



**“PROPUESTA DE MEJORA DE LA PLANIFICACIÓN Y  
CONTROL DE PRODUCCIÓN DE PASTILLAS DE FRENO  
EN LA EMPRESA FRENOSA”**

**Trabajo de Investigación presentado  
para optar al Grado Académico de  
Magíster en Supply Chain Management**

**Presentado por  
Oscar Tomas Yopez Celis**

**Asesor: Daniel Antonio Benites Elorreaga**

**[0000-0003-1052-5022](tel:0000-0003-1052-5022)**

**Lima, diciembre 2020**

## Resumen ejecutivo

Frenosa es una empresa 100 % peruana que se dedica al diseño, fabricación y comercialización de pastillas de freno para todo tipo de vehículo motorizado; también comercializa y distribuye elementos de fricción para el rubro automotriz e industrial. Lidera el mercado peruano en su rubro, exporta a 20 países y actualmente cuenta con 2 divisiones: líquido de frenos y pastillas, las cuales interactúan con 4 canales comerciales: canal de venta Lima, canal de venta provincia, canal de venta industrial y exportaciones. Cabe resaltar que el canal comercial Lima es el más importante, ya que representa el 50 % de la facturación total de la compañía.

La alta dirección de la compañía tiene como meta poder incrementar sus ventas en un 30 % adicional en los próximos 3 años e incursionar en otros sectores como el minero y ferroviario, en los cuales, a la fecha, no se ha podido obtener buenos resultados. Los directivos son conscientes de que para lograr las metas propuestas se debe realizar un cambio y optimización en la parte operativa, que les permita mejorar capacidades y los tiempos de respuestas hacia los clientes. El presente trabajo de investigación propone la implementación de diversas metodologías, procedimientos y herramientas que permitirán mejorar el proceso de planeamiento y control de la producción de la compañía. Para ello se ha desarrollado lo siguiente:

- Análisis e investigaciones de diversas metodologías enfocadas en estandarizar y optimizar los procesos de planeamiento y control de la producción, con la finalidad de seleccionar las mejores prácticas que más se adecuen a los procesos de la compañía.
- Revisión detallada de los procesos de planeamiento y control de la producción, poniendo un especial énfasis en el proceso operativo y los indicadores de gestión que miden el desempeño del mismo (AS/IS).
- Definición de las metodologías “buenas prácticas” que mas se adecuan a la realidad operativa de la compañía, identificando las brechas que existen entre el proceso actual y el proceso definido por las buenas prácticas. En este punto se ha utilizado un *check list* basado en lo que proponen Cuatrecasas (2011) y Chopra y Meindl (2016).
- Aplicación de las metodologías “buenas prácticas” para el cierre de brechas y optimización del proceso (*to be*). Se ha incluido la aplicación de una prueba piloto que permite identificar y extrapolar, a todo el proceso, los resultados e impactos de la mejora propuesta.

## Índice de contenidos

<b>Índice de tablas .....</b>	<b>v</b>
<b>Índice de gráficos .....</b>	<b>vii</b>
<b>Índice de anexos .....</b>	<b>viii</b>
<b>Capítulo I. Introducción .....</b>	<b>1</b>
<b>Capítulo II. Sector y organización.....</b>	<b>2</b>
1. Descripción y análisis del sector y organización en estudio.....	2
1.1. Análisis del macroentorno .....	4
1.1.1. Entorno político.....	4
1.1.2. Entorno económico .....	4
1.1.3. Entorno sociocultural.....	5
1.1.4. Entorno tecnológico .....	6
1.1.5. Entorno ecológico .....	6
1.1.6. Entorno legal.....	6
2. Diagnóstico de la cadena de abastecimiento.....	7
2.1. Estructura de la cadena de suministro en Frenosa.....	7
2.2. Descripción general de la cadena .....	9
2.2.1. Aprovisionamiento .....	9
2.2.2. Producción .....	10
2.2.3. Distribución .....	11
2.3. Variables críticas para el desempeño de la cadena (internas y externas) .....	11
2.3.1. Internas .....	11
2.3.2. Externas .....	11
2.4. Enfoque actual de sostenibilidad de la cadena de abastecimiento (análisis del valor generado: impacto económico, social y ambiental) .....	12
3. Rol del objeto de estudio (sector/organización) en la cadena de abastecimiento a la que pertenece .....	12

4. Procesos del objeto de estudio (sector/organización) en la cadena de abastecimiento .....	12
4.1. Proceso de la cadena de abastecimiento .....	12
<b>Capítulo III. Identificación y selección de los procesos críticos .....</b>	<b>14</b>
1. Identificación de los procesos críticos.....	14
2. Priorización y selección de los criterios de estudio en el proyecto .....	21
<b>Capítulo IV. Diseño de las propuestas de mejora .....</b>	<b>24</b>
1. Situación actual.....	24
1.1. Planificación de las ventas.....	24
1.2. Planificación .....	25
2. Rediseño y mejora del proceso de Planeamiento y control de la producción.....	29
2.1. Descripción de los procesos buenas prácticas.....	29
2.1.1. Planificación de las ventas .....	29
2.1.2. Plan maestro de la producción – MPS.....	30
2.1.3. Planificación de los requerimientos de material - MRP .....	31
2.2. Definición del <i>check list</i> para los procesos de planeamiento y control de la producción.....	33
3. Rediseño de procesos y cierre de brechas encontradas .....	39
3.1. Planificación de las ventas.....	39
3.2. MPS.....	43
3.2.1. Método propuesto para la creación del MPS .....	44
3.2.2. Método propuesto para la creación del plan de necesidades de materiales – MRPI .....	44
<b>Conclusiones y recomendaciones.....</b>	<b>65</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>66</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>68</b>
<b>Nota biográfica.....</b>	<b>75</b>

## Índice de tablas

Tabla 1.	Evolución anual de venta de vehículos.....	2
Tabla 2.	Variación porcentual del índice de volumen físico respecto al mismo periodo el año anterior.....	3
Tabla 3.	Evolución del PBI del Perú.....	4
Tabla 4.	Porcentaje de compras directas e indirectas de Frenosa en el 2019 .....	7
Tabla 5.	Porcentaje de compras nacionales e internacionales de Frenosa en el 2019.....	7
Tabla 6.	Escala de medida de Saaty.....	18
Tabla 7.	Procesos críticos.....	22
Tabla 8.	Cálculo de la razón de consistencia.....	22
Tabla 9.	Resultados de la evaluación de procesos .....	23
Tabla 10.	Exactitud de pronóstico de ventas industriales .....	24
Tabla 11.	<i>Stock</i> al cierre de mes año 2019 .....	25
Tabla 12.	Proyección de la demanda por tipo de SKU .....	26
Tabla 13.	Resultado del <i>check list</i> de los procesos de planeamiento y control de la producción .....	34
Tabla 14.	Comparativo de la exactitud del plan de producción entre el 2019 y el 2020 .....	35
Tabla 15.	Comparativo del porcentaje de desmedro entre el 2019 y el 2020.....	35
Tabla 16.	Comparativo del porcentaje de <i>backorders</i> entre el 2019 y 2020.....	36
Tabla 17.	Comparativo del porcentaje de venta perdida entre el 2019 y el 2020.....	37
Tabla 18.	Comparativo exactitud del plan de producción.....	38
Tabla 19.	Porcentaje comparativo de <i>backorders</i> /venta 2019-2020.....	38
Tabla 20.	Porcentaje comparativo de venta perdida 2019 -2020.....	38
Tabla 21.	Métodos de pronóstico .....	40
Tabla 22.	Definición de valores $\alpha$ , $\beta$ y $\gamma$ .....	40
Tabla 23.	Definición del mejor método de pronóstico.....	41
Tabla 24.	MPS.....	44
Tabla 25.	Nivel 1 – componentes .....	49
Tabla 26.	Nivel 2 - componente .....	50
Tabla 27.	Nivel 3 – componentes .....	50
Tabla 28.	Nivel 4 – componentes .....	53
Tabla 29.	ABC de ventas – pastillas de freno .....	55
Tabla 30.	Inventario promedio – pastillas de freno .....	56
Tabla 31.	Cronograma de implementación prueba piloto .....	56

Tabla 32.	Exactitud del plan de producción .....	57
Tabla 33.	Comparativo de la exactitud del plan de producción .....	57
Tabla 34.	Porcentaje de <i>backorders</i> /venta .....	57
Tabla 35.	Comparativo del porcentaje <i>backorders</i> /venta 2019-2020 .....	58
Tabla 36.	Comparativo del porcentaje de desmedro/valor del inventario 2019-2020 .....	58
Tabla 37.	Porcentaje de participación de la venta perdida/venta.....	58
Tabla 38.	Comparativo de la venta perdida 2019-2020 .....	59
Tabla 39.	Inversión en capacitación para la implementación de la nueva metodología .....	61
Tabla 40.	Comparativo de la venta perdida en valor entre los años 2020 y 2021 .....	62
Tabla 41.	Comparativo del desmedro en valor entre los años 2020 y 2021 .....	63
Tabla 42.	Cálculo del VAN y TIR del proyecto.....	64

## Índice de gráficos

Gráfico 1.	Número de vehículos vendidos – año 2020 .....	3
Gráfico 2.	Estadística: Taxistas informales en Lima .....	5
Gráfico 3.	Estructura de la cadena de abastecimiento de Frenosa .....	9
Gráfico 4.	Exactitud del plan de producción .....	15
Gráfico 5.	<i>Backorder</i> y venta perdida .....	15
Gráfico 6.	Desmedro de MP y materiales .....	16
Gráfico 7.	Modelo jerárquico para la toma de decisiones con el AHP .....	18
Gráfico 8.	Diagrama de flujo del proceso planificación de ventas .....	27
Gráfico 9.	Diagrama de flujo del proceso MRP .....	28
Gráfico 10.	Aplicación del MRPI .....	32
Gráfico 11.	Diagrama de flujo del proceso de planificación operativa .....	42
Gráfico 12.	Árbol de decisión para la planificación de la producción .....	43
Gráfico 13.	Descomposición por explosión de la pastilla .....	46
Gráfico 14.	Diagrama de flujo del MRPI .....	48
Gráfico 15.	ABC de ventas – pastillas de freno por familia .....	55
Gráfico 16.	Organigrama del proyecto de implementación .....	60

## Índice de anexos

Anexo 1.	Organigrama de Frenosa.....	69
Anexo 2.	<i>Check list</i> de los procesos de planeamiento y control de la producción.....	70
Anexo 3.	Gantt del proyecto PCP .....	73

## Capítulo I. Introducción

Frenosa es una compañía fundada en el año de 1957 y es la única empresa peruana especializada en la fabricación de pastillas de freno para autos livianos. Se dedica también a la importación y comercialización de otros elementos de fricción y líquido de frenos, posicionándose de una manera diferencial en el país y logrando la exportación de sus productos con estándares de alta calidad a mercados competitivos como Sudamérica, Centroamérica, Norteamérica, Europa, Asia y Oceanía.

Cuentan con un laboratorio tecnificado, en el cual se investigan, desarrollan y realizan pruebas de campo simulando condiciones extremas, lo que permite ofrecer productos y materiales de alto rendimiento. Sus diseños son desarrollados en sistemas CAD y CAM, de acuerdo con el plano o muestra proporcionada, con especial cuidado en las exigencias dimensionales, geometrías estructurales y tolerancias de cada pieza de fricción que solicitan sus clientes.

En el 2010 desarrollaron un ERP propio, al que llamaron: Solutus. Este sistema hecho a medida brinda soporte e integración de información a todos los departamentos de la empresa, administrativos y operativos, incluyendo la automatización de reportes gerenciales para las tomas de decisiones en directorio.

La empresa cuenta con 150 colaboradores en planilla, de los cuales 115 pertenecen al área de producción (fabricación de pastillas de freno y líquido de freno); y 35, al área administrativa.

Desde su fundación, Frenosa ha estado en manos de un directorio familiar; a la fecha están en un proceso de transición, dando pase a profesionales especializados en las diversas gerencias y áreas de la compañía. Para ello se está contratando consultores, evaluando renovación de maquinaria y creando nuevas áreas dentro de la compañía, como la de cadena de suministros y proyectos, dada su intención de expansión comercial y crecimiento.

Parte del proceso de cambio de la empresa es el levantamiento de información y medición de indicadores como: *backorder*, venta perdida, exactitud del plan de producción y desmedro, que en el presente trabajo sirvieron de soporte para exponerlos frente a las jefaturas y gerencias en la identificación y jerarquización de procesos críticos y en el diseño de la propuesta de mejora.

## Capítulo II. Sector y organización

### 1. Descripción y análisis del sector y organización en estudio

Durante el 2019, según datos brindados por la Asociación Automotriz del Perú (AAP 2020), el sector automotriz y las actividades relacionadas contribuyeron con el 15.4 % de los ingresos tributarios del país, y al 7.4 % del total de créditos de la industria financiera. Además, el sector automotriz en Perú genera 400,000 empleos directos y 800,000 empleos indirectos, contribuyendo al 12 % del producto bruto interno (PBI).

**Tabla 1. Evolución anual de venta de vehículos**

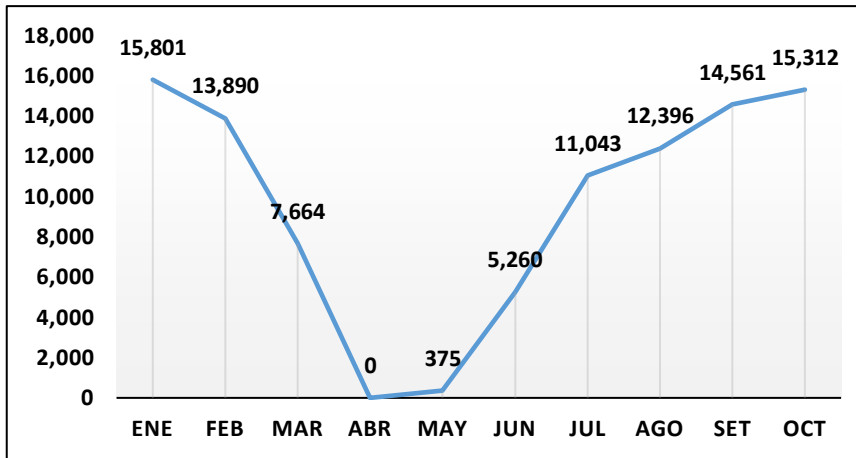
Año	Evolución anual de venta de vehículos (unidades)
2012	148,062
2013	161,870
2014	156,036
2015	145,374
2016	140,536
2017	148,682
2018	141,571
2019	139,401

Fuente: Elaboración propia

En el 2020, debido a la pandemia del Covid-19, las cantidades acumuladas de ventas de vehículos livianos, entre enero y octubre, se contrajeron en 31.3 % respecto del mismo período del 2019. En vehículos pesados, la contracción fue de 27.3 % y en vehículos menores 9.9 %.

Sin embargo, desde junio, se observa una tendencia ascendente producto de la reapertura paulatina de la economía, llegando a las 15,312 unidades vendidas en octubre, que es 8 % superior a las ventas del mismo mes en 2019.

**Gráfico 1. Número de vehículos vendidos – año 2020**



Fuente: Elaboración propia

Respecto de las actividades conexas a la venta de vehículos (mantenimiento y reparación), el decrecimiento del último trimestre que indica el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) fue de -1,9 % comparado con el mismo período en 2019, bastante por debajo del número del segundo trimestre que llegaba a -64,3 %.

**Tabla 2. Variación porcentual del índice de volumen físico respecto al mismo periodo el año anterior**

<b>COMERCIO: VALOR AGREGADO BRUTO</b>										
(Variación porcentual del índice de volumen físico respecto al mismo periodo del año anterior)										
Valores a precios constantes de 2007										
Actividad	2019/2018					2020/2019				
	I Trim.	II Trim.	III Trim.	Acumulado al III Trim.	4 últimos Trim. <sup>1/</sup>	I Trim.	II Trim.	III Trim.	Acumulado al III Trim.	4 últimos Trim. <sup>1/</sup>
Comercio	1,9	2,2	2,8	2,3	2,3	-7,1	-45,9	-8,1	-20,7	-14,3
Comercio al por mayor y menor	2,0	2,3	2,8	2,4	2,3	-7,0	-44,5	-8,5	-20,3	-14,0
Mantenimiento y reparación de vehículos automotores	1,4	1,3	2,5	1,7	2,3	-8,6	-64,3	-1,9	-25,8	-18,2

1/ Últimos 4 trimestres respecto al mismo periodo del año anterior, ejemplo: IV trim 2019 al III trim 2020/ IV trim 2018 al III trim 2019.  
Nota: - Cifras trimestrales ajustadas a las Cuentas Nacionales Anuales.  
Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática.

Fuente: INEI 2020

## 1.1. Análisis del macroentorno

### 1.1.1. Entorno político

La situación política para este 2020 es aún de incertidumbre. El 2019 culminó con grandes eventos de crisis política como el cierre del Congreso y el nuevo Parlamento viene siendo criticado por la promulgación de leyes populistas que atentan contra la economía peruana y contra las finanzas públicas.

### 1.1.2. Entorno económico

Se estimaba que la economía peruana crecería el 2020 alrededor del 3.2 %, según el Ministerio de Economía y Finanzas (Gestión 2020a); sin embargo, el impacto económico que está teniendo la presencia del coronavirus en el Perú ha desplomado el PBI del país -3.5 % el primer trimestre, -29.8 % el segundo y -9.4 % el tercero, comparándolos contra los mismos períodos del año pasado.

**Tabla 3. Evolución del PBI del Perú**

PERÚ: Oferta y Demanda Global Trimestral										
<i>(Variación porcentual del índice de volumen físico respecto al mismo período del año anterior)</i>										
Año Base 2007=100										
Oferta y Demanda Global	2019/2018					2020/2019				
	I Trim.	II Trim.	III Trim.	Acumulado al III Trim.	4 últimos Trim. 1/	I Trim.	II Trim.	III Trim.	Acumulado al III Trim.	4 últimos Trim. 1/
Producto Bruto Interno	2,5	1,3	3,2	2,3	2,9	-3,5	-29,8	-9,4	-14,5	-10,3

Fuente: INEI 2020

Según el último informe de Perspectivas de la Economía Mundial del Fondo Monetario Internacional (FMI) (Gestión 2020b), publicado en octubre del 2020, se pronostica que la economía peruana crecerá a 7.3 % en el 2021, por encima del 6.5 % estimado en junio. Esta recuperación estimada es la más alta para la región, y el doble del promedio de Sudamérica.

### 1.1.3. Entorno sociocultural

El 67 % de los peruanos interesados en comprar un vehículo nuevo o usado evalúa realizar esta adquisición a través de una plataforma digital debido a la gran oferta de modelos que ofrecen, concluye un sondeo a los usuarios activos de OLX Perú realizado entre julio y agosto de este año que consideró a más 3,760 personas.

Otro factor sociocultural es que el nivel de inmigrantes se ha incrementado sobre todo de origen venezolano el cual ya llegó al cierre del 2019 a cerca de 1'200,000 inmigrantes, de los cuales el 37.8 % están en condición regular. Es importante mencionar que el aumento migratorio en el Perú de 4'442,823 en el 2008 a 9'667,886 en el 2017 ha generado en gran parte el empleo informal, en el que está incluido el oficio de taxista, cuya tasa de informalidad asciende al 37 %. Solo en la capital, existen aproximadamente 92,400 taxistas en estas condiciones.

**Gráfico 2. Estadística: Taxistas informales en Lima**



Fuente: Briceño 2018

Por otro lado, otros aspectos a considerar en el entorno sociocultural son: el crecimiento poblacional entre 1.2 % a 1.3 % anual y de ello el 43 % está concentrado en la capital y otro es la reducción del Impuesto Selectivo al Consumo (ISC) para los vehículos con cilindrada menor a 1,400 CC.

#### **1.1.4. Entorno tecnológico**

Con el crecimiento de las transacciones comerciales por internet se abren muchas posibilidades para brindar servicios y cada vez más usuarios utilizan este mecanismo de compra. En el 2020, el crecimiento fue de 300 % respecto al 2019, por lo que se infiere que gran parte de los peruanos han perdido el temor a hacer compras *online*.

Las empresas cada vez más incorporan a sus procesos productivos una mayor automatización, y en el caso de la fabricación de pastillas esto no es ajeno. El desarrollo de nuevas tecnologías, principalmente en Alemania, con la tecnología Kraft, promete mejoras en eficiencias productivas y de reducción de mano de obra.

Cabe agregar que muchas empresas están incorporando aplicaciones móviles para llegar más rápido a sus clientes finales.

#### **1.1.5. Entorno ecológico**

El Perú ha empezado a tomar conciencia sobre la protección del medio ambiente, con iniciativas como incentivar la disminución progresiva del uso de plástico, que pueden tardar hasta 150 años en degradarse.

Los consumidores se han vuelto más sensibles a temas de impacto ambiental, por lo que cada vez hay personas que difunden mensaje a favor la conservación del medio ambiente. Además, buscan nuevas alternativas para el uso de productos para sus vehículos que no impacten el medio ambiente, como biocombustibles, paneles y partes hechas con fibras naturales renovables.

#### **1.1.6. Entorno legal**

- La Ley N° 29662, Ley que prohíbe el asbesto anfíboles y regula el uso del asbesto crisolito por tener componentes que afectan la salud de las personas. La industria del automóvil, fabricación y reparación de pastillas y zapatas de frenos y discos de embragues, usa en gran parte asbesto por ser un componente resistente a la fricción y la temperatura.
- Reglamento Nacional de Vehículos DECRETO SUPREMO N° 058-2003-MTC

## 2. Diagnóstico de la cadena de abastecimiento

### 2.1. Estructura de la cadena de suministro en Frenosa

- Proveedores: Frenosa divide a sus proveedores en dos clases: proveedores de compras directas e indirectas.

Los proveedores de compras directas son aquellos que suministran mercaderías para venta, materias primas, envases y embalajes que son utilizados directamente en los procesos productivos, de almacenaje y distribución. Según datos del 2019, las compras directas fueron el 63 % del total de compras ese año.

**Tabla 4. Porcentaje de compras directas e indirectas de Frenosa en el 2019**

Proveedores	Monto de compra 2019 %
Compras Directas	63%
Compras Indirectas	37%

Elaboración propia, Fuente: FRENOSA

Los proveedores de compras indirectas suministran servicios, artículos promocionales, productos publicitarios, entre otros.

Respecto del origen de lo que se compra, el 64 % en valor proviene del extranjero; los principales países a los que se les compra son: China, Estados Unidos, Alemania, Brasil y Colombia.

**Tabla 5. Porcentaje de compras nacionales e internacionales de Frenosa en el 2019**

Origen	Monto de compra 2019 %
Local	36%
Extranjero	64%

Elaboración propia, Fuente: FRENOSA

- Fábrica y almacén

El total de la producción y almacenaje se realiza en la planta de Frenosa, ubicada en la provincia constitucional del Callao. La producción de pastillas de freno se lleva a cabo en prensas hidráulicas, que cuentan un máximo de presión de 20 toneladas.

El almacenaje también se realiza dentro de las instalaciones, y se cuenta con capacidad para guardar temporalmente hasta 150,000 juegos de pastillas. Además, cuenta con 2 muelles de carga y descarga, así como un almacén independizado para acopiar los pedidos de exportación que la planta va entregando según programa.

Frenosa cuenta también, dentro de sus instalaciones, con soporte logístico, contable, financiero, de gestión humana y comercial, a través de las diferentes gerencias que componen la organización. Tiene un sistema propio (hecho a medida), donde se registran las diferentes transacciones que aseguran el flujo de envío de órdenes de compra, generación de órdenes de fabricación, órdenes de *picking*, actualización de inventarios, emisión de guías de remisión, facturación y registro de nuevos pedidos. En el anexo 1 se observa el organigrama de la empresa.

#### - Transporte y distribución

El 90 % de las ventas de la compañía son realizadas a clientes locales, el 50 % de las cuales son de Lima y 40 % de provincia. El restante es enviado a países como Colombia, Estados Unidos, Reino Unido y Australia.

El transporte local es tercerizado con tres proveedores. Para los despachos en Lima, las unidades reparten un máximo de ocho puntos por día, según la ruta lógica determinada el día previo. Para los despachos a provincia, el 70 % es trasladado directamente a las ciudades destino, repartiéndose a los clientes o a las agencias de encomiendas que trasladan mercaderías a puntos más lejanos.

El 30 % es llevado a agencias de encomiendas en Lima, ubicadas principalmente en el distrito de La Victoria, que trasladan la mercadería a departamentos y zonas donde la carga de pedidos no justifica una unidad de transporte dedicada.

Las exportaciones en su mayoría son enviadas en incoterm FOB o EXW, dejando la contratación de la naviera y agentes de carga al cliente.

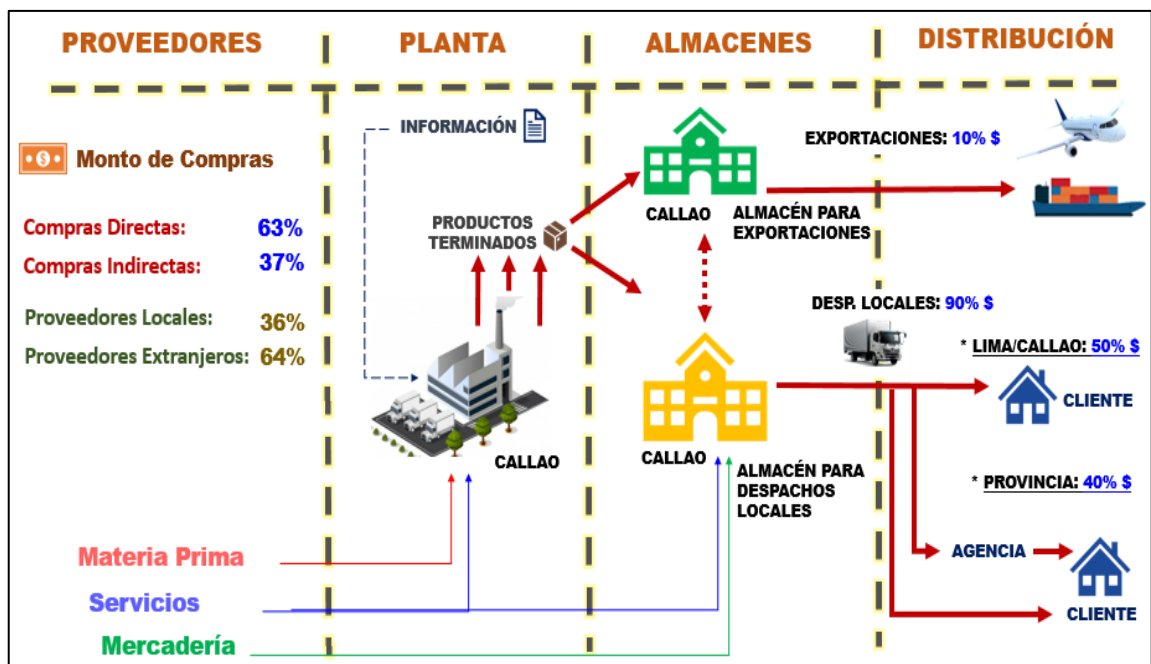
#### - Clientes

Los principales clientes son distribuidores y talleres de servicio de mantenimiento de autos. No cuentan con contratos ni acuerdos, debido a la alta informalidad del sector y a la atomización de las ventas en diferentes clientes.

El portafolio no contiene modelos de autos del 2016 hacia adelante, tampoco cuenta con homologaciones para ingresar en concesionarios autorizados de reparación de vehículos.

En el caso de los clientes extranjeros, en su totalidad son comercializadoras o distribuidoras de autopartes. Inclusive, en algunas oportunidades solicitan que el embalaje lleve sus marcas.

**Gráfico 3. Estructura de la cadena de abastecimiento de Frenosa**



Fuente: Elaboración propia

## 2.2. Descripción general de la cadena

### 2.2.1. Aprovisionamiento

El aprovisionamiento de Frenosa es liderado por el departamento de compras, que cuenta con dos compradores y un jefe.

Para compras indirectas, las solicitudes ingresadas en el sistema propio de la empresa por los usuarios, y son revisados y aprobados por la jefatura directa y gerencia.

Luego de aprobados, se cotiza y presenta al menos tres propuestas para montos superiores a 1.000 soles. Se analizan las propuestas con los usuarios, y luego de elegida la más idónea, se genera en el sistema la orden de compra provisional, que es aprobada u observada por las gerencias. Luego de ser aprobada, se puede descargar en formato PDF para que pueda enviarse vía *e-mail* al proveedor.

Una vez enviada la orden de compra, se hace monitoreo al cumplimiento del aprovisionamiento y del servicio, y se procede a registrar la factura para la programación del pago según las condiciones negociadas.

Para las compras directas, las necesidades de mercaderías, materias primas, envases y embalajes son descargadas del sistema luego de que el departamento de planeamiento actualiza las necesidades una vez al mes, luego del cierre contable.

Se calcula el plan de abastecimiento considerando lote mínimo, *lead time*, valor de redondeo y *stock* de seguridad de tres meses para productos importados, y un mes para los de procedencia local. Durante el mes se va monitoreando si los consumos están de acuerdo con las necesidades registradas, para ajustar el aprovisionamiento y no desabastecer la operación.

### **2.2.2. Producción**

La producción inicia con la recepción de órdenes de fabricación emitidas por el departamento de planeamiento, las cuales se distribuyen en las prensas según la urgencia reportada o a criterio de planta.

Luego, se hacen los requerimientos de materiales faltantes a almacén, y se devuelven las órdenes que no podrán producirse por falta de materiales.

La planta trabaja tres turnos, y durante el cierre de cada uno se notifica la producción realizada para la descarga y actualización de los inventarios. Cualquier merma o consumo no esperado, se registra en las tarjetas de fabricación, para que luego sea incluido en la notificación.

En el caso de los productos de exportación, en su totalidad son *make to order*.

### **2.2.3. Distribución**

Una vez que el área comercial ingresa los pedidos al sistema y son aprobados por finanzas, pasan a la cola de atención del departamento de almacén y distribución.

El almacén revisa los pedidos ingresados, genera las listas de *picking*, retira los productos del almacén, hace el *packing* respectivo y carga a los camiones según la ruta que corresponda.

El departamento de almacenes y distribución monitorea constantemente la llegada de las unidades al punto de entrega, y cierra las transacciones de envíos pendientes una vez que reciba la confirmación del transportista o del cliente.

## **2.3. Variables críticas para el desempeño de la cadena (internas y externas)**

### **2.3.1. Internas**

- Planeamiento y control de producción
- Coordinación entre las diversas áreas que intervienen en la producción
- Tiempos de respuesta del departamento de planeamiento de producción, a las consultas del departamento comercial
- Interrupciones durante la producción por falta de previsión
- Disponibilidad de inventario
- Cultura organizacional conservadora

### **2.3.2. Externas**

- Tiempo de respuesta de los proveedores
- Presencia de competencia en el mercado nacional
- Portafolio de productos
- Experiencia en el sector
- Calidad

## **2.4. Enfoque actual de sostenibilidad de la cadena de abastecimiento (análisis del valor generado: impacto económico, social y ambiental)**

Desde el punto de vista económico, la gestión de la cadena abastecimiento se rige por el crecimiento del mercado nacional e internacional, a fin de mantener con productos de forma permanente. El objetivo de la sostenibilidad económica es asegurar un flujo permanente de mercadería y retornos a la empresa. Este es un punto fundamental para asegurar que la cadena de abastecimiento cumpla con su propósito.

Desde el punto de vista social y ambiental, los proveedores deben estar alineados a la política de compras de Frenosa, la cual establece que, para dar de alta a una empresa como proveedor, estas deben ser organizaciones formales, con políticas anticorrupción y con buenas prácticas laborales y ambientales; sin embargo, no existen filtros como tal al momento de evaluarlas, dejando la puerta abierta a empresas que no cumplan con los requisitos indicados, siendo aceptadas solo por presentar una propuesta y cotizaciones de menor precio. Esto podría conllevar a futuros pasivos reputacionales para la empresa.

## **3. Rol del objeto de estudio (sector/organización) en la cadena de abastecimiento a la que pertenece**

La cadena de suministros de Frenosa debe estar estructurada de forma que pueda atender oportunamente los requerimientos del cliente, a través de una adecuada planificación de los productos terminados. Esto permitirá reducir la venta perdida, reducir las mermas, mejorar el pronóstico de ventas, mejorar la previsión del abastecimiento y capacidades.

Para mejorar la coordinación de la cadena, se necesita de información en tiempo real, de modo que se realicen oportunamente los análisis para una adecuada toma de decisiones.

## **4. Procesos del objeto de estudio (sector/organización) en la cadena de abastecimiento**

### **4.1. Proceso de la cadena de abastecimiento**

- Planeamiento y control de producción

El proceso de planeamiento define las cantidades a producir de pastillas de freno y los requerimientos de compra sobre la base del pronóstico de ventas, a fin de satisfacer la demanda

de los diferentes departamentos que conforman el área comercial e investigación y desarrollo, los cuales deben ser ejecutados en planta de producción.

- Compras

El proceso de compras define los lineamientos a seguir para la adecuada Gestión de Compras, comprende desde la generación de pedido de compra hasta el ingreso del producto al Kardex de almacén de materia prima y almacén de suministro y gestión del pago y calificación al proveedor.

- Almacenes y distribución

El proceso de almacenes y distribución establece los lineamientos y acciones a seguir desde la recepción de productos terminados de proveedores nacionales y extranjeros hasta su respectivo ingreso documentado y almacenamiento.

- Producción

El proceso de producción establece los lineamientos y acciones a seguir para la elaboración del programa de producción para las pastillas de freno. El proceso es administrado por el área de PCP y es fuente de aplicación y consulta en el mismo departamento, los departamentos del área de producción y la gerencia general.

- Ventas

El proceso de ventas está a cargo del equipo comercial de la empresa. También comprende constantes capacitaciones a los clientes, a fin de garantizar que conozcan todas las características y condiciones de venta al momento de adquirir los productos ofrecidos por Frenosa.

### **Capítulo III. Identificación y selección de los procesos críticos**

Un proceso crítico es aquel que afecta dos aspectos valiosos dentro de una empresa: la satisfacción del cliente y la eficiencia económica de la organización (UOC 1988).

Frenosa es una empresa que cuenta con más de 60 años en el mercado; se inició como una empresa familiar a punto de esfuerzo y sacrificio. Ello permitió su crecimiento actual, logrando un posicionamiento en el mercado nacional y también logrando exportar sus productos.

El crecimiento de la empresa fue muy rápido y no permitió que pueda crecer de manera orgánica y planificada.

#### **1. Identificación de los procesos críticos**

Una de los mayores retos que enfrenta Frenosa es la falta de sincronía entre las diversas áreas de la compañía: La ejecución del programa de producción tiene constantes interrupciones por falta de materiales y recursos, generando compras urgentes y reduciendo la disponibilidad de producto terminado. Estas interrupciones se ven cuantificadas en el indicador exactitud del plan de producción (que se calcula dividiendo lo real producido versus lo programado a inicios de mes), cuyo promedio durante el 2019 fue de 73.8 %, con mínimos de 63 % en enero.

En el presente año, hasta antes de la declaratoria de estado de emergencia por la crisis sanitaria, el promedio fue de 78 %.

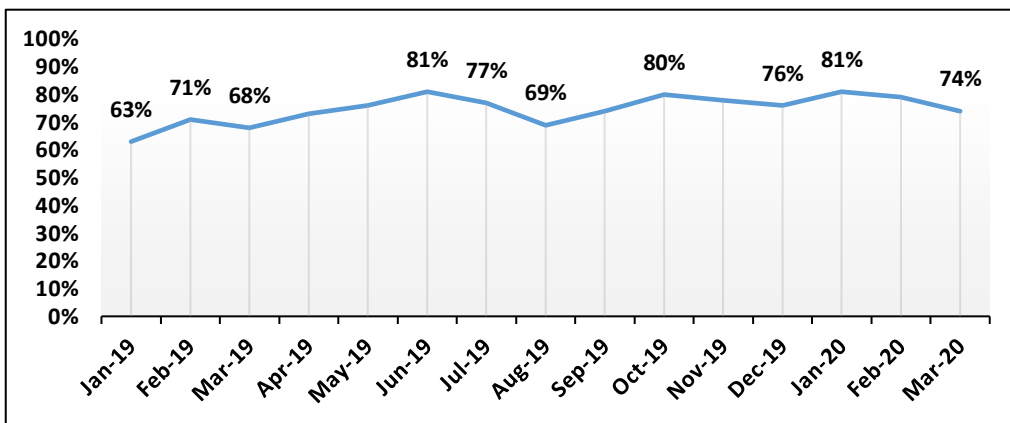
Separando las interrupciones por falta de materiales y mal cálculo de recursos, el cumplimiento del programa llega a cantidades por encima del 98 %, el 2 % restante es de faltas de personal, errores en seteos de máquina y no disponibilidad de equipos.

Dentro de la formulación de las pastillas de freno, tenemos materias primas y aditivos costosos que se usan en pequeñas cantidades (inferior al 10 % del total de la fórmula); sin embargo, dentro de su composición cuentan con resinas y componentes activos perecibles, los cuales, si no son convertidos en producto terminado a tiempo, se vuelven inutilizables para el proceso productivo y para su comercialización. También se deterioran envases y embalajes por el tiempo de almacenamiento, o por actualizaciones en la información de la compañía. El desmedro promedio

el 2019 fue de 1.37 %, con valor máximo en junio, mes en el que alcanzó el 1.69 % del valor del inventario.

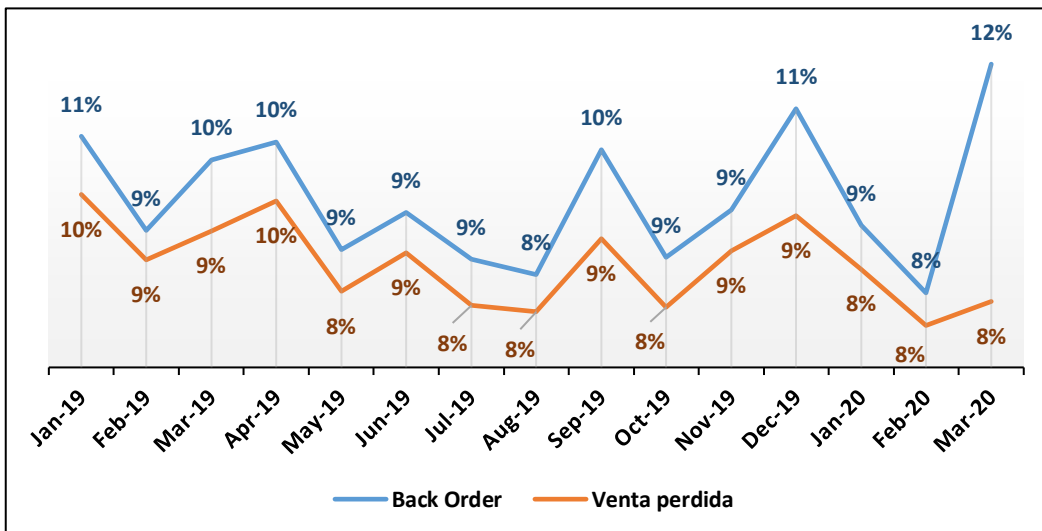
A nivel comercial, los *backorders* (productos sin *stock* con base al pedido registrado del cliente) fueron en promedio 9.6 % durante el 2019, y las ventas perdidas fueron del 8.7 % en el mismo período, con un máximo de 9.62 %.

**Gráfico 4. Exactitud del plan de producción**



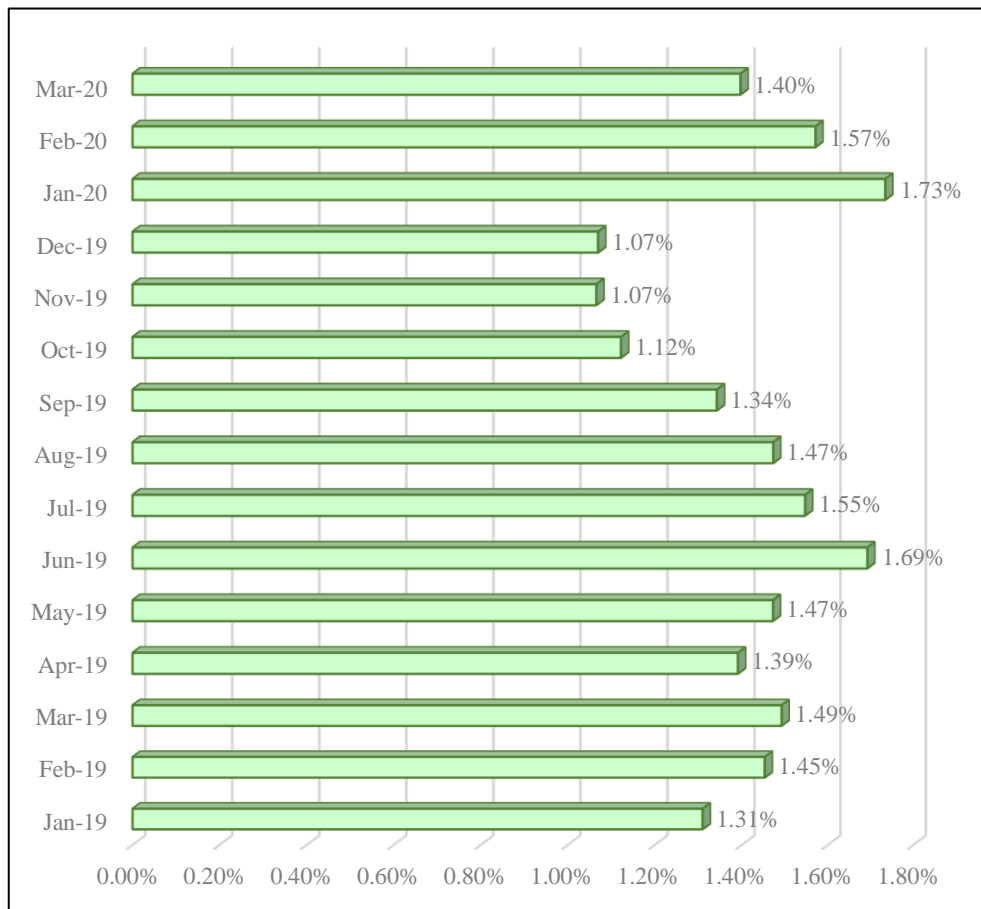
Elaboración propia, Fuente: FRENOSA

**Gráfico 5. Backorder y venta perdida**



Elaboración propia, Fuente: FRENOSA

**Gráfico 6. Desmedro de MP y materiales**



Elaboración propia, Fuente: FRENOSA

- ¿Dónde está el inconveniente?

Los responsables de planeación y control de la producción (PCP) recopilaban la información de demanda comercial; sin embargo, en caso de que existiera falta de data, se completaba a tres meses de manera idéntica al último mes. Según el departamento comercial, para obtener la data hacían regresiones simples o promediaban el histórico de ventas.

Sobre la base de las necesidades de comercial, calculaban la cantidad que se debía producir para cumplir las políticas de *stock* de producto terminado (según la rotación); sin embargo, el cálculo era manual sobre la experiencia de los encargados, y se cometían errores como:

- No tomaban en cuenta el inventario en almacén.
- No consideraban las capacidades de producción.

- No existe rendición de cuentas sobre el motivo de la solicitud de adquisición de materiales que terminan yendo al desmedro.
- No hacían seguimiento al avance de la producción.
- La planta decidía el orden de fabricación de los productos.

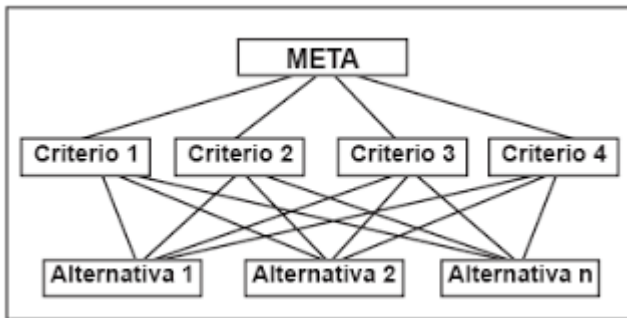
Una vez calculadas las cantidades a producir, se ejecutaba la explosión de materiales en el sistema solutus, a un horizonte de tres meses, y se enviaba al departamento de compras. También, se generaban las órdenes de fabricación que enviaban a planta para dar continuidad a los procesos productivos. En algunas oportunidades se enviaban prioridades, pero, en general, el departamento de producción decidía el orden.

Algunas de las consecuencias de estos procesos eran:

- Descontento del área comercial, porque el área de planeamiento de producción era incapaz de dar una fecha de entrega. Además, los *backorder*, que eran en promedio el 9.6 % sobre la venta total el 2019, y la venta perdida, cuyo valor promedio era de 8.7 %, impedía en ocasiones que el departamento comercial llegue a su cuota de ventas del mes, viéndose afectados en el cobro de sus comisiones y en pérdida de reputación de parte de los clientes.
  - Urgencias en el departamento de compras, por el incremento de consumos no esperados durante el mes, o excesos de materia prima que, si bien se solicitaron sobre la base de una demanda estimada por el área de planificación de producción, la gerencia exigía que el departamento de compras negociara devoluciones con los proveedores.
  - Otra de las consecuencias era el desmedro de materiales, por la pérdida de los componentes activos y perecibles de las materias primas, así como el deterioro de los envases y embalajes.
- Fundamento teórico: proceso de análisis jerárquico (AHP por sus siglas en inglés)

Para poder llevar a cabo el análisis correspondiente a los procesos críticos se utiliza la metodología del AHP, el cual está diseñado para resolver problemas complejos con el análisis de variables múltiples (criterios múltiples). La teoría de este proceso indica que quien toma la decisión proporcione evaluaciones subjetivas respecto de los criterios propuestos. El resultado obtenido del AHP es justamente una jerarquización de prioridades en busca de una preferencia para cada una de las alternativas de decisión (Aczél y Saaty 1983).

**Gráfico 7. Modelo jerárquico para la toma de decisiones con el AHP**



Fuente: Mendoza *et al.* 2019

La escala utilizada en la metodología AHP se sustenta en rango de decisión subjetiva, pero con conocimiento y experiencia en los procesos a analizar. Esta escala está justificada de manera teórica considerando la efectividad de manera empírica aplicando a diferentes situaciones u operaciones.

**Tabla 6. Escala de medida de Saaty**

Escala numérica	Escala verbal	Explicación
1	Igualmente preferida.	Dos elementos contribuyen en igual medida al objetivo.
3	Moderadamente preferida.	La experiencia y el juicio favorecen levemente a un elemento sobre el otro.
5	Fuertemente preferida.	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente a un elemento sobre el otro.
7	Preferencia muy fuerte o demostrada.	Un elemento es mucho más favorecido que el otro; su predominancia se demostró en la práctica.
9	Extremadamente preferida.	Preferencia clara y absoluta de un criterio sobre otro.
2, 4, 6, 8		Intermedia entre valores anteriores.

Fuente: Mendoza *et al.* 2019

Una vez hechas las comparaciones se obtiene una matriz cruzada, cuadrada, recíproca y positiva de forma que cada uno de los componentes reflejen: intensidad de preferencia frente a otro producto de un atributo considerado.

Luego de hacer una exposición de los principales inconvenientes que se tiene en la empresa, se ha elaborado una lista de los principales procesos que tienen impacto en los costos, servicios y flexibilidad:

- Gestión de compras (GC)
- Gestión de inventarios de materias primas (GIMP)
- Gestión de inventarios de producto terminado (GIPT)
- Estimación de la demanda (ED)
- Capacitación de personal (CP)
- Planeamiento de la producción (PP)

A continuación, se elabora un detalle de descriptivo de cada uno de los procesos críticos definidos en el presente caso de investigación:

- P1: La gestión de compras

El 64 % de las materias primas a nivel de ítems se compran del exterior, puntualmente de Brasil, China, Estados Unidos, entre otros, siendo el *lead time* de atención promedio de aproximadamente 3 meses. La política de compras definía que la colocación de órdenes de compra se tenía que realizarse de manera mensual.

- P2: La gestión de inventarios de materias primas

Existía un 14 % de inventario a nivel de unidades y 6.7 % a nivel de ítems de materia prima con rotación 0 mayor a 6 meses. Existe también una política de inventarios para las materias primas, de aprovisionar hasta el primer día útil, todo lo que necesita para el mes.

Las cifras de desmedro de materiales son del 1.5 % en promedio sobre el valor del inventario en el 2018, y de 1.37 % en el 2019. Estas cifras se deben, principalmente, a la mala planeación de las necesidades, llegando a comprar en muchos casos, excesos que no llegan a utilizarse y se deterioran en almacén.

La exactitud del inventario promedio durante el 2019 fue del 88 %, y durante el primer trimestre del 2020 fue de 91 %.

- P3: La gestión de inventarios de productos terminados

La empresa establece una clasificación de los productos función rotación de venta:

- Los productos “A” son aquellos que registran ventas dentro de los últimos 12 meses por lo menos y como mínimo en 6 meses. Estos productos deben tener obligatoriamente 1,5 meses de inventario como mínimo.
- Los productos “B” son aquellos que registran ventas dentro de los últimos 12 meses por lo menos en 4 a 6 meses. Estos productos deben tener 1 mes de inventario como *stock* de seguridad.
- Los productos “C” son aquellos que han salido a la venta menos de 3 meses, dentro de los últimos 12 meses. Estos productos se producen contra pedido (MTO por sus siglas en inglés).

- P4: Estimación de la demanda

Cada unidad de negocio genera su propio *forecast*, como se realiza desde hace 12 años, sobre la base del histórico y regresiones simples. No existe un estándar de cantidad de meses a pronosticar, por lo que el departamento de planeamiento y control de producción, por lo menos, completa 3 meses sobre los últimos números proyectados.

- P5: Capacitación de personal

Es importante mencionar que la mayor parte del personal operativo de la empresa lleva más de 18 años en la compañía, las posibilidades de capacitación evidenciadas en los últimos 5 años han sido muy pocas, las capacitaciones para el personal operativo y técnico de la empresa han estado enfocadas a temas relacionados a calidad y mantenimiento de equipos; sin embargo, es importante precisar que ha sido muy complicado poner en conocimiento al personal operativo los conceptos de demanda y planes de producción.

- P6: Planeamiento de la producción

Se establecen programas de producción para todo el mes como plan mensual, sin determinar prioridades ni secuencia lógica sobre los *inputs* que necesita el proceso ni sobre los resultados que debe obtener. Se deja a criterio de planta el orden de prioridades, no se cuenta con un proceso de planeación de ventas ni se tiene claridad sobre las necesidades de materiales reales que se envían al departamento de compras.

## 2. Priorización y selección de los criterios de estudio en el proyecto

Antes de poder elegir los criterios de decisión adecuados, estos fueron motivo de consulta y debate con la gerencia general y las jefaturas correspondientes en favor de poder determinar cuáles son los principales criterios a elegir.

Luego del análisis y determinación del problema que existe en la parte de producción se definieron los siguientes procesos:

- Nivel de servicio: Se maneja solo 02 indicadores *backorder* y venta perdida, ambos indicadores están orientados a darle cifras al valor de las ventas y satisfacción del cliente, el criterio de servicio se vuelve sensible en cada uno de los canales de venta de la empresa.
- Costo: El impacto que tiene el costo es importante, ya que la empresa en líder en costo y sus operaciones tienen enfoque al mismo. Dentro de los indicadores de costos que maneja Frenosa está el porcentaje de desmedro sobre el valor total del inventario, cuyo valor el trimestre enero-marzo 2021 fue de 1.57 % y es considerado muy alto.
- Flexibilidad: La flexibilidad busca evaluar la agilidad y velocidad de la cadena de suministro de cara a los cambios de la demanda, cifras que afectan las cifras de venta del negocio.

- Análisis de los procesos críticos

Para seleccionar los procesos de mayor criticidad en la cadena de suministro, se ha determinado hacer uso de una herramienta de análisis de procesos, el AHP desarrollado por Aczél y Saaty (1983).

El proceso de jerarquía analítica está diseñado para casos en los que las ideas, sentimientos y emociones se cuantifican sobre la base de juicios subjetivos para obtener una escala numérica para dar prioridades a las alternativas de decisión (Aczél y Saaty 1983). Para fortalecer los argumentos de uso de esta herramienta se ha llevado a cabo una serie de entrevistas a diversas áreas y jefaturas de la empresa. Los resultados obtenidos se explican en la siguiente tabla:

**Tabla 7. Procesos críticos**

Criterios		
Servicio	CRITERIO 01	<b>C01</b>
Costos	CRITERIO 02	<b>C02</b>
Flexibilidad	CRITERIO 03	<b>C03</b>

Procesos	
Gestión de compras	<b>GC</b>
Gestión de inventarios - PT	<b>GIPT</b>
Gestión de inventarios - MP	<b>GIMP</b>
Estimación de la demanda	<b>ED</b>
Capacitación de personal	<b>CP</b>
Plan de producción	<b>PP</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 8. Cálculo de la razón de consistencia**

	MATRIZ DE				MATRIZ DE			PESO	A	A/PESO
	C01	C02	C03		C01	C02	C03			
<b>C01</b>	1.00	0.20	0.20	0.09	0.13	0.05	0.09	0.27	3.03	
<b>C02</b>	5.00	1.00	3.00	0.45	0.65	0.71	0.61	1.97	3.24	
<b>C03</b>	5.00	0.33	1.00	0.45	0.22	0.24	0.30	0.95	3.14	
	<b>11.00</b>	<b>1.53</b>	<b>4.20</b>	1.00	1.00	1.00	1.00		<b>3.14</b>	

$$\text{Indice de consistencia} = \frac{3.79 - n}{n - 1} = \frac{3.79 - 3}{3 - 1}$$

Razon de Consistencia =  $\frac{\text{Indice de consistencia}}{\text{Indice de Aleatoriedad}}$   

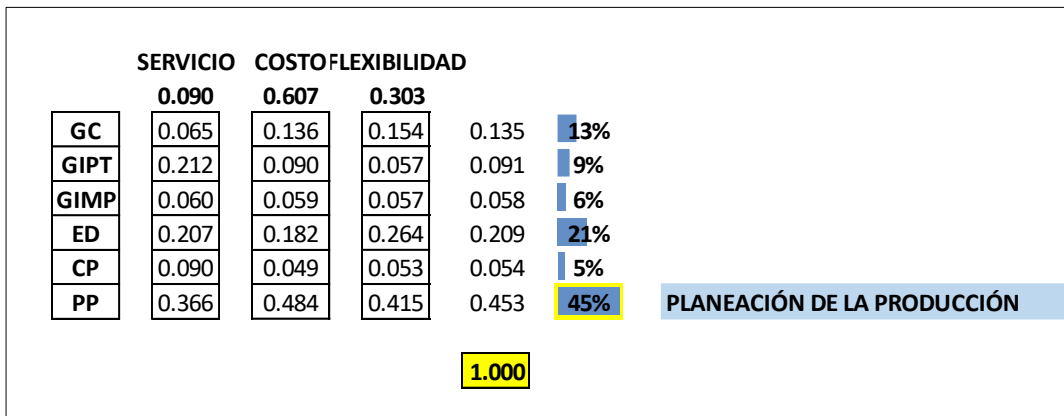
$$\text{Indice de Aleatoriedad} = 1.98 (n - 2) / n$$

Razon de Consistencia =  $\frac{0.07}{0.66}$

**Razon de Consistencia = 0.10**

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 9. Resultados de la evaluación de procesos**



Fuente: Elaboración propia

- Conclusiones

El AHP arroja como resultado que el proceso crítico que destaca con un 45.3 % es el “Planeamiento de la producción”.

El objetivo de este análisis es buscar la causa principal que genera mayor impacto a la reducción del nivel de servicio al cliente, un incremento de los costos de operación y la capacidad de flexibilidad que tiene la empresa.

Cabe indicar que los resultados de este análisis fueron compartidos con la gerencia general y con las jefaturas de la empresa, mostrando su conformidad con el resultado del análisis.

## Capítulo IV. Diseño de las propuestas de mejora

### 1. Situación actual

#### 1.1. Planificación de las ventas

El plan de ventas es estructurado de forma mensual con un horizonte afirmado de tres meses. La exactitud de su proyección se muestra menor al 70 %.

**Tabla 10. Exactitud de pronóstico de ventas industriales**

Forecast Accuracy	Ene-19	Feb-19	Mar-19	Abr-19	May-19	Jun-19	Jul-19	Ago-19	Set-19	Oct-19	Nov-19	Dic-19	Ene-20	Feb-20	Mar-20
Pastillas	69%	63%	59%	63%	59%	63%	58%	69%	68%	64%	63%	58%	59%	61%	60%
Fricción	64%	64%	68%	69%	67%	68%	69%	67%	70%	68%	72%	67%	65%	56%	58%
Forros	73%	61%	69%	70%	67%	72%	71%	69%	68%	71%	70%	71%	68%	66%	68%
Flexibles	64%	73%	47%	54%	49%	44%	48%	50%	47%	45%	48%	49%	52%	59%	57%
Fluidos	80%	74%	69%	53%	35%	48%	50%	50%	44%	36%	38%	42%	33%	51%	32%
Mercaderías	13%	34%	43%	56%	47%	57%	59%	24%	55%	61%	58%	49%	52%	63%	57%
<b>Promedio</b>	60%	62%	59%	61%	54%	59%	59%	55%	59%	58%	58%	56%	55%	59%	55%

Fuente: Elaboración propia

Cada unidad de negocio estructura su plan en diferentes formatos y horizontes:

- Taller de servicio técnico/ventas industriales e investigación y desarrollo: El área comercial envía al departamento de planeamiento y control de la producción, los pedidos, vía *e-mail*, estos son ingresados en la pantalla de pedidos directos. El área de investigación y desarrollo usa su propio formato.
- Exportaciones: El área comercial envía copias de las ordenes de exportación detallada por código. El jefe de PCP y producción establecen fecha de entrega de los pedidos.
- Lima y provincias: El reporte de demanda es enviado con proyección a tres meses por el área comercial de cada unidad de negocio detallada por código de producto. El reporte del *backorder* se obtiene del reporte de seguimiento del BO y ventas se genera después del cierre de ventas del mes anterior, está formada por todos los pedidos recibidos que no fueron atendidos por falta de *stock*.

Este plan es derivado al área de planeamiento y control de la producción, el cual revisa la consistencia y calidad de información. En caso de que se encuentre un horizonte menor a tres meses, se completa con la demanda del último mes para los meses faltantes.

**Tabla 11. Stock al cierre de mes año 2019**

Suma de Cantidad		Stock al cierre de cada mes											
Nombre Pastilla	UM	Años											
		1901	1902	1903	1904	1905	1906	1907	1908	1909	1910	1911	1912
Pastilla 00002	JGO		4	18	31		0		0				
Pastilla 00004	JGO					0							0
Pastilla 00006	JGO	17	0	6	8	13	10	0	35	54	92	25	24
Pastilla 00010	JGO	151	55	68	74	79	61	21	108	69	180	93	119
Pastilla 00024	JGO				0	0	0		18	7	29	4	0
Pastilla 00027	JGO					0							
Pastilla 00029	JGO		0	0		0			0		0		
Pastilla 00030	JGO										0		
Pastilla 00031	JGO				0	0			0				
Pastilla 00045	JGO						0						0
Pastilla 00060	JGO	91	70	39	57	12	22	46	175	104	39	136	110

Fuente: Elaboración propia

## 1.2. Planificación de inventarios MRP

El control de abastecimiento tiene dos métodos:

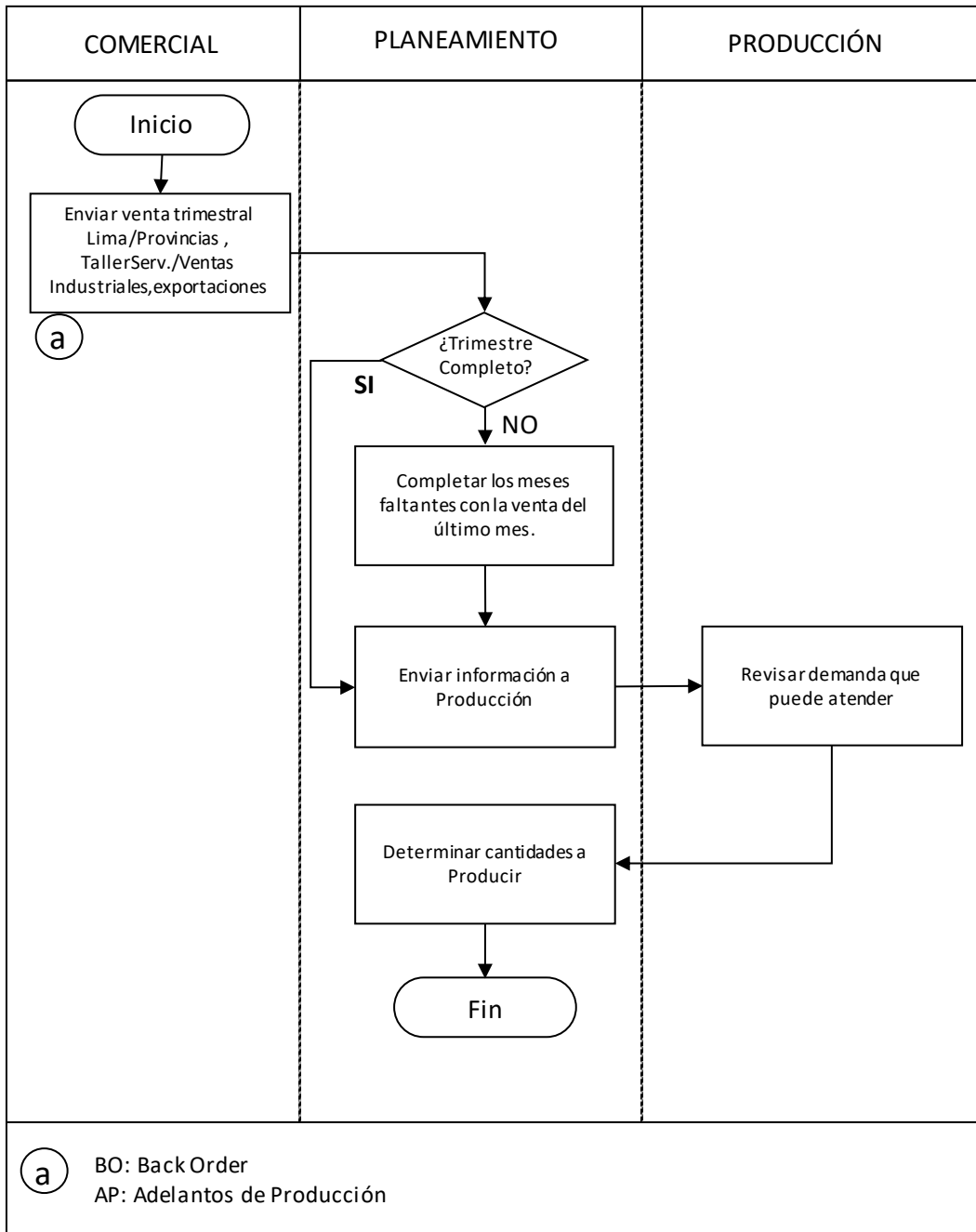
- MRP: Se usa cuando se tiene una demanda cargada a mediano plazo. En su defecto se usa regresión lineal.
- Regresión lineal sobre la base del histórico: Esta es la alternativa para determinar el posible consumo de un material en un mes determinado en caso el MRP no cuente con demanda en un horizonte mediano.

**Tabla 12. Proyección de la demanda por tipo de SKU**

Sector	Codigo	Descrip	Umed	Suma de	Suma de Qty		
	000PAS08575CA0	PASTILLA PAK 08575 CERAMIK HP ( X4 )	JGO	7	0	100%	7
	000PAS08615CA0	PASTILLA PAK 08615 CERAMIK HP ( X4 )	JGO	2	1	55%	2
	000PAS08655CA0	PASTILLA PAK 08655 CERAMIK HP ( X4 )	JGO	3	0	100%	3
	000PAS08671ASH	PASTILLA SHP PAK 08671 SEMI-METALLIC (X4)	JGO	12	20	64%	12
	000PAS08698CA0	PASTILLA PAK 08698 CERAMIK HP ( X4 )	JGO	0	4	100%	4
	000PAS08720CA0	PASTILLA PAK 08720 CERAMIK HP ( X4 )	JGO	1	0	100%	1
	000PAS08728CA0	PASTILLA PAK 08728 CERAMIK HP ( X4 )	JGO	2	2	0%	2
	000PAS08729ASH	PASTILLA SHP PAK 08729 SEMI-METALLIC (X4)	JGO	3	0	100%	3
	000PAS08730CA0	PASTILLA PAK 08730 CERAMIK HP ( X4 )	JGO	5	0	100%	5
	000PAS08747CA0	PASTILLA PAK 08747 CERAMIK HP ( X4 )	JGO	4	0	100%	4
	000PAS08749CA0	PASTILLA PAK 08749 CERAMIK HP ( X4 )	JGO	7	0	100%	7
	000PAS08775ASH	PASTILLA SHP PAK 08775 SEMI-METALLIC (X4)	JGO	4	3	31%	4
	000PAS08804ASH	PASTILLA SHP PAK 08804 SEMI-METALLIC (X4)	JGO	8	12	60%	8
	000PAS08810CA0	PASTILLA PAK 08810 CERAMIK HP ( X4 )	JGO	3	6	114%	3
	000PAS08827ASH	PASTILLA SHP PAK 08827 SEMI-METALLIC (X4)	JGO	13	0	100%	13
	000PAS08829CA0	PASTILLA PAK 08829 CERAMIK HP ( X4 )	JGO	1	0	100%	1
	000PAS08844CA0	PASTILLA PAK 08844 CERAMIK HP ( X4 )	JGO	7	4	41%	7
	000PAS08845CA0	PASTILLA PAK 08845 CERAMIK HP ( X4 )	JGO	1	0	100%	1
	000PAS08868CA0	PASTILLA PAK 08868 CERAMIK HP ( X4 )	JGO	4	5	15%	4
	000PAS08902CA0	PASTILLA PAK 08902 CERAMIK HP ( X 4 )	JGO	1	0	100%	1
	000PAS08906CA0	PASTILLA PAK 08906 CERAMIK HP ( X4 )	JGO	1	4	300%	1
	000PAS08907CA0	PASTILLA PAK 08907 CERAMIK HP ( X4 )	JGO	1	0	100%	1
	000PAS08913CA0	PASTILLA PAK 08913 CERAMIK HP ( X4 )	JGO	0	4	100%	4
	000PAS08926CA0	PASTILLA PAK 08926 CERAMIK HP ( X4 )	JGO	0	4	100%	4
	000PAS08956CA0	PASTILLA PAK 08956 CERAMIK HP ( X4 )	JGO	7	4	43%	7
	000PAS09006CA0	PASTILLA PAK 09006 CERAMIK HP ( X4 )	JGO	3	0	100%	3
	000PAS09017CA0	PASTILLA PAK 09017 CERAMIK HP ( X4 )	JGO	2	0	100%	2

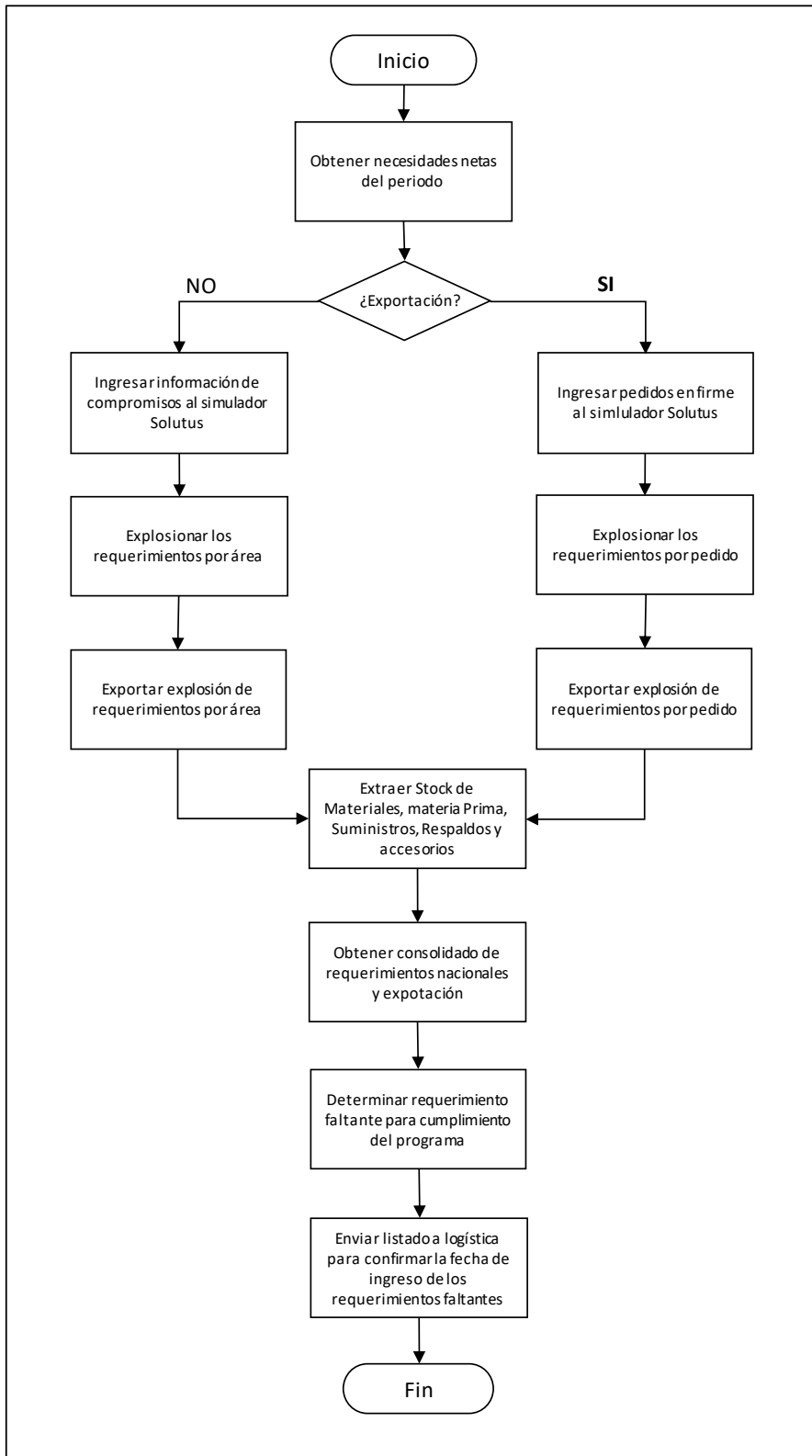
Fuente: Elaboración propia

**Gráfico 8. Diagrama de flujo del proceso de planificación de ventas**



Fuente: Elaboración propia

**Gráfico 9. Diagrama de flujo del proceso MRP**



Fuente: Elaboración propia

## **2. Rediseño y mejora del proceso de Planeamiento y control de la producción**

### **2.1.Descripción de los procesos buenas prácticas**

Para poder realizar un rediseño que contenga mejoras efectivas, eficientes y, sobre todo, contundentes para el proceso de planeamiento y control de la producción, es necesario conocer y entender las diversas metodologías que existen, y a la vez identificar cuál es la que mejor se adecua para el proceso en mención de la empresa Frenosa.

En ese sentido, se realizó una revisión de las mismas, utilizando, en esta oportunidad, la propuesta por Cuatrecasas (2011) y Chopra y Meindl (2016), con la finalidad de entender todos los pasos y la metodología que el área de planeamiento y control de la producción de una compañía debe seguir para lograr los mejores ratios y estándares.

Cabe resaltar que el objetivo del proceso en estudio es encontrar el mejor equilibrio entre lo siguiente:

- Maximizar el servicio al cliente, contando con la disposición del producto en tiempo y forma cuando el consumidor lo requiere
- Minimizar la inversión en inventarios
- Incrementar la eficiencia y productividad en el proceso productivo
- Reducción al mínimo de los costos

Las etapas que un proceso de planeamiento y control de la producción debería seguir, según Cuatrecasas (2011), son:

- Planificación de las ventas
- Plan maestro de producción
- Planificación de necesidades de materiales MRPI (capacidad ilimitada)
- Planificación de necesidades de materiales MRPII (restricción de capacidades)

A continuación, se describe de manera breve los procesos mencionados:

#### **2.1.1. Planificación de las ventas**

Este proceso es la “materia prima” que alimenta y, además, gatilla toda la secuencia de actividades que hay que realizar en el proceso de planeamiento y control de la producción. La calidad de la

información que suministra a los demás procesos es fundamental para asegurar que no se lleguen a planear productos que no se van a vender y, por ende, generen *sobrestock*.

### **2.1.2. Plan maestro de la producción – MPS**

El plan maestro de producción (MPS por sus siglas en inglés) se encarga de definir la cantidad y la fecha específica para realizar la fabricación de un producto. El MPS realiza la planificación de los productos y sus componentes en un horizonte de tiempo de semana o mes, tomando en consideración que el tiempo de fabricación tiene que ser menor o igual al horizonte de planeación. Los pasos que se deben seguir para elaborar el MPS son:

- Recopilar toda la información relevante
  - o Plan de la demanda
  - o Capacidad productiva
  - o Costo de producción
  - o Costo de inventario
  - o Inventario inicial
  - o *Lead time* o plazo de entrega de los proveedores
  
- Establecer el tiempo de producción: este tiempo es determinado según la capacidad de producción del proceso y el sistema de fabricación que se utilizará:
  - o *Make to order* (MTO): fabricar por pedido
  - o *Make to stock* (MTS): fabricar para *stock*
  - o *Assemble to order*: armado o ensamblaje por pedido
  
- Determinar el horizonte de la producción: En este punto se establecen los diversos horizontes de tiempo que se deben considerar para determinar en qué momento ya no se puede hacer modificaciones al plan, en qué momento se considera la planificación a futuro y en qué momento aún se pueden realizar ajustes y modificaciones al plan:
  - o Horizonte fijo: En este período no se puede modificar el plan, ya que se ha empezado con el proceso de fabricación.
  - o Horizonte medio-fijo: En este período se pueden hacer todas las modificaciones y ajustes, ya que aún no se ha solicitado el material y tampoco se ha iniciado con la producción.
  - o Horizonte flexible: Es el período inmediatamente antes del horizonte fijo y considera hacer modificaciones al plan, ya que aún no se han cerrado los órdenes de fabricación.

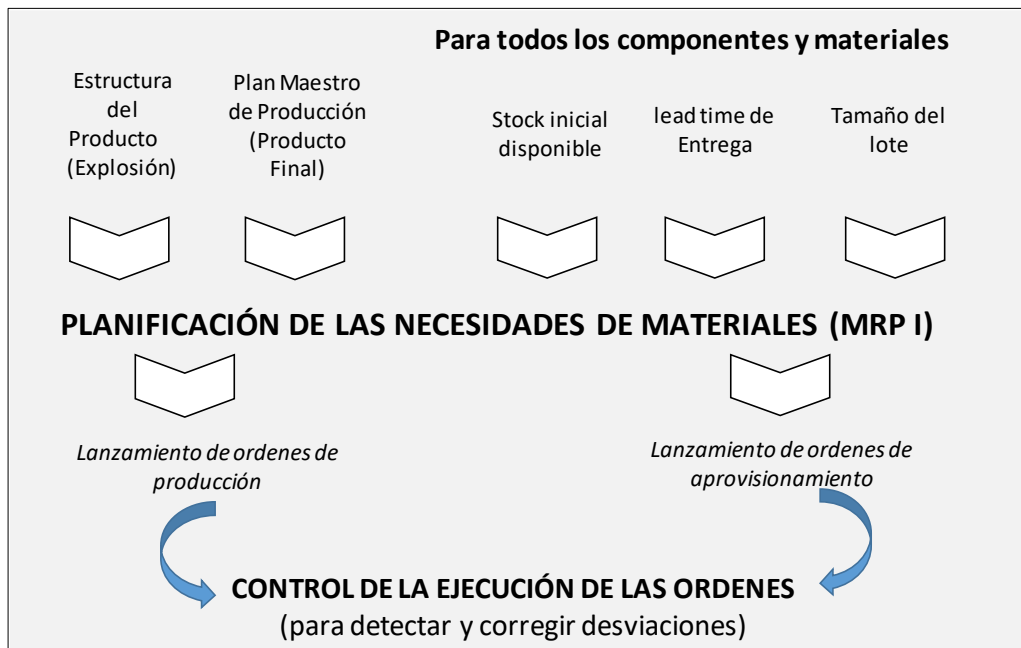
### 2.1.3. Planificación de los requerimientos de material - MRP

Es la planificación de los recursos (mano de obra, maquinaria, etc.), materias primas y diversos componentes de demanda dependiente que serán utilizados para fabricar los productos terminados que se determinó por la proyección de ventas.

Existen dos tipos de MRP que se aplican dentro del proceso de la planificación de requerimientos de materiales: MRPI (planificación de necesidades de materiales), el cual planifica de manera irrestricta y el MRPII (planificación de recursos de manufactura), el cual planifica todos los necesarios para hacer posible que el producto terminado se fabrique a tiempo, en la cantidad requerida y con las especificaciones solicitadas. A continuación, se explica de manera breve cuáles son los pasos a seguir y los componentes que se deben considerar para ejecutar el MRP de manera exitosa:

- MRPI – planificación de necesidades de materiales: lleva a cabo la planificación de todos los materiales y *stock* que se encuentran involucrados para la fabricación de los productos sin considerar las restricciones que existan, como la capacidad de planta, por ejemplo. Para llevar a cabo el MRPI, es necesario contar con lo siguiente:
  - Lista de materiales (*bill of materials*): Es un listado que determina, de manera exacta, la cantidad de componentes y materiales que se integran para formar el producto. Para poder obtener la lista mencionada se debe realizar la llamada “explosión de materiales”, que consiste en descomponer el producto terminado en los distintos componentes que lo conforman hasta llegar a las materias primas. Para poder realizar la descomposición de los componentes mencionados se debe utilizar un esquema similar al de un árbol, en donde cada nodo de bifurcación o ramificación representa un nivel adicional de componentes.
  - *Stock* inicial: Este *stock* debe estar disponible para componente, material o producto final.
  - *Lead time*: Es el tiempo que transcurre desde que se pide el componente, material o producto hasta que se recibe.
  - Tamaño de lote: Cantidad mínima que se puede pedir de cada componente, material o producto.

**Gráfico 10. Aplicación del MRPI**



Fuente: Cuatrecasas 2011

- MRPII – planificación de recursos de manufactura: Lleva a cabo la planificación de todos los materiales, *stocks* y, además, la restricción de las capacidades de producción. Para el desarrollo del MRPII se necesitan las siguientes tablas:
  - Tabla de lanzamientos: Esta tabla contiene el lanzamiento de las ordenes que se derivan de las tablas procedentes del MRPI. Se utilizará para comprobar que, en conjunto, no excedan la capacidad disponible de la planta y se pueda garantizar que la producción del bien se realizará en tiempo y forma.
  - Tabla de capacidades (*bill of capacity*): La tabla en mención lleva como información las siguientes variables: centros de trabajo, capacidad en horas-hombre y horas-máquina por estación de trabajo, y productos y componentes que deben ser analizados. Para crearla se deben tener en consideración los siguientes aspectos:
    - Se deben tener en cuenta todos los productos y componentes que existen en el lanzamiento de las órdenes. No se deben considerar los productos que se adquieren en el exterior y que no consumen recursos de planta.
    - La asignación de los centros a componentes se lleva a cabo tomando en consideración los centros en que se obtienen o se montan o ensamblan en el conjunto, cada uno de dichos componentes.

- Tiene en cuenta los tiempos que se precisarán separando las horas-hombre y las horas-máquina, con la finalidad de determinar el recurso del que no se cuenta con capacidad.
- Tabla de necesidades de capacidad: En esta tabla se materializa realmente el MRPII y contiene información sobre los centros de trabajo, capacidad de horas-hombre, horas-máquina, etc.
- Replanteo del MRPI: En este punto se procede a reajustar la planificación tomando en consideración la variación del plan maestro, el MRPI, incrementando las capacidades y recursos de ser necesario y mejorando los procesos y sus respectivos tiempos.
- Reajuste del MRPII para eliminar deficiencias a partir del nuevo MRPI: Se procede a replantear el nuevo MRPII modificando la tabla de capacidades en función a los reajustes realizados en los lanzamientos mostrados en la tabla MRPI. Con este procedimiento de reajuste se va a obtener la tabla de planificación de necesidades de capacidad, donde se muestra la disponibilidad real de recursos que nos permitirá cumplir con el plan.

## **2.2. Definición del *check list* para los procesos de planeamiento y control de la producción**

Con la finalidad de determinar la brecha que existe entre los procesos de planeamiento y control de la producción de la empresa Frenosa versus las buenas prácticas de clase mundial, se ha elaborado un *check list* que consolida el proceso, las actividades, la información de entrada a los procesos, la información de salida de los procesos, la metodología utilizada, las herramientas de soporte utilizadas para el procesamiento de la información, los indicadores utilizados para la medición y control de los procesos. Cada uno de los procesos ha sido dividido en actividades macro, las cuales se han clasificado con un puntaje del 0 al 5 en función del nivel de desarrollo de la misma en comparación con la buena práctica. El *check list* mencionado se ha realizado utilizando como base las metodologías propuestas por Cuatrecasas (2011).

Como resultado de la aplicación del *check list* en el proceso de planeamiento y control de la producción de la empresa Frenosa, se ha obtenido un puntaje total de 38 puntos, interpretándose como que el proceso tiene menos del 50 % de las buenas prácticas sugeridas para que pueda funcionar con un estándar aceptable; considerando que tiene demasiada actividad manual, no existen criterios ni políticas claras, no utilizan sistemas robustos de soporte a la gestión de la operación y tampoco cuenta con los indicadores mínimos que aseguren una medición y control de los procesos mencionados. En la tabla 13 se puede verificar la interpretación o leyenda de las diversas escalas que se pueden obtener como resultado de la aplicación del *check list* (**Anexo 2**).

**Tabla 13. Resultado del *check list* de los procesos de planeamiento y control de la producción**

Valores obtenidos en el total	Significado e interpretación
175	Proceso de planeamiento y control de la producción robusto, implementado con buenas prácticas mundiales, preparado para aplicar metodologías de mejora continua para la optimización del mismo. - MUY BUENO
121 - 174	Proceso de planeamiento y control de la producción siguiendo al menos el 75% de las buenas prácticas mundiales, sin embargo existen diversos puntos por mejorar, se sugiere analizar específicamente la parte del proceso que requiere una reestructuración - BUENO
37 - 120	Proceso de planeamiento y control de la producción siguiendo menos del 50% de las buenas prácticas requeridas para un funcionamiento de clase mundial - POR MEJORAR
0 - 36	Proceso de planeamiento y control de la producción NULO E INEXISTENTE

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a los indicadores de gestión, se visualiza que no se encuentran los mínimos indispensables para la medición y control que permitan luego establecer los objetivos de mejora, también se debe recalcar que los indicadores que se tienen establecidos y se miden de manera regular no llegan al objetivo mínimo que requiere un proceso con buenas prácticas de clase mundial. A continuación, se muestra la lista de indicadores que usa Frenosa para poder controlar el proceso de planeamiento y control de la producción.

- Exactitud del cumplimiento del plan de producción: Mide la exactitud entre lo planeado para fabricar vs lo realmente fabricado.

**Tabla 14. Comparativo de la exactitud del plan de producción entre el 2019 y el 2020**

	2019	2020
Enero	63%	81%
Febrero	71%	79%
Marzo	68%	74%
Abril	73%	0%
Mayo	76%	0%
Junio	81%	0%
Julio	77%	
Agosto	69%	
Septiembre	74%	
Octubre	80%	
Noviembre	78%	
Diciembre	76%	

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla, la exactitud del plan de producción ha alcanzado en su mejor record (entre el 2019 y el 2020) el 81 % de exactitud. El objetivo es que el plan pueda llegar a un nivel de 98 % de exactitud.

- Desmedro: Materia prima o material de empaque de embalaje que, ya sea por vencimiento o por pérdida del componente activo, o porque pone en riesgo la calidad del producto terminado, no puede ser disponible para el consumo.

**Tabla 15. Comparativo del porcentaje de desmedro entre el 2019 y el 2020**

	2019	2020
Enero	1.31%	1.73%
Febrero	1.45%	1.57%
Marzo	1.49%	1.40%
Abril	1.39%	0.00%
Mayo	1.47%	0.00%
Junio	1.69%	0.00%
Julio	1.55%	
Agosto	1.47%	
Septiembre	1.34%	
Octubre	1.12%	
Noviembre	1.07%	
Diciembre	1.07%	

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la tabla, el desmedro se encuentra entre el 1 % y el 1,75 % aproximadamente. El objetivo impuesto por la empresa es de poder reducirlo a valores inferiores al 1 %.

- *Backorders*: Los *backorders* son aquellos SKU que no cuentan con el *stock* completo, con base en el pedido del cliente, o no se tiene ninguna unidad en *stock*. En ese sentido, el vendedor negocia con el cliente para que pueda esperar a que el artículo se termine de producir, el cliente puede aceptar esperar una fecha compromiso de entrega; en caso no se cumpla la fecha, el cliente tiene la postestad de anular el *backorder*.

**Tabla 16. Comparativo del porcentaje de *backorders* entre el 2019 y 2020**

	2019	2020
Enero	10.5%	9.15%
Febrero	9.1%	8.13%
Marzo	10.1%	11.60%
Abril	10.4%	0.00%
Mayo	8.8%	0.00%
Junio	9.3%	0.00%
Julio	8.6%	
Agosto	8.4%	
Septiembre	10.3%	
Octubre	8.7%	
Noviembre	9.4%	
Diciembre	10.9%	

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la tabla, los valores del indicador *backorder* oscilan entre 8.13 % y 11.6 %, el objetivo de la compañía es poder reducir el indicador lo más cercano posible a 0.

- *Venta perdida*: El ratio se calcula en función de los *backorders* que son anulados por el cliente.

**Tabla 17. Comparativo del porcentaje de venta perdida entre el 2019 y el 2020**

	2019	2020
Enero	9.62%	8.49%
Febrero	8.63%	7.64%
Marzo	9.07%	8.00%
Abril	9.53%	0.00%
Mayo	8.15%	0.00%
Junio	8.73%	0.00%
Julio	7.94%	
Agosto	7.84%	
Septiembre	8.95%	
Octubre	7.91%	
Noviembre	8.77%	
Diciembre	9.30%	

Fuente: Elaboración propia

La venta perdida es uno de los puntos que más preocupa a Frenosa, como se puede apreciar en la tabla, el indicador oscila entre 7.6 % y 9.7 %, lo cual indica que ese porcentaje está siendo aprovechado por la competencia. El objetivo de la empresa es poder llevar el indicador lo más cercano posible a 0.

Existen diversas empresas en el mercado peruano que se dedican a la manufactura y comercialización de productos y que siguen procesos estructurados según las buenas prácticas y estándares mundiales con las cuales se podría comparar el desempeño del proceso de planeamiento y control de la producción de Frenosa. Lamentablemente, es la única productora de pastillas para frenos en el Perú, por lo tanto, no se podrá hacer la comparación con otra del mismo rubro; sin embargo, si podemos realizar la comparación con compañías que tengan procesos de manufactura. En este caso, se pudo tener acceso a los indicadores de una empresa que se dedica a la fabricación de cosméticos y artículos de cuidado personal. Además, cuenta con el estándar “Clase A para la excelencia empresarial” brindado por la compañía consultora Oliver Wight; el estándar mencionado asegura que la compañía cumple con todas las buenas prácticas para asegurar procesos de planificación, gestión, operación y mejora continua que aseguran la competitividad empresarial. Con la finalidad de salvaguardar el nombre de la mencionada, solo se colocan sus iniciales: COSMÉTICOSCM, y se procede a mostrar los indicadores de la misma:

**Tabla 18. Comparativo exactitud del plan de producción**

	2019	2020
Enero	96%	98%
Febrero	98%	97%
Marzo	98%	98%
Abril	97%	0
Mayo	95%	0
Junio	98%	94%
Julio	94%	92%
Agosto	98%	97%
Septiembre	99%	98%
Octubre	98%	98%
Noviembre	97%	
Diciembre	97%	

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 19. Porcentaje comparativo de *backorders*/venta 2019-2020**

	2019	2020
Enero	2.10%	1.76%
Febrero	2.90%	1.82%
Marzo	1.32%	1.23%
Abril	2.13%	0.0%
Mayo	2.03%	0.0%
Junio	1.76%	3.21%
Julio	1.94%	2.19%
Agosto	2.04%	1.82%
Septiembre	1.34%	1.53%
Octubre	1.67%	1.28%
Noviembre	1.82%	
Diciembre	2.21%	

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 20. Porcentaje comparativo de venta perdida 2019 -2020**

	2019	2020
Enero	3.21%	2.12%
Febrero	3.02%	1.83%
Marzo	3.45%	2.31%
Abril	2.92%	0.0%
Mayo	2.78%	0.0%
Junio	2.43%	4.01%
Julio	2.03%	3.25%
Agosto	1.93%	2.83%
Septiembre	2.21%	2.42%
Octubre	2.18%	2.14%
Noviembre	2.11%	
Diciembre	2.31%	

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en los indicadores de la compañía COSMÉTICOSCM, es evidente que el contar con un excelente sistema de gestión empresarial y sobre todo de gestión operativa, genera que tengan unos indicadores robustos, con poco nivel de distorsión y con una tendencia clara a la estabilidad; por lo tanto, el objetivo es que Frenosa puede llegar al nivel de los indicadores de la compañía mencionada.

Luego de observar el resultado del *check list* y los indicadores, es evidente que el proceso de planeamiento y control de la producción de Frenosa requiere de una mejora del proceso mencionado que le permita llegar a los estándares de clase mundial y lograr una mejora en la eficiencia, tiempos de respuesta ante las variaciones de la demanda y competitividad en el mercado.

### **3. Rediseño de procesos y cierre de brechas encontradas**

El rediseño de los procesos se basa en las metodologías propuestas por Cuatrecasas (2011) y Chopra y Meindl (2016). A continuación, se describe el rediseño de cada una de los etapas que considera el proceso de planeamiento y control de la producción de Frenosa.

#### **3.1. Planificación de las ventas**

Como se observa en el resultado del *check list* de los procesos de planeamiento y control de la producción, se planifica la demanda tomando las ventas reales y el histórico utilizando una regresión lineal simple desde la hoja de cálculo Excel. En caso no se haya podido proyectar la información de algún artículo, simplemente se copia la última demanda real que haya tenido el mismo y se repite el número en todos los meses o períodos que se este proyectando. Se utiliza un único modelo estadístico sin verificar si es el modelo de estimación que más se adecua al comportamiento de la data histórica analizada. Por tanto hemos creado una herramienta en Excel basada en diversos modelos estadísticos que nos permitirán, función al menor nivel de error del pronóstico, determinar cual es el mejor método a utilizar por cada familia o SKU.

**Tabla 21. Métodos de pronóstico**

Método de pronóstico	Aplicabilidad
Estático	Sin tendencia o estacionalidad
Promedio móvil	Sin tendencia o estacionalidad
Suavizamiento exponencial simple	Sin tendencia o estacionalidad
Modelo de Holt	Tendencia pero no estacionalidad
Modelo de winter	Tendencia y estacionalidad

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se explica brevemente el funcionamiento de la herramienta creada para la planificación de las ventas:

- Como primer paso, se debe ingresar la información histórica a analizar en la hoja “datos históricos”.
- Se debe confirmar la cantidad de períodos en que se analizará la tendencia de la información. Se deberá colocar la cantidad de semanas que se trabaja en el mes. En caso de que se procese la información por meses, el valor debe ser 1. También se puede elegir si el período es bimestres (2), trimestres (3), semestres (6) o anuales (12).
- Se debe actualizar el documento en Excel con la función “Actualizar todo”.
- Se definen los valores para  $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\gamma$ . Considerar que los valores cercanos 0 son menos sensibles a los resultados recientes, mientras que los valores cercanos a 1 son sensibles a los resultados recientes. Se sugiere mantener los valores cercanos a 0.

**Tabla 22. Definición de valores  $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\gamma$**

Variable	Rango	Valor	Observaciones
alfa	$0 < \alpha < 1$	0.1	Es el valor de suavizamiento para el nivel.
beta	$0 < \beta < 1$	0.1	Es el valor de suavizamiento para la tendencia.
lambda	$0 < \gamma < 1$	0.1	Es el valor de suavizamiento para la estacionalidad.

Fuente: Elaboración propia

- Evaluar los resultados del pronóstico sobre la base de lo siguiente:

**Tabla 23. Definición del mejor método de pronóstico**

Método	MAD	MAPE	TS máx	TS mín	$\sigma$ ERROR	Dprom	Coef
Estático	46527	24%	5.75	-11.61	58159	74385	0.782
Promedios móviles	16546	30%	6.54	-4.78	20682	74068	0.279
Regresión simple	44472	29%	6.58	-8.34	55590	75437	0.737
Hold	44334	29%	6.71	-7.95	55417	75604	0.733
Hold & Winter	46527	23%	8.70	-8.28	58159	75831	0.767

Los valores deben ser de  $-6 < X < 6$

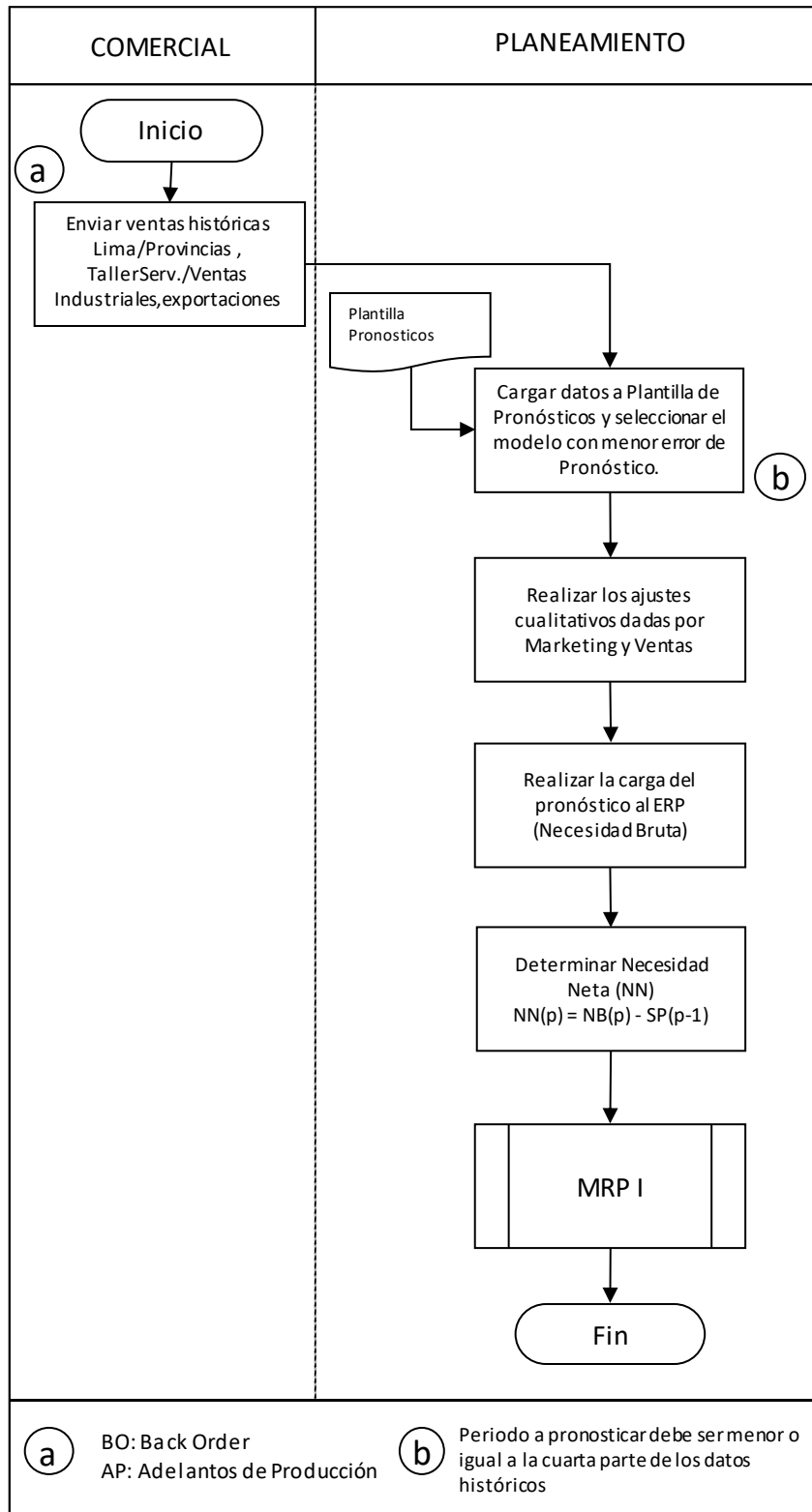
Valor  $X \cong 0$

Fuente: Elaboración propia

Sobre la base de los resultados se deberá escoger el mejor pronóstico. Para el caso del ejemplo, el mejor pronóstico que se debe aplicar para el SKU será el de promedios móviles, ya que tiene el coeficiente de error más cercano a 0 y los rangos entre -6 y 6.

- Se deberá elegir el tiempo en el que se deberá pronosticar. Se sugiere que el período a pronosticar sea menor o igual a la cuarta parte de los datos históricos seleccionados.
- Verificar el resultado del cálculo estadístico en la hoja “Pronóstico”.
- Ingresar los % de ajuste sobre la base de las condiciones cualitativas dadas por las áreas de ventas y marketing.
- Realizar la carga del pronóstico.

**Gráfico 11. Diagrama de flujo del proceso de planificación operativa**



Fuente: Elaboración propia

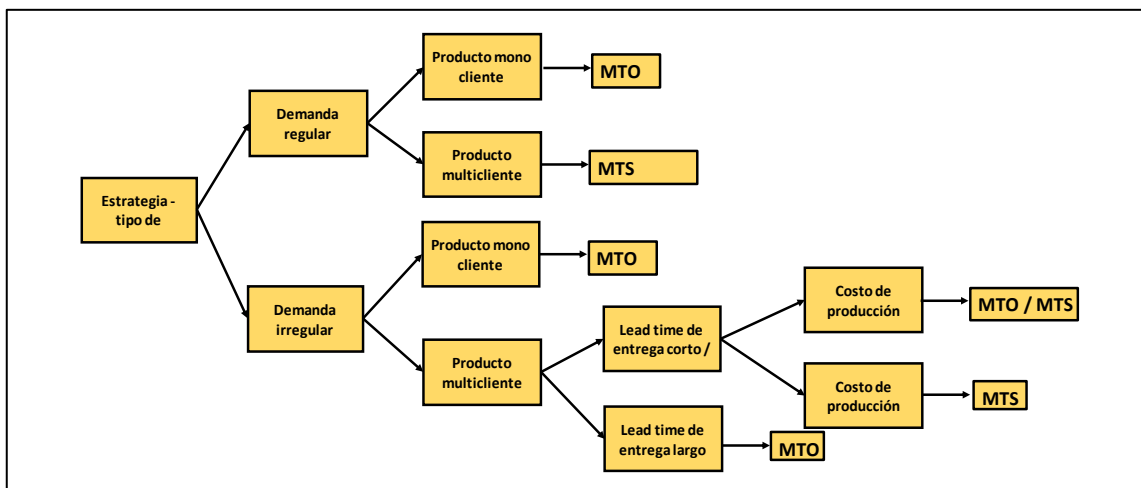
### 3.2.MPS

En la actualidad, el MPS es desarrollado considerando el criterio del jefe de planeamiento y control de la producción sumado a algunas buenas prácticas que ha podido recolectar como experiencia durante el tiempo en la posición. La recopilación de la información necesaria para poder elaborar el MPS la realiza a través de correos electrónicos con las áreas de producción, logística, compras y finanzas a fin de tener la información actualizada, completa, real y oportuna; sin embargo, gran parte de la información necesaria que se recoge no se encuentra actualizada, completa o no contiene lo necesario para una planificación adecuada.

Actualmente, todos los productos se fabrican para mantener un *stock* de seguridad; por lo tanto, antes de poder abordar con profundidad el plan maestro de la producción, debemos definir la planificación del tipo de producción que debemos aplicar a cada uno de los productos, ya que en Frenosa no se encuentra definido el tipo de planificación de la producción a realizar (MTO, MTS o ATS) para cada una de las familias, lo que conlleva a tener diversas ineficiencias y distorsiones en el inventario (sobre *stock* y ruptura de *stock*).

Para la definición del tipo de planificación de la producción a realizar se propone el siguiente árbol de decisión:

**Gráfico 12. Árbol de decisión para la planificación de la producción**



Fuente: Elaboración propia

Para poder aplicar el árbol de decisión para la planificación de la producción, es indispensable tener definida la política de *stock* o inventario de seguridad, ya que, por ejemplo, los productos

que pertenecen al tipo de planificación MTO no deberían considerar ningún tipo de *stock* de seguridad.

### 3.2.1. Método propuesto para la creación del MPS

El MPS permite establecer la planificación de la producción de la gama de productos finales de un sistema productivo, para un plazo de tiempo largo, en clase, cantidad y momento para cada uno. Se basa en pedidos ya recibidos y en la información que otorga el proceso de planificación de las ventas.

El método sugerido establece que el analista de planificación reciba de manera mensual el plan de la demanda con la respectiva proyección, el cual será traducido a planes de entrega por periodo como se muestra en la tabla.

**Tabla 24. MPS**

Producto	Umed	Concepto	INICIAL	PERIODOS					
				1	2	3	4	5	
Pastillas Piloto	JGO	Necesidades Brutas (NB)		3,982	3,543	555	694	1,139	
	JGO	Entregas Previstas ( EP)		4,000	3,500	500	500	1,500	
	JGO	Stock Previsto ( SP)	325	343	300	245	51	412	
	JGO	Necesidad Neta (NN)		3,657	3,200	255	449	1,088	
N° Lote	JGO			500	500	500	500	500	
Lotes				8	7	1	1	3	
Lanzam. de Órdenes	JGO			3,500	500	500	1,500		
				<b>PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN</b>					
				<b>Periodo</b>	1	2	3	4	5
				<b>Plan de entregas</b>	3,657	3,200	255	449	1,088

Fuente: Elaboración propia

Cabe resaltar que la proyección debe ser traducida a, por lo menos, tres períodos en adelante con respecto al período actual. Esta información servirá como punto de partida para la elaboración del MRP.

### 3.2.2. Método propuesto para la creación del plan de necesidades de materiales – MRPI

Partiendo de la planificación que nos da el MPS se va a aplicar el MRPI del cual se obtendrá, por niveles, la planificación de la producción propia o de aprovisionamientos externos de todos los componentes hasta llegar a las materias primas. De esta manera llegaremos a saber exactamente, y para cada componente, la cantidad que se precisa, en el momento que serán necesarios y cuando

se deban lanzar las órdenes de producción y aprovisionamiento. Para la ejecución del MRPI es importante contar con la siguiente información:

- Lista de materiales (*bill of materials*): Descomposición por explosión, matriz de explosión simple del producto final.
- *Stock* inicial: Este *stock* debe estar disponible para componente, material o producto final.
- *Lead time*: Es el tiempo que transcurre desde que se pide el componente, material o producto hasta que se recibe.
- Tamaño de lote: Cantidad mínima que se puede pedir de cada componente, material o producto.

Para el desarrollo del MRPI se procede con la explosión de la lista de materiales, también conocida como BOM (*bill of materials*). En este punto se realiza la descomposición de un SKU referencial, en sus componentes, en otros de los cuales está formado y así sucesivamente hasta llegar a las materias primas. Como se puede observar en el siguiente gráfico, el nivel 0 corresponde al producto final; el nivel 1 corresponde a los componentes del producto final; el nivel 2 corresponde a los componentes del nivel 1, y así sucesivamente. Los materiales que corresponden al nivel final ya no se podrán descomponer más; por tanto, son aquellos que se solicitaron a los proveedores externos como aprovisionamiento.

**Gráfico 13. Descomposición por explosión de la pastilla**



Fuente: Elaboración propia

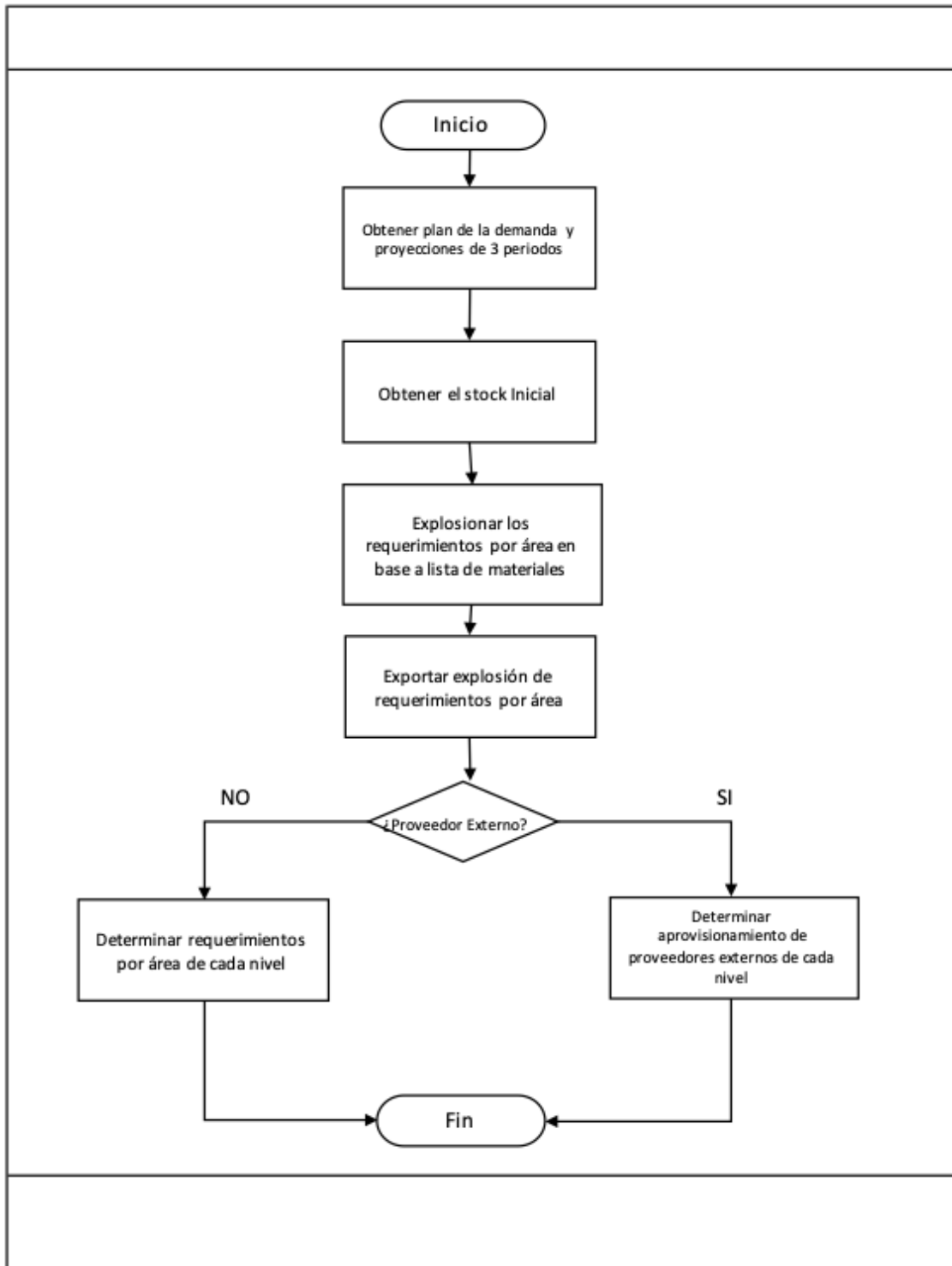
Luego de haber realizado la explosión de la lista de materiales se procede con la planificación de cada uno de los niveles mostrados en la lista mencionada. En ese sentido, es indispensable conocer las siguientes variables que se usará para ejecutar la planificación:

- Necesidad bruta (NB): Volumen de componentes o materiales que debemos tener disponibles al final de un periodo para el “cliente” o proceso siguiente:
- Stock previsto (SP): Volumen de componentes o materiales que se prevé que quedará en existencia al final de un periodo.
- Necesidades netas (NN): Volumen de componentes o materiales que habrá que obtener para disponer de las necesidades brutas, al final de un periodo.

- Entradas previstas (EP): Resulta del ajuste de las necesidades netas del tamaño del lote de producción establecido por la empresa.
- $NN(p)$  = Necesidad neta, que se representa con la siguiente fórmula  $NN (p) = NB ( p) - SP (p-1)$
- Lanzamiento de órdenes (LO): Pretende fijar el momento de lanzamiento de las órdenes (sean de producción o de aprovisionamiento) por una cuantía EP lanzadas cuando deba hacerse para que, teniendo en cuenta su LT, los componentes o materiales lleguen o se produzcan en el momento adecuado según la planificación de necesidades.

A continuación, se muestra el desarrollo de la planificación del MRPI para cada uno de los niveles y componentes asociados al producto final.

Gráfico 14. Diagrama de flujo del MRPI



Fuente: Elaboración propia



**Tabla 26. Nivel 2 - componente**

**Producto:** 211005800 7034 (0.888 KG)  
**Tamaño Lote:** 1,776  
**Lead Time:** 1 día

	INICIAL	1	2	3	4	5
Necesidades Brutas (NB)		12,990	11,366	906	1,595	3,865
Entregas Previstas ( EP)		12,432	10,656	1,776	1,776	3,552
Stock Previsto ( SP)	1776	1,218	508	1,378	1,559	1,247
Necesidad Neta (NN)		11,214	10,148	398	217	2,305
Lotes		7.0	6.0	1.0	1.0	2.0
Lanzamiento Orden		10,656	1,776	1,776	3,552	0

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 27. Nivel 3 – componentes**

**Producto:** 101000005 FIBRA DE ACERO E-287 (0.176 KG)  
**Tamaño Lote:** 352  
**Lead Time:** 1 día

	INICIAL	1	2	3	4	5
Necesidades Brutas (NB)		2,286	2,000	159	281	680
Entregas Previstas ( EP)		2,112	1,760	352	352	352
Stock Previsto ( SP)	500	326	85	278	349	21
Necesidad Neta (NN)		1,786	1,675	74	3	331
Lotes		6.0	5.0	1.0	1.0	1.0
Lanzamiento Orden		1,760	352	352	352	0

**Producto:** 101000106 COKE DE PETROLEO 4079 (0.026 KG)  
**Tamaño Lote:** 52  
**Lead Time:** 1 día

	INICIAL	1	2	3	4	5
Necesidades Brutas (NB)		338	296	24	41	100
Entregas Previstas ( EP)		52	312	0	52	104
Stock Previsto ( SP)	300	14	31	7	18	21
Necesidad Neta (NN)		38	281	0	34	83
Lotes		1.0	6.0	0.0	1.0	2.0
Lanzamiento Orden		312	0	52	104	0

Fuente: Elaboración propia

**Producto:** 101000127 BARITINA (0.049 KG)  
**Tamaño Lote:** 98  
**Lead Time:** 1 día

	INICIAL	1	2	3	4	5
Necesidades Brutas (NB)		636	557	44	78	189
Entregas Previstas ( EP)		0	0	98	98	196
Stock Previsto ( SP)	1200	564	7	60	80	87
Necesidad Neta (NN)		0	0	38	18	109
Lotes		0.0	0.0	1.0	1.0	2.0
Lanzamiento Orden		0	98	98	196	0

**Producto:** 101000198 POLVO DE HIERRO GRADE R12 (0.341 KG)  
**Tamaño Lote:** 682  
**Lead Time:** 1 día

	INICIAL	1	2	3	4	5
Necesidades Brutas (NB)		4,429	3,876	309	544	1,318
Entregas Previstas ( EP)		4,092	3,410	682	0	1,364
Stock Previsto ( SP)	1000	663	197	570	26	72
Necesidad Neta (NN)		3,429	3,213	112	0	1,292
Lotes		6.0	5.0	1.0	0.0	2.0
Lanzamiento Orden		3,410	682	0	1,364	0

**Producto:** 101000093 OXIDO DE MAGNESIO (0.027 KG)  
**Tamaño Lote:** 54  
**Lead Time:** 1 día

	INICIAL	1	2	3	4	5
Necesidades Brutas (NB)		351	307	24	43	104
Entregas Previstas ( EP)		0	162	54	54	108
Stock Previsto ( SP)	500	149	4	34	45	49
Necesidad Neta (NN)		0	158	20	9	59
Lotes		0.0	3.0	1.0	1.0	2.0
Lanzamiento Orden		162	54	54	108	0

**Producto:** 101000110 GRAFITO ARTIFICIAL 4443 (0.151 KG)  
**Tamaño Lote:** 302  
**Lead Time:** 1 día

	INICIAL	1	2	3	4	5
Necesidades Brutas (NB)		1,961	1,716	137	241	584
Entregas Previstas ( EP)		1,510	1,812	0	302	604
Stock Previsto ( SP)	500	49	144	7	69	89
Necesidad Neta (NN)		1,461	1,668	0	233	515
Lotes		5.0	6.0	0.0	1.0	2.0
Lanzamiento Orden		1,812	0	302	604	0

**Producto:** 101000122 TRISULFURO DE ANTIMONIO (0.014 KG)  
**Tamaño Lote:** 28  
**Lead Time:** 1 dia

	INICIAL	1	2	3	4	5
Necesidades Brutas (NB)		182	159	13	22	54
Entregas Previstas ( EP)		0	168	0	28	56
Stock Previsto ( SP)	200	18	27	14	20	22
Necesidad Neta (NN)		0	141	0	8	34
Lotes		0.0	6.0	0.0	1.0	2.0
Lanzamiento Orden		168	0	28	56	0

**Producto:** 101000054 NIPOL 1411 (0.018 KG)  
**Tamaño Lote:** 36  
**Lead Time:** 1 dia

	INICIAL	1	2	3	4	5
Necesidades Brutas (NB)		234	205	16	29	70
Entregas Previstas ( EP)		36	216	36	0	72
Stock Previsto ( SP)	200	2	14	33	5	7
Necesidad Neta (NN)		34	202	3	0	65
Lotes		1.0	6.0	1.0	0.0	2.0
Lanzamiento Orden		216	36	0	72	0

**Producto:** 211007337 RESINA FENOLICA 827-7 (0.09 KG)  
**Tamaño Lote:** 180  
**Lead Time:** 1 dia

	INICIAL	1	2	3	4	5
Necesidades Brutas (NB)		1,169	1,023	82	144	348
Entregas Previstas ( EP)		1,080	1,080	0	180	360
Stock Previsto ( SP)	150	61	118	36	73	85
Necesidad Neta (NN)		1,019	962	0	107	275
Lotes		6.0	6.0	0.0	1.0	2.0
Lanzamiento Orden		1,080	0	180	360	0

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 28. Nivel 4 – componentes**

**Producto:** 101000083 HYSIL 233 (0.001 KG)

**Tamaño Lote:** 2

**Lead Time:** 1 día

	INICIAL	1	2	3	4	5
Necesidades Brutas (NB)		1.17	1.02	0.08	0.14	0.35
Entregas Previstas ( EP)		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Stock Previsto ( SP)	18	16.8	15.8	15.7	15.6	15.2
Necesidad Neta (NN)		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Lotes		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Lanzamiento Orden		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

**Producto:** 101000128 CAOLIN (0.001 KG)

**Tamaño Lote:** 2

**Lead Time:** 1 día

	INICIAL	1	2	3	4	5
Necesidades Brutas (NB)		1.17	1.02	0.08	0.14	0.35
Entregas Previstas ( EP)		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Stock Previsto ( SP)	5	3.8	2.8	2.7	2.6	2.2
Necesidad Neta (NN)		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Lotes		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Lanzamiento Orden		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

**Producto:** 101000130 HEXAMETILENTETRAMINA GRANULADO (0.004 KG)

**Tamaño Lote:** 8

**Lead Time:** 1 día

	INICIAL	1	2	3	4	5
Necesidades Brutas (NB)		4.68	4.09	0.33	0.57	1.39
Entregas Previstas ( EP)		0.0	0.0	0.0	0.0	8.0
Stock Previsto ( SP)	10	5.3	1.2	0.9	0.3	6.9
Necesidad Neta (NN)		0.0	0.0	0.0	0.0	1.1
Lotes		0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
Lanzamiento Orden		0.0	0.0	0.0	8.0	0.0

**Producto:** 211008872 PREPARACION FORMOL (0.035 KG)

**Tamaño Lote:** 70

**Lead Time:** 1 día

	INICIAL	1	2	3	4	5
Necesidades Brutas (NB)		40.92	35.80	2.85	5.02	12.17
Entregas Previstas ( EP)		70.0	0.0	0.0	0.0	70.0
Stock Previsto ( SP)	20	49.1	13.3	10.4	5.4	63.2
Necesidad Neta (NN)		20.9	0.0	0.0	0.0	6.8
Lotes		1.0	0.0	0.0	0.0	1.0
Lanzamiento Orden		0.0	0.0	0.0	70.0	0.0

**Producto:** 211008872 PREPARACION FORMOL (0.035 KG)  
**Tamaño Lote:** 10  
**Lead Time:** 1 dia

	INICIAL	1	2	3	4	5
Necesidades Brutas (NB)		59.62	52.17	4.16	7.32	17.74
Entregas Previstas ( EP)		60.0	50.0	10.0	0.0	20.0
Stock Previsto ( SP)	5	5.4	3.2	9.0	1.7	4.0
Necesidad Neta (NN)		54.6	46.8	1.0	0.0	16.0
Lotes		6.0	5.0	1.0	0.0	2.0
Lanzamiento Orden		50.0	10.0	0.0	20.0	0.0

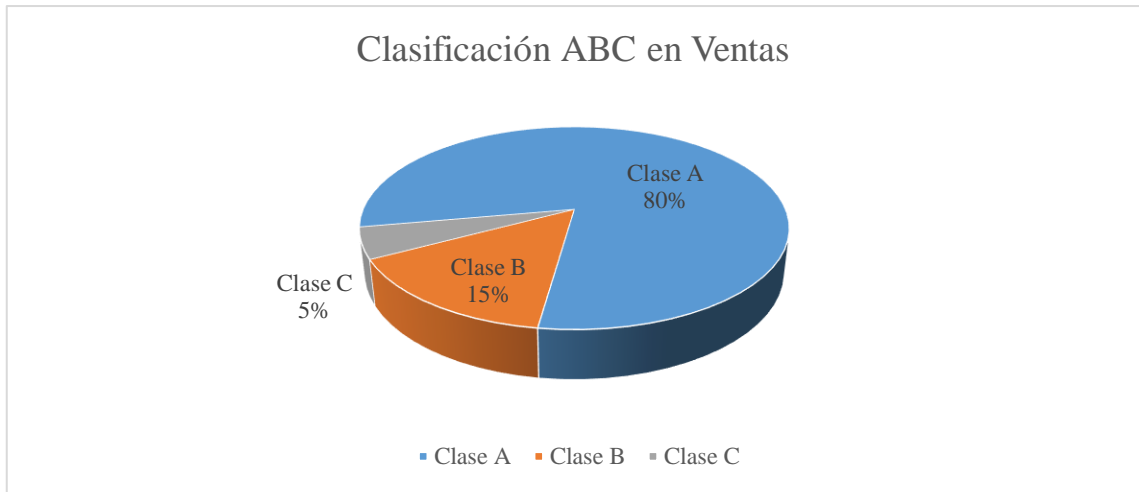
Fuente: Elaboración propia

- Enfoque de sostenibilidad de la propuesta

Para poder entender y dimensionar la magnitud de la mejora planteada para el proceso de planeamiento y control de la producción, se propuso un plan piloto, utilizando los resultados obtenidos para poder proyectar el beneficio durante el tiempo y, además, poder presupuestar el mismo en el plan de negocio de la compañía. Antes de realizar la prueba piloto se tuvo que definir los SKU a considerar para la prueba; por lo tanto, se usó la siguiente metodología para conseguir dicho fin:

- Se realizó el cálculo ABC por venta de todas las pastillas fabricadas y vendidas por la empresa.
- Se consideró tomar solo las patillas del tipo B de venta en unidades que tuvieran una frecuencia de venta constante (todos los meses), además que tuviera niveles de *stock* de seguridad o inventario promedio alto para cubrir cualquier tipo de deficiencia en caso de que falle el modelo propuesto y no se llegue a tener el producto a tiempo y en forma en el mercado.
- Como resultado del análisis se obtuvo que los SKU a analizar fueron: 07170, 08344 y 00010.

**Gráfico 15. ABC de ventas – pastillas de freno por familia**



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 29. ABC de ventas – pastillas de freno**

Cod Fam	Pastilla	Umed	%	% Acum	ABC
07389	Pastilla 07389	JGO	17.9037%	17.9037%	A
07153	Pastilla 07153	JGO	15.0100%	32.9137%	A
07704	Pastilla 07704	JGO	9.6337%	42.5473%	A
00158	Pastilla 00158	JGO	6.5005%	49.0478%	A
07205	Pastilla 07205	JGO	6.3894%	55.4372%	A
00116	Pastilla 00116	JGO	4.5359%	59.9731%	A
08806	Pastilla 08806	JGO	2.8119%	62.7850%	A
08301	Pastilla 08301	JGO	2.5720%	65.3570%	A
07054	Pastilla 07054	JGO	2.0861%	67.4431%	A
07877	Pastilla 07877	JGO	1.9437%	69.3868%	A
50173	Pastilla 50173	JGO	1.9199%	71.3067%	A
08671	Pastilla 08671	JGO	1.5004%	72.8071%	A
07441	Pastilla 07441	JGO	1.6250%	74.4321%	A
00074	Pastilla 00074	JGO	1.4619%	75.8940%	A
07228	Pastilla 07228	JGO	1.3890%	77.2830%	A
50059	Pastilla 50059	JGO	1.4238%	78.7068%	A
07298	Pastilla 07298	JGO	1.3291%	80.0359%	A
07170	Pastilla 07170	JGO	1.2963%	81.3322%	B
08344	Pastilla 08344	JGO	1.1978%	82.5299%	B
00010	Pastilla 00010	JGO	1.1456%	83.6755%	B
08456	Pastilla 08456	JGO	0.9876%	84.6631%	B
50116	Pastilla 50116	JGO	0.7903%	85.4534%	B
50113	Pastilla 50113	JGO	0.7409%	86.1942%	B
50165	Pastilla 50165	JGO	0.7386%	86.9329%	B
07376	Pastilla 07376	JGO	0.6731%	87.6060%	B
08310	Pastilla 08310	JGO	0.7379%	88.3439%	B

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 30. Inventario promedio – pastillas de freno**

Cod Fam	Pastilla	Umed	INV. PROM	COGS	IND. ROT.	DIAS INV.
07170	Pastilla 07170	JGO	8,315	449	2,329	5
08344	Pastilla 08344	JGO	8,581	327	2,356	7
00010	Pastilla 00010	JGO	8,384	263	2,225	8
08456	Pastilla 08456	JGO	7,302	224	1,857	8
50116	Pastilla 50116	JGO	5,822	50	579	12
50113	Pastilla 50113	JGO	5,798	75	674	9
50165	Pastilla 50165	JGO	5,304	64	1,049	17
07376	Pastilla 07376	JGO	5,194	84	304	4
08310	Pastilla 08310	JGO	2,468	131	430	3
07365	Pastilla 07365	JGO	5,194	33	1,458	45
50131	Pastilla 50131	JGO	4,260	142	310	2
08330	Pastilla 08330	JGO	5,580	72	175	2

Fuente: Elaboración propia

En ese sentido, se realizó la prueba por un período de tres meses, utilizando la metodología sugerida en los tres SKU indicados que son los productos que la compañía tiene como fabricación propia. Para poder realizar la prueba se programó tres semanas de capacitación con todo el personal involucrado, luego se realizó la aplicación de la metodología y ejecución en el proceso, y al final de los tres meses se recopiló la información de los KPI para determinar el impacto de la mejora.

**Tabla 31. Cronograma de implementación prueba piloto**

Nº	Actividades	Jul-20				Ago-20				Set-20				Oct-20			
		S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
1	Capacitación Plan de ventas																
2	Capacitación Plan maestro de producción																
3	Capacitación MRPI																
4	Capacitación MRPII																
5	Capacitación replanteo del MRPI																
6	Capacitación reajuste del MRPII																
7	Ejecución de la prueba																
8	Recopilación de resultados																

Fuente: Elaboración propia

Luego de recopilar los resultados e indicadores y compararlos contra los resultados e indicadores históricos del proceso se obtuvieron los siguientes resultados comparativos:

- Exactitud del plan de producción: Es indicador es fundamental para poder determinar si la producción sigue lo establecido por el plan de ventas o no.

**Tabla 32. Exactitud del plan de producción**

Período	2019	Jul-20	Ago-20	Set-20	Oct-20
% Exactitud	73.83%	81.00%	85.00%	89.00%	91.00%

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en el tabla, la exactitud del plan de producción, luego de la aplicación del plan piloto, ha incrementado de manera significativa durante durante los 3 meses de aplicación, lo que indica que la metodología propuesta es correcta y ayudará a la compañía a lograr el indicador objetivo planeado.

**Tabla 33. Comparativo de la exactitud del plan de producción**

	2019	2020
Julio	77%	81%
Agosto	69%	85%
Septiembre	74%	89%
Octubre	80%	91%

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la tabla, el indicador obtenido en la prueba piloto versus el indicador obtenido en el mismo mes durante el año pasado muestra, en comparación, un incremento de más del 20 % en un mes específico, terminando con 91 % de cumplimiento del plan. Este resultado indica que aplicar la metodología de manera correcta asegura resultados robustos y cumplir con objetivo anhelado y nunca alcanzado por la compañía.

**Tabla 34. Porcentaje de *backorders*/venta**

Período	2019	Jul-20	Ago-20	Set-20	Oct-20
% <i>backorders</i>	9.51%	6.63%	5.03%	3.99%	4.51%

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la tabla, el indicador de *backorders*/venta ha disminuido de manera decreciente durante los meses que duró la prueba alcanzado una cifra por debajo de la mitad en comparación con el resultado obtenido en el 2019.

**Tabla 35. Comparativo del porcentaje *backorders*/venta 2019-2020**

	2019	2020
Julio	8.6%	6.63%
Agosto	8.4%	5.03%
Septiembre	10.3%	3.99%
Octubre	8.7%	4.51%

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la tabla, donde se muestra los indicadores obtenidos durante la prueba piloto comparándolos con el mismo mes del año 2019, se puede apreciar que en los meses de septiembre y octubre el indicador ha mejorado por encima del 100 % respecto del año anterior. Esto es una clara señal que demuestra que la metodología aplicada sirve para mejorar el proceso y que, además, ayudará a cumplir el objetivo de la compañía de tener un *backorder* cercano a cero.

**Tabla 36. Comparativo del porcentaje de desmedro/valor del inventario 2019-2020**

	2019	2020
Julio	1.55%	0.93%
Agosto	1.47%	1.08%
Septiembre	1.34%	1.03%
Octubre	1.12%	1.01%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla se puede notar que los valores obtenidos en el indicador % desmedro/valor del inventario en la prueba piloto son menores comparandolos con los valores obtenidos en el mismo mes durante el 2019.

**Tabla 37. Porcentaje de participación de la venta perdida/venta**

Período	2019	Jul-20	Ago-20	Set-20	Oct-20
% venta perdida / venta	8.68%	6.48%	4.83%	3.67%	4.14%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla se puede notar que el indicador venta perdida/venta ha disminuido de manera progresiva durante el transcurso de la prueba piloto. Incluso el valor obtenido durante el mes de octubre representa casi un 90 % de disminución con respecto del indicador obtenido durante el 2019.

**Tabla 38. Comparativo de la venta perdida 2019-2020**

	2019	2020
Julio	7.94%	6.48%
Agosto	7.84%	4.83%
Septiembre	8.95%	3.67%
Octubre	7.91%	4.14%

Fuente: Elaboración propia

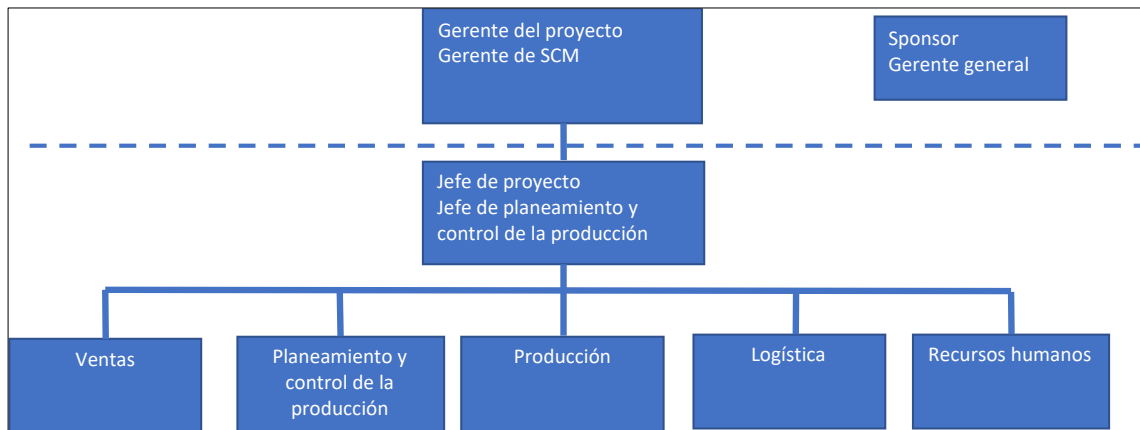
Como se puede apreciar en la tabla, donde se muestran los indicadores obtenidos durante la prueba piloto comparándolos con el mismo mes del año 2019, donde se puede apreciar que en los meses de septiembre y octubre el indicador ha mejorado por encima del 80 % respecto del año anterior. Ello significa que se ha incrementado el nivel de satisfacción del cliente y, por ende, la rentabilidad de la compañía.

Los indicadores analizados demuestran que el modelo planteado sí permite lograr una mejora significativa en las ventas perdidas, *backorders*, exactitud del plan de producción, etc. Por tanto, se sugiere, tomando como sustento los resultados de la prueba, que sea el modelo que Frenosa adopte dentro del área de planeamiento y control de la producción.

- Cronograma de implementación

Para poder implementar el nuevo modelo propuesto en el área de planeamiento y control de la producción de Frenosa, es necesario identificar las actividades, responsables, duración, la mejor fecha disponible para poder iniciar, gestión del cambio, entre otros. En ese sentido, se han identificado las áreas clave que deben participar en la implementación, así como un organigrama con los principales responsables, patrocinador, interesados, entre otros, con el objetivo de asegurar el éxito de la implementación.

**Gráfico 16. Organigrama del proyecto de implementación**



Fuente: Elaboración propia

El Gantt de implementación del proyecto se mostrará en el anexo 3

- Enfoque de sostenibilidad de la propuesta: análisis económico – financiero

La implementación de las mejoras propuestas en el proceso de planeamiento y control de la producción de la compañía Frenosa no implica una inversión significativa que determine un gran desembolso dinero; por el contrario, las mejoras han sido planteadas sin inversión en tecnología nueva y utilizando los recursos disponibles con los que cuenta la empresa. Las mejoras planteadas se basan en la aplicación de los conceptos fundamentales de planeamiento y control de la producción, determinados por expertos en la materia mencionados al inicio del capítulo.

Para poder realizar la evaluación económica del proyecto se utilizará dos herramientas financieras que permitirán determinar la viabilidad del proyecto:

- VAN (valor actual neto): Permite establecer cuánto se va a ganar o perder con la inversión de un proyecto específico. Trae todos los flujos de caja al momento presente descontándolos a un tipo de interés determinado. Las variables que se usará para calcular el VAN son:
  - o I = Inversión a realizar
  - o F= Flujo obtenido en el período al implementar el proyecto
  - o n = Número de períodos de tiempo
  - o k = Tasa de interés que se exige a la inversión (TIR)

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t}$$

- TIR (Tasa interna de retorno): Es la tasa de interés o rentabilidad mínima que debe tener un proyecto para que sea viable.

El primer paso para poder realizar el análisis de viabilidad del proyecto es identificar las variables mencionadas para poder calcular el VAN.

- Inversión a realizar: Se ha considerado como inversión a realizar lo siguiente:
  - o Costo de las horas-hombre de las personas que participarán en el proceso de capacitación (instructores y participantes). El costo se calculó en función a la participación de cada persona en las capacitaciones, como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 39. Inversión en capacitación para la implementación de la nueva metodología**

Área	Puesto	Actividad	Horas de Participación	Días de Participación	Total Horas	Costo por Hora	Costo total
Comercial	Jefe comercial	Capacitación	3	3	9	S/ 52	S/ 469
	Analista comercial		3	3	9	S/ 26	S/ 234
Planeamiento y control de la producción	Jefe de planeamiento y control de la producción		3	3	9	S/ 52	S/ 469
	Analista de planeamiento y control de la producción		3	3	9	S/ 26	S/ 234
Producción	Jefe de producción		3	3	9	S/ 52	S/ 469
Logística	Jefe de almacén		3	3	9	S/ 26	S/ 234
Recursos humanos	Analista de recursos humanos		1	20	20	S/ 26	S/ 521
						<b>Total</b>	<b>S/ 2,630</b>

Fuente: Elaboración propia

- o Costo de consultoría externa: Con la finalidad de que el proceso de mejora sea aplicado y sobre todo lograr el compromiso de todas áreas involucradas, se ha visto la necesidad de contratar una compañía consultora que acompañe y asesore el manejo del cambio para la implementación de exitosa del proceso mencionado. En ese sentido, se ha realizado un proceso de licitación con diversas compañías expertas en el tema, determinándose como ganadora la compañía “XYZ” (para salvaguardar la confidencialidad de la misma). El costo de la consultoría es de S/ 62,000.
- Flujo obtenido en el período a implementar el proyecto: Los flujos que se obtendrán durante el período a considerar, serán calculados de la siguiente forma:

- Venta perdida: Se calcula en función de lo que Frenosa pierde por aquellos *backorders* anulados por el cliente, debido a que no se cuenta con la mercadería a tiempo. Este cálculo se obtiene comparando con el indicador del mismo mes en el período anterior (año anterior al cálculo). El resultado de los meses de prueba permitirá proyectar el resultado durante todo el 2021. Para calcular el costo de la venta no perdida se requiere la siguiente información:
  - Costo del producto: El costo de venta promedio de un juego de pastillas es de S/ 74.25.
  - Precio de venta del producto: El precio promedio de un juego de pastillas es de S/ 135.
  - Margen bruto: El margen bruto del juego de pastillas es de S/ 60.75.

Para poder proyectar la venta perdida del año 2021 se utilizó la siguiente metodología:

- Se utilizó la proyección de venta pastillas cargada al plan de negocio 2021, y para los meses de noviembre y diciembre del 2020 se utilizó el plan de ventas presupuestado para el 2020.
- Para la determinación de los valores venta perdida se utilizó como base el porcentaje acumulado de venta perdida obtenido entre los meses de julio a octubre del 2020, meses en los cuales se realizó la prueba piloto que fue de 4.73 %. Dicho valor fue replicado en todo el 2021 para obtener la nueva venta perdida.
- Se calculó el porcentaje acumulado de la venta perdida del 2019, el cual fue de 8.71 %; dicho valor se aplicará durante el 2021 para determinar el escenario de la venta perdida sin aplicación de mejora.
- Se realizará el comparativo del escenario sin aplicación de la mejora vs. con aplicación de la mejora.

**Tabla 40. Comparativo de la venta perdida en valor entre los años 2020 y 2021**

Mes	2021 (sin mejora)	2021 (con mejora)	Diferencia	Diferencia en valor (S/.) - venta	Diferencia en valor (S/.) - Margen
Enero	249	135	114	S/ 15,390	S/ 6,926
Febrero	203	110	93	S/ 12,555	S/ 5,650
Marzo	110	60	50	S/ 6,750	S/ 3,038
Abril	213	116	97	S/ 13,095	S/ 5,893
Mayo	263	143	120	S/ 16,200	S/ 7,290
Junio	243	132	111	S/ 14,985	S/ 6,743
Julio	121	66	55	S/ 7,425	S/ 3,341
Agosto	129	70	59	S/ 7,965	S/ 3,584
Septiembre	159	87	72	S/ 9,720	S/ 4,374
Octubre	128	70	58	S/ 7,830	S/ 3,524
Noviembre	197	107	90	S/ 12,150	S/ 5,468
Diciembre	137	74	63	S/ 8,505	S/ 3,827
<b>Total</b>				S/ 132,570	S/ 59,657

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, el valor de la venta perdida realizando la mejora es de S/ 132,570 y la mejora en el margen bruto es de S/ 59,656. Para efectos del cálculo del VAN, se utiliza la venta perdida.

- Reducción del desmedro: Se calcula en función al desmedro que se deja de generar comparándolo vs el desmedro generado en el mismo mes durante el período anterior (año anterior al cálculo). Para calcular el costo del desmedro hemos identificado las siguientes variables:
    - Costo promedio del kg de producto que va para desmedro: el costo promedio es de S/ 29.7/kg
- Para poder proyectar la venta perdida del año 2021 se utilizó la siguiente metodología:
- Se calculó y proyectó para el 2021 la cantidad de kg de desmedro en función al valor acumulado obtenido en el 2019 que fue de 1.35 %.
  - Se proyectó para el 2021 la cantidad de kg de desmedro según el valor acumulado obtenido durante los meses de prueba del 2020 que fue de 1,01 %.
  - Luego se realiza el comparativo considerando los escenarios con mejoras y sin mejoras.

**Tabla 41. Comparativo del desmedro en valor entre los años 2020 y 2021**

	2021 (sin mejora)	2021 (con mejora)	Diferencia	Diferencia en valor
Enero	S/ 2,036	S/ 1,523	S/ 513	S/ 15,226
Febrero	S/ 1,882	S/ 1,408	S/ 474	S/ 14,076
Marzo	S/ 1,844	S/ 1,380	S/ 465	S/ 13,796
Abril	S/ 1,695	S/ 1,268	S/ 427	S/ 12,681
Mayo	S/ 1,450	S/ 1,085	S/ 365	S/ 10,845
Junio	S/ 1,348	S/ 1,009	S/ 339	S/ 10,083
Julio	S/ 1,359	S/ 1,017	S/ 342	S/ 10,164
Agosto	S/ 1,620	S/ 1,212	S/ 408	S/ 12,117
Septiembre	S/ 1,706	S/ 1,276	S/ 430	S/ 12,760
Octubre	S/ 1,989	S/ 1,488	S/ 501	S/ 14,876
Noviembre	S/ 2,032	S/ 1,521	S/ 512	S/ 15,203
Diciembre	S/ 2,083	S/ 1,559	S/ 525	S/ 15,584
			<b>Total</b>	<b>S/ 157,411</b>

Fuente: Elaboración propia

- Tasa interna de retorno (TIR): La mínima tasa que los accionistas esperan por mes es de 15 % anual o 1.17 % mensual. Si la TIR supera las tasas mencionadas quiere decir que el proyecto

es factible, ya que genera mayor tasa de retorno que los otros proyectos donde los accionistas podrían invertir el capital.

Cabe resaltar que la política que Frenosa tiene para la evaluación y aprobación de los proyectos es la siguiente:

- Proyectos que no requieren inversión o que requieren una inversión por debajo de S/ 75,000.
- Para poder aprobar este tipo de proyectos se requiere que el retorno o beneficio se pueda ver reflejado en un tiempo menor o igual a 1 año.
- Proyectos que requieren inversión que sean mayores o iguales a S/ 75,000.
- Para aprobar este tipo de proyectos se requiere que el retorno o beneficio se pueda ver reflejado en un tiempo menor o igual a 3 años.

El resultado de los tres primeros meses de prueba permitirá proyectar el resultado durante todo el primer año. Con todo lo mencionado se procede a realizar el cálculo del VAN y el TIR:

**Tabla 42. Cálculo del VAN y TIR del proyecto**

	<b>Inversión y Ahorros</b>	
<b>Inversión</b>	<b>- S/</b>	<b>64,630</b>
Mes 1	S/	30,616
Mes 2	S/	26,631
Mes 3	S/	20,546
Mes 4	S/	25,776
Mes 5	S/	27,045
Mes 6	S/	25,068
Mes 7	S/	17,589
Mes 8	S/	20,082
Mes 9	S/	22,480
Mes 10	S/	22,706
Mes 11	S/	27,353
Mes 12	S/	24,089
<b>VAN</b>	<b>S/</b>	<b>204,979</b>
<b>TIR</b>		<b>40%</b>

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la tabla, el cálculo del VAN da un valor de S/ 204,979, lo cual significa que es un proyecto rentable, además de que tiene una TIR de 40 %, superior al 1.17 % como mínimo esperado por los accionistas; por lo tanto, se concluye que el proyecto es viable con alto valor de retorno.

## Conclusiones y recomendaciones

- Luego del análisis realizado es posible concluir que la metodología que se propone aplicar en el proceso de planeamiento y control de la producción va a generar mejoras significativas, las cuales se verán reflejadas en los siguientes indicadores:
  - o Exactitud del plan de producción
  - o Venta perdida
  - o Backorders
  - o Desmedro
  - o Además, podemos notar que el beneficio económico (VAN) asciende a S/. 204,979 soles con una TIR del 40%.
- Se recomienda implementar una herramienta tecnológica que tenga inmersa la metodología y buenas prácticas para realizar el PCP, como, por ejemplo, un ERP de clase mundial o una herramienta específica para la administración de procesos productivos. Se evitará problemas de errores típicos al manejar procesos manuales como el utilizar plantillas en Excel.
- Se sugiere realizar la aplicación de la mejora y el cálculo para los demás procesos, por ejemplo, existe una mejora potencial significativa aplicando la metodología orientada a la gestión de inventarios (políticas de inventarios, políticas de abastecimiento, políticas de cobertura, etc.).
- Se sugiere controlar, estandarizar y mejorar las productividades y capacidades (horas-hombre y horas-máquina).
- Sugiere implementar la metodología S&OP con la finalidad de poder planificar no solo la producción, sino también el negocio.
- Se sugiere trabajar con objetivos y metas de mejora específicas para los indicadores de gestión del área, ya que actualmente se miden, pero no se cuenta con planes de acción específicos para alcanzar los objetivos trazados.
- Se sugiere implementar alguna metodología de mejora continua como Lean Six Sigma, que permita la mejora de los procesos y garantizar que las mejoras se mantengan a través del tiempo.
- Actualmente, el área de producción es un área independiente del área de SCM, lo cual hace que su manejo, directrices, etc., no sigan los lineamientos de SCM. Por tanto, se sugiere que el área en mención sea integrada como un proceso más dentro del área de SCM.
- Con la metodología propuesta se considera, además, garantizar que se tengan datos precisos para poder planificar el crecimiento de capacidades operativas y poder soportar el crecimiento de la venta proyectada.

## Bibliografía

Aczél, J. y Saaty, T.L. (1983). “Procedures for synthesizing ratio judgements”. *Journal of Mathematical Psychology*. Vol. 27, núm. 1, pp. 93-102. Marzo 1983. ISSN: 0022-2496. DOI:10.1016/0022-2496(83)90028-7.

Asociación Automotriz del Perú (2020). *AAP: En medio de la crisis hay oportunidades para mejorar la movilidad*. Disponible en: <<https://aap.org.pe/aap-en-medio-de-la-crisis-hay-oportunidades-para-mejorar-la-movilidad/>>.

Briceño, Ana (2018). “El laberinto de los taxis limeños”. Sección transporte. En: *Diario El Comercio*. 4 de marzo de 2018. <<https://elcomercio.pe/lima/transporte/informalidad-calles-laberinto-taxis-limenes-noticia-501826-noticia/>>.

Chopra, Sunil y Meindl, Peter (2013). *Administración de la cadena de suministro, estrategia, planeación y operación*. 5ª ed.

Cuatrecasas Arbós, Lluís (2011). “Organización de la producción y dirección de operaciones”, sistemas actuales de gestión eficiente y competitiva.

Chapman, Stephen N. (2006). *Planificación y control de la producción*.

Diario Gestión (2020a). “S&P: Economía peruana crecerá 3.2% entre 2020 y 2023, por debajo de las expectativas del MEF”. Sección economía. En: *Diario Gestión*. 5 de marzo de 2020. <<https://gestion.pe/economia/sp-economia-peruana-crecera-32-entre-2020-y-2023-por-debajo-de-las-expectativas-del-mef-noticia/?ref=gesr>>.

Diario Gestión (2020b). “FMI mejora proyección para economía peruana en el 2021, pero está por debajo de cifras del MEF y de Vizcarra”. Sección economía. En: *Diario Gestión*. 13 de octubre de 2020. <<https://gestion.pe/economia/fmi-mejora-proyeccion-para-economia-peruana-en-el-2021-noticia/?ref=gesr>>.

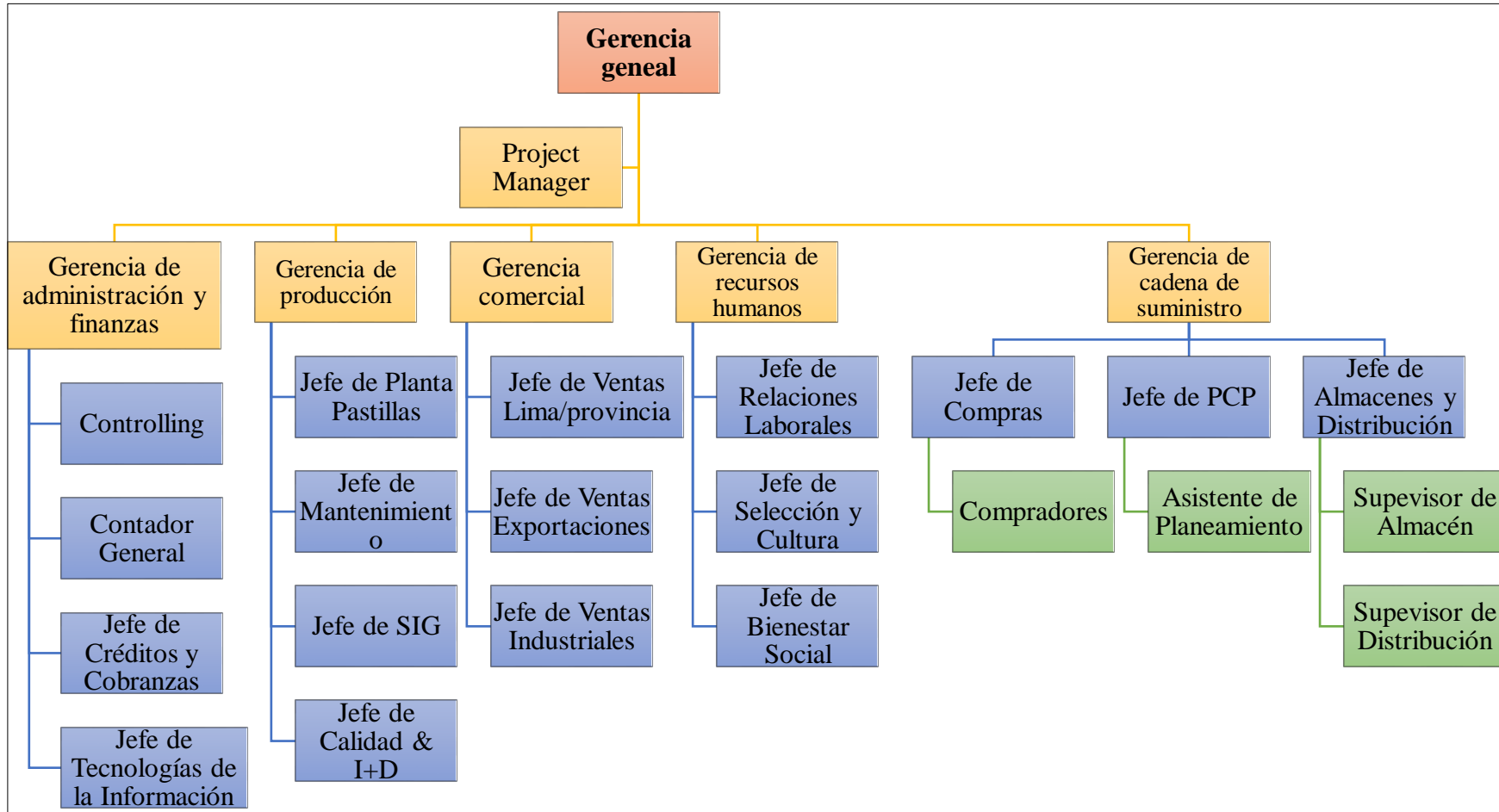
Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI] (2020). *Informe Técnico. Producto Bruto Interno Trimestral. Cuentas Nacionales Año Base 2017*. Disponible en:

<<https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/informe-tecnico-pbi-iii-trim-2020.pdf>>.

Mendoza, A., Solano, C., Palencia, D., y García, D. (2019). “Aplicación del proceso de jerarquía analítica (AHP) para la toma de decisión con juicios de expertos”. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*. Vol. 27, núm. 3. <<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052019000300348>>.

## **Anexos**

## Anexo 1. Organigrama de Frenosa



Fuente: Elaboración propia

**Anexo 2. Check list de los procesos de planeamiento y control de la producción**

Proceso	Actividad	Información de entrada	Puntaje obtenido	Puntaje objetivo	Información de salida	Puntaje obtenido	Puntaje objetivo	Metodología	Puntaje obtenido	Puntaje objetivo	Herramienta tecnológica utilizada	Puntaje obtenido	Puntaje objetivo	Indicadores de gestión utilizados	Puntaje obtenido	Puntaje objetivo	Puntaje total obtenido	Puntaje total objetivo
Planificación de las ventas	Estimación de la demanda	Data histórica de las ventas reales (por lo menos 3 años de historia)		5	Venta estimada para los próximos 3 años		5	Utiliza metodología que permite integrar diversos modelos de estimación de la demanda y determina cual es el mejor a utilizar por sku analizado. Permite además introducir variables exógenas para tener un resultado mas preciso		5	Cuenta con un sistema de forecasting que le permite estimar la demanda utilizando diversos modelos estadísticos y además permite introducir diversas variables exógenas. Interactua con el ERP de la empresa		5	Utiliza los siguientes Asertividad de la demanda, Error del pronóstico de ventas, Sesgo y se encuentran por encima del 95%		5	0	25
Planificación de las ventas	Estimación de la demanda	Data histórica de las ventas reales (por lo menos 1 año de historia)	3	3	Venta estimada para los próximos 12 meses	3	3	Utiliza metodología que permite integrar diversos modelos de estimación de la demanda y determina cual es el mejor a utilizar por sku analizado.		3	Utiliza un sistema de forecasting que considerará pocos modelos estadísticos y no interactua con el ERP.		3	Mide al menos 2 de los 3 indicadores propuestos y se encuentran entre el 90% - 95%		3	6	15
Planificación de las ventas	Estimación de la demanda	Data histórica de las ventas reales (por lo menos 6 meses de historia)		1	Venta estimada para los próximos 6 meses		1	Utiliza un único modelo de estimación y lo replica para todos los Skus	1	1	Utiliza un archivo en excel para hacer la estimación.	1	1	Mide solo uno de los indicadores propuestos y se encuentra por debajo del 90%	1	1	3	5
Planificación de las ventas	No estima la demanda	No usa data histórica		0	No cuenta con resultados de estimación		0	No utiliza ninguna metodología para la estimación		0	No utiliza ninguna herramienta para la estimación		0	No tiene KPI's		0	0	0
Plan maestro de la producción MPS	Definición del tipo de planificación	Cuenta con toda la información del comportamiento de la venta del producto(frecuencia de salida, lead time de entrega, tipo de cliente que lo requiere, etc). Cuenta con solo parte de la información del comportamiento de la venta del producto (frecuencia de salida, lead time de entrega, tipo de cliente que lo requiere, etc).		5	Se tiene definido si las familias de productos y productos son MTS, MTO o ATS		5	Utiliza una metodología clara y definida para poder clasificar los productos y familias en función a la variación del comportamiento.		5	Utilizan un módulo de planificación del ERP o externo que le permite determinar el tipo de planificación por familia o producto		5	Cantidad de productos clasificados función al tipo de planificación = 100%		5	0	25
Plan maestro de la producción MPS	Definición del tipo de planificación	Cuenta con escasa información acerca del comportamiento de la venta del producto (frecuencia de salida, lead time de entrega, tipo de cliente que lo requiere, etc).		3	Se tiene definido sin metodología que productos podrían ser MTS, MTO o ATS		3	Utiliza una metodología, sin embargo usa también el criterio de las personas responsables del proceso.		3	Utiliza un módulo de planificación que no es completo, por tanto tiene que complementar la información con un archivo excel.		3	Cantidad de productos clasificados función al tipo de planificación = 80%		3	0	15
Plan maestro de la producción MPS	Definición del tipo de planificación	Cuenta con poca información acerca del comportamiento de la venta del producto (frecuencia de salida, lead time de entrega, tipo de cliente que lo requiere, etc).		1	Se aplica en función a los requerimientos del cliente y en función a los errores de planificación de PCP o de producción de la planta		1	Utiliza su propio criterio para poder determinar el tipo de planificación		1	Utiliza solo el excel para poder realizar los cálculos		1	Cantidad de productos clasificados función al tipo de planificación = 50%		1	0	5
Plan maestro de la producción MPS	Definición del tipo de planificación	No cuenta con ninguna información sobre el comportamiento de la venta.	0	0	No se tiene definido ni se cuenta con la definición del tipo de planificación	0	0	No cuenta con ninguna metodología para determinar el tipo de planificación	0	0	No utiliza ninguna herramienta de ayuda	0	0	No se tiene indicador	0	0	0	0
Plan maestro de la producción MPS	Realiza la planificación de los productos y sus componentes	Utiliza 6 variables de información de entrada: Plan de la demanda, capacidad productiva, costo de producción, costo de inventario, inventario inicial, lead time de proveedores		5	Planificación de los productos y sus componentes por semana/mes, Definición de el tipo de fabricación a realizar (MTO, MTS, ATO). Se determina el horizonte de producción (Horizonte fijo, Horizonte medio fijo, Horizonte flexible).		5	El plan maestro de producción lo realiza utilizando la metodologías y buenas practicas inmersas de un ERP o sistema de planificación de manufactura		5	Utiliza el módulo de MPS que vienen incluidos en los ERP de clase mundial o en su defecto utiliza un sistema especializado que permite obtener el MPS. Considerar que son módulos robustos		5	Nivel de exactitud del plan vs el real por encima del 95%		5	0	25

Proceso	Actividad	Información de entrada	Puntaje obtenido	Puntaje objetivo	Información de salida	Puntaje obtenido	Puntaje objetivo	Metodología	Puntaje obtenido	Puntaje objetivo	Herramienta tecnológica utilizada	Puntaje obtenido	Puntaje objetivo	Indicadores de gestión utilizados	Puntaje obtenido	Puntaje objetivo	Puntaje total obtenido	Puntaje total objetivo
Plan maestro de la producción MPS	Realiza la planificación de los productos y sus componentes	Utiliza las 6 variables no pero no son correctamente calculadas o no son fiables		3	Realiza la planificación de los productos y sus componentes pero solo define una de las 2 variables (tipo de fabricación a realizar o horizonte de producción)		3	El plan maestro de producción se realiza utilizando metodologías y buenas prácticas propuestas por autores como Lluís Cuatrecasas, Sunil Chopra, etc.		3	Utiliza el módulo de MPS de un software que no es considerado robusto ni con buenas prácticas de clase mundial		3	Nivel de exactitud del plan vs el real entre el 90% - 95%		3	0	15
Plan maestro de la producción MPS	Realiza la planificación de los productos y sus componentes	Utiliza solo algunas de las variables	1	1	Solo realiza la planificación de los productos y sus componentes	1	1	El plan maestro de producción se realiza utilizando una metodología híbrida entre las buenas prácticas sugeridas por diversos investigadores y el sentido común de las personas que lideran el área.	1	1	Utiliza un archivo excel para hacer el MPS	1	1	Nivel de exactitud del plan vs el real por debajo del 90%	1	1	5	5
Plan maestro de la producción MPS	Realiza la planificación de los productos y sus componentes	No utiliza ninguna variable		0	No realiza ninguna planificación ni determinación		0	No se utiliza ninguna metodología		0	No utiliza ninguna herramienta para la generación del MPS		0	No cuenta con KPI's		0	0	0
MRP	MRPI	Se debe contar con: el listado de materiales, el Stock inicial, el lead time y tamaño de lote		5	Se cuenta con la planificación de materiales de manera completa, llegando a nivel de todos los productos y materias primas correspondientes		5	La explosión de materiales se realiza usando la metodología y buenas prácticas inmersas en un ERP o sistema de planificación de manufactura		5	Se utiliza el modulo de Planificación y control de la producción que se encuentra inmerso en un ERP, o en su defecto con un sistema específico para la planificación de la producción.		5	Plan de producción al 98%		5	0	25
MRP	MRPI	Se cuenta con solo 3 de los cuatro puntos necesarios para correr el MRPI (listado de materiales, stock inicial, lead time y tamaño de lote)	1	3	Se cuenta con la planificación de materiales al nivel de todos los productos y solo algunas materias primas necesarias para elaborar el bien o producto terminado	1	3	La explosión de materiales se realiza utilizando metodologías y buenas prácticas propuestas por autores como Lluís Cuatrecasas, Sunil Chopra, etc.		3	Se utiliza el modulo de Planificación y control de la producción que se encuentra inmerso en un ERP, o en su defecto con un sistema específico para la planificación de la producción adicionando algunos cálculos en excel		3	Plan de producción al 95%		3	2	15
MRP	MRPI	Se se cuenta con algún punto de los 4 indispensables para poder desarrollar el MRPI		1	Se cuenta con la planificación de materiales solo llega al nivel de algunos productos y solo algunas materias primas necesarias para elaborar el bien o producto terminado.		1	La explosión de materiales se realiza utilizando una metodología híbrida entre las buenas prácticas sugeridas por diversos investigadores y el sentido común de las personas que lideran el área.	1	1	Se utiliza la herramienta excel para hacer el cálculo	1	1	Plan de producción al 90%	1	1	3	5
MRP	MRPI	No se cuenta con ninguno de los puntos		0	No se cuenta con la planificación de materiales		0	No se utiliza ninguna metodología		0	No se utiliza ninguna herramienta.		0	Plan de producción < 90%		0	0	0
MRP	MRPII	Se cuenta con todas las tablas completas para ejecutar el MRPII se debe contar con las siguientes tablas: Tabla de lanzamiento, tabla de capacidades, tabla de necesidades de capacidad.		5	Se cuenta con el MRPII completo, indicando la capacidad de los centros de trabajo, las H-H, Las H-M.		5	El MRPII se realiza usando la metodología y buenas prácticas inmersas en un ERP o sistema de planificación de manufactura		5	Se utiliza el modulo de MRPII que se encuentra inmerso en un ERP, o en su defecto con un sistema específico para la planificación de la producción.		5	Plan de producción al 98%		5	0	25
MRP	MRPII	Solo se cuenta con 2 de las 3 tablas necesarias para ejecutar el MRPII	3	3	Se cuenta con el MRPII, pero sin indicar las capacidades completas ( capacidad de los centros de trabajo, las H-H, Las H-M.)	3	3	El MRPII se realiza usando la metodología y buenas prácticas inmersas en un ERP o sistema de planificación de manufactura, además de algunas consideraciones establecidas por el usuario vía excel.		3	Se utiliza el modulo de MRPII que se encuentra inmerso en un ERP, o en su defecto con un sistema específico para la planificación de la producción, considerando a través de un archivo excel parelelo todas aquellas consideraciones no cubiertas por el módulo		3	Plan de producción al 95%		3	6	15

Proceso	Actividad	Información de entrada	Puntaje obtenido	Puntaje objetivo	Información de salida	Puntaje obtenido	Puntaje objetivo	Metodología	Puntaje obtenido	Puntaje objetivo	Herramienta tecnológica utilizada	Puntaje obtenido	Puntaje objetivo	Indicadores de gestión utilizados	Puntaje obtenido	Puntaje objetivo	Puntaje total obtenido	Puntaje total objetivo		
MRP	MRPII	Solo se cuenta con alguna tabla para ejecutar el MRPII		1	Se cuenta con el MRPII considerando solo una capacidad		1	El MRPII se ejecuta utilizando metodologías de buenas prácticas de clase mundial como las que proponen investigadores como Lluís Cuatrecasas, Sunil Chopra, etc.	1	1	Utiliza un archivo excel para ejecutar el MRPII	1	1	Plan de producción al 90%	1	1	3	5		
MRP	MRPII	No se cuenta con ninguna tabla para ejecutar el MRPII		0	No se cuenta con el MRPII ejecutado		0	No se utiliza ninguna metodología		0	No utiliza ninguna herramienta de ayuda		0	Plan de producción < 90%		0	0	0		
MRP	Replanteo del MRPI	se toma en consideración la variación del MPS, incremento de capacidades y recursos, optimización de tiempos y procesos		5	Replanteo exitoso del MRPI en función a todas las consideraciones, modificaciones y optimizaciones		5	El replanteo del MRPI se realiza usando la metodología y buenas prácticas inmersas en un ERP o sistema de planificación de manufactura		5	Se utiliza el modulo de Planeamiento y control de la producción que se encuentra inmerso en un ERP, o en su defecto con un sistema específico para la planificación de la producción.		5	Plan de producción al 98%		5	0	25		
MRP	Replanteo del MRPI	Se toma en consideración Variación del MPS, incremento de capacidades y recursos, optimización de tiempos y procesos pero de forma incompleta		3	Replanteo con errores ya que se consideraron todas las variables de modificación de forma incompleta		3	El replanteo del MRPI se realiza usando la metodología y buenas prácticas inmersas en un ERP o sistema de planificación de manufactura, además de algunas consideraciones establecidas por el usuario vía excel.		3	Se utiliza el modulo de Planeamiento y control de la producción que se encuentra inmerso en un ERP, o en su defecto con un sistema específico para la planificación de la producción, considerando a través de un archivo excel paralelo todas aquellas consideraciones no cubiertas por el módulo		3	Plan de producción al 95%		3	0	15		
MRP	Replanteo del MRPI	Se toma en consideración las diferentes variaciones sin tener en cuenta que la data de capacidades y recursos no esta validada.	1	1	Replanteo con diversas discrepancias y errores en la información ya que no se consideran las variables completas.	1	1	El replanteo del MRPI se ejecuta utilizando metodologías de buenas prácticas de clase mundial como las que proponen investigadores como Lluís Cuatrecasas, Sunil Chopra, etc.	1	1	Utiliza un archivo excel para realizar el replanteo del MRPI	1	1	Plan de producción al 90%	1	1	5	5		
MRP	Replanteo del MRPI	No se toma en consideración ninguna variable		0	No se ha obtenido ningun replanteamiento del MRPI		0	No se utiliza ninguna metodología		0	No utiliza ninguna herramienta de ayuda		0	Plan de producción < 90%		0	0	0		
MRP	Reajuste del MRPII	Modificación de las tablas de capacidades con base en los lanzamientos generados en el MRPI		5	Se obtiene el reajuste del MRPII de manera exitosa		5	El reajuste del MRPII se realiza usando la metodología y buenas prácticas inmersas en un ERP o sistema de planificación de manufactura		5	Se utiliza el modulo de Planeamiento y control de la producción que se encuentra inmerso en un ERP, o en su defecto con un sistema específico para la planificación de la producción.		5	Plan de producción al 98%		5	0	25		
MRP	Reajuste del MRPII	Modificación de las tablas de capacidades pero se toma como base la información incompleta de los lanzamientos generados en el MRPI		3	Se obtiene el reajuste del MRPII con algunos errores debido a que se tomó la información de base de manera incompleta		3	El reajustedel MRPII se realiza usando la metodología y buenas prácticas inmersas en un ERP o sistema de planificación de manufactura, además de algunas consideraciones establecidas por el usuario vía excel.		3	Se utiliza el modulo de Planeamiento y control de la producción que se encuentra inmerso en un ERP, o en su defecto con un sistema específico para la planificación de la producción, considerando a través de un archivo excel paralelo todas aquellas consideraciones no cubiertas por el módulo		3	Plan de producción al 95%		3	0	15		
MRP	Reajuste del MRPII	No se tiene certeza acerca de la modificación de las tablas de capacidades debido a que se toma como base la información errada e incompleta de los lanzamientos generados en el MRPI	1	1	Se obtiene el reajuste del MRPII con errores en inconsistencias que hace imposible el uso de la información para toma de desiciones.	1	1	El reajuste del MRPII se ejecuta utilizando metodologías de buenas prácticas de clase mundial como las que proponen investigadores como Lluís Cuatrecasas, Sunil Chopra, etc.	1	1	Utiliza un archivo excel para realizar el replanteo del MRPI	1	1	Plan de producción al 90%	1	1	5	5		
MRP	Reajuste del MRPII	No se realiza el ajuste del MRPII		0	No se tiene el reajuste del MRPII		0	No se utiliza ninguna metodología		0	No utiliza ninguna herramienta de ayuda		0	Plan de producción < 90%		0	0	0		
																Total General			38	175

Fuente: Elaboración propia

**Anexo 3. Gantt del proyecto PCP**

Nombre de Actividad	Recursos (a nivel de jefatura y gerencia)	Duración	Inicia	Termina	Predecesores	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4
<b>Implementación - nueva metodología de planeamiento y control de la producción</b>		1 day	lun. 30/11/20 8:00 a. m.	lun. 30/11/20 5:00 p. m.					
1 Diseño de la estrategia y capacitación	Gerente general, Gerente de SCM, Jefe comercial, Jefe de producción, Jefe de planeamiento y control de la producción, Jefe de compras y Gerente de recursos humanos.	1 day	lun. 30/11/20 8:00 a. m.	lun. 30/11/20 5:00 p. m.					
2 Kick off del proyecto	Gerente general, Gerente de SCM, Jefe comercial, Jefe de producción, Jefe de planeamiento y control de la producción, Jefe de compras y Gerente de recursos humanos.	1 day	lun. 30/11/20 8:00 a. m.	lun. 30/11/20 5:00 p. m.					
3 Definición de la estrategia de manejo del cambio con la consultora	Gerente general, Gerente de SCM, Jefe comercial, Jefe de producción, Jefe de planeamiento y control de la producción, Jefe de compras y Gerente de recursos humanos.								
4 Capacitación en el nuevo modelo operativo a comercial	Jefe comercial, Jefe de producción, Jefe de planeamiento y control de la producción, Jefe de compras y Gerente de recursos humanos.	3 days	mar. 01/12/20 8:00 a. m.	jue. 03/12/20 5:00 p. m.	3				
5 Capacitación en el nuevo modelo operativo a producción	Jefe comercial, Jefe de producción, Jefe de planeamiento y control de la producción, Jefe de compras y Gerente de recursos humanos.	3 days	vie. 04/12/20 8:00 a. m.	mar. 08/12/20 5:00 p. m.	4				
6 Capacitación en el nuevo modelo operativo a planeamiento y control de la producción	Jefe comercial, Jefe de producción, Jefe de planeamiento y control de la producción, Jefe de compras y Gerente de recursos humanos.	3 days	mié. 09/12/20 8:00 a. m.	vie. 11/12/20 5:00 p. m.	5				
7 Capacitación en el nuevo modelo operativo a logística	Jefe comercial, Jefe de producción, Jefe de planeamiento y control de la producción, Jefe de compras y Gerente de recursos humanos.	3 days	lun. 14/12/20 8:00 a. m.	mié. 16/12/20 5:00 p. m.	6				
8 Definición con recursos humanos sobre el método de comunicación y gestión del cambio	Jefe comercial, Jefe de producción, Jefe de planeamiento y control de la producción, Jefe de compras y Gerente de recursos humanos.	1 day	jue. 17/12/20 8:00 a. m.	jue. 17/12/20 5:00 p. m.	7				
9 Exámen de certificación a las personas capacitadas.	Jefe comercial, Jefe de producción, Jefe de planeamiento y control de la producción, Jefe de compras y Gerente de recursos humanos.	3 days	vie. 18/12/20 8:00 a. m.	mar. 22/12/20 5:00 p. m.	8				
10 Refuerzo de las personas que no aprobaron el exámen	Jefe comercial, Jefe de producción, Jefe de planeamiento y control de la producción, Jefe de compras y Gerente de recursos humanos.	4 days	mié. 23/12/20 8:00 a. m.	lun. 28/12/20 5:00 p. m.	9				
11 Implementación del nuevo modelo	Jefe comercial, Jefe de producción, Jefe de planeamiento y control de la producción, Jefe de compras y Gerente de recursos humanos.	1 day	lun. 30/11/20 8:00 a. m.	lun. 30/11/20 5:00 p. m.					
12 Implementación del método de planificación de ventas	Jefe comercial, Jefe de producción, Jefe de planeamiento y control de la producción, Jefe de compras y Gerente de recursos humanos.	15 days	mié. 23/12/20 8:00 a. m.	mar. 12/01/21 5:00 p. m.	9				
13 Implementación del MPS	Jefe comercial, Jefe de producción, Jefe de planeamiento y control de la producción, Jefe de compras y Gerente de recursos humanos.	15 days	mié. 23/12/20 8:00 a. m.	mar. 12/01/21 5:00 p. m.	9				
14 Implementación del MRPI	Jefe comercial, Jefe de producción, Jefe de planeamiento y control de la producción, Jefe de compras y Gerente de recursos humanos.	15 days	mié. 23/12/20 8:00 a. m.	mar. 12/01/21 5:00 p. m.	9				
15 Implementación del MRPII	Jefe comercial, Jefe de producción, Jefe de planeamiento y control de la producción, Jefe de compras y Gerente de recursos humanos.	15 days	mié. 23/12/20 8:00 a. m.	mar. 12/01/21 5:00 p. m.	9				
16 Elaboración de los indicadores	Jefe comercial, Jefe de producción, Jefe de planeamiento y control de la producción, Jefe de compras y Gerente de recursos humanos.	1 day	Jue. 24/12/20 8:00 a. m.	Jue. 24/12/20 5:00 p. m.	1				
17 Seguimiento de los indicadores y ajuste de la metodología	Jefe comercial, Jefe de producción, Jefe de planeamiento y control de la producción, Jefe de compras y Gerente de recursos humanos.	1 day	lun. 28/12/20 8:00 a. m.	lun. 28/03/21 5:00 p. m.					

Fuente: Elaboración propia

## **Nota biográfica**

### **Oscar Tomas Yopez Celis**

Ingeniero industrial colegiado, con 8 años de experiencia en cargos ejecutivos en empresas del sector manufactura, en áreas de planificación de producción, planificación de inventarios y compras locales e internacionales. Cuenta con un diplomado en Supply Chain Management en la Universidad del Pacífico y con la Certificación del Programa de Especialización para Ejecutivos en Operaciones y Logística de la Universidad ESAN. Ha desempeñado el cargo de Jefe de Compras en la empresa Frenosa y actualmente es Jefe de Planificación de Cadena de Suministro en la empresa Química Suiza Industrial del Perú.

*Confía en el Señor de todo corazón,  
y no en tu propia inteligencia.  
Reconócelo en todos tus caminos,  
y Él allanará tus sendas.*

**Proverbios 3:5-6**

*Por la mañana hazme saber de tu gran amor,  
porque en ti he puesto mi confianza.  
Señálame el camino que debo seguir,  
porque a ti elevo mi alma.*

**Salmo 143:8**