2258	1325	1904	1912
2323	1840	2617	2303	1892	3129	2225	2386	3444	2718	3123	2625	2851	3129	2776	3447	2208	2689	2135	2021	2840	2615

Figura IV-17 Producción semanal piezas mecanizado 2

Luego, en base al promedio de producción semanal obtenido anteriormente se calcula la desviación estándar y varianza para cada uno de ellos, con el fin de identificar los componentes que poseen una mayor dispersión en sus valores productivos con respecto a los márgenes esperados, dejando en evidencia márgenes de mejora en estos.

Elemento	Producción semanal media	Desv. Estandar	Varianza
Corona	1616	292,81	85738,81
Arbol Primario	1815	277,64	77085,32
Piñon Fijo Tercera	2997	319,35	101983,54
Piñon Fijo Cuarta	2997	290,32	84283,92
Piñon Fijo Quinta	2997	304,83	92923,02
Árbol Secundario	2106	381,89	145839,32
Piñon Loco Primera	2653	392,57	154113,18
Piñon Loco Segunda	2442	477,35	227858,93
Piñon Loco Tercera	2620	534,54	285738,02
Piñon Loco Cuarta	2186	312,58	97708,36
Piñon Loco Quinta	2256	550,35	302880,40

Figura IV-18 Resumen piezas mecanizado

Pudiendo observar que, los componentes que presentan la mayor dispersión en sus cantidades producidas corresponden principalmente a Los Piñones Locos de Quinta, Tercera y Segunda.

Donde para cada uno de los elementos, se comparó el promedio productivo obtenido a través de sus tiempos de ciclo con la producción semanal de cada una de las células, con el objetivo de conocer el comportamiento de estas frente a el teórico planteado.

Elemento	Producción semanal media	CANTIDAD SOBRE LA MEDIA	CANTIDAD BAJO LA MEDIA	% SOBRE LA MEDIA	% BAJO LA MEDIA
Corona	1616,0	33	5	86,8%	13,2%
Arbol Primario	1815,0	24	14	63,2%	36,8%
Piñon Fijo Tercera	2997,0	0	38	0,0%	100,0%
Piñon Fijo Cuarta	2997,0	0	38	0,0%	100,0%
Piñon Fijo Quinta	2997,0	0	38	0,0%	100,0%
Árbol Secundario	2106,0	30	8	78,9%	21,1%
Piñon Loco Primera	2653,0	0	38	0,0%	100,0%
Piñon Loco Segunda	2442,0	4	34	10,5%	89,5%
Piñon Loco Tercera	2620,0	12	26	31,6%	68,4%
Piñon Loco Cuarta	2186,0	7	31	18,4%	81,6%
Piñon Loco Quinta	2256,0	23	15	60,5%	39,5%

Figura IV-19 Producción semanal vs media calculada

Pudiendo notar que los piñones fijos y el piñón loco de primera, poseen el 100% de los volúmenes productivos alcanzados durante el transcurso de las 38 semanas por debajo la media semanal obtenida mediante los cálculos anteriormente realizados. Por lo que estos requieren de un mayor énfasis a la hora de planificar la producción, ya sea destinando mayor atención a los procedimientos internos de la célula o destinando mayor personal para mejorar el rendimiento productivo de ellas.

4.7 Estimación de la producción

Promedio móvil Simple es óptimo para patrones de demanda aleatorios o nivelados donde se pretende eliminar el impacto de los elementos irregulares históricos mediante un enfoque en períodos de demanda reciente, que no presentan una tendencia marcada e idealmente no presenta estacionalidades. (López, 2019)

Luego, en base a lo anterior se realiza una proyección de los datos, mediante la aplicación del Promedio Móvil Simple con un $n=10$, para los valores de producción semanales observados anteriormente, obteniendo así los siguientes volúmenes de producción para un horizonte de 5 semanas.

Elemento	Promedio Movil Simple (n=10)				
	S1	S2	S3	S4	S5
Corona	1807	1807	1789	1776	1740
Arbol Primario	1765	1751	1735	1736	1718
Piñon Fijo Tercera	2039	2060	2002	2021	2014
Piñon Fijo Cuarta	1854	1873	1820	1837	1831
Piñon Fijo Quinta	1946	1967	1911	1929	1922
Árbol Secundario	2521	2517	2539	2542	2506
Piñon Loco Primera	1968	2017	1978	1958	1933
Piñon Loco Segunda	2120	2167	2170	2140	2083
Piñon Loco Tercera	2522	2551	2486	2516	2493
Piñon Loco Cuarta	1867	1864	1849	1834	1798
Piñon Loco Quinta	2671	2653	2605	2588	2502

Figura IV-20 Pronostico producción S1 a S5

Considerándose estas últimas, para efectos del estudio, como las recepciones programadas semanales de cada una de las piezas de mecanizado necesarias para el armado y montaje de las cajas de velocidades del modelo Sx durante el horizonte definido.

4.8 BOM (Bind of Materials)

A continuación, se presenta el listado de materiales necesarios para el montaje y ensamble de la caja de 5 velocidades modelo SX y las respectivas cantidades de estos. Destacando para ello que, para la posterior realización del MRP, solo se toman en cuenta las piezas de mecanizado fabricadas en CMC que forman parte del producto final, esto es, las POI, las cuales componen principalmente al eje primario y secundario de la caja de velocidades y que fueron mencionadas anteriormente durante el estudio.

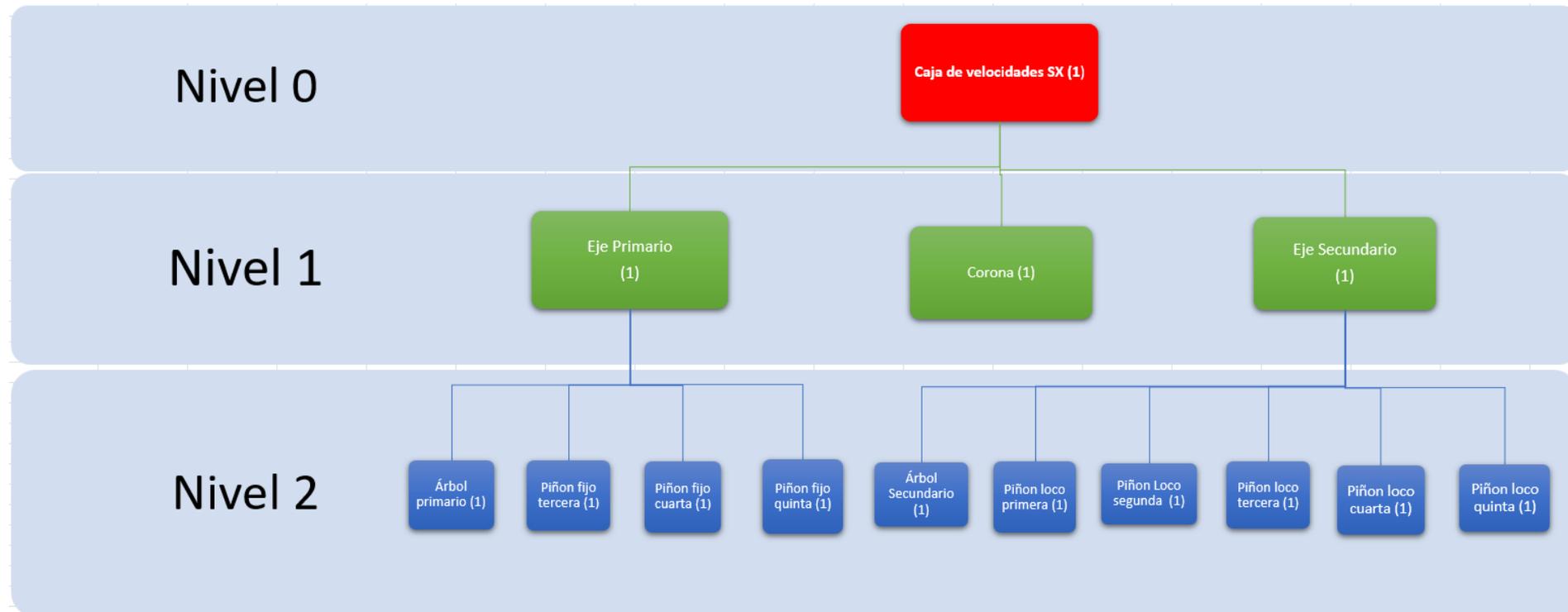


Figura IV-21 BOM Caja de velocidades Sx

4.9 PMP (Plan maestro de producción)

El plan maestro de producción es una herramienta de planificación de producción que define la cantidad de un producto que debe fabricarse en diferentes períodos, esto es, describe qué productos deben fabricarse, en qué cantidad y cuándo. (Lauri, 2022)

Para ello es necesario definir los elementos que la componen, su disponibilidad, el tiempo de espera, tamaño del lote, recepciones programadas y el stock de seguridad de los componentes. Destacando que los tamaños del lote para el caso de la línea de montaje y armado Sx viene dado por la capacidad de piezas admitidas por los carros de almacenamiento y transporte de estas.

Por otro lado, con relación a las recepciones programadas de las piezas mecanizadas, estas se reciben semana a semana, puesto que los proveedores de piezas para la línea de armado y montaje Sx corresponden a las células de fabricación de la planta CMC, razón por la cual, las recepciones programadas son equivalentes a las capacidades productivas de cada una de las células de trabajo.

Mientras que, para los Stock de seguridad, estos fueron definidos al momento de iniciar el proyecto de instalación de la línea de armado y montaje Sx en la fábrica, pero para efectos de este estudio, no aplican, puesto que el inventario de la línea corresponde a la playa de montajes.

Para el desarrollo del PMP es necesario definir previamente los siguientes conceptos:

- Nivel: El nivel superior es el nivel 0 y a medida que desciende, va aumentando el nivel, los artículos que están por encima de un nivel, se denominan padres; los que están abajo se llaman hijos.
- Disponibilidad: Cantidades disponibles por cada componente.
- Lead Time: Tiempo que se necesita desde que se solicita un componente o material hasta que se obtiene.
- Tamaño de lote: Cantidad de producto que forma el lote de producto en una orden de compra o fabricación.

- Recepciones programadas: Son las unidades de cada uno de los componentes que ya fueron adquiridas o fabricadas y que están destinadas a llegar en un tiempo determinado.
- Stock de seguridad: Es el inventario extra que se tiene en el almacén para hacer frente a imprevistos relacionados con cambios en la demanda o retrasos de los proveedores. Indica el punto de reorden.

Luego, para cada uno de los componentes mecanizados se tienen los siguientes valores, los cuales se encuentran distribuidos en la siguiente tabla:

Nivel	Elemento	Lead Time (tiempo de espera)	Disponibilidad	Tamaño del Lote	Stock de Seguridad
0	Caja de Velocidades Sx	1	0	Lote a lote	0
1	Eje primario	1	0	Lote a lote	0
1	Eje Secundario	1	0	Lote a lote	0
1	Corona	0	0	48	0
2	Arbol Primario	0	0	88	0
2	Piñon Fijo Tercera	0	2178	588	0
2	Piñon Fijo Cuarta	0	2178	714	0
2	Piñon Fijo Quinta	0	2178	588	0
2	Árbol Secundario	0	0	77	0
2	Piñon Loco Primera	0	660	315	0
2	Piñon Loco Segunda	0	0	315	0
2	Piñon Loco Tercera	0	528	315	0
2	Piñon Loco Cuarta	0	0	315	0
2	Piñon Loco Quinta	0	0	315	0

Figura IV-22 Condiciones Generales Componentes Mecanizados

Pudiendo notar que, para los primeros niveles, a excepción de las coronas, al ser Los ejes primarios y secundarios un conjunto de piezas, estas poseen disponibilidad, recepciones programadas y un stock de seguridad igual a cero, dado que dependen de los niveles de producción de las piezas que los componen para su fabricación, siendo estas Lote a Lote.

Además, destacar que los tamaños de lote son definidos con las capacidades máximas de traslado de los carros, pero para efecto de la aplicación del MRP solo se tendrá en cuenta que las liberaciones planificadas de pedido sean múltiplos de estos.

Para el resto de los componentes, se puede observar que las piezas definidas como críticas dentro del conjunto de piezas mecanizadas no cuentan con un inventario disponible al final del último periodo (2022), razón por la cual su disponibilidad será equivalente a los niveles de stock de seguridad existentes para cada pieza.

Luego, para la realización de la planificación de requerimientos de materiales es necesario contar con los objetivos y requerimientos productivos de la organización, los cuales conforman la base principal para el buen desarrollo de esta, y los cuales son definidos en base a las necesidades de la casa matriz de Renault ubicada en Brasil. Teniendo así que para la línea de armado y montaje Sx, para el periodo de estudio se tiene como requerimiento la fabricación diaria de 500 cajas de velocidades del modelo Sx, una fabricación semanal de 2500 y una mensual estimada de 11000.

Objetivos de la organización	
Fabricación diaria Sx	500
Fabricación semanal Sx	2500
Fabricación mensual Sx	11000

Figura IV-23 Objetivos de la organización

Destacando que, para la realización de esta, al ser una planificación semanal se definirá como demanda establecida para el producto final, el objetivo de la organización para este periodo, siendo este, la fabricación de 2500 cajas de velocidades del modelo Sx semanalmente.

PMP	1	2	3	4	5
Caja de velocidades Sx	0	2500	2500	2500	2500

Figura IV-24 Requerimientos Caja de velocidades Sx

4.10 MRP (Planificación de los requerimientos de material)

Luego de definidos el listado de materiales (BOM) y el plan maestro de producción (PMP), se procede a realizar la planificación de los requerimientos de materiales para la organización, enfocándonos para ello en las piezas críticas de mecanizado anteriormente definidas, por lo que se hará énfasis solo en los componentes destacados anteriormente y no la totalidad de las piezas que forman parte de la caja de velocidades del modelo Sx.

Los requerimientos para las piezas de mecanizado se realizan de acuerdo con los repuestos de gravedad establecidos por la organización, los cuales ya se encuentran en custodia en la bodega y que fueron definidos cuando inició el proyecto, y se compran, cuando existe un stock mínimo de estos.

El tamaño del lote de llegada de cada una de las piezas es siempre el mismo en todos los periodos, lo anterior, puesto que las piezas llegan por carros a la zona de picking, por lo que siempre llegan en las mismas cantidades durante los turnos de trabajo, y los cuales varían su tamaño y capacidad según el tipo de pieza.

4.9.1 Calculo MRP

Consiste en una metodología para la gestión de la producción y la demanda dentro de una empresa; se enfoca en realizar cálculos precisos acerca de todos los materiales necesarios y el tiempo requerido para cumplir con los pedidos realizados por los clientes.

Para la realización del MRP es necesario tener en cuenta los siguientes puntos:

- **Requerimientos brutos:** Es la cantidad de demanda de producto de la empresa por cada semana.
- **Recepciones programadas:** Es la cantidad de artículos que se van a recibir de los proveedores o socios.
- **Proyección de disponibilidad:** Es la cantidad del producto final almacenada y de artículos dispuestos para la producción.

Proyección de disponibilidad

$$= \text{Requerimientos brutos} - (\text{Recepciones programadas} + \text{Proyección de disponibilidad}_t)$$

- **Requerimientos netos:** Indica la cantidad de productos finales o artículos requeridos para cumplir con la demanda semanal y mensual del MRP.

Se tienen 2 posibles escenarios:

- Requerimientos Brutos > Disponibilidad proyectada

Requerimientos Netos

$$= \text{Requerimientos brutos} - (\text{Proyección de disponibilidad}_t) + SS$$

- Requerimientos Brutos < Disponibilidad proyectada

$$\text{Requerimientos netos} = 0$$

- **Liberación planificada del pedido:** Señala el tiempo en el que se debe iniciar la producción y la cantidad que debe obtenerse. Está directamente relacionado al Lead time y el tamaño de lote definido en el PMP. (Palacios, s.f.)

Si es Lote a Lote:

$$\text{Liberación planificada del pedido} = \text{Requerimientos netos}$$

Si existe tamaño de lote:

$$\text{Liberación planificada del pedido} = \text{Tamaño de lote}$$

Capítulo V Presentación de resultados

Luego, para la realización del MRP de la línea de armado y montaje Sx, esta se realizará para un horizonte de 5 semanas y para la simplificación de su análisis se dividirá el BOM en 3 partes principales:

- **Caja de velocidades Sx**

Compuesta por el eje primario y eje secundario, los cuales se fabrican lote a lote, puesto que los ejes al ser conformados por un conjunto de piezas dependen de las cantidades existentes de estas en la playa de montaje. Donde al ser fabricados sobre la marcha no poseen inventario de seguridad y su disponibilidad inicial es igual a 0.

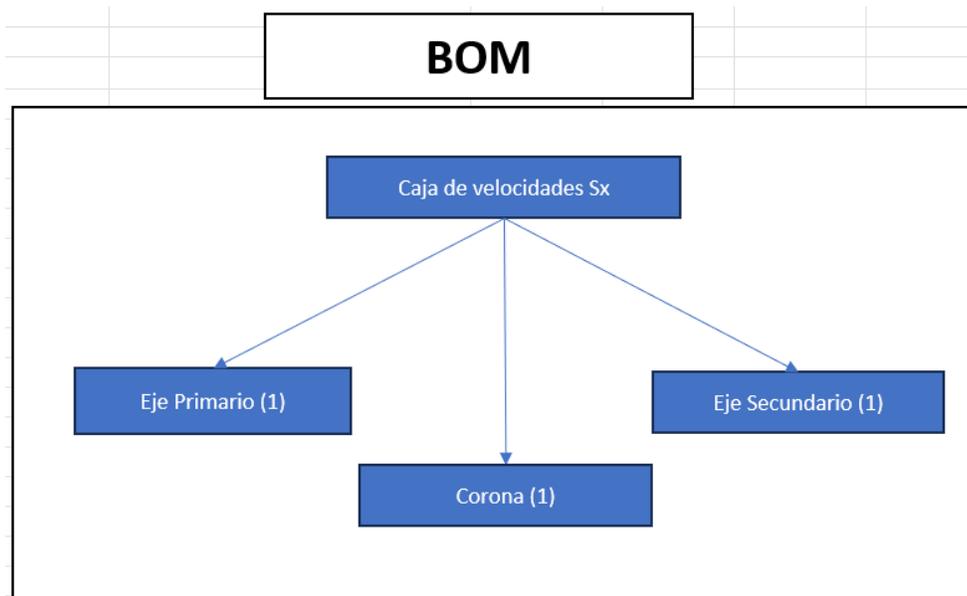


Figura V-1 BOM Niveles 0-1

Nivel 0:

➤ **Caja de velocidades Sx**

Disponibilidad	Tamaño Lote	Recepciones programadas	Stock de seguridad
0	LOTE A LOTE	0	0

Figura V-2 Condiciones iniciales Caja de velocidades Sx

Caja de velocidades Sx					
Semana	1	2	3	4	5
Requerimientos Brutos	0	2500	2500	2500	2500
Recepciones programadas					
Proyección de disponibilidad	0	0	0	0	0
Requerimientos Netos		2500	2500	2500	2500
Liberación planificada del pedido	2500	2500	2500	2500	0

Nivel 1:

Figura V-23 MRP caja de velocidades Sx

➤ **Eje primario**

Disponibilidad	Tamaño Lote	Recepciones programadas	Stock de seguridad
0	LOTE A LOTE	0	0

Figura V-3 Condiciones iniciales Eje Primario

Eje primario					
Semana	1	2	3	4	5
Requerimientos Brutos	2500	2500	2500	2500	0
Recepciones programadas					
Proyección de disponibilidad	0	0	0	0	0
Requerimientos Netos		2500	2500	2500	0
Liberación planificada del pedido	2500	2500	2500	0	0

Figura V-4 MRP Eje Primario

➤ **Eje Secundario**

Disponibilidad	Tamaño Lote	Recepciones programadas	Stock de seguridad
0	LOTE A LOTE	0	0

Figura V-5 Condiciones iniciales Eje Secundario

Eje secundario					
Semana	1	2	3	4	5
Requerimientos Brutos	2500	2500	2500	2500	0
Recepciones programadas					
Proyección de disponibilidad	0	0	0	0	0
Requerimientos Netos		2500	2500	2500	0
Liberación planificada del pedido	2500	2500	2500	0	0

Figura V-6 MRP Eje Secundario

➤ **Corona**

Disponibilidad	Tamaño Lote	Recepciones programadas					Stock de seguridad
		S1	S2	S3	S4	S5	
0	48	1807	1807	1789	1776	1740	0

Figura V-7 Condiciones iniciales Corona

Corona					
Semana	1	2	3	4	5
Requerimientos Brutos	2500	2500	2500	2500	0
Recepciones programadas	1807	1807	1789	1776	1740
Proyección de disponibilidad	1807	1834	1795	1792	1752
Requerimientos Netos	694	666	705	708	0
Liberación planificada del pedido	720	672	720	720	0

Figura V-8 MRP Coronas

- **Eje primario Sx**

Compuesto principalmente por el árbol primario, y los piñones fijos de primera, segunda y tercera, los cuales, pudiendo destacar que estas piezas tienen un tamaño de lote fijo, el cual varía para cada una de las piezas, según el tamaño de la pieza y la disposición de estas en el carro de traslado.

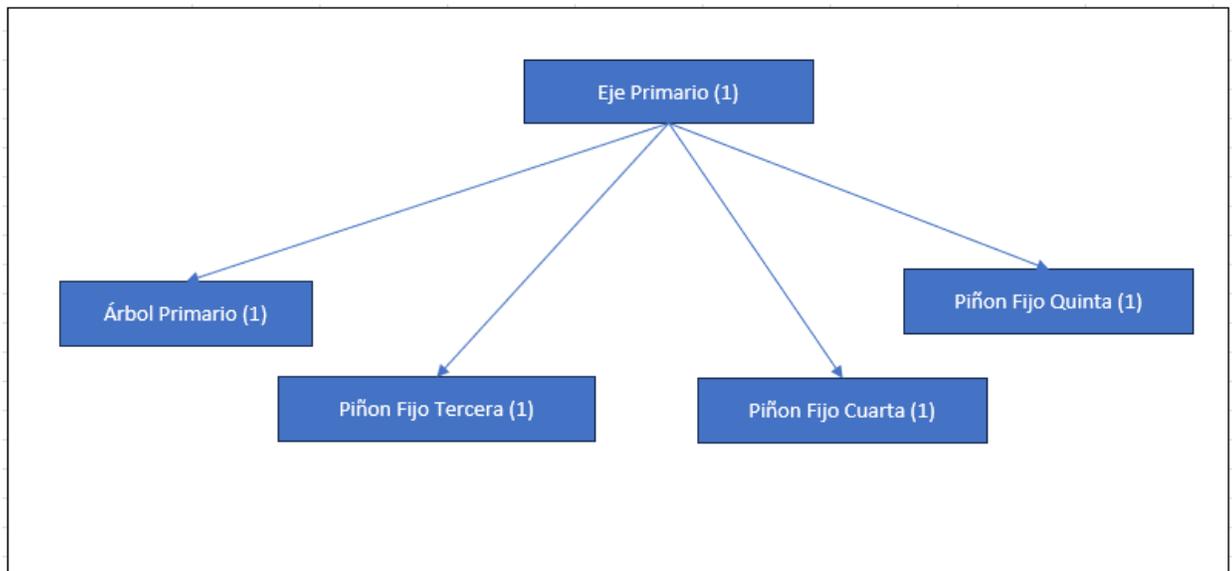


Figura V-9 BOM Eje Primario

Nivel 2:

➤ **Árbol primario**

Disponibilidad	Tamaño Lote	Recepciones programadas					Stock de seguridad
		S1	S2	S3	S4	S5	
0	88	1765	1751	1735	1736	1718	0

Figura V-10 Condiciones iniciales Árbol Primario

Árbol primario					
Semana	1	2	3	4	5
Requerimientos Brutos	2500	2500	2500	0	0
Recepciones programadas	1765	1751	1735	1736	1718
Proyección de disponibilidad	1765	1808	1747	1775	1718
Requerimientos Netos	735	692	753	0	0
Liberación planificada del pedido	792	704	792	0	0

Figura V-11 MRP Árbol Primario

➤ **Piñón Fijo Tercera**

Disponibilidad	Tamaño Lote	Recepciones programadas					Stock de seguridad
		S1	S2	S3	S4	S5	
2178	588	2039	2060	2002	2021	2014	0

Figura V-12 Condiciones Iniciales Piñón Fijo Tercera

Piñon Fijo de Tercera					
Semana	1	2	3	4	5
Requerimientos Brutos	2500	2500	2500	0	0
Recepciones programadas	2039	2060	2002	2021	2014
Proyección de disponibilidad	4217	3777	3279	2799	4813
Requerimientos Netos	0	0	0	0	0
Liberación planificada del pedido	0	0	0	0	0

Figura V-13 MRP Piñón Fijo Tercera

➤ **Piñón Fijo Cuarta**

Disponibilidad	Tamaño Lote	Recepciones programadas					Stock de seguridad
		S1	S2	S3	S4	S5	
2178	714	1854	1873	1820	1837	1831	0

Figura V-14 Condiciones Iniciales Piñón Fijo Cuarta

Piñón Fijo de Cuarta					
Semana	1	2	3	4	5
Requerimientos Brutos	2500	2500	2500	0	0
Recepciones programadas	1854	1873	1820	1837	1831
Proyección de disponibilidad	4032	3405	2724	2061	3892
Requerimientos Netos	0	0	0	0	0
Liberación planificada del pedido	0	0	0	0	0

Figura V-15 MRP Piñón Fijo de Cuarta

➤ **Piñón Fijo Quinta**

Disponibilidad	Tamaño Lote	Recepciones programadas					Stock de seguridad
		S1	S2	S3	S4	S5	
2178	588	1946	1967	1911	1929	1922	0

Figura V-16 Condiciones iniciales Piñón Fijo de Quinta

Piñón Fijo de Quinta					
Semana	1	2	3	4	5
Requerimientos Brutos	2500	2500	2500	0	0
Recepciones programadas	1946	1967	1911	1929	1922
Proyección de disponibilidad	4124	3591	3001	2430	4352
Requerimientos Netos	0	0	0	0	0
Liberación planificada del pedido	0	0	0	0	0

Figura V-17 MRP Piñón Fijo de Quinta

- **Eje secundario Sx**

Compuesto principalmente por el árbol secundario, y los piñones locos de primera, segunda, tercera, cuarta y quinta, donde al igual que para el caso del eje primario, estas están reguladas por el tamaño de lote de cada una y la capacidad del carro de traslado.

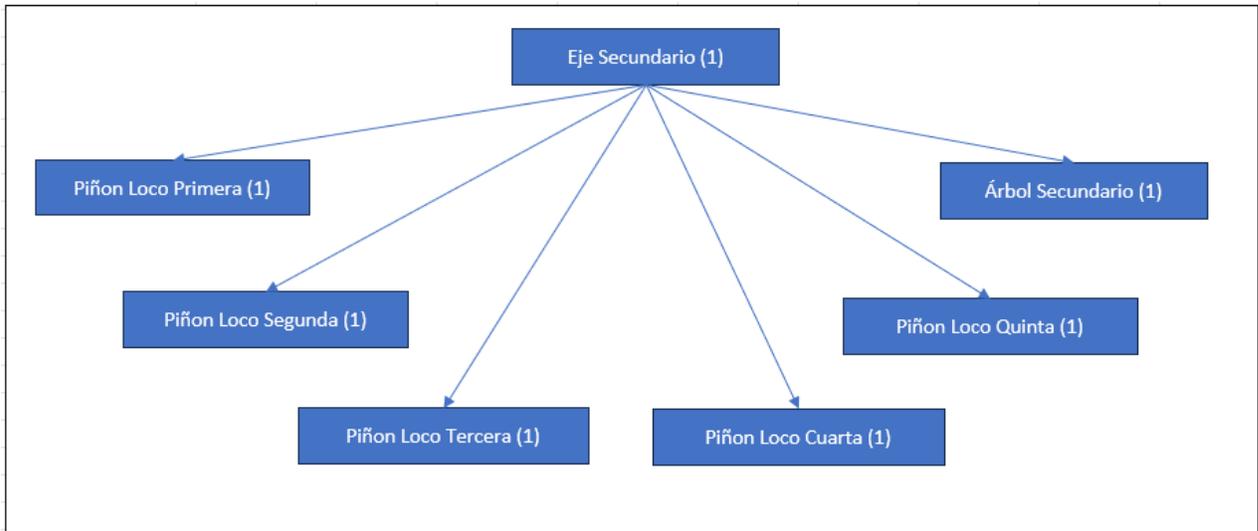


Figura V-18 BOM Eje Secundario

Nivel 2:

➤ **Árbol Secundario**

Disponibilidad	Tamaño Lote	Recepciones programadas					Stock de seguridad
		S1	S2	S3	S4	S5	
0	77	2521	2517	2539	2542	2506	0

Figura V-19 Condiciones iniciales Árbol Secundario

Árbol Secundario					
Semana	1	2	3	4	5
Requerimientos Brutos	2500	2500	2500	0	0
Recepciones programadas	2521	2517	2539	2542	2506
Proyección de disponibilidad	2521	2539	2578	2620	5126
Requerimientos Netos	0	0	0	0	0
Liberación planificada del pedido	0	0	0	0	0

Figura V-20 MRP Árbol Secundario

➤ **Piñón Loco Primera**

Disponibilidad	Tamaño Lote	Recepciones programadas					Stock de seguridad
		S1	S2	S3	S4	S5	
660	315	1968	2017	1978	1958	1933	0

Figura V-21 Condiciones iniciales Piñón Loco de Primera

Piñón Loco Primera					
Semana	1	2	3	4	5
Requerimientos Brutos	2500	2500	2500	0	0
Recepciones programadas	1968	2017	1978	1958	1933
Proyección de disponibilidad	2628	2145	2252	2026	3959
Requerimientos Netos	0	355	248	0	0
Liberación planificada del pedido	0	630	315	0	0

Figura V-22 MRP Piñón Loco de Primera

➤ **Piñón Loco Segunda**

Disponibilidad	Tamaño Lote	Recepciones programadas					Stock de seguridad
		S1	S2	S3	S4	S5	
0	315	2120	2167	2170	2140	2083	0

Figura V-23 Condiciones iniciales Piñón Loco de Segunda

Piñón Loco Segunda					
Semana	1	2	3	4	5
Requerimientos Brutos	2500	2500	2500	0	0
Recepciones programadas	2120	2167	2170	2140	2083
Proyección de disponibilidad	2120	2417	2402	2357	4440
Requerimientos Netos	380	83	98	0	0
Liberación planificada del pedido	630	315	315	0	0

Figura V-24 MRP Piñón Loco de Segunda

➤ **Piñón Loco Tercera**

Disponibilidad	Tamaño Lote	Recepciones programadas					Stock de seguridad
		S1	S2	S3	S4	S5	
528	315	2522	2551	2486	2516	2493	0

Figura V-25 Condiciones iniciales Piñón Loco de Tercera

Piñón Loco Tercera					
Semana	1	2	3	4	5
Requerimientos Brutos	2500	2500	2500	0	0
Recepciones programadas	2522	2551	2486	2516	2493
Proyección de disponibilidad	3050	3102	3088	3104	5596
Requerimientos Netos	0	0	0	0	0
Liberación planificada del pedido	0	0	0	0	0

Figura V-26 MRP Piñón Loco de Tercera

➤ **Piñón Loco Cuarta**

Disponibilidad	Tamaño Lote	Recepciones programadas					Stock de seguridad
		S1	S2	S3	S4	S5	
0	315	1867	1864	1849	1834	1798	0

Figura V-27 Condiciones iniciales Piñón Loco de Cuarta

Piñón Loco Cuarta					
Semana	1	2	3	4	5
Requerimientos Brutos	2500	2500	2500	0	0
Recepciones programadas	1867	1864	1849	1834	1798
Proyección de disponibilidad	1867	2177	2156	2120	3918
Requerimientos Netos	633	323	344	0	0
Liberación planificada del pedido	945	630	630	0	0

Figura V-28 MRP Piñón Loco de Cuarta

➤ **Piñón loco Quinta**

Disponibilidad	Tamaño Lote	Recepciones programadas					Stock de seguridad
		S1	S2	S3	S4	S5	
0	315	2671	2653	2605	2588	2502	0

Figura V-29 Condiciones iniciales Piñón Loco de Quinta

Piñón Loco Quinta					
Semana	1	2	3	4	5
Requerimientos Brutos	2500	2500	2500	0	0
Recepciones programadas	2671	2653	2605	2588	2502
Proyección de disponibilidad	2671	2824	2929	3017	5520
Requerimientos Netos	0	0	0	0	0
Liberación planificada del pedido	0	0	0	0	0

Figura V-30 MRP Piñón Loco de Quinta

Liberación de pedidos

Con relación a lo obtenido a través de la realización del sistema MRP para un horizonte de 5 semanas se obtiene la siguiente planificación de pedidos:

Area	Descripción	Cantidad Liberada	Semana	Acción
Armado y montaje	Eje primario	2500	1	Se realiza una orden de 2500 para la semana 1
		2500	2	Se realiza una orden de 2500 para la semana 2
		2500	3	Se realiza una orden de 2500 para la semana 3
Armado y montaje	Eje Secundario	2500	1	Se realiza una orden de 2500 para la semana 1
		2500	2	Se realiza una orden de 2500 para la semana 2
		2500	3	Se realiza una orden de 2500 para la semana 3
Sincro y Diferencial	Corona	720	1	Se realiza una orden de 720 para la semana 1
		672	2	Se realiza una orden de 672 para la semana 2
		720	3	Se realiza una orden de 720 para la semana 3
		720	4	Se realiza una orden de 720 para la semana 4
Árboles	Arbol Primario	792	1	Se realiza una orden de 792 para la semana 1
		704	2	Se realiza una orden de 704 para la semana 2
		792	3	Se realiza una orden de 792 para la semana 3
Piñoneria	Piñón Loco Segunda	620	1	Se realiza una orden de 620 para la semana 1
		315	2	Se realiza una orden de 315 para la semana 2
		315	3	Se realiza una orden de 315 para la semana 3

Figura V-31 Planificación de pedidos

Pudiendo observar que para cumplir con los requerimientos de la línea de armado y montaje Sx es necesario:

Para los ejes primarios y secundarios se levantan pedidos de 2500 piezas para suplir los requerimientos productivos de las primeras 3 semanas, hacia las células de fabricación que los componen, con una semana de anticipación en relación con las capacidades productivas de cada célula de trabajo y sus tiempos de entrega.

Donde para el caso de las coronas, se debe realizar la liberación de 4 órdenes, de 720, 672, 720 y 720 para las semanas 1, 2, 3 y 4, correspondiendo a un total de 2832 piezas. Teniendo en cuenta que su producción semanal promedio es igual a 1615 unidades. Por lo que esto significaría generar ordenes que duplican la producción aproximada de coronas para dichas semanas.

Asimismo, para los árboles primarios, se requiere el levantamiento de 2 órdenes de pedido, siendo estas de un total de 792 piezas para la semana 1, 704 para la semana 2 y 792 para la semana 3, lo que equivale a un total de 2288 piezas. Lo cual al igual que para el caso anterior implica duplicar la producción semanal de estas piezas para cumplir con las necesidades específicas de la línea.

Mientras que para los Piñones locos de segunda se genera la liberación de 3 órdenes de 620, 315 y 315, para las semanas 1, 2 y 3 respectivamente, lo que equivale a un total de 1250 piezas.

Siendo estas, los principales focos de atención para la implementación de mejoras dentro del proceso de armado y montaje de cajas de 5 velocidades modelo Sx.

Capítulo VI : Conclusión y discusión de resultados

En relación a la metodología:

En relación a la metodología utilizada para el desarrollo de la propuesta de solución se puede concluir lo siguiente:

El desarrollo del diagrama causa - consecuencia (diagrama de Ishikawa), contribuyo al buen desarrollo e identificación de las causas raíz del problema para así poder definir una metodología de trabajo acorde a la problemática planteada abordando esta de una manera eficaz.

Por otro lado, la creación del listado de materiales (BOM) de la línea de armado y montaje, permitió definir los componentes principales y jerarquizar las piezas que componen la caja de velocidades de la línea Sx, además de las cantidades necesarias de cada uno de estos para la formación del producto final, identificando elementos padres y las relaciones de dependencias de estos para su fabricación.

La definición de piezas críticas del proceso permitió identificar los principales componentes mecanizados que poseen el mayor “déficit” productivo, en relación con los requerimientos necesarios para producir los volúmenes de producto final planteados por la organización. Dejando así en evidencia las piezas que generan los atrasos en el proceso de ensamble y montaje de la línea Sx. Esto con el fin de generar un mayor control para las piezas y establecer las cantidades necesarias para suplir con la demanda de estas mismas.

Finalmente, la aplicación del sistema MRP como solución a la ausencia de piezas de mecanizado en la línea de ensamble, contribuyo a generar un sistema de planificación semanal, para un horizonte de 5 semana, para la demanda de cajas de velocidades del modelo Sx y las principales piezas que la componen, determinando así las cantidades necesarias a producir de cada uno de los principales componentes en los periodos correspondientes, aumentando así la disponibilidad de estos al momento de ser requeridos para la fabricación del producto final.

En relación a los resultados:

En cuanto al desarrollo de los objetivos planteados, se puede concluir que se cumplió con estos a cabalidad, dado que, a través de la realización del MRP, la organización es capaz de planificar de manera eficaz la producción de las diferentes células de mecanizado, contribuyendo así a la reducción de los procesos NVA vinculados a la falta de componentes durante el proceso de armado y montaje de la línea Sx.

En relación con la propuesta planteada, se logra disminuir la situación problema, es decir, se plantea una alternativa al sistema de aprovisionamiento actual, para así suplir la falta de componentes en la línea Sx, la cual produce gran parte de los retrasos en la producción de la línea.

La disponibilidad de este sistema de información le permite a CMC una mejora en la toma de decisiones y una respuesta más rápida ante cambios en las cantidades demandadas por la casa matriz. Buscando con esto mejorar los rendimientos operativos de la línea y acercarse al cumplimiento de los plazos y objetivos establecidos por la organización.

Por otro lado, esto permitió visibilizar como las capacidades productivas de la organización y los recursos existentes en ella, son capaces de sustentar la demanda actual. Coordinando para ello la demanda de la línea de armado con el resto de las células de trabajo mecanizado, dejando en evidencia las áreas de interés para la generación de mejoras.

En cuanto a los objetivos organizacionales en los cuales se basó la propuesta, estos no son acordes a las reales capacidades de funcionamiento de la Usina Cormecánica, por lo que los resultados obtenidos dejan en claro que la meta de fabricación establecida por la organización, dado los tiempos de ciclo actuales de las células de trabajo, no son posibles de obtener sin incurrir la generación de nuevos gastos, asociados a mantención, contratación de nuevo personal, capacitaciones, etc.

Destacando además que la propuesta planteada busca generar un cambio en el sistema push establecido, a una producción en base a los requerimientos, esto es un sistema pull.

Sugerencias:

Como sugerencia, tras lo observado en la fábrica de Renault Usina Cormecánica, se recomienda:

- Realizar un proyecto con el objetivo de renovar maquinarias que componen las células de trabajo, principalmente de las células que requieren de la liberación de ordenes de demanda adicionales y que fueron definidos durante el planteamiento de la propuesta. Lo anterior dado que gran parte de estas maquinarias que componen las células de trabajo no han sido renovadas a lo largo de los años y cuentan con maquinaria de hace aproximadamente 54.
- Capacitar personal en más de un área, con tal de poder generar rotaciones efectivas dentro de las células de trabajo, esto con el objetivo de disminuir las brechas en los tiempos de trabajos de estas y así aumentar la cantidad de cajas de velocidades producidas por jornada laboral.
- Generar instancias para formar a los trabajadores con respecto a la calidad y la importancia de la buena realización de los procesos productivos de la organización, con el objetivo de reducir la pérdida de tiempo a causa de los errores en los procesos productivos, y en los métodos de control establecidos por la organización.
- Como último punto, desarrollar iniciativas para generar una mayor fidelización de los trabajadores de la organización, con el objetivo de reducir la alta rotación de personal existente en esta, la cual está directamente asociada a los errores productivos mencionados en el punto anterior, puesto que estos no poseen los conocimientos necesarios para cumplir con el proceso según los estándares de calidad y rendimiento establecidos por la empresa.

Referencias

- Betancourt, D. F. (22 de Marzo de 2017). *Cómo hacer la Planificación de los requerimientos de material (MRP)*. Obtenido de Ingenio Empresa:
<https://www.ingenioempresa.com/planificacion-requerimientos-material-mrp/>
- Celulas de producción*. (s.f.). Obtenido de AulaFacil:
<https://www.aulafacil.com/cursos/estrategia/lean-manufacturing/celulas-de-produccion-l20026#:~:text=La%20gestión%20por%20células%20de,determinado%20número%20de%20operaciones%20especializadas.>
- Comunicacionclr, & C. (15 de Noviembre de 2019). *¿Engranajes helicoidales o engranajes rectos?* Obtenido de Compañía Levantina de Reductores: <https://clr.es/blog/es/engranajes-rectos-engranajes-helicoidales/>
- Ferrosplanes. (03 de Junio de 2019). *¿Qué es el mecanizado? Origen y características*. Obtenido de Ferrosplanes: <https://ferrosplanes.com/que-es-mecanizado/>
- Gómez, F. R. (13 de 06 de 2016). *Con el Lean el valor fluye*. Obtenido de Interempresas:
<https://www.interempresas.net/MetalMecanica/Articulos/158049-Con-el-Lean-el-valor-fluye.html>
- Historia Renault*. (s.f.). Obtenido de Motor.es:
<https://www.motor.es/renault/historia#:~:text=Fue%20fundada%20el%2025%20de,un%20pedido%20de%20250%20taxis>
- Juan, C. J. (2014). *¿Qué es MRP y BOM?* Obtenido de MRP para Dummies : <https://mrp-para-dummies.webnode.mx/que-es-mrp-y-bom-/>
- kanbantool. (s.f.). *¿Qué es un Diagrama SIPOC (COPI)?* Obtenido de Kanbantool:
<https://kanbantool.com/es/guia-kanban/que-es-un-diagrama-sipoc>
- Lauri, K. H. (27 de Septiembre de 2022). *¿Qué es un plan maestro de producción? Con ejemplos*. Obtenido de MRPeasy: <https://manufacturing-software-blog.mrpeasy.com/es/plan-maestro-de-produccion/>
- López, B. S. (30 de Junio de 2019). *Promedio Movil*. Obtenido de Ingeniería Industrial Online:
<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/pronostico-de-la-demanda/promedio-movil/>
- Martín, J. C. (14 de Febrero de 2018). *Alliance Production Way (APW)*. Obtenido de 1Library:
<https://1library.co/article/alliance-production-way-apw-lean-en-renault-apw.zkww66pz>
- Mecalux. (02 de 07 de 2021). *Sistema Push y Pull aplicado a la logística de producción*. Obtenido de Mecalux: <https://www.mecalux.es/blog/push-pull-sistema#:~:text=Push%20y%20pull%20son%20sistemas,produzca%20la%20compra%20del%20producto.>
- Palacios, D. (s.f.). *MRP: qué es y qué ventajas tiene para tu negocio*. Obtenido de Hbuspot:
<https://blog.hubspot.es/sales/que-es-mrp>

Plaza, D. (s.f.). *La caja de cambios: partes, tipos y posibles averías*. Obtenido de Motor.es:
<https://www.motor.es/que-es/caja-de-cambios>

Que es la caja de cambios, composición, función y partes . (s.f.). Obtenido de Mundo del Motor:
<https://www.mundodelmotor.net/caja-de-cambios/>

Renault. (s.f.). *Renault*. Obtenido de El grupo Renault: <https://www.renault.com.co/descubre-renault.html>

Rodriguez, J. (10 de Marzo de 2022). *Qué es el diagrama de Ishikawa, cómo crearlo y ejemplos*. Obtenido de Hubspot: <https://blog.hubspot.es/sales/diagrama-ishikawa>

SafetyCulture. (18 de Mayo de 2023). *Plan maestro de producción (MPS)*. Obtenido de SafetyCulture: <https://safetyculture.com/es/temas/plan-maestro-de-produccion/#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20un%20que%20es,producir%20en%20un%20plazo%20espec%C3%ADfico>.

Anexos

Anexo I: Caja de velocidades y sus variedades

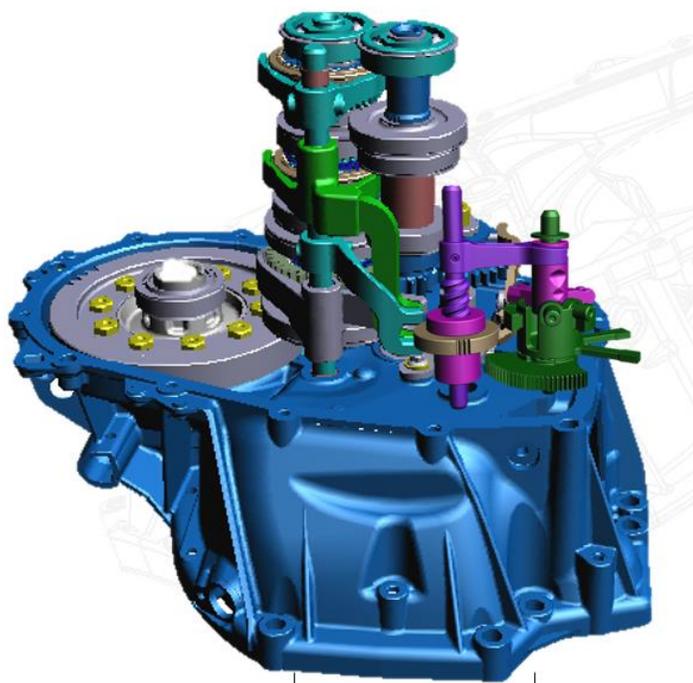


Ilustración 1 Caja de 5 velocidades Sx

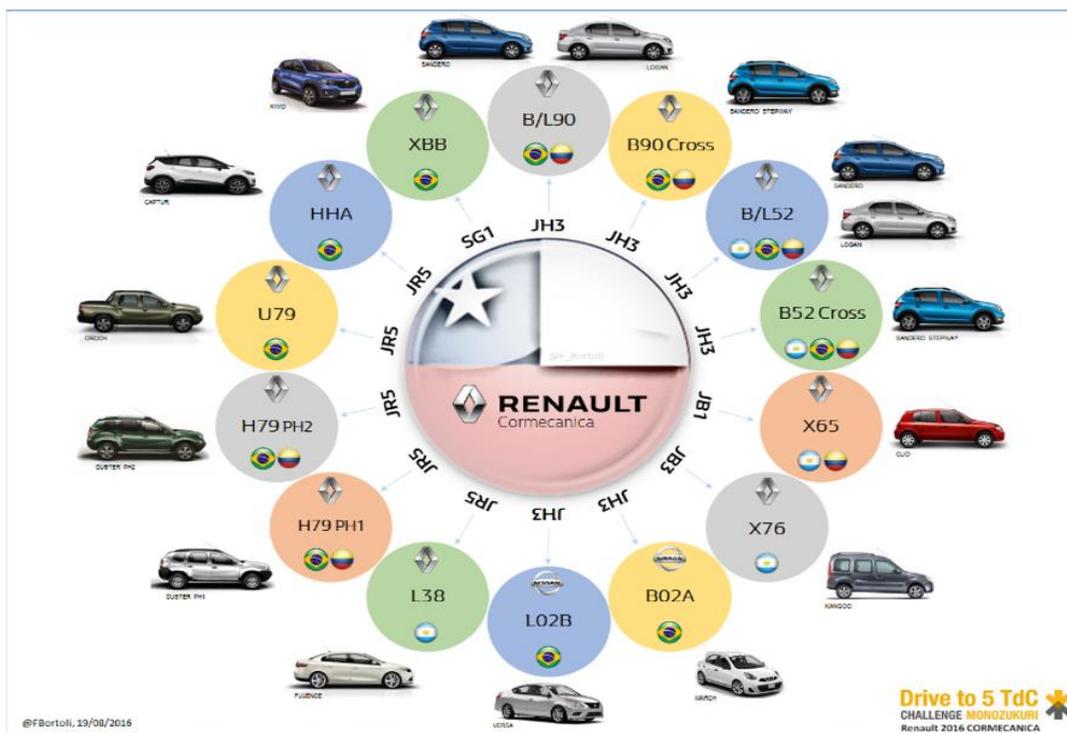


Ilustración 2 Variedades de Renault

Anexo II: Control de golpes

Informe control de golpes Árbol primario

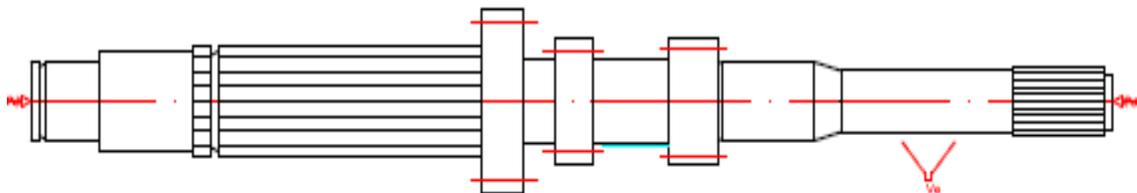
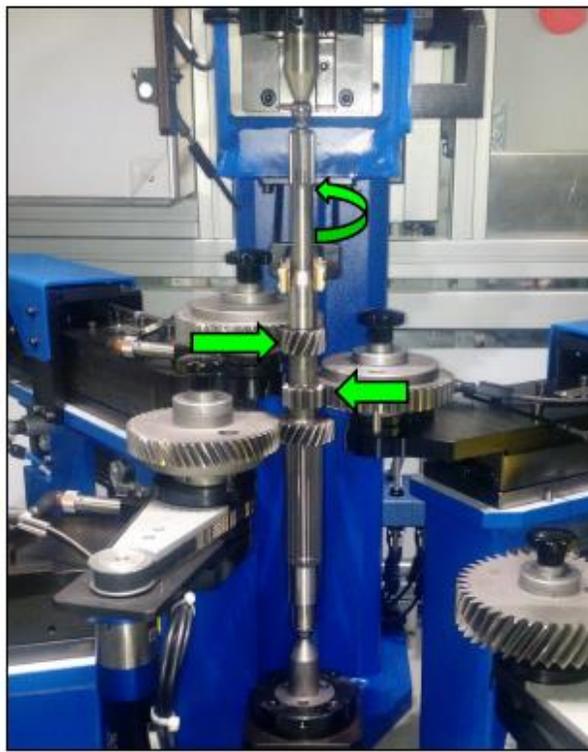


Ilustración 3 Árbol Primario

FASE 1



FASE 2



Fase 1:
Entrada de master 2da, este entra girando para comenzar la rotación en la pieza.

Fase 2:
Posteriormente de la entrada master 2da entra el master de 1ra y marcha atrás.

Ilustración 4 Control de Golpes Árbol Primario

Informe control de golpes Árbol secundario

ENTREGAR:

FR: EXCENTRICIDAD

F_i: DESVIACIÓN RADIAL TOTAL

f_i: DESVIACIÓN RADIAL MÁXIMA DIENTE A DIENTE

A_a: DISTANCIA ENTRE EJES

GOLPE: UBICACIÓN DEL GOLPE

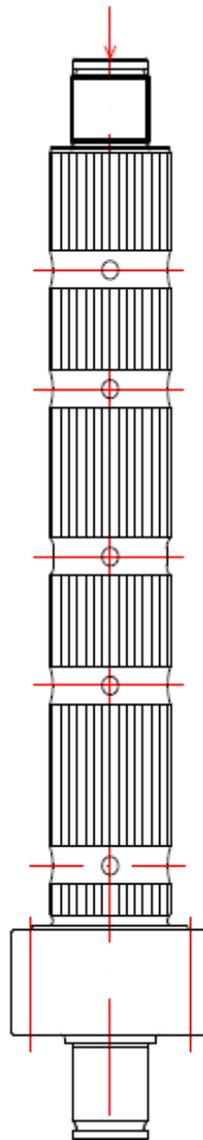


Ilustración 5 Árbol Secundario

FASE 1



Fase 1:
Entrada de master.
Después del engranamiento este comienza el ciclo de control.

Ilustración 6 Control de Golpes Árbol Secundario

Informe control de golpes piñones

ENTREGAR:

- FR: EXCENRICIDAD
- Fi: DESVIACIÓN RADIAL TOTAL
- fi: DESVIACIÓN RADIAL MÁXIMA DIENTE A DIENTE
- Aa: DISTANCIA ENTRE EJES
- GOLPE: UBICACIÓN DEL GOLPE

FOP APLICA PARA TODOS LOS PIÑONES FIJOS

Pieza	Cupla	Nro pieza
P.Fijo 3ra	27x42	322B12759R
P.Fijo 3ra	31x40	322B18663R
P.Fijo 4ta	39x37	322B44336R
P.Fijo 4ta	37x40	322B41339R
P.Fijo 5ta	43x34	323705980R

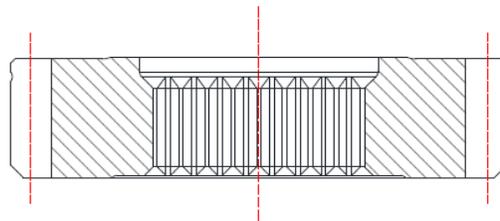
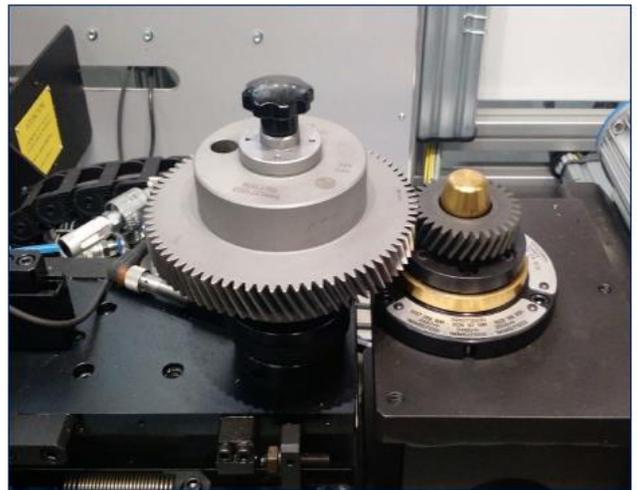
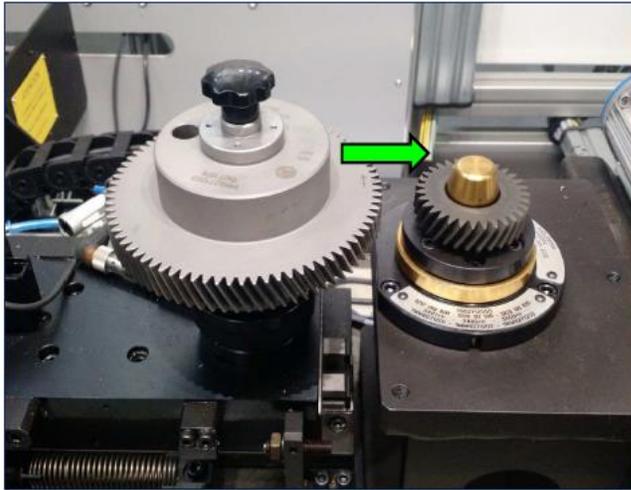


Ilustración 7 Piñonería

FASE 1



Fase 1:
Entrada de master en rotación de engrane.
Después de engranamiento comienza el ciclo de control.

Ilustración 8 Control de Golpes Piñones

Anexo III: Listado componentes de la Caja de cambios Modelo SX

FUNCIONAMIENTO DEL CÁRTER MECANISMO					
F11829	321018068R	CARTER MECANISMO SG	1	FP	SG
F11829	321011464R	Función MECANISMO DE CÁRTER	1	ILN Chennai	SG
F11908---	328020410R	ANILLO DE RODAMIENTO 15X17X10 EJE DE PASO CM	2	ILN Chennai	SG-SA
L003621--	322047132R	ANILLO DE TOPE a. CM primario	1	ILN Chennai	SG-SA
L003401--	322047132R	ANILLO DE PARADA a. CE secundario	1	ILN Chennai	SG-SA
F11840---	321096881R	DEFLECTOR 2 ACEITE L.SECUNDARIO CM	1	ILN Chennai	SG-SA
F11894-	328020410R	ANILLO COJINETE 15x17x10 EJE HORQUILLA CM	1	ILN Chennai	SG-SA
F11908---	328020410R	ANILLO COJINETE 15x17x10 EJE SELECCION CM	1	ILN Chennai	SG-SA
F15520	328583137R	JUNTA EJE SELECCION 15x23x4 CM	1	ILN Chennai	SG
F15517	328583137R	JUNTA EJE DE PASO 15x23x4 CM	1	ILN Chennai	SG
F11840---	321073464R	CONDUCTO DE SUMINISTRO DE ACEITE (total) CM	1	ILN Chennai	SG-SA
L003140--	7707602037	TORNILLO X EXT EMBASE M8-43 (10-9) CM/CE	13	ILN Chennai	SG-jb-jh
L003140--	7703602292	PERNO C/BASE M8X125-43 SIN CROMO 6 C	13	FR	JX
L005901--	383423705R	JUNTA 40x55x8 S. TRANSMISION Izquierda CM	1	ILN Chennai	SG-SA
F11930---	384438973R	COJINETE DIA.62 LADO IZQUIERDO - L.DIFERENCIAL CM	1	ILN Chennai	SG-SA
L005901--	321990731R	TAPA (negra) MECANISMO DE CÁRTER	1	ILN Chennai	SG-SA
L003860--	7705010121	ANILLO DE CENTRADO CM/CE	2	SFK	SG-jb-jh

Ilustración 9 Listado Componentes 1

CUBIERTA DE FUNCIONES EMBRAGUE					
F11832	304017050R	TAPA EMBRAGUE B4D	1	FP	SG
F11832	304015842R	FUNCIÓN DE LA TAPA DEL EMBRAGUE	1	ILN Chennai	SG
F11964---	8200128328	TUBO GUIA TOPE EMBRAGUE	1	Gran Corona ILN	SG-SA
L003160	7707002016	TORNILLO BASE M8x125-20 (8-8) (fijación abrazadera tubo guía)	2	ILN Chennai	SG-jb-jh
F11968---	7700875163	PIVOTE SOBREMOLDEADO CE	1	SFK	SG-jb-jh
F11840---	321093769R	DEFLECTOR 1 ACEITE L.SECUNDARIO CE	1	ILN Chennai	SG-SA
F11855---	322630767R	COJINETE DIA.48 (Secundario en la tapa del embrague)	1	Gran Corona ILN	SG-SA
F11855---	322625406R	ANILLO DE COJINETE INTERIOR	1	ILN Chennai	SG-SA
L006148	321397211R	PLACA DE TOPE DE RODAMIENTO CE	1	ILN Chennai	SG-SA
L006148	7707002018	TORNILLO FIJACION PLACA TOPE COMO M6x14 (8-8)	1	ILN Chennai	SG-SA
L003401--	322045241R	RING STOP a.secundario	2	ILN Chennai	SG-SA
F11852---	322033100R	ALOJAMIENTO EMBR DEL COJINETE DEL EJE PRIMARIO	1	Gran Corona ILN	SG-SA
L006142	321394082R	PLACA DE TOPE DE RODAMIENTO CE	1	ILN Chennai	SG-SA

Ilustración 10 Listado Componentes 2

L006148	7707002018	TORNILLO FIJACION PLACA TOPE COMO M6x14 (8-8)	1	ILN Chennai	SG-SA
L003401--	322045241R	RING STOP a.secundario	2	ILN Chennai	SG-SA
F11852---	322033100R	ALOJAMIENTO EMBR DEL COJINETE DEL EJE PRIMARIO	1	Gran Corona ILN	SG-SA
L006142	321394082R	PLACA DE TOPE DE RODAMIENTO CE	1	ILN Chennai	SG-SA
L006142	7707002018	TORNILLO FIJACION TOPE AP M6x14 (8-8)	1	ILN Chennai	SG-SA
F11908---	328020410R	ANILLO COJINETE 15X17X10 EJE SELECCION CE	1	ILN Chennai	SG-SA
F11894-	328020410R	ANILLO COJINETE 15X17X10 EJE HORQUILLA CE	1	ILN Chennai	SG-SA
F15521	321132360R	JUNTA DEL EJE PRIMARIO CAJA DEL EMBRAGUE	1	ILN Chennai	SG-SA
L005913--	383423705R	JUNTA DE SELLADO 40X55X8 SALIDA TRANSMISION "D" CE	1	ILN Chennai	SG-SA
F11930---	384438973R	COJINETE DIA.62 LADO "D" - L.DIFERENCIAL CE	1	ILN Chennai	SG-SA
F11849	313795482R	LIMAS DE RETENCIÓN DE IMÁN	1	ILN Chennai	SG-jb-jh
L003720--	7703062062	JUNTA 16 (estanqueidad tapon vac.aceite)	1	SFK	SG-jb-jh
F11845---	7703075347	TAPON M16X150 4-8 (vaciado aceite)	1	SFK	SG-jb-jh
F11838---	8200711779	RESPIRADERO METALICO	1	ILN España	SG-jb-jh
	91006478	ALMOHADILLA BLANCO RESPIRADERO	1		
	91006476	TAPÓN GOMA ROJO LLENADO ACEITE	1		SG-SA
	91006475	TAPÓN PLASTICO A.PRIMARIO	1		SG-SA

Ilustración 11 Listado Componentes 3

LÍNEA DE PRODUCTO					
	R100137188	GRASA LARGA OLISTA		SFK	SG-SA
	R100577958	JUNTA DE SELLADO		SFK	SG-SA
	7702031757	ACEITE CHEVRON ETL-8708			SG-SA
FUNCION CAJA MOTOR					
F12045	7705035035	EJE 6-12.5	1	SFK	SG-jb-jh

Ilustración 12 Listado Componentes 4

LINEA PRIMARIA CON PIÑONES FIJOS					
F11851	322016858R	EJE PRIMARIO 13x49 - 21x43	1	CMC	SG
F11851	322014442R	EJE PRIMARIO FORJA	1	ILN Chennai	SG S.A.
F11877---	322B18663R	PIÑON FIJO 3º 31/40 (Primario) FOSFATADO	1	Chile	SG
F11877---	322B17552R	3 FORJA PIÑON FIJO	1	ILN Chennai	SG
F16383	322650326R	ESPACIADOR PIÑON FIJO 3ra. 4ta. (primario)	1	ILN Chennai	SG-SA
F11880---	322B44336R	PIÑON FIJO 4º 39X37 (Primario)	1	CMC	SG
F11880---	322B41702R	PIÑON FIJO 4º FORJA	1	ILN Chennai	SG
L013170	322045372R	ANILLO DE TOPE PIÑON-ARBOL 5ta.	1	ILN Chennai	SG-SA
F11883---	323705980R	PIÑON FIJO 5º 43/34 "FOSFATADO" (Primario)	1	CMC	SG-SA
F11883---	323704669R	PIÑON FIJO 5º FORJA	1	ILN Chennai	SG-SA
L013170	322045773R	ANILLO DE TOPE DIA.32 PIÑON FIJO 5ta.	1	ILN Chennai	SG-SA
F11852---	322753360R	COJINETE D,56 (A.Primario) CM	1	ILN Chennai	SG-SA
L003621--	322045241R	ANILLO DE TOPE 5ta. D, 23.7 a.CM primario	1	ILN Chennai	SG-SA

Ilustración 13 Listado Componentes 5

LINEA SECUNDARIA DOBLE CONO					
F11854	322412690R	EJE SECUNDARIO 14/59 FOSFATADO	1	CMC	SG1-009
F11854	322417029R	EJE SECUNDARIO FORJA	1	ILN Chennai	SG-SA
culo001869	322306635R	CONJ.PIGNON FOU 1ERE 13/49 DOBLE CONO	1	CMC	SU
F11871---	322315197R	ENGRANAJE LOCO 1º FORJA	1	ILN Chennai	SG-SA
F11922	322446689R	LAVADORA CANGREJO 1ra.	1	ILN Chennai	SU
F11926---	326075710R	ANILLO SINCRONIZADOR SUPERIOR	1	ILN Chennai	SU
F11926---	326152234R	ANILLO DE FRICCIÓN SINCRONIZADOR	1	ILN Chennai	SU
F11926---	326048165R	ANILLO SINCRONIZADOR INFERIOR	1	ILN Chennai	SU
F11926---	326022434R	RESORTE DE ARTICULACIÓN	1	ILN Chennai	SU
F11922	326068184R	WALKMAN 1-2 DOBLE CONO	1	ILN Chennai	SU
F11922	326015772R	HUB SINCRONIZADOR 1-2 DOBLE CONO	1	ILN Chennai	SU
F11926---	326022434R	RESORTE DE ARTICULACIÓN	1	ILN Chennai	SU
F11926---	326075710R	ANILLO SINCRONIZADOR SUPERIOR	1	ILN Chennai	SU
F11926---	326152234R	ANILLO DE FRICCIÓN SINCRONIZADOR	1	ILN Chennai	SU
F11926---	326048165R	ANILLO SINCRONIZADOR INFERIOR	1	ILN Chennai	SU
L003580--	322045372R	ANILLO DE TOPE DIA.37,90 EJE ENGRANAJE 2da.	1	ILN Chennai	SU
F14352---	331A11924R	ARANDELA ESTRIADA 27 Dtes. 2da.	1	ILN Chennai	SG-SA
culo001870	322501809R	CONJ.PIGNON FOU 2EME 21/43 DOBLE CONO	1	CMC	SG
F11874---	322512319R	ENGRANAJE LOCO 2º FORJA	1	ILN Chennai	SG-SA
F11922	322446689R	LAVADOR CANGREJO 2da.	1	ILN Chennai	SG-SA
F14352---	331A11924R	ARANDELA ESTRIADA 27 Dtes. 2da.	1	ILN Chennai	SG-SA
L005981--	322045372R	ANILLO DE TOPE DIA.37,90 EJE ENGRANAJE 2da.3ra.	1	ILN Chennai	SG-SA

Ilustración 14 Listado Componentes 6

F14354---	331A11924R	ARANDELA ESTRIADA 27 Dtes.3ra.	1	ILN Chennai	SG-SA
culo00187	322B26812R	CONJUNTO ENGRANAJE LOCO 3 31/40 FOSFATADO	1	CMC	SG
F11877---	322B32152R	ENGRANAJE LOCO 3º FORJA		ILN Chennai	SG
F11923---	322B98878R	LAVADOR CANGREJO 3ra.	1	ILN Chennai	SG-SA
L006251-	322045372R	ANILLO DE TOPE DIA.37,90 EJE ENGRANAJE 3ra.4ta	1	ILN Chennai	SG-SA
F14356---	331A11924R	ARANDELA ESTRIADA 27 dtes 4ta.	1	ILN Chennai	SG-SA
F11927---	326041262R	ANILLO SINCRONIZADOR	1	BR	SG-SA
F11927--	326024662R	MUELLE DE MONTAJE 3-4ta.	1	India	SG-SA
F11923---	326119563R	3º 4º JUGADOR	1	India	SG-SA
F11923---	326051297R	CUBO SINCRONIZADOR 1-2/3-4 / 5ta.	1	India	SG-SA
F11927--	326024662R	MUELLE DE MONTAJE 3-4ta.	1	India	SG-SA
F11927---	326041262R	ANILLO SINCRONIZADOR	1	BR	SG-SA
culo00187	322B58300R	CONJ CARGA ENGRANAJE 4º 39/37	1	CMC	SG
F11880	322B67511R	4º ENGRANAJE LOCO FORJA	1	ILN Chennai	SG
F11923---	322B98878R	LAVADORA CANGREJO 4ta.	1	FR	SG-SA
F14356---	331A11924R	ARANDELA ESTRIADA 27 dtes 4ta.	1	ILN Chennai	SG-SA
L032716	322045372R	ANILLO DE TOPE DIA.37,90 EJE ENGRANAJE 4ta.5ta.	1	ILN Chennai	SG-SA
F14359---	331A11924R	ARANDELA ESTRIADA 27 Dtes 5ta.	1	ILN Chennai	SG-SA
culo00769	323716935R	ENGRANAJE LOCO 5º 43/34 ASS FOSFATADO	1	CMC	SG-SA
	323718418R	ENGRANAJE LOCO 5TA FORJA	1	ILN Chennai	SG-SA
F11924---	322B98878R	CANGREJO CONO 5ta.	1	ILN Chennai	SG-SA
L013170-	322045372R	ANILLO DE TOPE DIA,37,90 ENGRANAJE LOCO 5ta.	1	ILN Chennai	SG-SA
F11924---	326119563R	5º WALKMAN	1	India	SG-SA
F11924---	326051297R	CUBO SINCRONIZADOR 1-2/3-4 / 5ta.	1	India	SG-SA

Ilustración 15 Listado Componentes 7

F13426---	326024662R	RESORTE DE ARTICULACIÓN	1	India	SG-SA
F13426---	326041262R	ANILLO SINCRONIZADOR	1	India	SG-SA
F11855---	322753360R	COJINETE DIA.56 (A.Secundario) CM	1	ILN Chennai	SG-SA
L003621--	322045241R	ANILLO DE TOPE 5ta. D,23.7 a.CM secundario	1	ILN Chennai	SG-SA

Ilustración 16 Listado Componentes 8

LÍNEA DE MARCHA ATRÁS					
culo002514	322801660R	CULO DE ENGRANAJE INTERMEDIO	1	INDIA	SG-SA
F15852	322860417R	ESPACIADOR DE MARCHA ATRÁS	1	ILN Chennai	SG-SA
F11869	322811371R	EJE DE LÍNEA INVERSA	1	ILN Chennai	SG-SA
L015063	322928006R	PASADOR ELÁSTICO E4X20 MA	1	ILN Chennai	SG-SA
culo002508	328171733R	SOPORTE INVERSOR CULO	1	ILN Chennai	SG-SA
L007509	7707002032	TORNILLO M8X125-24 MA FIJACION INVERSOR	2	ILN Chennai	SG-SA
L007509	7705035035	EJE 6-12.5 MA	1	SFK	SG-SA
DIFERENCIAL CERRADO CON TORNILLOS					
z	384210248R	CAJA DIFERENCIAL	1	ILN Chennai	SG-SA
F11932---	384213443R	CAJA DIFERENCIAL	1	ILN Chennai	SG-SA
F11888---	381017865R	PUENTE CORONA 14*59	1	cmc	SG1-009
F11888---	381016197R	PUENTE DE LA CORONA PREFABRICA	1	ILN Chennai	SG1-009
F11933---	384234962R	ENGRANAJE PLANETARIO	2	ILN Chennai	SG-SA
F11936---	384245764R	COPA DE FRICCION 51X26 PLANETARIO	2	ILN Chennai	SG-SA
F11933---	384255449R	ENGRANAJE SATÉLITE	2	ILN Chennai	SG-SA
F11936---	384266255R	COPA FRICCION 36X16 SATELITE	2	ILN Chennai	SG-SA
F11933---	384270788R	EJE PIÑÓN SATÉLITE	1	ILN Chennai	SG-SA
L006348--	384696954R	PARADA DE ANILLO	1	ILN Chennai	SG-SA
L003301--	381022243R	TORNILLO M10X1,25-20 FIJAR PUENTE CORONA	10	ILN Chennai	SG-SA
	91006474	PROTECTORES PLASTICO SAL.DIFERENCIAL	2		SG-SA

Ilustración 17 Listado Componentes 9

COMANDOS INTERNOS					
culo010142	329507842R	HORQUILLA EJE CDOS.INTERNOS CULO	1	ILN Chennai	SG
culo001885	328979203R	PALANCA PASAJE ASS (con pasador)	1	ILN Chennai	SG
culo001886	328928486R	EJE DE MANDO INTERNO EQP.	1	ILN Chennai	SG
F15688	328761315R	ARANDELA DE SELECCIÓN DEL EJE DE SELECCIÓN DEL EJE 1.	1	ILN Chennai	SG
F15688	328763935R	1.68 ARANDELA DE RETENCIÓN DEL EJE DE SELECCIÓN		ILN Chennai	SG
F15688	328767720R	1.74 ARANDELA DE RETENCIÓN DEL EJE DE SELECCIÓN		ILN Chennai	SG
F15688	328762269R	1.80 ARANDELA DE RETENCIÓN DEL EJE DE SELECCIÓN		ILN Chennai	SG
F15688	328763066R	1.86 ARANDELA DE RETENCIÓN DEL EJE DE SELECCIÓN		ILN Chennai	SG
F15688	328760760R	1.92 ARANDELA DE RETENCIÓN DEL EJE DE SELECCIÓN		ILN Chennai	SG
F15688	328767659R	ARANDELA DE RETENCION DEL EJE DE SELECCION ESP.1.98		ILN Chennai	SG
F15688	328762436R	1.44 ARANDELA DE RETENCIÓN DEL EJE DE SELECCIÓN		ILN Chennai	SG
F15688	328763409R	ESP.1.5 ARANDELA DE RETENCIÓN DEL EJE DE SELECCIÓN		ILN Chennai	SG
F15688	328763927R	1.56 ARANDELA DE RETENCIÓN DEL EJE DE SELECCIÓN		ILN Chennai	SG
F15688	328120621R	ANILLO DE TOPE DEL EJE SEL.	1	ILN Chennai	SG
F11907	8200601471	PIN 26X10 MUELLE STOP RECORDATORIO P.MORT	1	ILN España	SG-SA
F11959	305734334R	HORQUILLA DE LIBERACIÓN	1	ILN Chennai	SG
F11963---	7700102781	DESEMBRAGUE	1	Gran Corona ILN	SG-SA
F11960---	305426621R	FUELLE (cdo.embrague)	1	ILN Chennai	SG-SA
F10231	8200177718	INTERRUPTOR DE MARCHA ATRAS VERDE BI-FUNCION	1	ILN España	SG
F11970	307027538R	PASTA CABLE EMBRAGUE	1	ILN Chennai	SG
L006367	307592066R	TORNILLO FIJACION M10X1,5X30 PASTA CABLE	1	ILN Chennai	SG-SA

Ilustración 18 Listado Componentes 10