

**INSTITUTO TECNOLOGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERIA EN PRODUCCION INDUSTRIAL
MAESTRIA EN CADENA DE ABASTECIMIENTO**

**Modelo de abastecimiento de dos productos terminados estratégicos para el mercado
privado de Laboratorios SAVAL CR, basado en criterio de disponibilidad**

**Proyecto para optar por el grado de
Maestría en Cadena de Abastecimiento**

Ing. Deyanira Ulate Hernández

Cartago, Costa Rica

28 de noviembre, 2025

Esta obra está licenciada bajo CC BY-NC-ND 4.0. Para ver una copia de esta licencia, visite
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN INDUSTRIAL
MAESTRÍA EN CADENA DE ABASTECIMIENTO
ACTA DE DEFENSA PÚBLICA

Se certifica que el Proyecto de Graduación presentado por la Sra. DEYANIRA ULATE HERNÁNDEZ, titulado *"Modelo de abastecimiento de dos productos terminados estratégicos para el mercado privado de Laboratorios SAVAL CR, basado en criterio de disponibilidad"* cumple con las regulaciones y requisitos establecidos en el Reglamento del Proyecto de Graduación, para optar al grado de Maestría en Cadena de Abastecimiento.

La nota que corresponde es **100** .

TRIBUNAL EXAMINADOR

TEC | Tecnológico
de Costa Rica

Firmado digitalmente por
CARMEN ELENA MADRIZ
QUIROS (FIRMA)
Fecha: 2025.11.26 20:27:39
-06'00'

Ing. Carmen Elena Madriz Q., PhD.
Profesor Lector

TEC | Tecnológico
de Costa Rica

Firmado digitalmente por
ESTEBAN ADOLFO LE MAITRE
GONZALEZ (FIRMA)
Fecha: 2025.11.26 20:24:53 -06'00'

Ing. Esteban Lemaitre G., PhD
Profesor Lector

TEC | Tecnológico
de Costa Rica

Firmado digitalmente por
DENNIS RICARDO ARIAS
RAMIREZ (FIRMA)
Fecha: 2025.11.26 20:21:50
-06'00'

Ing. Dennis Arias R., M.Eng.
Profesor Lector

KLEIBER
GABRIEL ROJAS
VARELA (FIRMA)

Firmado digitalmente por
KLEIBER GABRIEL ROJAS
VARELA (FIRMA)
Fecha: 2025.11.27 08:58:23
-06'00'

Ing. Kleiber Rojas V., M.Eng.
Profesor Tutor

TEC | Tecnológico
de Costa Rica

Firmado digitalmente por
DENNIS RICARDO ARIAS
RAMIREZ (FIRMA)
Fecha: 2025.11.26 20:22:13
-06'00'

Ing. Dennis Arias Ramírez, M.Eng.
Coordinador Maestría

Cartago, 26 de noviembre, 2025

RESUMEN

Ulate Hernández D. Instituto Tecnológico de Costa Rica, noviembre 2025. Modelo de abastecimiento de dos productos terminados estratégicos para el mercado privado de Laboratorios SAVAL CR, basado en criterio de disponibilidad. Profesor Asesor: Kleiber Rojas Varela, M.Sc.

Laboratorios Saval Costa Rica, empresa farmacéutica dedicada a la fabricación y comercialización de medicamentos para el mercado institucional y privado. La organización enfrenta retos significativos en la planificación de la producción, que provocan faltantes de inventario, pérdidas de venta estimadas en USD 820 000 anuales y un bajo desempeño en indicadores clave como Fill Rate (73.8%) y OTIF (74%), frente a una meta corporativa del 90%. El diagnóstico evidenció que, aunque la compañía dispone de SAP y de indicadores operativos, carece de una herramienta que integre la planificación y capacidad real instalada. Lo que ha obligado a planificar bajo supuestos, sin considerar restricciones productivas, generando desviaciones recurrentes entre lo planificado y lo ejecutado.

A través de herramientas como Ishikawa, 5 Porqués y tormenta de ideas, se identificaron dos causas raíz: ausencia de una política formal de inventarios y la falta de un modelo de cálculo de capacidad instalada. Tras evaluar propuestas mediante criterios técnicos-operativos-económicos y una matriz esfuerzo–impacto, se seleccionó el desarrollo de una interfaz SAP–SQL–Excel, capaz de simular la utilización de capacidad, visualizar la carga por centro de trabajo y detectar restricciones tempranas.

La solución propuesta demostró ser financieramente sólida, con un VAN de USD 171 262.54, una TIR del 31.87 % y un periodo de retorno descontado de cinco meses. La simulación y prueba piloto proyectaron un incremento del Fill Rate del 78 % al 83 %, una reducción del 40 % en horas extra y una mejora del costo de producción. Finalmente, el plan de implementación incluye gestión del cambio, garantizando la sostenibilidad del modelo, con lo cual Laboratorios Saval CR fortalece su proceso de planificación y consolida su excelencia operativa.

Palabras clave: Planificación de la Producción, Capacidad Instalada, Gestión de Inventarios, Nivel de Servicio, Fill Rate, OTIF, SAP, Mejora Operativa.

ABSTRACT

Ulate Hernández, D. *Instituto Tecnológico de Costa Rica, November Supply model for two strategic finished products for the private market of Laboratorios SAVAL CR, based on availability criteria.* Thesis Advisor: Kleiber Rojas Varela, M.Sc.

Laboratorios Saval Costa Rica is a pharmaceutical company dedicated to the manufacturing and marketing of medicines for both institutional and private markets. The organization faces significant challenges in production planning, resulting in inventory shortages, estimated annual sales losses of USD 820,000, and low performance in key indicators such as Fill Rate (73.8%) and OTIF (74%), compared to a corporate target of 90%.

The diagnostic analysis revealed that, although the company uses SAP and operational indicators, it lacks a tool integrating planning data with actual installed capacity. As a result, production plans are based on assumptions without considering resource constraints, leading to recurring deviations between planned and executed production.

Using engineering tools such as Ishikawa, the 5 Whys, and brainstorming, two root causes were identified: the absence of a formal inventory policy with safety stock definitions and the lack of a capacity utilization model. After evaluating alternatives through technical, operational, and economic criteria—supported by an effort–impact matrix—the development of an SAP–SQL–Excel interface was selected. This tool enables simulation of capacity utilization, workload visualization by work center, and early detection of bottlenecks.

The proposed solution proved financially sound, yielding a Net Present Value (NPV) of USD 171,262.54, an Internal Rate of Return (IRR) of 31.87%, and a discounted payback period of five months. Simulations and pilot tests projected an increase in Fill Rate from 78% to 83%, a 40% reduction in overtime, and lower production costs. The implementation plan includes change management, training, adaptive maintenance, and performance monitoring indicators to ensure long-term sustainability. As a result, Laboratorios Saval CR strengthens its planning process and consolidates its operational excellence.

Keywords: Production Planning, Installed Capacity, Inventory Management, Service Level, Fill Rate, OTIF, SAP, Operational Improvement.

DEDICATORIA

Con todo mi amor y esfuerzo para:

Mi hijo Víctor Hugo Brenes, quien es mi mayor inspiración y fortaleza en cada día de mi vida. Su amor y su presencia me impulsan a dar siempre lo mejor de mí, aun frente a los mayores desafíos. En cada paso de este proceso, mi propósito ha sido mostrarle que con fe, esfuerzo y perseverancia los sueños se alcanzan, y que, con la guía de Dios, todo es posible. Mi mayor motivación ha sido demostrarle que, si su madre pudo lograrlo, él podrá llegar aún más lejos.

A mi madre Olga Martha Hernández Segura, en mis días más difíciles, su amor, su oración constante y su voz alentadora me han recordado que siempre seré capaz de lograr lo que me proponga.

A mis abuelos, ejemplo de humildad y sabiduría, quienes, con su apoyo silencioso, su fe constante y sus enseñanzas sencillas marcaron profundamente mi vida. Gracias por enseñarme que la verdadera grandeza está en la sencillez del corazón y que el esfuerzo y la honestidad son los cimientos del éxito.

Gracias por sostener mis sueños cuando flaqueaban mis fuerzas, por celebrar cada logro como propio y por recordarme que nunca camino sola, ustedes van conmigo.

¡Este logro también les pertenece!

AGRADECIMIENTOS

A quienes me enseñaron que los sueños se alcanzan con esfuerzo, fe y propósito...

El camino recorrido durante esta maestría ha sido una etapa de profundo crecimiento personal y profesional, una travesía que hoy culmina con orgullo y gratitud. Cada desafío enfrentado y cada logro alcanzado me recordaron que los grandes objetivos se conquistan con disciplina, constancia y fe. Este proceso fortaleció mi carácter, mi resiliencia y mi compromiso con seguir creciendo y aportar desde mi profesión.

Durante esta experiencia, hubo personas e instituciones que merecen un especial agradecimiento:

- A Laboratorios Saval Costa Rica S.A., por confiar en mi capacidad técnica y profesional para el desarrollo de este proyecto. En especial, al Lic. Sergio Latapiatt, profesional en Química y Farmacia, por su apoyo, su calidad humana y su papel como valioso puente entre la empresa y la academia.
- Al MEng. Arnoldo Batres, mentor invaluable en mi proceso de formación académica, por su orientación, su disposición constante y por desafiarme a analizar cada criterio desde una mirada más crítica y estructurada, lo que enriqueció significativamente el contenido de este proyecto.
- A la MEng. Silvia Varela Soto, por su amistad incondicional, sus consejos acertados y su constante apoyo.

Una mención especial al M. Sc. Kleiber Rojas Varela, profesor asesor, por su guía firme, su rigurosidad académica y su compromiso con la excelencia, que fueron fuente de inspiración y motivación durante el desarrollo de este proyecto.

¡Que Dios los bendiga siempre y les devuelva en abundancia todo lo que con tanto cariño aportaron a mi vida!

EPIGRAFE

***“Si he logrado ver más lejos, es porque he estado sobre los
hombros de gigantes.”***

Isaac Newton (1643–1727).

CONTENIDO

ACTA DE APROBACIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTOS	vi
CONTENIDO	viii
1. INTRODUCCION	15
1.1 Generalidades de la organización.....	16
1.1.1 Antecedentes históricos.....	16
1.1.2 Números de empleados	19
1.1.3 Tipos de productos	19
1.1.4 Mercados	22
1.1.5 Estructura organizacional.....	22
1.1.6 Roles y responsabilidades en las áreas operativas en Costa Rica	24
1.1.7 Misión, Visión, Propósito y Principios	25
1.2 Descripción del proceso productivo.....	26
1.2.1 Procesos Estratégicos	27
1.2.2 Procesos Misionales	28
1.2.3 Procesos de Apoyo	29
1.3 Planteamiento del problema	29
1.3.1 Definición del problema.....	29
1.4 Justificación del proyecto.....	30
1.5 Objetivos	31
1.5.1 Objetivo general	31
1.5.2 Objetivos específicos.....	31
1.6 Alcance y limitaciones	32
1.6.1 Alcance.....	32
1.6.2 Limitaciones	33
2. REVISION DE LITERATURA.....	34
2.1 Generalidades del sector farmacéutico.....	35

2.2	Análisis de factores que generan desabastecimiento y pérdidas de ventas.	37
2.3.	Diseño del proceso	37
2.4.	Validación y Evaluación de resultados	40
2.5.	Evaluación del desempeño	42
2.5.1	Monitoreo, medición, análisis y evaluación	42
2.5.2	Revisión por la alta dirección	43
3.	METODOLOGIA DEL PROYECTO	44
3.1	Estructura y roles de apoyo al desarrollo del proyecto	45
3.2	Cronograma y fases de ejecución del proyecto	46
4	DIAGNOSTICO DE LA SITUACION ACTUAL	48
4.1	Objetivo del diagnóstico.....	49
4.1	Análisis FODA	50
4.3	SIPOC del proceso actual.....	55
4.3.1	Proveedores	55
4.3.2	Entradas	56
4.3.3	Proceso	58
4.3.4	Salidas	59
4.3.5	Clientes	60
4.4	Indicadores claves de rendimiento (KPI's)	60
4.5	Análisis de causa raíz	71
4.5.1	Análisis de ishikawa.....	72
4.5.2	Análisis de los 5 porqué	78
4.6	Caracterización del proceso.....	86
4.6.1	Descripción del proceso	86
4.6.2	Diagrama SIPOC de la caracterización del proceso.....	89
4.7	Impacto económico	90
4.8	Conclusiones del diagnóstico de la situación actual	92
5	SOLUCION AL PROBLEMA PLANTEADO.....	95
5.1	Esquema ingenieril de las soluciones planteadas	97
5.2	Declaración y diseño de las soluciones planteadas	98
5.3	Análisis de factibilidad de las soluciones.....	98

5.3.1 Priorización de soluciones.....	103
5.3.2 Matriz de priorización	105
5.3.3 Matriz de impacto esfuerzo	107
5.4 Despliegue de la solución.....	109
5.4.1. Caracterización del proceso.....	110
5.4.2 Lienzo del modelo de negocios canvas	114
5.4.3 Requerimiento técnico.....	114
5.4.4 Análisis financiero.....	121
5.4.6 Análisis de riesgo	123
5.4.7 Metodología de análisis de riesgos.....	123
5.4.8 Matriz RACI para gestión de riesgos	127
5.4.9 Plan de implementación	129
5.4.10 Plan de mantenimiento de la herramienta	132
5.4.11 Plan anual de capacitación	133
5.4.12 Indicadores de evaluación, seguimiento y control	134
5.4.13 Manual de usuario	134
5.4.14 Simulación de uso	135
5.4.15 Modelo estructurado de planificación y abastecimiento para SAVAL CR.....	142
5.4.16 Conclusiones del capítulo 5.....	143
6 CONCLUSIONES	145
6. 1 Conclusiones	146
6.2 Recomendaciones.....	148
BIBLIOGRAFIA.....	150
APENDICES.....	155
Apéndice A: Siglas y abreviaturas	156
Apéndice B: Lluvia de ideas para elaboración de ishikawa.....	158
Apéndice C: Tabla resumen caracterización proceso de planificación	165
Apéndice D: Cuadro detalle impacto económico ventas perdidas producto a y b	169
Apéndice E: Horas extra pagadas en fabricación y laboratorio para producto a y b	171
Apéndice F: Fórmulas cálculo de capacidad para uso de la herramienta a desarrollar en SAVAL	173

Apéndice G: Calendarios laborales por área y equipo	176
Apéndice H: Indicadores de evaluación, seguimiento y control	178
Apéndice I: Estimación de flujo económico a 12 meses	180
Apéndice J: Manual de usuario	185
Apéndice K: Plan de capacitación	195
Apéndice L: Plan de producción (MPS).....	204
ANEXO	206
Anexo 1: SAP hojas de ruta y ejemplos de diferentes rutas para distintos productos	207
Anexo 2: Datos maestro de materiales para un producto/vista SAP-QM.	209
Anexo 3: Excel programado y acceso a SAP para carga de versiones ambiente de calidad...	211
Anexo 4: Salida de la herramienta % de ocupación por equipo y área	214
Anexo 5: Salida de la herramienta / % de ocupación por equipo y área	216
Anexo 6: Tiempos históricos de fabricación y limpieza	218
CURRICULUMS	220
Hoja de vida 01: Ing. Deyanira Ulate Hernández	221

LISTA DE FIGUIRAS

Figura No. 1 Presencia de SAVAL en sur américa y américa central	17
Figura No. 2 Línea de tiempo SAVAL CR.....	18
Figura No. 3 Productos por área terapéutica	21
Figura No. 4 Organigrama departamento de operaciones Costa Rica	24
Figura No. 5 Mapa de procesos de laboratorios SAVAL CR	27
Figura No. 6 Proceso metodológico aplicado al proyecto	47
Figura No. 7 Esquema ingenieril del diagnóstico	50
Figura No. 8 Diagrama FODA del contexto organizacional.....	51
Figura No. 9 SIPOC proceso actual ciclo de aprovisionamiento.	55
Figura No. 10 Precisión del pronóstico producto a y b enero a junio 2025.	63
Figura No. 11 OTIF para producto a y b de enero a junio 2025.	64
Figura No. 12 Fill rate para producto a y b de enero a junio 2025.	66
Figura No. 13 Cumplimiento del plan acordado para producto a y b de enero a junio 2025.	67
Figura No. 14 Productividad laboral de enero a junio 2025.	68
Figura No. 15 Tiempos de liberación de pt de enero a junio 2025.	69
Figura No. 16 Porcentaje de producto liberado conforme de enero 2025 a junio 2025.....	70
Figura No. 17 Entrega a tiempo de proveedor (OTD) de enero 2025 a junio 2025.....	71
Figura No. 18 Ishikawa imprecisión del pronóstico menor a la meta del 80%.....	73
Figura No. 19 Ishikawa entregas a tiempo y en cantidad completa menor a la meta del 90%	74
Figura No. 20 Ishikawa incumplimiento fill rate para producto a y b menor a la meta del 90%	76
Figura No. 21 Ishikawa incumplimiento del plan acordado menor a la meta del 90%	77
Figura No. 22 5 porqué para KPI de inexactitud del pronóstico.....	79
Figura No. 23 5 porqué para KPI de OTIF menor al 90% meta	81
Figura No. 24 5 porqué para KPI fill rate producto a y b menos al 90% meta	83
Figura No. 25 5 porqué para KPI de plan acordado menor a la meta del 90%.....	85
Figura No. 26 Diagrama SIPOC de la caracterización del proceso de planificación.....	89
Figura No. 27 Esquema ingenieril de la etapa de solución	97
Figura No. 28 Evaluación de propuestas.....	105
Figura No. 29 Escala de importancia por categoría	106
Figura No. 30 Escala de valoración por proyecto	106

Figura No. 31 Matriz de impacto-esfuerzo	108
Figura No. 32 Diagrama ingenieril para desarrollo de propuesta seleccionada.....	110
Figura No. 33 Lienzo de modelo de negocios (Canvas)	114
Figura No. 34 Niveles de interacción del diseño de la herramienta.....	115
Figura No. 35 Diagrama gantt del proyecto	130
Figura No. 36 Diagrama de gantt síntesis del proyecto	130
Figura No. 37 Plan de contingencia del cronograma de diseño e implementación.	132
Figura No. 38 Ejemplo de MPS con requerimiento a 1 año	136
Figura No. 39 Diseño en desarrollo de plantilla de carga de necesidades planificadas vacía ...	137
Figura No. 40 Prototipo plantilla de carga de necesidades a SAP llena	137
Figura No. 41 Prototipo de plantilla llenado de horas máquina por mes por equipo y área	138
Figura No. 42 SAP ambiente de calidad de transacción en desarrollo para cargar plantillas	138
Figura No. 43 Piloto de visualización del cubo de capacidad.....	140
Figura No. 44 Ocupación recurso, producto y área para último trimestre del año 2025	141
Figura No. 45 Modelo propuesto de planificación y abastecimiento de SAVAL CR	143

LISTA DE CUADROS

Cuadro No 1	Distribución de colaboradores por género en SAVAL CR	19
Cuadro No 2	Marco metodológico del proyecto.....	45
Cuadro No 3	KPI's claves en los procesos y detalle de formulas.....	62
Cuadro No 4	Resumen pérdidas y costos adicionales en la operación de enero a junio 2025	90
Cuadro No 5	Propuestas de solución	99
Cuadro No 6	Escala de evaluación de análisis técnico, operativo y financiero	99
Cuadro No 7	Análisis técnico de propuesta de solución.....	100
Cuadro No 8	Análisis operativo de las propuestas de solución	101
Cuadro No 9	Análisis de costos de propuestas de solución.....	102
Cuadro No 10	Análisis financiero de propuestas.....	103
Cuadro No 11	Matriz comparativa de propuestas.....	104
Cuadro No 12	Matriz de priorización	107
Cuadro No 13	Valoración de impacto y esfuerzo de propuestas	108
Cuadro No 14	Principales componentes de la herramienta	116
Cuadro No 15	Principales entradas para la herramienta	117
Cuadro No 16	Salidas de la herramienta.....	118
Cuadro No 17	Requerimientos de hardware y software	119
Cuadro No 18	Parámetros de diseño y operación de la herramienta	120
Cuadro No 19	Resultado de Indicadores de Evaluación Económica.....	123
Cuadro No 20	Matriz identificación, evaluación de riesgo y plan de contingencia	125
Cuadro No 21	Clasificación de riesgos.....	126
Cuadro No 22	Matriz RACI – Gestión de riesgos del desarrollo de la herramienta	128
Cuadro No 23	Matriz RACI del cronograma de diseño e implementación.	131
Cuadro No 24	Plan de mantenimiento para la herramienta	133
Cuadro No 25	Condiciones de escenarios de simulación	135
Cuadro No 26	Resumen de uso de capacidad instalada para un recurso	141

1. INTRODUCCION

INTRODUCCION

1.1 Generalidades de la organización

1.1.1 Antecedentes históricos

Laboratorios SAVAL se inicia en España durante los años 30, para luego continuar en Chile a fines de esa misma década. A lo largo de su historia, basado en un trabajo de calidad y servicio, ha logrado posicionarse como un protagonista de la salud en Latinoamérica, donde ya cuenta con presencia en más de 30 países.

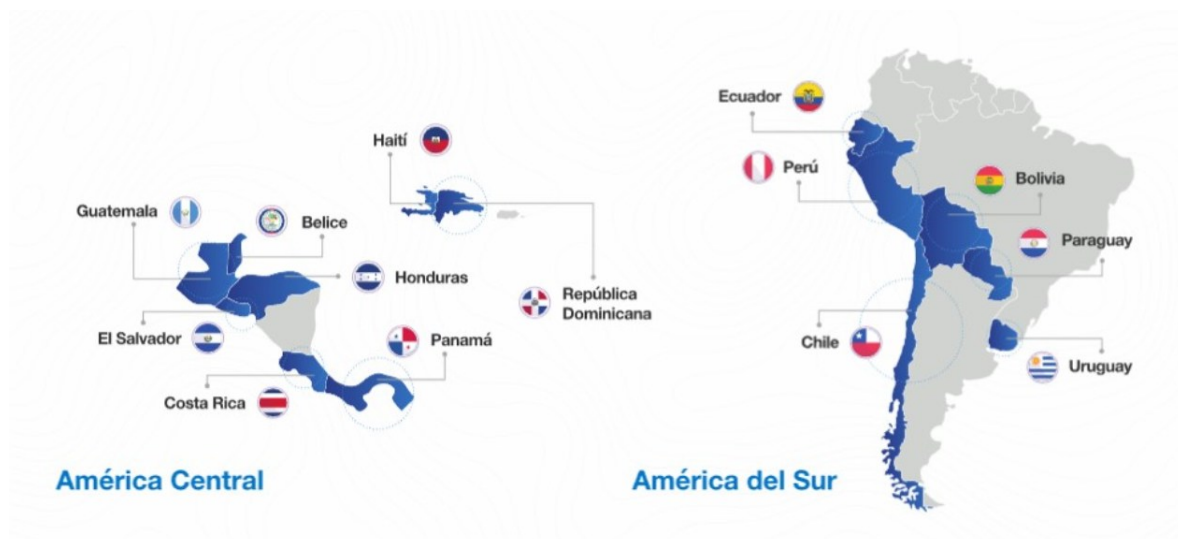
Las representaciones se constituyeron como un motor de crecimiento para la compañía, las que desde sus inicios fueron un aporte sustancial para la salud en Chile. Desde la década del 40, SAVAL representó a laboratorios de renombre internacional, tales como los ingleses Burroughs Wellcome y Beecham Research, que le permitieron introducir los primeros antibióticos como las sulfas y las penicilinas (1950). Se sumaría en el año 1968 la ampicilina y cloxacilina semi sintética. En los siguientes años se incorporan nuevas representaciones de farmacéuticas importantes como Syntex (1976), Jouvenal (1977), MSD (1990), Chiron (1997) y Bausch & Lomb (2001), entre otras. Gracias a estos impulsos de innovación, SAVAL tendría a su haber grandes hitos dentro de la industria local, siendo una de las empresas que más ha aportado a la salud nacional chilena.

En los años 90, SAVAL inicia su presencia internacional con la exportación de sus productos a países de la región, tales como Paraguay, Bolivia y Perú en donde se establecen sus primeras filiales; como también en Ecuador de la mano de un importante distribuidor local. En los primeros años del nuevo milenio la compañía comenzó a incursionar en el mercado de Centro América, también de la mano de un selecto grupo de distribuidores.

Esta evolución acelerada ha preservado el sello distintivo de la compañía, poder ofrecer una gran diversidad de productos y servicios con base su propósito de “cuidar la salud de las personas con calidad, acceso y eficiencia, siempre”.

A fines del 2021, SAVAL comienza un proceso de modernización y ajustes de su estructura societaria, trasladando su matriz a España para retornar a los orígenes del laboratorio.

En su decidida estrategia de liderazgo y desarrollo regional, a comienzos del año 2023 se suma a la operación de SAVAL una moderna planta farmacéutica en Costa Rica. Esta adquisición permitirá fortalecer la presencia del laboratorio en la región, buscando convertirse en uno de los principales actores del mercado en Latinoamérica y el Caribe y permitirá que en el corto plazo más de 20 productos de SAVAL de las líneas de neurociencias, cardiología y oftalmología estén disponibles en Costa Rica y otros países de la región.



Fuente: Departamento de Recursos Humanos

Figura No. 1 Presencia de SAVAL en sur américa y américa central

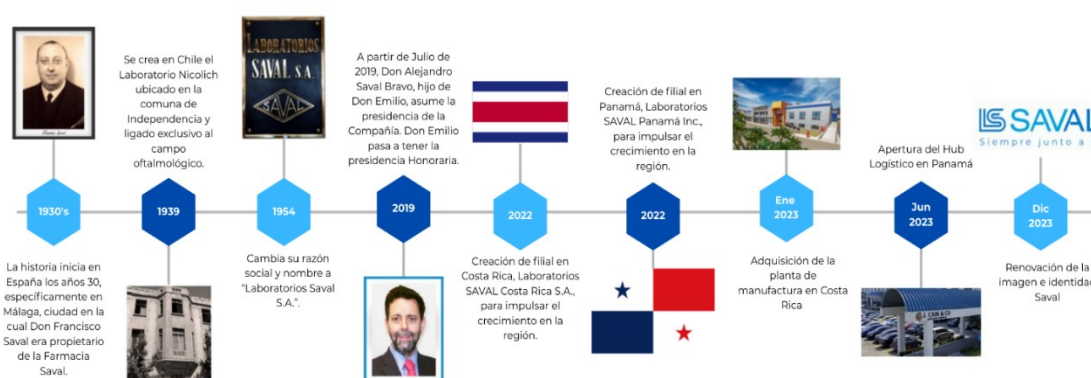
A inicios del 2023, nace Laboratorios SAVAL Costa Rica S.A con la adquisición de una planta productiva en operaciones, en la provincia de Cartago, Costa Rica. Esta nueva planta tiene una extensión de 9.000 m², en los cuales se procesa productos sólidos tales como comprimidos, cápsulas y polvo para suspensión, y productos líquidos, como jarabes, suspensiones, y soluciones. Las instalaciones comprenden también los laboratorios de Control de Calidad y de Investigación y Desarrollo que incluyen una planta piloto; así como todas las áreas de servicio y soporte de la operación, incluyendo su propio centro de distribución.

Esta nueva planta cumple con el más alto estándar de calidad, fue remodelada en 2018 para mejorar su cumplimiento normativo de acuerdo con las directivas OMS y al Reglamento Técnico Centro Americano, RTCA. Está certificada por el Ministerio de Salud de Costa Rica en el cumplimiento de las Normas de Buenas Prácticas de Manufactura (GMP) recomendadas por la Organización Mundial de la Salud, de acuerdo con los requisitos del RTCA, Reglamento Técnico Centroamericano de Productos Farmacéuticos, Medicamentos para uso Humano y Buenas Prácticas de Manufactura para la Industria Farmacéutica.

La planta ubicada en Cartago es una instalación con un gran potencial de crecimiento de infraestructura, contando con equipos de tecnologías farmacéuticas similares a los de la planta en Chile, lo que permitirá a SAVAL aumentar la capacidad de producción de 45 a 75 millones de unidades anuales.

Finalmente, y lo más importante, esta operación significó la incorporación de unas 150 personas a la compañía, personal que se encuentra altamente calificado y comprometido para sostener la operación actual, y para desarrollar nuevos proyectos y productos que permitan abastecer de medicamentos de calidad SAVAL a toda la región.

Los hitos más relevantes para SAVAL en este proceso evolutivo puede visualizarse en figura No 2.



Nota: Elaboración propia con base a memoria histórica facilitada por el departamento de recursos humanos

Figura No. 2 Línea de tiempo SAVAL CR

1.1.2 Números de empleados

En la actualidad SAVAL CR cuenta con 188 colaboradores, distribuidos de la siguiente manera:

Cuadro No 1 Distribución de colaboradores por género en SAVAL CR

Sector de trabajo	Mujer	Hombre	Total	% de la población
Administrativo	57	43	100	53%
Operativo	38	50	88	47%
Total General	95	93	188	100%

Nota: Elaborado con base a datos suministrados por Departamento de Recursos Humanos

Debido a la naturaleza de la compañía, y considerando que en los últimos dos años Laboratorios Saval CR ha estado en un proceso de acoplamiento, redefinición y diseño de su estructura administrativa, regulatoria y operativa para el negocio en el país, actualmente el 53% de su personal se encuentra asociado a áreas de soporte administrativo. En estas áreas se ha realizado un trabajo intenso de validación y definición de los requisitos necesarios para garantizar una operación en cumplimiento con la normativa nacional.

Por otra parte, el 47% de la organización se desempeña en actividades y procesos que inciden directamente en la generación de valor (posiciones operativas del negocio).

1.1.3 Tipos de productos

Un medicamento de calidad SAVAL es resultado de una rigurosa planificación y del esfuerzo combinado de todos los miembros de una Compañía que rige sus procesos productivos en base al código internacional de "Current Good Manufacturing Practice" cuyo objetivo es alcanzar la excelencia como estándar de calidad en la producción de un fármaco.

Dentro del portafolio de productos que ofrece SAVAL para la región CASCAR se cuenta con cerca de 44 marcas diferentes, agrupadas en las siguientes áreas terapéuticas:

a. Oftalmológica:

Área enfocada en la prevención, diagnóstico y tratamiento de enfermedades y alteraciones que afectan la salud visual y ocular, mediante el uso de medicamentos especializados para mejorar la visión y proteger los ojos.

b. Respiratoria:

Incluye productos destinados a la prevención y manejo de enfermedades que afectan las vías respiratorias y los pulmones, favoreciendo la función respiratoria y mejorando la calidad de vida de los pacientes.

c. Cardiovascular:

Área dedicada a la prevención y tratamiento de enfermedades del corazón y los vasos sanguíneos, con productos que ayudan a controlar factores de riesgo, mejorar la función cardíaca y reducir complicaciones cardiovasculares.

d. Suplementos y naturales:

Comprende formulaciones que aportan vitaminas, minerales, extractos naturales y otros compuestos bioactivos diseñados para complementar la dieta, fortalecer el organismo y apoyar el bienestar general. En la **Figura No 3** se detallan productos por área terapéutico.



Nota: Elaboración propia con base a información facilitada Departamento de Comercial de Laboratorios SAVAL CR

Figura No. 3 Productos por área terapéutica

Es importante destacar que, como parte del plan de crecimiento de SAVAL en Costa Rica, la estrategia contempla la incorporación progresiva de nuevos productos a su portafolio. Como parte de lo anterior solo para 2026 se proyecta la incorporación de más de 20 marcas adicionales, fortaleciendo así la propuesta de valor de SAVAL y ampliando con ello las opciones disponibles para los pacientes.

1.1.4 Mercados

Laboratorios SAVAL es una compañía de capital chileno, con presencia en más de 30 países de Latinoamérica, que con esfuerzo, estrategia y calidad ha logrado consolidada su presencia tanto en el mercado privado como en el institucional.

A la fecha en la división CASCAR mantiene operaciones en países como República Dominicana, Panamá, Guatemala, El Salvador y Costa Rica, y más recientemente ha ampliado su cobertura hacia Honduras y Nicaragua, como parte de su plan de expansión y crecimiento regional.

a. Mercado privado

Dentro de su gestión Laboratorios Saval comercializa y distribuye productos a nivel mercado privado en diferentes países, el 40% de su venta está destinada a farmacias privadas y/o distribuidores que también tienen necesidades de productos de alta complejidad en América Latina.

b. Mercado institucional

En el ámbito institucional, SAVAL mantiene una sólida participación en Costa Rica con una oferta relevante de medicamentos y presencia en diversas instituciones de Centroamérica. Como parte de su estrategia de penetración de mercados, la compañía proyecta incorporar en los próximos cinco años un portafolio enfocado en oncología, enfermedades huérfanas y medicina de alto costo.

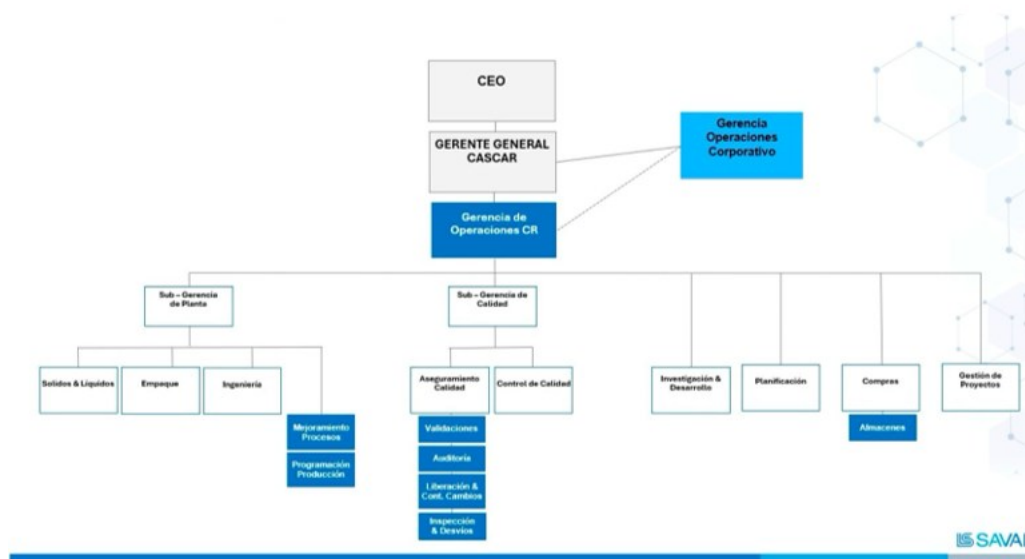
1.1.5 Estructura organizacional

Los miembros de la Junta Directiva constituyen la máxima autoridad en la toma de decisiones en SAVAL, este grupo directivo delega en la Gerencia General Corporativa, la responsabilidad de dirigir y velar por el cumplimiento de las estrategias para la corporación. La Gerencia General Corporativa, a su vez, se apoya en la gestión de tres gerencias de división de negocios (División Chile, División CASCAR y División Andina).

En el caso de SAVAL CR el éxito del aporte a la estrategia corporativa se canaliza principalmente a través de la Gerencia General de la División CASCAR.

La estructura de la División CASCAR descansa en tres grandes e importantes áreas regionales (Operaciones y planta en CR, Operación Comercial Regional y Marketin y medical regional) adicionalmente, esta División cuenta con soporte staff (Recursos Humanos, Finanzas &T. I CR, Asuntos Regulatorios &DT, PMO & Control de gestión y Finanzas Panamá, ORP y HUB), con esta estructura la División CASCAR lidera crecimiento proyectado para la región, siendo Costa Rica un pilar fundamental dentro de la operación.

En el caso de SAVAL CR, específicamente en Operaciones y Planta, a la Gerencia General le reporta de manera directa la Gerencia de Operaciones, que a su vez se organiza en torno a dos subgerencias (la Subgerencia de planta y la Subgerencia de Control de Calidad) y cuatro departamentos independientes a la fecha (Departamento de I&D, Departamento de Compras y Almacenes, Departamento de Planificación y el de Control de Proyectos), lo anterior se puede visualizar en la **Figura No. 4.**



Fuente: Laboratorios SAVAL CR, Departamento de Recursos Humanos

Figura No. 4 Organigrama departamento de operaciones Costa Rica

1.1.6 Roles y responsabilidades en las áreas operativas en Costa Rica

A continuación, un detalle de los roles y responsabilidades de las áreas operativas de SAVAL CR.

a. Gerencia operaciones CR:

Responsable de la gestión estratégica y operativa (investigación y desarrollo, Abastecimiento/Almacenes, Planificación, Producción y Control de Calidad); gestiona recursos y riesgos para cumplir KPIs de calidad, costo y OTIF.

b. Subgerencia de planta:

Responsable de la operatividad de la planta (administra personal, equipos e instalaciones; impulsa mejora continua (OEE, control de mermas) y la confiabilidad operativa.

c. Subgerencia de Calidad:

Responsable de la gestión de calidad (Garantiza calidad y cumplimiento regulatorio (GMP/GLP); gestiona desviaciones/CAPA, auditorías y liberación de producto.).

1.1.7 Misión, Visión, Propósito y Principios

a. Misión:

“Contribuir a la protección de la salud, ofreciendo una amplia gama de productos accesibles y de calidad, focalizándonos en atender las necesidades de nuestros pacientes, clientes y médicos en Latinoamérica y generando valor, de manera sustentable, para nuestros accionistas y colaboradores”.

Fuente: Laboratorios SAVAL

b. Visión:

“Ser reconocido como uno de los cinco principales laboratorios en los mercados que participemos, con productos accesibles y de calidad para el cuidado de la salud de la comunidad”.

Fuente: Laboratorios SAVAL

c. Propósito:

“Cuidamos la salud de las personas con calidad, acceso y eficiencia siempre”.

Fuente: Laboratorios SAVAL

d. Principios

Somos un solo equipo global:

“Actuamos con unidad, promoviendo la integración cultural bajo el objetivo de mejorar la experiencia de nuestros clientes internos y externos, con decisiones ágiles que trascienden fronteras”.

Cumplimos con los más altos estándares en todo lo que hacemos:

“Nos enfocamos en cuidar la salud de las personas con los más altos estándares de calidad, garantizando el cumplimiento normativo inherente a nuestra gestión”.

Respetamos y cuidamos a las personas y al medio ambiente:

“Nos desarrollamos en una cultura de respeto y bienestar, garantizando el equilibrio entre nuestros colaboradores, el desarrollo de nuestra actividad productiva y el compromiso con el medio ambiente”.

Innovación y mejoramos continuamente:

“Desarrollamos valor para nuestros clientes a través de la integración de nuevas tendencias e incorporación de tecnologías que sustentan el desarrollo de productos nuevos, enfocados en brindar soluciones accesibles para los pacientes.”.

Nos empoderamos para tomar decisiones con agilidad:

“Actuamos con empoderamiento, respeto y agilidad para garantizar el logro de nuestros objetivos corporativos en equipo”.

Fuente: Laboratorios SAVAL

1.2 Descripción del proceso productivo

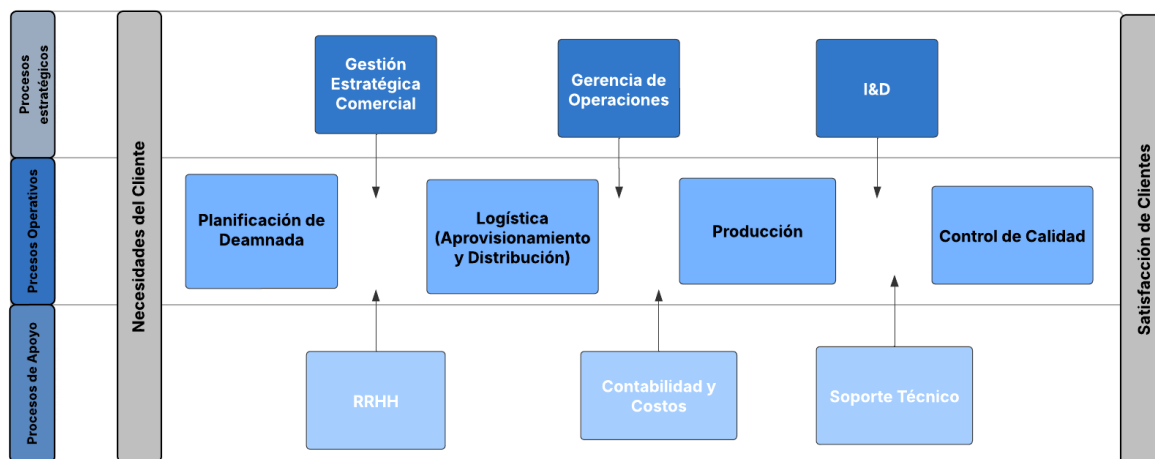
El enfoque de Laboratorios Saval CR se centra en la fabricación y comercialización de medicamentos para consumo humano, actividad que requiere una adecuada planificación de la demanda y del abastecimiento con el fin de garantizar la disponibilidad oportuna de los insumos clave para la producción.

Los estudios de mercado, el análisis de licitaciones, las negociaciones con clientes y la identificación de tendencias de la industria constituyen fuentes de información estratégica que, gestionadas de manera adecuada, permiten a la compañía mantener una presencia constante y competitiva en los mercados donde participa.

Asegurar la eficiencia operativa y disponer de una oferta real y confiable para los pacientes favorece el acceso oportuno a los tratamientos. Asimismo, la adquisición de medicamentos a costos óptimos, junto con una logística eficiente, refuerza el compromiso de la empresa con la accesibilidad y continuidad de la atención.

La correcta gestión de procesos en la industria farmacéutica resulta esencial para garantizar la calidad, seguridad y eficiencia en todas las etapas, desde la investigación de mercado hasta la comercialización de los productos.

Las principales conexiones dentro de esta cadena de valor pueden apreciarse en el siguiente mapa de procesos:



Nota: Elaboración propia

Figura No. 5 Mapa de procesos de laboratorios SAVAL CR

1.2.1 Procesos Estratégicos

a. Gestión Estratégica y comercial:

La definición de objetivos a largo plazo, el desarrollo de estrategias, el análisis del entorno y la ejecución de acciones para alcanzarlos están a cargo de la Junta Directiva y de las Gerencias Generales de cada división. Estas instancias son responsables de desplegar la estrategia en toda la organización y de garantizar la alineación y participación de los distintos niveles jerárquicos mediante acciones enfocadas en el cumplimiento de los planes establecidos.

Como parte de este proceso, se elabora el plan de trabajo comercial, orientado a incrementar el acceso a los mercados donde la compañía participa y a maximizar los resultados de ventas.

b. Gerencia de operaciones:

Responsable de articular y supervisar la planificación de la demanda, la producción y la logística de producto terminado. Garantiza la eficiencia en la cadena de suministro y vela por la disponibilidad de inventarios en el mercado privado, contribuyendo a cumplir las metas de ventas y servicio al cliente.

c. Investigación y desarrollo:

Encargado de generar innovación en productos, formulaciones y procesos. Su rol es fundamental para mantener la competitividad de la compañía, ampliar el portafolio terapéutico y asegurar que los nuevos desarrollos cumplan con la normativa internacional y las necesidades de los pacientes.

1.2.2 Procesos Misionales

En estos procesos se concentra la operación de la empresa y laboran el 47% de la organización, distribuidos en los siguientes procesos:

a. Gestión de aprovisionamiento de materiales:

Consiste en coordinar la adquisición de materias primas, excipientes y materiales de empaque con proveedores certificados. Este proceso garantiza la disponibilidad de insumos necesarios para la producción, cumpliendo con estándares de calidad y regulaciones farmacéuticas.

b. Planificación de demanda:

Proceso que planifica los volúmenes de producción requeridos en función de proyecciones de mercado, datos históricos, y compromisos comerciales. Su objetivo es alinear la demanda con la capacidad productiva y reducir riesgos de desabastecimiento de producto terminado o sobre stock.

c. Producción:

Incluye todas las actividades de fabricación de medicamentos en la planta de Costa Rica, desde la preparación de fórmulas, el cumplimiento de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), hasta el acondicionamiento y empaquetado del producto terminado. Busca garantizar eficiencia, cumplimiento regulatorio y disponibilidad de medicamento (producto terminado) en el tiempo oportuno.

d. Control de calidad:

Responsable de asegurar que tanto los insumos como los productos terminados cumplan con los estándares técnicos y normativos vigentes. Incluye muestreo, análisis de laboratorio, validación de procesos y emisión de reportes de conformidad que habilitan la liberación de lotes al mercado y aporta con ello en la disponibilidad de producto terminado.

1.2.3 Procesos de Apoyo

Finalmente se cuenta con los siguientes procesos de apoyo:

- Recursos Humano
- Contabilidad y Costos
- Soporte Técnico

1.3 Planteamiento del problema

1.3.1 Definición del problema

En SAVAL se ha identificado un incumplimiento en el presupuesto de ventas derivado, entre otras causas, de la falta recurrente de producto terminado disponible para la comercialización. Esta situación se evidencia en el indicador de Fill Rate, el cual ha mostrado en el último

semestre un promedio de 78%, por debajo del estándar esperado por la organización, establecido en 90% para el mismo periodo.

El incumplimiento en este indicador refleja una brecha significativa en la gestión de inventarios y abastecimiento, lo que limita la capacidad de la empresa para cumplir con la demanda del mercado privado y alcanzar los objetivos de ventas proyectados.

Este resultado se contrapone directamente a los objetivos estratégicos SAVAL CR, que buscan garantizar la eficiencia operativa, la mejora continua y el cumplimiento de estándares globales de servicio y costo. Asimismo, genera un impacto negativo en la percepción de confiabilidad hacia los clientes, comprometiendo la competitividad de la empresa en un sector altamente regulado y dinámico.

En este contexto, se hace necesario analizar las causas que originan el bajo desempeño del Fill Rate y diseñar un plan de acción que permita cerrar esta brecha, fortaleciendo los procesos de planificación, abastecimiento y control de inventarios, en un marco de respeto y colaboración del personal, pilares fundamentales de la cultura organizacional de SAVAL.

Con lo descrito anteriormente se identifica que en Laboratorios Saval hay una carencia de un modelo estructurado de planificación y gestión de abastecimiento de productos terminados estratégicos para el mercado privado, lo que provoca como se mencionó anteriormente que el Fill rate sea bajo (78% vs meta 90), generando pérdidas económicas significativas (USD 800000 en venta y USD 320 000 en utilidad).

1.4 Justificación del proyecto

La meta estratégica de SAVAL en Costa Rica es consolidar la operación local como un eslabón eficiente y confiable dentro de la red multinacional, garantizando el cumplimiento de objetivos de ventas y la satisfacción de la demanda mediante procesos de abastecimiento sincronizados y alineados con los estándares globales de la compañía.

En Costa Rica la compañía carece de un modelo formal y estructurado que le permita articular de manera apropiada la gestión operativa entre áreas claves; esta desincronización entre el área comercial, operaciones, calidad y logística, ha provocado incumplimientos en el

presupuesto de ventas. En el primer semestre del año 2025 se dejaron de realizar ventas solamente en dos productos estratégicos por un monto aproximado de \$800.000, lo que representó una pérdida de utilidad bruta aproximada por \$320.000. Más allá del impacto financiero, la situación identificada limita la capacidad de SAVAL CR de responder a su mercado privado, y compromete la percepción de confiabilidad en sus clientes, lo que sin duda alguna restringe su competitividad frente a otros actores del sector farmacéutico.

Ante este contexto, la revisión y evaluación del ciclo de abastecimiento, así como el diseño del cálculo de inventarios de seguridad para el portafolio existente, se vuelven imprescindibles. Dichas acciones permitirán reducir pérdidas por ventas no realizadas, fortalecer la eficiencia operativa y asegurar el cumplimiento de los objetivos estratégicos de la organización en el país y en la región.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Diseñar un modelo estructurado de planificación y gestión del abastecimiento de dos productos terminados estratégicos para el mercado privado de Laboratorios SAVAL CR, basado en criterios de oportunidad y disponibilidad, mediante el análisis integral de los procesos actuales y la evaluación de su capacidad operativa.

1.5.2 Objetivos específicos

- Diagnosticar el proceso actual de planificación de la producción de dos productos terminados estratégicos del mercado, mediante el análisis de información histórica de cumplimiento de demanda, inventarios y niveles de servicio, utilizando datos provenientes de sistemas como SAP, KPI's y reportes operativos.
- Analizar los factores que generan desabastecimiento y pérdidas de ventas, identificando la causa raíz que limitan el Fill Rate.

- Diseñar un modelo de gestión del abastecimiento de dos productos terminados estratégicos que integre las áreas de planificación, producción, logística y control de calidad a partir del análisis de información que identifique brechas en los procesos actuales entre demanda y disponibilidad de los productos.
- Validar el modelo propuesto mediante simulaciones o pruebas piloto, evaluando su efectividad para el mejoramiento del fill rate y su impacto económico.
- Elaborar el plan de implementación del modelo, incluyendo estrategias de gestión del cambio para su adopción y sostenibilidad en la operación de la empresa.

1.6 Alcance y limitaciones

1.6.1 Alcance

- El proyecto se desarrollará en el departamento de planificación, adscrito a la gerencia de operaciones de Laboratorios Saval CR.
- El alcance estará dirigido a dos productos terminados destinados al mercado privado, y fabricados en la planta de Costa Rica.
- Proporcionar a la gerencia de operaciones una propuesta de mejora orientada a reducción de pérdidas en vetan de producto terminado por faltante del mismo.

1.6.2 Limitaciones

- Este proyecto de graduación involucra información confidencial relacionada con ventas, productos y requerimientos; la confidencialidad de ciertos datos restringe la cantidad de detalles específicos en el documento.
- Los datos utilizados incorporan un factor de ajuste porcentual con el fin de proteger información sensible y cumplir con los acuerdos de confidencialidad establecidos por la compañía.
- El corto tiempo de operación de Laboratorios SAVAL como fabricante en Costa Rica limita la disponibilidad de información histórica suficiente para respaldar de manera más robusta los análisis realizados.
- Por el tiempo disponible para elaborar este estudio de graduación limita la propuesta hasta la elaboración de un plan y su correspondiente cronograma de implementación, dejando para una fase posterior, la real aplicación de las mejoras planteadas

2. REVISION DE LITERATURA

REVISIÓN DE LITERATURA

Proponer un modelo de abastecimiento de productos terminados estratégicos en la industria farmacéutica requiere se revisen de manera integral los procesos de planificación de la producción y gestión de inventarios, donde la disponibilidad oportuna resulta un factor crítico para garantizar el nivel de servicio. Adicional a ello no se debe perder de vista que la ejecución de buenas prácticas y el cumplimiento de regulaciones y normativas son fundamentales en este sector.

2.1 Generalidades del sector farmacéutico

La industria farmacéutica opera en un entorno altamente regulado debido al requerimiento normativo de calidad, seguridad, eficacia y su impacto directo de los productos en la salud de los usuarios finales. Las Buenas Prácticas de Manufactura (GMP, por sus siglas en inglés) exigen rigurosos controles sobre trazabilidad, condiciones de almacenamiento, y fechas de caducidad, lo cual influye de manera directa en las decisiones de planificación e inventarios (FDA, 2016). Estas regulaciones afectan el diseño del Programa Maestro de Producción (MPS), que además de funcionar como un puente entre los requerimientos comercial, la planificación de la demanda y la planificación de materiales y capacidades debe alinearse con los requisitos regulatorios para evitar obsolescencia y garantizar la calidad del producto final (Lohmer & Lasch, 2020).

a. Regulación farmacéutica y su impacto en la planificación e inventarios

En Costa Rica, el sector farmacéutico se rige además por los lineamientos establecidos por el Ministerio de Salud y el Reglamento Técnico Centroamericano sobre Productos Farmacéuticos RTCA 11.03.42:11, que define los requisitos para el registro sanitario, condiciones de fabricación, etiquetado, almacenamiento y distribución (RTCA, 2011). Estas normativas buscan garantizar la calidad, seguridad y eficacia de los medicamentos y se alinean con las buenas prácticas internacionales como las GMP (Ministerio de Salud, 2023).

b. Trazabilidad

La necesidad de trazabilidad en el sector farmacéutico exige que los sistemas de planificación integren estructuras detalladas de producto o listas de materiales (BOM, por sus siglas en inglés) y registros precisos de componentes y lotes. Estos mecanismos permiten asegurar el control de cada unidad desde la producción hasta la distribución, siendo un requisito indispensable en ambientes regulados donde la seguridad del paciente y la calidad del producto son primordiales (Beckman & Bernander, 2015).

c. MRP (Planificación de Requerimientos de Materiales)

En este contexto, la Planificación de Requerimientos de Materiales (MRP, por sus siglas en inglés) juega un papel central, ya que permite calcular las necesidades de materiales e insumos a partir del Programa Maestro de Producción. Esta herramienta impacta directamente en los niveles de inventario mantenidos y en la sincronización de la producción con la disponibilidad de componentes necesarios en la fabricación (Tangana & Oetama 2023).

d. Políticas de inventario

En este sentido, las políticas de inventario se convierten en un pilar estratégico para garantizar la disponibilidad de productos. Herramientas como el Stock de Seguridad (SS) y el Punto de Reorden (ROP) no solo permiten prevenir faltantes en los inventarios, sino que también actúan como mecanismos de mitigación frente a la incertidumbre de la demanda y la limitada vida útil en muchos casos de los productos. Estas políticas deben ser diseñadas con base en análisis estadísticos rigurosos y considerando los parámetros del servicio requerido, para equilibrar los niveles de inventario con los costos operativos y la exigencia regulatoria (Barros, Cortez, & Carvalho, 2021).

2.2 Análisis de factores que generan desabastecimiento y pérdidas de ventas.

a. Pronóstico de demanda en farma e integración S&OP

El pronóstico de la demanda en el sector farmacéutico enfrenta desafíos debido a la estacionalidad, comportamiento intermitente y demanda dependiente de prescripciones médicas. El uso de métricas como el MAPE (Porcentaje de Error Medio Absoluto), MAE (Error Medio Absoluto) y Bias permite evaluar la precisión del pronóstico (Merkuryeva, Valberga, & Smirnov, 2019). Una mala estimación puede llevar a excesos de inventario o roturas de stock, ambos costosos en el contexto regulado farmacéutico.

La Planeación de Ventas y Operaciones (S&OP) se establece como una herramienta clave para alinear la demanda con la capacidad de suministro y los objetivos financieros de la organización (Alvekrans et al., 2016). A través de ciclos mensuales, el S&OP permite revisar el pronóstico, ajustar el MPS y establecer prioridades de producción más realistas, reduciendo los impactos de la variabilidad en la cadena de suministro.

2.3. Diseño del proceso

a. Diseño y desempeño de MPS/MRP en entornos regulados

El MPS (Plan Maestro de Producción) actúa como un plan detallado de qué productos deben producirse, en qué cantidad y en qué periodo. En industrias reguladas, el horizonte de planeación y los denominados periodos congelados son fundamentales para mantener la estabilidad y evitar cambios que compliquen el cumplimiento normativo (Pekarcikova et al., 2025).

El MRP, que descompone los requerimientos del MPS a través del BOM, es sensible a errores en el pronóstico o a variabilidad en los tiempos de entrega, lo que puede impactar directamente en los niveles de inventario y en los costos (Altendorfer, Felberbauer, & Jodlbauer, 2016). La multiestructura de los productos farmacéuticos

(BOM multinivel) añade complejidad, exigiendo un control más estricto sobre los componentes y subcomponentes requeridos (Hill, Cornelissens, & Sörensen, 2016).

b. Políticas de inventario con SS/ROP bajo incertidumbre y vida útil

La gestión del inventario bajo incertidumbre requiere el uso de políticas que equilibren la disponibilidad del producto con los costos de mantenerlo. El desarrollo de un proceso formal y estructurado de cálculo para determinar el SS y el ROP, son fundamentales en este contexto (Barros et al., 2021). En productos con vida útil limitada, el nivel de servicio debe ser cuidadosamente calibrado para evitar vencimientos.

Además, el análisis de la variabilidad en la demanda y en el tiempo de reposición (Lead Time) permite optimizar estos niveles. Un enfoque robusto requiere evaluar frecuentemente estos parámetros y ajustarlos con base en el desempeño real y el entorno cambiante y la disponibilidad de recursos financieros de la empresa.

c. Stock de Seguridad (SS)

El stock de seguridad es una cantidad adicional de inventario mantenida para cubrir incertidumbres en la demanda o en el tiempo de reposición. Su objetivo es minimizar la probabilidad de quiebres de inventario. El nivel de SS se calcula típicamente con base en el nivel de servicio deseado (Z-score) y la desviación estándar de la demanda durante el lead time (Lisan, 2018).

d. Punto de Reorden (ROP)

El punto de reorden es el nivel de inventario en el que se debe emitir una nueva orden de compra o producción para evitar quiebres. En condiciones de incertidumbre, el ROP se calcula como la demanda esperada durante el lead time más el stock de seguridad. Es una herramienta clave para la automatización del reabastecimiento (Chopra & Meindl, 2016).

e. Lead time (LT)

El lead time es el tiempo transcurrido desde que se emite una orden hasta que el material está disponible para su uso. En contextos farmacéuticos, puede incluir tiempos de validación, control de calidad y liberación. Su variabilidad representa un factor crítico que afecta directamente al cálculo del SS y el ROP (Anand et al., 2016).

f. Vida útil

La vida útil de un producto farmacéutico es el período durante el cual mantiene sus propiedades terapéuticas y cumple con los estándares de calidad definidos. Este factor limita el tiempo disponible para almacenamiento y venta, por lo que debe ser integrado en las políticas de inventario para evitar vencimientos y pérdidas económicas. En este tema conviene comentar que la vida útil también interviene en políticas comerciales de la empresa, como es meses remanentes mínimos del lote antes de facturar (ejemplo, no se factura si tiene menos de 12 meses para clientes locales y 18 meses clientes del exterior). Este elemento en combinación con los tamaños mínimos de lotes puede crear perturbaciones en el plan de manufactura y afectar la política de inventarios (Pokharana et al., 2018).

g. Capacidad, tiempos de cambio y lote económico (EOQ/POQ/L4L) en farma

El cálculo del tamaño óptimo de lote es un aspecto clave en la planificación. El modelo clásico EOQ (Lote Económico de Pedido) minimiza los costos totales de pedido y mantenimiento de inventario. No obstante, en la industria farmacéutica, deben considerarse restricciones adicionales como tiempos de cambio (setups), políticas de MOQ (Cantidad Mínima de Pedido) de proveedores y limitaciones de capacidad (Alnahhal, 2024).

Modelos como POQ (Cantidad de Pedido por período) y L4L (Lote-por-lote) permiten mayor flexibilidad en escenarios donde la demanda es altamente variable o donde los costos de mantener inventario son muy altos debido a la obsolescencia. Respecto a lo anterior, Antić et al. (2022) comparan políticas de lote, incluyendo L4L, en una empresa farmacéutica con demanda variable y muestran que se pueden lograr

reducciones significativas de inventario manteniendo bajos los faltantes, lo cual es crítico cuando los productos pueden perder vigencia.

En términos de tamaño de lote conviene comentar un particular que en industria farma es muy relevante, pues tiene alto impacto en planificación, política de inventarios, abastecimiento, calidad. Y es que el cálculo de tamaño de lote, además del elemento económico o de eficiencia, responde a criterios técnico como tamaño de equipos, capacidad máxima de utilización de los equipos, validación de procesos, calificación de áreas y equipos, validación de métodos de limpieza, tiempos máximos permitidos de permanencia de materias primas o graneles antes de ser procesados o empacados, condiciones ambientales críticas (temperatura, humedad relativa, luz).

2.4. Validación y Evaluación de resultados

En la gestión de cadenas de suministro farmacéuticas, las métricas de servicio son indicadores esenciales para evaluar si los objetivos de disponibilidad de producto y satisfacción del cliente están siendo cumplidos. Estas métricas permiten cuantificar el desempeño logístico y sirven como base para la toma de decisiones estratégicas y tácticas relacionadas con inventarios, abastecimiento y nivel de servicio. Su relevancia también radica en su estrecha relación con las políticas de inventario previamente abordadas, ya que indicadores como el Fill Rate y el OTIF son directamente impactados por decisiones sobre el tamaño del stock de seguridad, el punto de reorden y la gestión del lead time (Guijarro, Babiloni, & Trapero, 2022). Un mal dimensionamiento del inventario puede generar niveles deficientes de servicio, mientras que un exceso podría traducirse en obsolescencia, sobrecostos y vencimientos, especialmente en productos farmacéuticos con vida útil limitada (Ogbewe, Mbata, & Nwosu, 2024). Asimismo, reflejan los compromisos asumidos por la organización frente a clientes, regulaciones y pacientes, por lo que su gestión cobra especial relevancia en industrias reguladas como la farmacéutica.

a. Fill rate

El Fill Rate mide el porcentaje de la demanda que es atendida en el momento solicitado, sin incurrir en quiebres de inventario. Es un indicador directo del nivel de

servicio ofrecido al cliente y permite evaluar la efectividad de las políticas de inventario (Guijarro et al., 2022).

b. OTIF (On Time In Full)

El OTIF combina dos dimensiones: la puntualidad de la entrega (On Time) y la completitud (In Full). Es una métrica más exigente que el Fill Rate, ya que exige que el pedido llegue completo y en el momento acordado. Su gestión requiere una coordinación eficiente entre planificación, producción, logística y distribución (Tian et al., 2024).

c. DOH (Days of Inventory on Hand)

DOH representa la cantidad de días que el inventario actual puede cubrir la demanda proyectada. Este indicador es útil para controlar la rotación de inventario y evitar tanto excesos como quiebres, especialmente relevante en productos con vida útil limitada (Olajide et al., 2021).

d. Compensación entre costo-servicio

Existe una relación inversa entre los niveles de servicio y los costos logísticos. Para alcanzar altos niveles de Fill Rate o OTIF, normalmente se requiere mantener inventarios más altos, lo que incrementa costos de mantenimiento y riesgo de vencimientos. Por tanto, la planificación debe encontrar un equilibrio que optimice el servicio sin comprometer la eficiencia económica (Tian et al., 2024).

e. Variabilidad del lead time (LT), confiabilidad de proveedores y MOQ

El Lead Time (LT) es una de las variables más críticas en la planificación. Su variabilidad puede causar desabastecimientos o excesos de inventario. Para mitigar estos riesgos, las organizaciones establecen niveles de SS más altos, especialmente cuando los proveedores son poco confiables, o los insumos tienen periodo de fabricación y entrega amplios que pueden comprometer la disponibilidad de producto terminado en tiempo o cuando existen restricciones de MOQ (Li & Fan, 2023).

Evaluar el desempeño de los proveedores y establecer acuerdos de servicio puede reducir esta variabilidad y mejorar el nivel de servicio general. El análisis estadístico del LT permite calcular más adecuadamente el ROP y el SS, ajustando el sistema a condiciones reales (Barros et al., 2021).

2.5. Evaluación del desempeño

La efectividad de los procesos de planificación en la industria farmacéutica depende, en gran medida, de la capacidad de medir el desempeño en cada etapa y garantizar su alineación con los objetivos estratégicos, regulatorios y operativos. Evaluar el desempeño no solo permite identificar brechas y oportunidades de mejora, sino también sustentar decisiones clave sobre inventarios, producción y servicio al cliente (Organización Internacional de Normalización, 2015b).

Según la ISO 9000:2015 una evaluación de desempeño efectiva en la cadena de suministro debe incluir tanto indicadores cuantitativos (como inventario disponible, tiempos de entrega o precisión del pronóstico), como cualitativos (satisfacción del cliente, cumplimiento regulatorio, coordinación interfuncional), integrados en un sistema que permita actuar de forma proactiva ante desviaciones.

Esta evaluación, cuando está alineada con marcos normativos y metodologías de mejora como el ciclo PDCA, se convierte en un motor clave para lograr una operación robusta, ágil y orientada al cliente (Ghosh, Mandal, & Ray, 2023).

2.5.1 Monitoreo, medición, análisis y evaluación

La norma ISO 9000:2015 establece que las organizaciones deben identificar qué elementos deben ser objeto de monitoreo y medición, así como los métodos adecuados para hacerlo. También determina en qué momentos realizar estas evaluaciones y cuándo sus resultados deben ser analizados, con el fin de demostrar la eficacia del sistema de gestión implementado. Esta norma hace énfasis en la medición de la satisfacción del cliente, definiendo medios y métodos específicos para su evaluación. Además, incorpora requisitos clave para analizar los

resultados obtenidos, incluyendo el tratamiento de no conformidades, la gestión de productos defectuosos y la verificación de la efectividad de las acciones correctivas implementadas (Organización Internacional de Normalización, 2015a).

2.5.2 Revisión por la alta dirección

La revisión por parte de la alta dirección representa un paso esencial en la fase final de implementación de cualquier mejora propuesta en los procesos de planificación. Esta instancia permite a los líderes validar el desempeño del sistema de gestión, considerando no solo los resultados de indicadores clave como Fill Rate, OTIF o DOH, sino también los cambios operativos y estratégicos que puedan haber surgido.

De acuerdo con la norma ISO 9001:2015, la alta dirección debe asegurar que el sistema de gestión de calidad se mantenga adecuado, eficaz y alineado con los objetivos organizacionales. Para ello, se requiere evaluar hallazgos de auditorías anteriores, revisar el cumplimiento de metas, y analizar oportunidades de mejora continua, asegurando la correcta asignación de recursos (Organización Internacional de Normalización, 2015b).

3. METODOLOGIA DEL PROYECTO

METODOLOGIA DEL PROYECTO

3.1 Estructura y roles de apoyo al desarrollo del proyecto

El desarrollo de este proyecto se guía por el ciclo PDCA (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar), seleccionado por su capacidad para ordenar el trabajo y asegurar trazabilidad entre objetivos, actividades y resultados. En ocho semanas se aborda el diagnóstico, el diseño del modelo de planificación y abastecimiento para dos productos estratégicos y su validación por simulación (comparación antes - después), cerrando con una propuesta de plan de implementación documentado.

Cuadro No 2 Marco metodológico del proyecto

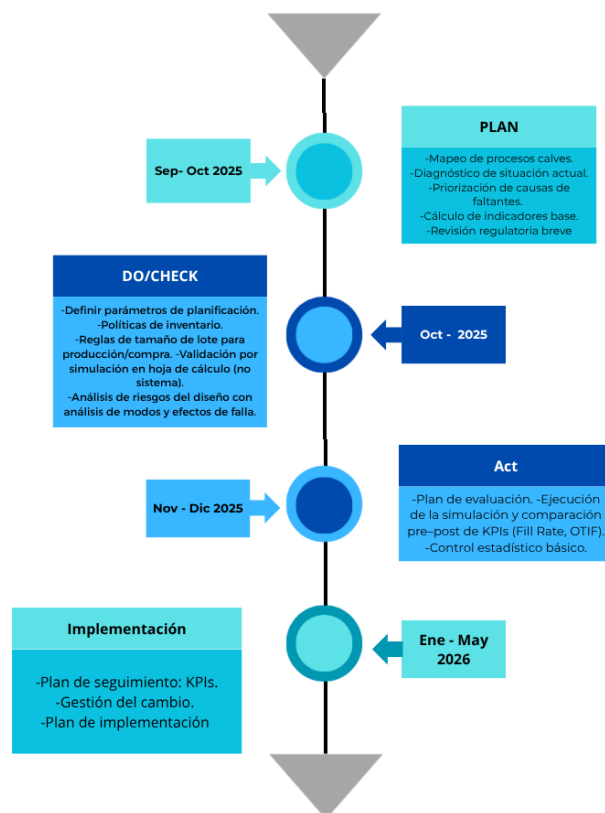
Etapa	Objetivo Específico	Actividades	Herramientas	Productos Esperados
Plan	Diagnosticar el proceso actual de planificación de la producción de dos productos terminados estratégicos del mercado, identificando datos críticos de demanda, inventarios y niveles de servicio.	-Mapeo de procesos claves. -Diagnóstico de situación actual.	-Diagrama SIPOC -Análisis FODA -Entrevistas estructuradas con áreas clave.	-Brechas Operativas. -Caracterización del proceso de planificación. -Estado actual de KPI's
	Analizar los factores que generan desabastecimiento y pérdidas de ventas, identificando la causa raíz que limitan el Fill Rate.	-Priorización de causas de faltantes. -Cálculo de indicadores base. -Aplicación de herramientas de análisis causa–efecto. -Impacto económico.	-KPI's (Fill Rate, Otif, Cumplimiento de plan). -5 porqué. -Ishikawa. -Caracterización del proceso- -Diagrama de flujo.	- Identificación de causas críticas. - Análisis de impacto económico asociado al incumplimiento. - Conclusión sobre causas raíz principales

Do / Check	Diseñar un modelo de planificación y gestión del abastecimiento que integre planificación, producción y logística, basado en criterios de la disponibilidad de dos productos terminados estratégicos.	-Definir parámetros de planificación. -Políticas de inventario. -Reglas de tamaño de lote para producción/compra. -Validación por simulación en hoja de cálculo (no sistema). -Análisis de riesgos del diseño con análisis de modos y efectos de falla.	-Matriz de esfuerzo-Impacto. -Matriz de priorización de propuestas de solución. -Diagrama de ruta proceso. -Matriz de riesgos - Desarrollo de fórmulas para cálculo de Capacidad instalada.	-Especificación del modelo (parámetros, fórmulas y reglas), con hoja de cálculo funcional. -Resultados de la simulación (tablas y gráfica sencilla). -Matriz y medidas de mitigación.
Act	Validar el modelo propuesto mediante simulaciones o pruebas piloto, evaluando su efectividad para el mejoramiento del fill rate y su impacto económico.	- Ejecución de simulación con datos reales. - Evaluación de impacto económico.	- Prueba piloto controlada. -KPI's de análisis económico.	- Resultados de simulación del modelo. - Incremento proyectado en Fill Rate y reducción de costos. - Flujo financiero.
	Elaborar el plan de implementación del modelo, incluyendo estrategias de gestión del cambio para su adopción y sostenibilidad en la operación de la empresa.	-Plan de seguimiento: KPIs. -Gestión del cambio. -Plan de implementación	- Plan de capacitación. - Plan de mantenimiento. - Cronograma de implementación. - Matriz RACI. - Plan de contingencia del cronograma. - KPI (Fill Rate, OTIF, Cumplimiento del Plan, Exactitud de Cálculo).	- Plan de implementación integral. - Propuesta de indicadores de seguimiento y control. - Plan de contingencia para riesgos. - Evidencia documental de sostenibilidad del modelo.

Nota: Elaboración propia

3.2 Cronograma y fases de ejecución del proyecto

El proyecto se desarrollará en tres etapas, comenzando durante el mes de septiembre 2025 y se espera su finalización para el mes de mayo 2026 (implementación concluida).



Nota: Elaboración Propia.

Figura No. 6 Proceso metodológico aplicado al proyecto

Como puede visualizarse en la Figura 6, la metodología del proyecto basada en el ciclo PDCA se realiza en el periodo comprendido entre septiembre y diciembre 2025. Posterior a dicha fecha se establece un periodo para la implementación, de enero 2026 a mayo 2026.

4 DIAGNOSTICO DE LA SITUACION ACTUAL

DIAGNOSTICO DE LA SITUACION ACTUAL

El sector farmacéutico opera en un entorno altamente regulado, donde la disponibilidad oportuna del producto no solo implica eficiencia económica, sino también cumplimiento legal y reputacional.

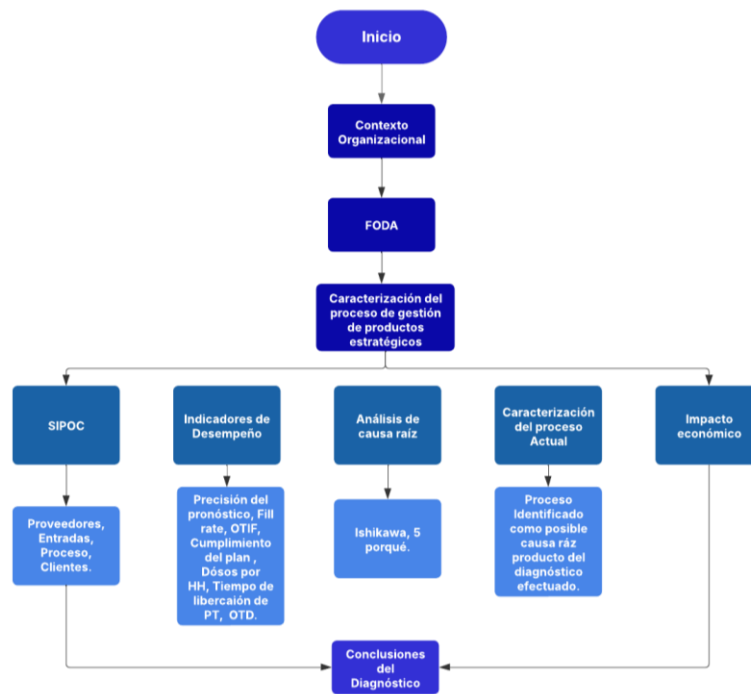
Este capítulo describe la metodología utilizada para realizar un diagnóstico del proceso de planificación y abastecimiento de productos terminados estratégicos en Laboratorios SAVAL CR, identificando los factores que afectan su desempeño y condicionan el cumplimiento del nivel de servicio esperado.

4.1 Objetivo del diagnóstico

A través de este diagnóstico se busca identificar las causas que generan faltante en productos estratégicos y cuantificar el impacto en la satisfacción del cliente, evidenciar las pérdidas económicas por ventas no realizadas y determinar las limitaciones operativas que condicionan la disponibilidad de producto.

El análisis del proceso permitirá tener una visualización más amplia de éste, desde la recepción del pronóstico hasta el alisto de las cargas para su despacho y su posterior entrega, lo que permitirá dimensionar la magnitud del problema, identificar las causas del porqué está ocurriendo el problema y priorizar áreas de mejora.

A través del siguiente diagrama se muestra la ruta de revisión y análisis para los distintos puntos que se estará revisando en este capítulo para completar el diagnóstico:

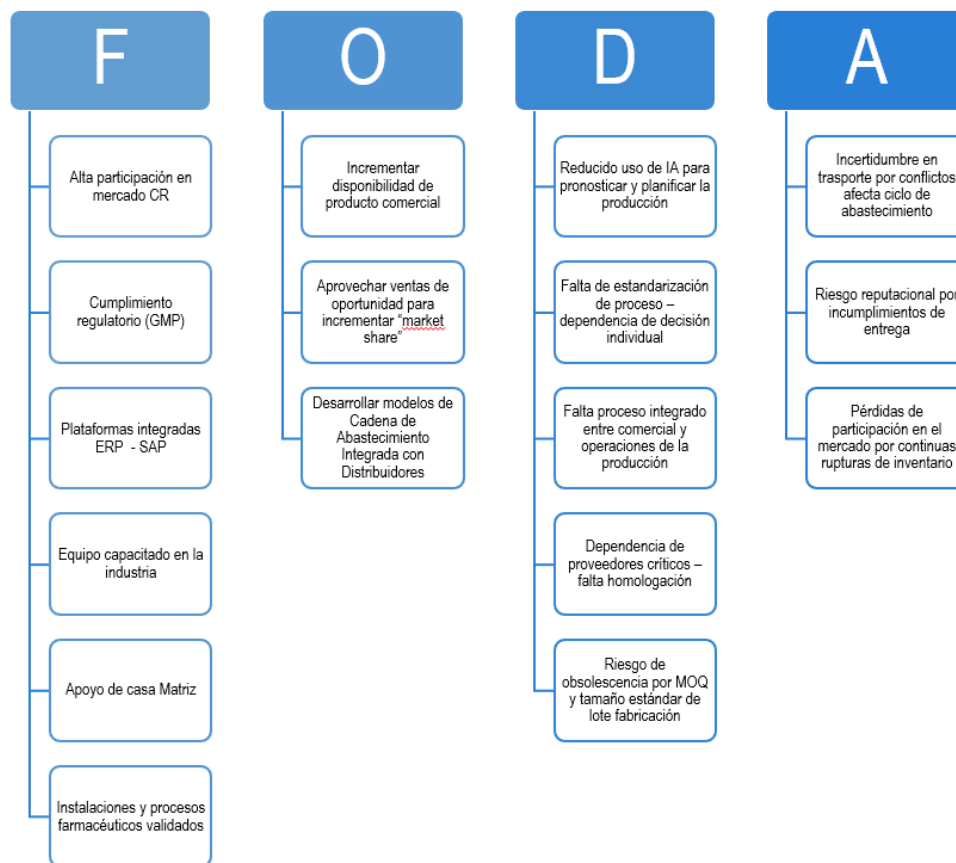


Nota: Elaboración Propia.

Figura No. 7 Esquema ingenieril del diagnóstico

4.1 Análisis FODA

Desarrollada en la década de los años 60 en la Universidad de Stanford por el consultor Albert Humphrey la matriz de análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) ayuda a comprender de mejor manera la situación actual de la empresa y su posicionamiento en el mercado farmacéutico privado, esto nos permitirá identificar los elementos internos que aportan ventajas competitivas o limitan el desempeño de la organización, y también reconocer los factores externos que representan oportunidades de crecimiento o amenazas para la sostenibilidad del negocio.



Nota: Elaboración propia.

Figura No. 8 Diagrama FODA del contexto organizacional.

a. Fortalezas

Saval se distingue en el mercado farmacéutico costarricense por su importante participación en el sector institucional y creciente participación en el sector privado, además de un fuerte respaldo en el cumplimiento regulatorio de acuerdos a estándares GMP, lo cual fortalece el nivel de calidad, eficacia, seguridad y trazabilidad de sus productos. Esta solidez en materia normativa constituye una ventaja competitiva frente a competidores locales y regionales.

Asimismo, cuenta con plataformas integradas de gestión (ERP / SAP) que le permite un mayor control sobre la información relacionada con ventas, inventarios, costos, planificación y abastecimiento, favoreciendo la toma de decisiones oportunas, en lo cual su equipo humano se suma a sus fortalezas, dado que es otro pilar esencial que

asegura la correcta ejecución de los procesos y el mantenimiento de la calidad en cada etapa. Finalmente, el apoyo de la casa matriz en el desarrollo de sus proyectos y las instalaciones físicas validadas con altos estándares de calidad, refuerzan la posición de la organización como un actor confiable y con capacidad de respuesta en el mercado.

b. Oportunidades

Incrementar la disponibilidad de producto comercial, es una oportunidad importante para SAVAL que le permitirá no solo consolidar su presencia en el mercado privado, sino, que, al lograr aumentar su participación en este sector, mejorará la satisfacción de clientes que demandan mayor confiabilidad en el servicio que ofrece.

Capitalizar ventas de oportunidad, es valioso para incrementar el “market share”, especialmente en productos estratégicos en el segmento de mercado relevante en el que participa y que pueden diferenciar la oferta frente a la competencia.

Otra oportunidad clave para SAVAL es el desarrollo de modelos de cadena de abastecimiento integrada con distribuidores, lo que reforzaría la visibilidad de la demanda y el alineamiento logístico, reduciendo faltantes e incrementando eficiencia en la operación. Estas oportunidades, de alcanzarse, consolidarían a la empresa como un proveedor más confiable y competitivo en el sector.

c. Debilidades

Una debilidad en la compañía es el limitado uso de herramientas analíticas y tecnológicas avanzadas, como la inteligencia artificial, que podrían potenciar la gestión de información referente al pronóstico de la demanda, esto restringe la capacidad para anticipar variaciones en esta. A lo anterior se le suma la falta de estandarización de procesos y la dependencia de decisiones individuales, generando redundancias en procesos, lentitud en ejecución de acciones y poca reproducibilidad en la gestión.

Otro aspecto crítico es la ausencia de un proceso integrado entre el área comercial y la de operaciones (planificación, abastecimiento, planta, control de calidad), lo que ocasiona brechas entre lo que se proyecta y lo que realmente se puede fabricar y entregar. Finalmente, la dependencia de proveedores críticos sin procesos de homologación sólidos, junto con el riesgo de obsolescencia derivado de los elevados MOQ de compra de insumos y de los tamaños de lote de fabricación asociados a equipos de gran capacidad, limita la flexibilidad operativa y aumentan la probabilidad de pérdidas por caducidad de insumos y producto terminado.

d. Amenazas

Una de las amenazas más relevantes para la compañía y que escapa a su posibilidad de gestión es la incertidumbre en el transporte internacional y local, por conflictos geopolíticos con severa afectación en los ciclos logísticos, especialmente de transporte y de aprovisionamiento de insumos claves empleados por los fabricantes de materias primas y materiales primarios en sus procesos de sinterización de ingredientes, lo cual afecta directamente la fase de abastecimiento de los distintos insumos necesarios en la fabricación, e impactar de igual manera la puesta a disposición de producto terminado para sus clientes.

El riesgo reputacional derivado de incumplimientos en la entrega a clientes representa otra amenaza importante, pues reduce la confianza de los clientes y puede derivar en pérdida de contratos o multas para la compañía.

Asimismo, los faltantes recurrentes de inventario representan un factor de riesgo que conlleva pérdidas de participación en el mercado y deterioro de la imagen de la compañía. Estos aspectos, combinados con la alta competencia del sector farmacéutico, obligan a la organización a fortalecer sus procesos internos para mitigar los impactos negativos y proteger su posición en el mercado.

El análisis FODA evidencia que, si bien la empresa cuenta con ventajas competitivas importantes, como su cumplimiento regulatorio según estándares GMP, la experiencia de su equipo humano y plataforma operativa como SAP, aún enfrenta

limitaciones estructurales que afectan su desempeño. La falta de estandarización de procesos, y la escasa integración entre áreas críticas generan ineficiencias que impactan directamente en el nivel de servicio. A esto se suma la exposición a riesgos externos, como la dependencia de proveedores críticos y la incertidumbre en la logística de abastecimiento, que incrementan la probabilidad de desabastecimientos y pérdidas económicas.

En este sentido, el FODA resalta la necesidad de aprovechar las oportunidades de integración que existen, y el desarrollo de modelos de abastecimiento y planificación más robustos, de manera que la organización pueda transformar sus fortalezas en una plataforma para mejorar la disponibilidad de producto, afianzar su participación y crecimiento en el mercado farmacéutico, especialmente el privado y mitigar las amenazas que enfrenta en un entorno altamente competitivo y regulado.

4.3 SIPOC del proceso actual

Se elabora un diagrama de SIPOC para caracterizar el proceso actual del ciclo de aprovisionamiento de productos terminados estratégicos en SAVAL CR, el cual se muestra a continuación:

Proveedores	Entradas	Proceso	Salidas	Clientes
Departamento Comercial	Pronóstico de la demanda	Consolidación y entrega de pronósticos de demanda	Pronóstico de la demanda proyectada oficial para los SKUs estratégicos	Departamento de planificación
Departamento de Planificación	Planificación de la producción y programación de planta	Elaboración del Plan Maestro de Producción (MPS), definición de necesidades de materiales (MRP), programación de planta.	Órdenes de producción y requerimientos de compra.	Producción y Logística/Compras.
Departamento Logístico (compras y almacenes)	Estructura de almacenamiento, control de inventarios, abastecimiento de insumos.	Gestión de compras con proveedores externos, control de inventarios, recepción y almacenamiento de materiales/producto terminado.	Materias primas y materiales de empaque disponibles, inventarios actualizados.	Producción y Comercial/Distribuidores
Departamento de Producción	Personal, equipos del planta, procesos validados.	Ejecución de órdenes de fabricación, control en proceso y validación de lotes.	Lotes de producto terminado fabricados.	Departamento de Calidad
Departamento de Calidad	Equipos calificados, métodos de análisis validados.	Análisis físico-químicos y microbiológicos, revisión de batch records, liberación de lotes.	Producto terminado liberado conforme a GMP	Logística y Comercial

Fuente: Elaboración propia.

Figura No. 9 SIPOC proceso actual ciclo de aprovisionamiento.

4.3.1 Proveedores

a. Departamento comercial:

Captura la demanda de productos en el mercado, consolida y entrega los pronósticos de venta de los distintos productos de la compañía. Estos pronósticos constituyen la base para todo el proceso de planificación de la producción y abastecimiento.

b. Departamento de planificación:

Responsable de transformar la información de demanda de productos en planes de fabricación, elaborando el plan maestro de producción, la definición de necesidades de materiales y la programación de planta.

c. Departamento logístico (compras y almacenes):

Encargado de la gestión de compras a proveedores externos, control de inventarios y recepción de insumos críticos (API - Active Pharmaceutical Ingredient-), excipientes y empaques). También asegura el almacenamiento y disponibilidad de materias primas y producto terminado.

d. Departamento de producción:

Responsable de la ejecución de las órdenes de fabricación según la programación establecida, asegurando el control en proceso y la producción de lotes según estándares de eficiencia y calidad requeridos en el producto terminado.

e. Departamento de calidad:

Garantiza la liberación de producto terminado conforme a Buenas Prácticas de Manufactura (GMP), realizando análisis fisicoquímicos y microbiológicos, revisión de batch records y aseguramiento de la trazabilidad para el producto.

4.3.2 Entradas

a. Pronóstico de la demanda.

Constituyen la base del proceso de planificación. Se elaboran en función del histórico de ventas, tendencias de mercado y requerimientos estratégicos de los clientes. Un pronóstico inadecuado puede generar sobreproducción, exceso de inventario o desabastecimientos, impactando directamente niveles de servicio, Fill Rate, OTIF entre otros indicadores claves.

b. Planificación de la demanda y programación de la planta.

Es lo referente a la información estructurada que detalla cómo debe organizarse la producción en función de la demanda recibida. Esta entrada de información sugiere considerar también datos de calendario de producción, prioridades de fabricación, que sirven como base para coordinar compras de insumos, uso de la disponibilidad de recursos productivos y cumplimiento en cantidad y tiempos de entrega.

c. Estructura de almacenamiento, control de inventarios y abastecimiento de insumos.

Relacionado con la información y recursos físicos y tecnológicos que permiten gestionar materias primas, materiales de empaque y producto terminado. Incluye el control en el nivel de inventarios disponible, las restricciones de almacenamiento y los tiempos de reposición de los insumos, de cara a la demanda existente.

d. Personal, equipos de planta y procesos validados.

Son los recursos operativos necesarios para ejecutar las órdenes de fabricación, parte de la disponibilidad de personal capacitado, equipos en condiciones operativas y procesos normalizados, que aseguran la fabricación de lotes siguiendo las BPM (Buenas Prácticas de Manufactura), BPD (Buenas Prácticas de Documentación), protocolos certificados, instrucciones de manufactura validadas, controles en procesos, parámetros de calidad y cumplimiento regulatorio.

e. Equipos calificados y métodos de análisis validados.

Se trata de las herramientas y equipos del laboratorio Físico - Químico y de Microbiología de Calidad y metodologías analíticas validadas que permiten verificar según las BPL (Buenas Prácticas de Laboratorio) y las BPD (Buenas Prácticas de Documentación) la conformidad del producto, que respaldan la liberación de lotes manufacturados y empacados y aseguran que el producto terminado cumpla con BPM y normativas regulatorias.

4.3.3 Proceso

El proceso de aprovisionamiento y planificación inicia con la recepción del pronóstico de demanda que se realiza en reunión entre las áreas de comercial y planificación en la cual se revisan datos y prioridades. El pronóstico usa el modelo denominado “demanda irrestricta”, lo que implica que todos los meses el departamento de comercial puede modificar la necesidad según comportamiento del mercado.

A partir de esta información, el área de planificación desarrolla el Plan Maestro de Producción (MPS) y define las necesidades de materiales (MRP), colocando en el sistema SAP las solicitudes de pedido (Solped) necesarias para completar el abastecimiento, alineando la necesidad con los tiempos de entrega de proveedores.

Con la SOLPED el área logística gestiona el abastecimiento de materias primas y materiales de empaque, evaluando lead times, MOQ, con el fin de garantizar la disponibilidad oportuna de los insumos críticos. Por excepción se dan reuniones de alineamiento entre compras y planificación, sin embargo, no siempre existe una retroalimentación oportuna entre los departamentos que permita prever situaciones críticas, o buscar propuestas de solución a condiciones que puedan estar comprometiendo el abastecimiento de los insumos.

Una vez asegurados los materiales, planificación elabora en Excel el plan de fabricación, lo prioriza para programar (secuenciar la ejecución en planta) y lo comparte con Producción, para que este último ejecute las órdenes de fabricación, siguiendo procedimientos estandarizados y control de procesos en línea, lo que asegura la trazabilidad y el cumplimiento de normas GMP.

Finalmente, el área de calidad realiza el análisis fisicoquímico y microbiológico de los lotes fabricados, revisa la documentación técnica y emite el resultado de análisis de liberación del producto terminado o de rechazo

Con el lote aprobado, el producto se transfiere a logística para su distribución, según compromisos de entrega pactado con clientes

4.3.4 Salidas

a. Demanda proyectada oficial de SKUs estratégicos:

El resultado de este proceso es la entrega de un pronóstico consolidado que establece la cantidad de producto requerido en un horizonte de tiempo determinado, en Saval el pronóstico se trabaja con demanda irrestricta. Este insumo sirve como punto de partida para todo el proceso de planificación.

b. Órdenes de producción y requerimientos de compra:

La salida consiste en documentos formales (órdenes de producción) que detallan qué fabricar, en qué cantidad y cuándo, así como qué insumos deben adquirirse para asumir esas fabricaciones. Constituyen la guía que conecta la demanda con la ejecución operativa.

c. Materias primas y empaques disponibles, inventarios actualizados:

El proceso logístico genera la disponibilidad real de insumos y un control actualizado de inventarios, asegurando que el proceso de abastecimiento para los insumos requeridos ocurra con éxito para ser utilizados por producción en el momento oportuno.

d. Lotes de producto terminado fabricados:

La fabricación da como resultado unidades físicas de producto terminado que cumplen con especificaciones técnicas y de proceso y que son el insumo para abastecer las demandas de la compañía. Estos lotes de producto terminado representan la materialización del plan de fabricación y del de programación en la planta.

e. Producto terminado liberado conforme a GMP, listo para distribución:

La salida final de este proceso es el producto certificado como apto para el mercado, tras superar las pruebas analíticas y de cumplimiento normativo. Solo con esta liberación se habilita el inventario para ser distribuido a los clientes.

4.3.5 Clientes

a. Planificación:

Recibe el forecast de venta oficial, lo que le permite construir el Plan Maestro de Producción y definir las necesidades de materiales. Esta información es esencial para coordinar todo el flujo operativo.

b. Producción:

Es el receptor de las órdenes de producción emitidas por planificación. Con ellas organiza la secuenciación de lotes en planta y asegura la ejecución bajo los parámetros de calidad y eficiencia establecidos.

c. Logística/Compras:

Recibe los requerimientos de compra y las solicitudes de pedido (SOLPED) generadas en el sistema, junto con inventarios actualizados. Con esta información gestiona proveedores, y garantiza disponibilidad de insumos críticos.

d. Calidad:

Recibe los lotes fabricados como insumo para realizar análisis fisicoquímicos y microbiológicos. Con base en los resultados, emite la liberación o rechazo del producto, asegurando cumplimiento normativo y trazabilidad.

e. Comercial/Distribuidores

Son los destinatarios de los productos terminados liberados. Aseguran que la disponibilidad se traduzca en entregas al mercado, cumpliendo con los compromisos pactados de servicio y nivel de abastecimiento.

4.4 Indicadores claves de rendimiento (KPI's)

Una vez analizado el SIPOC del ciclo de aprovisionamiento, resulta indispensable abordar los indicadores claves de desempeño (KPIs) que brindan soporte y estructura de control a la

gestión de la compañía. Estos indicadores permiten traducir la información del proceso en métricas cuantificables que reflejan la efectividad de cada área involucrada.

Para el propósito este diagnóstico, se ha elegido únicamente aquellos KPI's críticos en la gestión del desempeño del ciclo de aprovisionamiento y que como tal permiten analizar de forma objetiva la situación actual en términos de planificación, logística, producción y calidad.

En el siguiente cuadro se muestra una tabla resumen con los KPI's elegidos y su correspondiente método de cálculo:

Cuadro No 3 KPI's claves en los procesos y detalle de formulas

Indicador	Área	Método de Calculo
Precisión del pronóstico de ventas	Comercial	$\text{Precisión del pronóstico} = \left(1 - \frac{ \text{Pronóstico} - \text{Ventas reales} }{\text{Pronóstico}}\right) \times 100$
Entregas a tiempo y en cantidad completa (OTIF)	Almacén	$\text{OTIF} = \frac{\text{Unidades entregadas a tiempo y completas}}{\text{Unidades perdidas}} \times 100$
Nivel de servicio de inventario (Fill Rate)	Planificación	$\text{Fill rate} = \frac{\text{UN de PT entregadas}}{\text{UN de PT Comprometidas}} \times 100$
Cumplimiento del Plan acordado	Planificación	$\text{Plan Acordado} = \frac{\text{UN de PT fabricadas}}{\text{UN de PT acordadas}} \times 100$
Productividad laboral (dosis/HH)	Producción	$\text{Productividad} = \frac{\text{Total de dosis producidas}}{\text{Horas-Hombre trabajadas en planta}}$
Tiempo de liberación de PT	Calidad	$T. \text{ de liberación} = F. \text{ de liberación} - F. \text{ de reporte de análisis}$
Porcentaje de productos liberados conformes	Calidad	$\% \text{ P. Liberados Conforme} = \frac{\text{Lotes liberados sin desviación ni retrabajo}}{\text{Total lotes fabricados}}$
Entregas a tiempo de proveedores (OTD)	Compras	$\text{OTD} = \frac{\text{Cantidad de ordenes entregadas en tiempo y cantidad}}{\text{Total de ordenes colocadas}}$

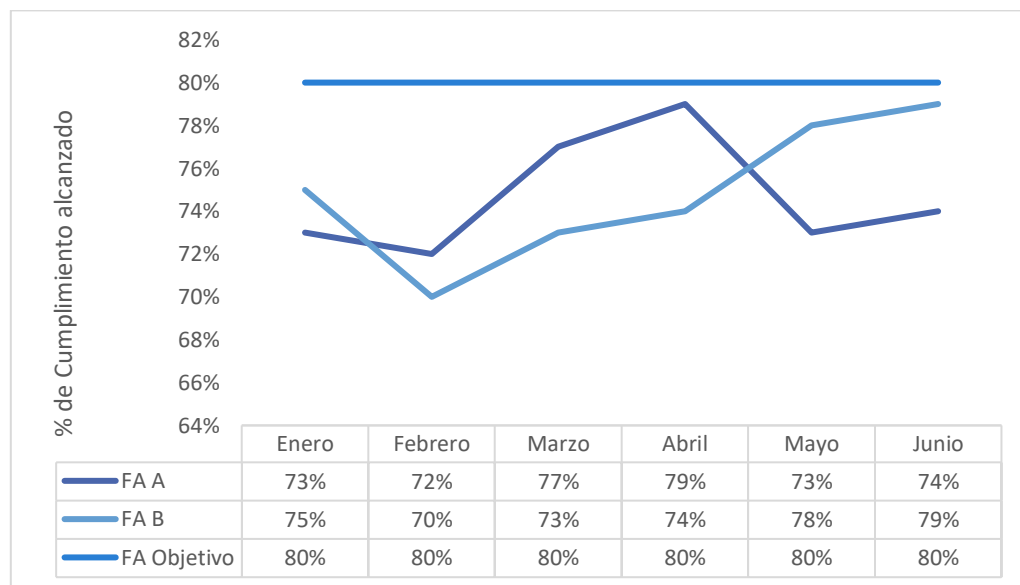
Nota: Elaboración Propia

a. Precisión del pronóstico de ventas:

Evalúa el grado de exactitud entre la demanda real y la proyectada, identificando desviaciones que afectan la planificación de producción y el abastecimiento.

En la figura 10 el análisis de la precisión del pronóstico muestra que tanto el Producto A como el Producto B se han mantenido de manera consistente por debajo del objetivo corporativo del 80% a lo largo del periodo de enero a junio 2025. El Producto A presenta una fluctuación más marcada, con un mínimo en febrero (72%) y un máximo en abril (79%), lo que indica inestabilidad en su nivel de cumplimiento. En contraste, el Producto B exhibe una tendencia de recuperación sostenida después de un mínimo en febrero (70%), alcanzando en junio su punto más alto (79%), acercándose a la meta establecida, pero sin lograr alcanzarla.

El comportamiento conjunto refleja que, si bien ambos productos siguen trayectorias diferentes, se nota una brecha porcentual promedio de 5 a 7 puntos respecto a la meta es significativa, que impacta en el cumplimiento corporativo.



Nota: Elaboración propia con base a información facilitada por el Departamento de Comercial de Laboratorios SAVAL C

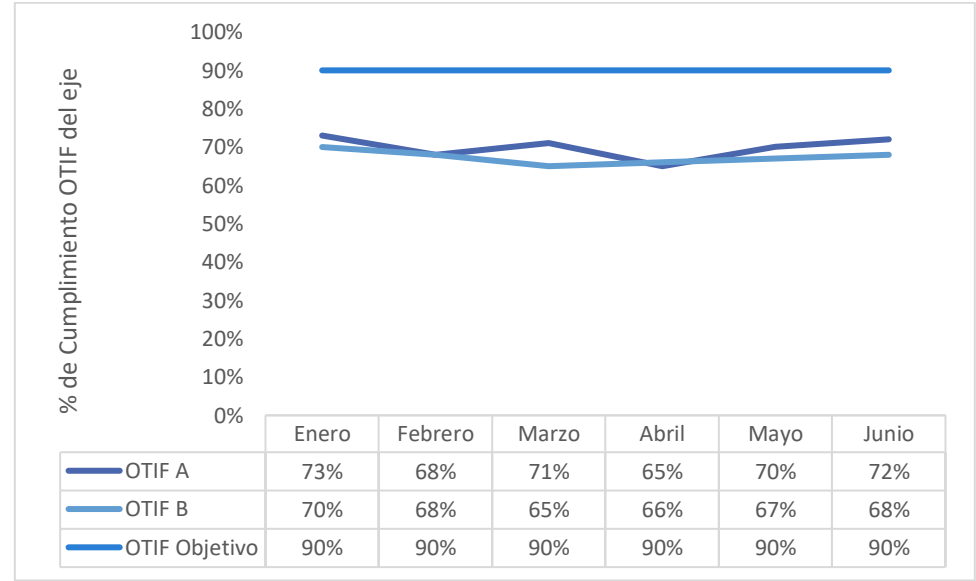
Figura No. 10 Precisión del pronóstico producto a y b enero a junio 2025.

b. Entregas a tiempo y en cantidad completa (OTIF):

Mide el porcentaje de pedidos entregados en la fecha acordada y en la cantidad solicitada, reflejando la confiabilidad del servicio al cliente.

Al analizar los datos OTIF (On Time In Full) obtenidos en SAVAL CR (ver figura 11) para el periodo de enero a junio 2025, se nota que tanto el producto A como el B mantienen desempeños consistentes en un rango del 65% al 73% durante el periodo analizado, sin embargo, en ningún mes se alcanza el objetivo corporativo del 90%, lo que evidencia un cumplimiento persistentemente por debajo del estándar esperado. La variación entre meses es reducida, con fluctuaciones de entre 2 y 8 puntos porcentuales, lo que refleja un patrón de desempeño estable pero insuficiente en relación con la meta definida.

Comparando ambos productos, se observa que el producto A presenta un nivel de cumplimiento levemente superior en la mayoría de los meses, especialmente en enero (73%). No obstante, la diferencia relativa entre ambos no supera los 3 puntos porcentuales, indicando que el bajo desempeño en OTIF es un fenómeno generalizado más que específico de un producto. La brecha sostenida frente al objetivo del 90% implica que entre un 18% y un 25% de las entregas no se realizan en tiempo y forma, lo cual reduce significativamente la confiabilidad del servicio y limita la capacidad de respuesta frente a los compromisos asumidos.



Nota: Elaboración propia con base a información facilitada por el Departamento de Logística de Laboratorios SAVAL CR

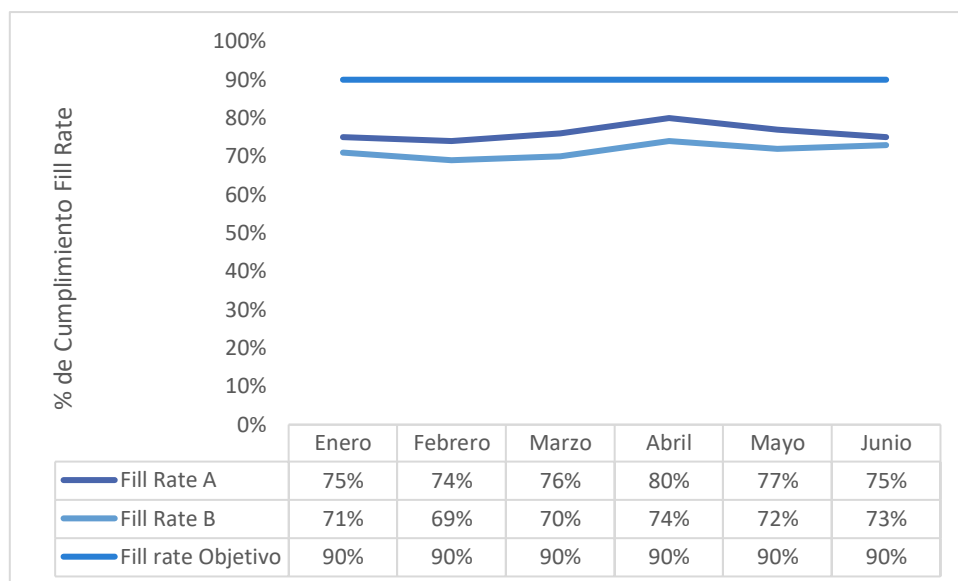
Figura No. 11 OTIF para producto a y b de enero a junio 2025.

c. Nivel de servicio de inventario (Fill Rate):

Determina la capacidad de cubrir la demanda de los clientes con el inventario disponible, sin generar faltantes.

El análisis del indicador Fill Rate mostrado en la figura 12 evidencia que, para el periodo de enero a junio 2025, tanto el producto A como el producto B se mantienen de forma consistente por debajo del objetivo del 90%. El producto A muestra un rango de desempeño entre 75% y 80%, alcanzando su mejor resultado en abril, mientras que el producto B oscila entre 69% y 74%, siendo febrero el punto más bajo. Esto refleja que, aunque el producto A logra un desempeño ligeramente superior, ambos mantienen un nivel insuficiente de cumplimiento respecto al estándar esperado.

La brecha entre el resultado real y el objetivo definido es significativa, variando entre 10 y 20 puntos porcentuales. Esto evidencia que la capacidad de respuesta al pedido del cliente es limitada en ambos casos, comprometiendo la confiabilidad en el servicio. El nivel de cumplimiento observado evidencia un desempeño por debajo de los estándares esperados, generando un impacto negativo en términos de consistencia y confiabilidad de la cadena de suministro.



Nota: Elaboración propia con datos suministrados por departamento de Panificación SAVAL CR.

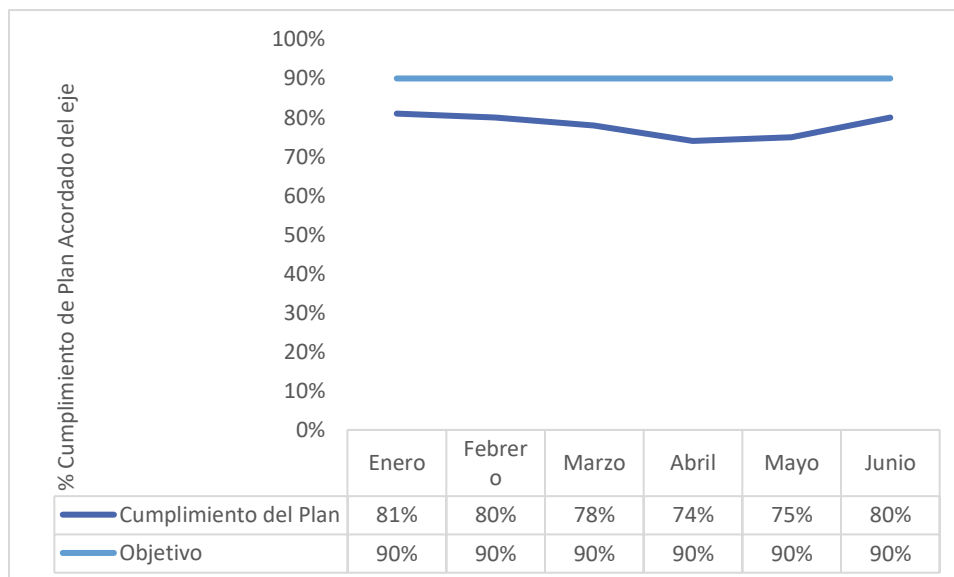
Figura No. 12 Fill rate para producto a y b de enero a junio 2025.

d. Cumplimiento del plan acordado:

Mide la cantidad de unidades de producto terminado producido versus la cantidad de unidades de producto terminado acordado según plan.

Este indicador para SAVAL CR tal y como lo muestra la Figura 13 entre enero y junio 2025 refleja un desempeño sostenidamente inferior al objetivo establecido del 90%. Los resultados fluctúan entre un 74% y un 81%, con una tendencia decreciente en los primeros meses que alcanza su punto más bajo en abril (74%), seguido de una ligera recuperación hacia junio (80%). El comportamiento denota que la compañía no logra consolidar un alineamiento apropiado con las metas definidas en este KPI.

La brecha frente al objetivo varía entre 9 y 16 puntos porcentuales, lo que significa que una parte relevante de los compromisos de producción o abastecimiento no logra cumplirse en los plazos o volúmenes acordados. Este desempeño limita la capacidad de la organización para sostener una planificación confiable, lo que provoca riesgos en inventarios y comprometiendo la eficiencia en la gestión de la cadena de suministro.



Nota: Elaboración propia con datos del departamento de planificación SAVAL CR

Figura No. 13 Cumplimiento del plan acordado para producto a y b de enero a junio 2025.

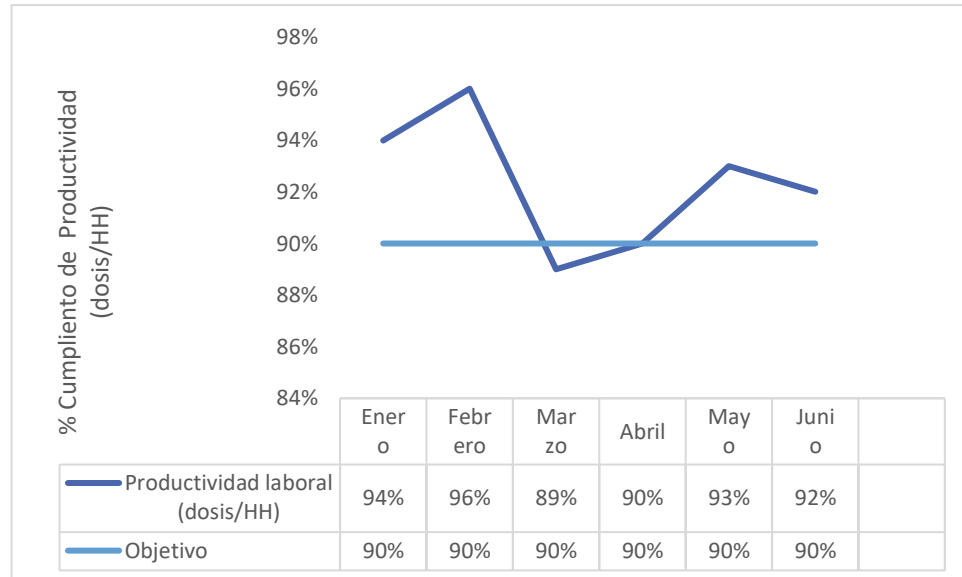
e. Productividad laboral (dosis/HH):

Calcula la eficiencia del personal en planta, midiendo la cantidad de dosis por hora-hombre, relacionando recursos humanos con salidas de producto terminado.

La figura 14 muestra la productividad laboral de SAVAL CR, medida en dosis por hora-hombre, se observa un desempeño que en la mayoría de los meses se encuentra por encima del objetivo del 90%. Durante enero (94%) y febrero (96%) se alcanzan los niveles más altos del semestre, lo que refleja una capacidad de producción eficiente en relación con los recursos humanos disponibles. Estos valores iniciales muestran un margen positivo de entre 4 y 6 puntos porcentuales sobre la meta, lo que fortalece la percepción de un inicio de año sólido en términos de productividad.

En marzo se registra el punto más bajo del periodo, con un 89%, situándose apenas un punto por debajo del objetivo.

En términos generales, la serie enero-junio 2025 presenta un promedio que consolida a la compañía en un nivel competitivo, con una productividad laboral alineada con los parámetros de eficiencia definidos en la compañía.



Nota: Elaboración propia con datos suministrados por departamento de producción SAVAL CR.

Figura No. 14 Productividad laboral de enero a junio 2025.

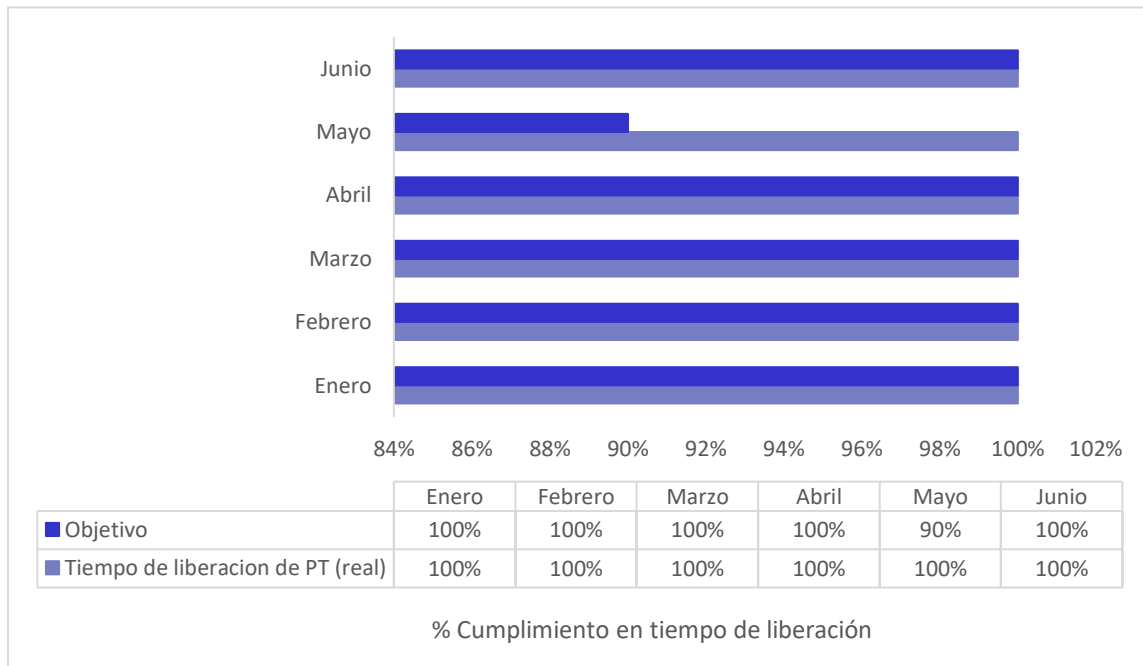
f. Tiempo de liberación de pt:

Mide la duración promedio desde la finalización de la fabricación del producto terminado hasta la liberación oficial del lote por calidad. Refleja eficiencia en procesos analíticos y documentales.

El gráfico de la Figura 15 relativo a “Tiempo de Liberación de PT SAVAL CR” muestra un desempeño altamente confiable, con un cumplimiento del 100% en cinco de los seis periodos evaluados. Este comportamiento refleja una operación confiable en términos de eficiencia del proceso de liberación, garantizando que los lotes de producto terminado estén disponibles en los tiempos comprometidos con las áreas siguientes de la cadena de suministro, que para el caso de SAVAL el objetivo es lograr que los lotes se liberen en un periodo de siete días (*nota: siete días es el tiempo de análisis más extenso y corresponden a la microbiología para las Formas*

Farmacéuticas de los productos “A” y “B”) , después de contar con el total de resultados de análisis. El alineamiento con el objetivo en la mayoría de los meses evidencia control robusto en esta fase crítica.

El análisis de este KPI confirma que el proceso de liberación de producto terminado opera con un alto nivel de confiabilidad, alcanzando estándares que cumplen con las exigencias definidas por SAVAL y esto es un soporte valioso en el alineamiento estratégico de la compañía.



Nota: Elaboración propia con datos suministrados por departamento de Control de Calidad de SAVAL CR.

Figura No. 15 Tiempos de liberación de pt de enero a junio 2025.

g. Porcentaje de productos liberados conformes:

Mide el porcentaje de lotes que cumplen con especificaciones de calidad y son liberados sin desviaciones o retrabajos. Es un indicador clave que respalda la calidad del proceso productivo.

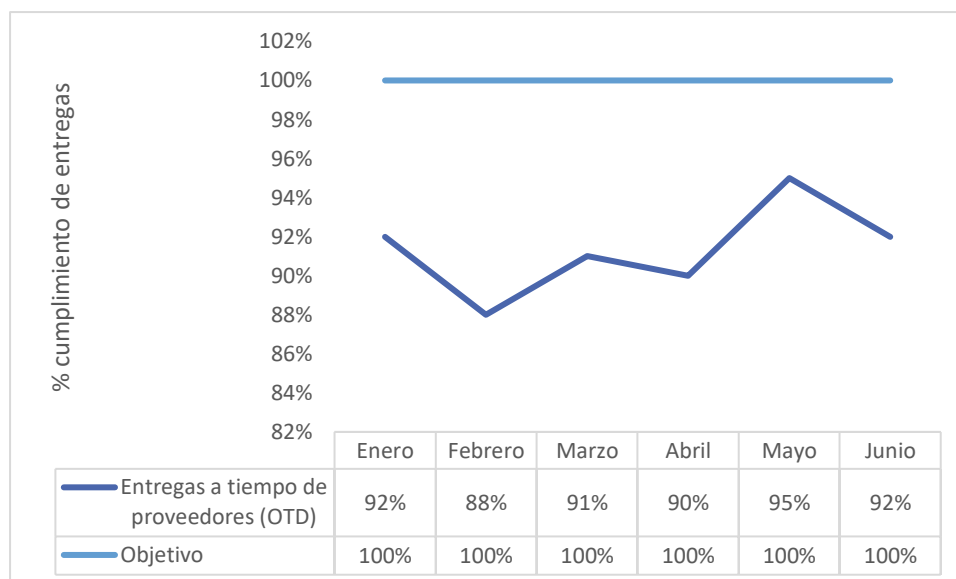


Nota: Elaboración propia con datos suministrados por departamento de Control de Calidad SAVAL CR.

Figura No. 16 Porcentaje de producto liberado conforme de enero 2025 a junio 2025.

h. Entregas a tiempo de proveedores (OTD):

Mide la cantidad de órdenes de compra recibidas de los proveedores en la fecha acordada y por la cantidad acordada. Esto nos permite evaluar la confiabilidad del abastecimiento y reducir el riesgo de faltantes de stock.



Nota: Elaboración propia con datos suministrados por departamento de compras de SAVAL CR.

Figura No. 17 Entrega a tiempo de proveedor (OTD) de enero 2025 a junio 2025.

4.5 Análisis de causa raíz

Se desarrolla un análisis de causa raíz para aquellos KPI's que, de acuerdo con los datos disponibles, se encuentran fuera de cumplimiento. Este análisis se fundamenta en dos herramientas clásicas de la gestión de la calidad. La primera es el diagrama de Ishikawa, creado en la década de 1940 por el ingeniero químico japonés Kaoru Ishikawa y consolidado en los años 60, el cual permite representar gráficamente las posibles causas de un problema y clasificarlas en categorías que facilitan su análisis estructurado. La segunda herramienta es la técnica de los 5 porqués, desarrollada por Sakichi Toyoda en el contexto del Sistema de Producción de Toyota, cuyo propósito es profundizar en las causas de un problema preguntando reiteradamente “¿por qué?” hasta llegar al origen real.

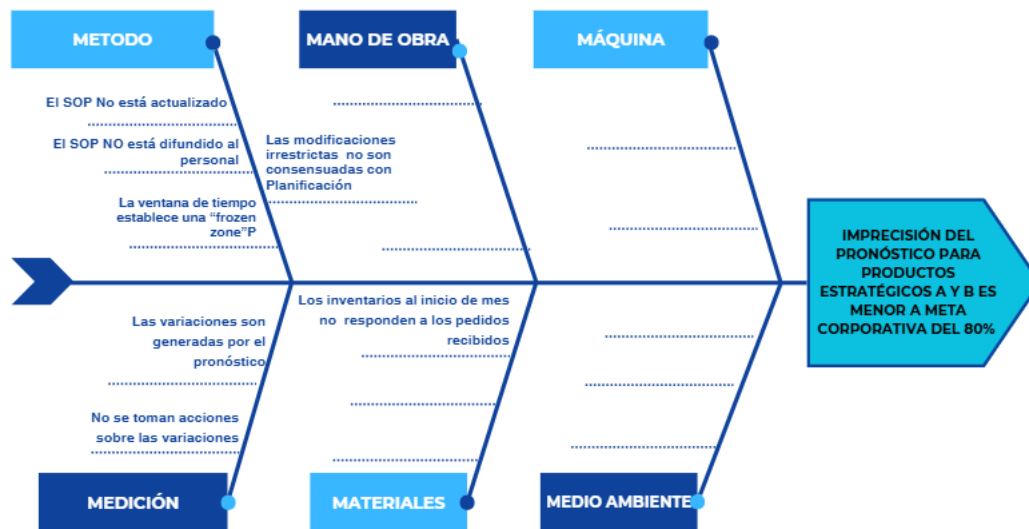
4.5.1 Análisis de ishikawa

a. KPI Precisión del pronóstico de ventas:

En la figura 18 se muestra el diagrama de Ishikawa, el mismo refleja que la baja precisión promedio del pronóstico (75% vs meta corporativa de 80%) no está vinculada principalmente a errores de cálculo del pronóstico, sino a factores estructurales en la gestión del proceso. En la dinámica de lluvia de ideas que se realizó con integrantes de departamentos de comercial, y operaciones, el departamento comercial demostró que había logrado recibir los pedidos pronosticados con una importante cercanía entre los datos para el periodo de enero a junio 2025, lo que demuestra que la variación no proviene de la estimación de demanda en sí, sino de limitaciones en la ejecución y el aseguramiento de inventarios para responder a dicha demanda.

En Método, se identificaron dos puntos críticos; la falta de actualización del procedimiento estándar de operación (SOP) que define cómo calcular el pronóstico, y el uso de un modelo de “demanda irrestricta” que permite modificaciones continuas sin establecer periodos congelados, lo cual genera inestabilidad en la planificación. En Medición, se evidenció que no se toman acciones sistemáticas frente a las variaciones detectadas en la exactitud del pronóstico, lo que impide aprender de los desvíos y corregirlos en ciclos posteriores.

Finalmente, en Materiales el hallazgo fue clave; dado que se evidenció que no se cuenta con inventarios disponibles al inicio de mes para respaldar el pronóstico recibido, lo que provoca que, aun existiendo pedidos proyectados y confirmados, la empresa no logre abastecerlos en un 100%.



Nota: Elaboración propia con información proveniente de dinámica de lluvia de ideas en grupo interdisciplinario

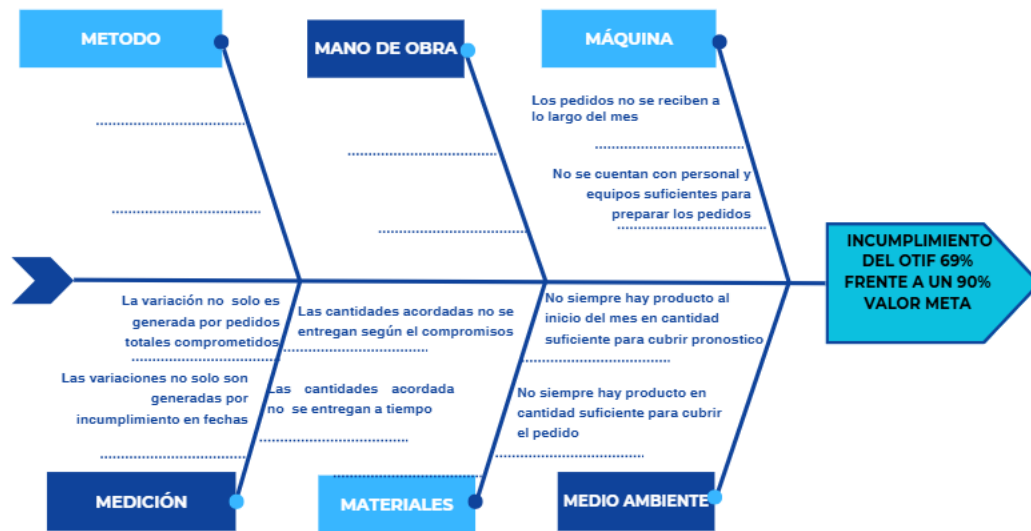
Figura No. 18 Ishikawa imprecisión del pronóstico menor a la meta del 80%

b. Entregas a tiempo y en cantidad completa (OTIF):

El diagrama de Ishikawa de la figura 19 evidencia que los factores que limitan el cumplimiento de OTIF y que lo mantienen debajo de la meta corporativa de 90%. En Método se observa la ausencia de un proceso estandarizado de planificación y despacho: las variaciones no solo provienen de incumplimientos en fechas, sino de una falta de alineación con pedidos totales comprometidos. Esta falta metodológica impide asegurar consistencia entre lo que se planifica y lo que efectivamente se entrega.

En Mano de obra y Máquina se evidencian restricciones operativas. La no entrega oportuna de cantidades comprometidas evidencia carencias en la responsabilidad y en la capacidad de preparación de pedidos. Al mismo tiempo, los pedidos que se reciben a lo largo del mes, sin un sistema de nivelación, saturan al personal y a los equipos, lo que retrasa o fragmenta las entregas. Estas limitaciones impactan directamente la dimensión "On Time" del OTIF. Finalmente, en Materiales se resalta

un problema sistemático, no siempre existe producto suficiente al inicio o durante el mes para responder al pronóstico y a los pedidos comprometidos. Esta falta de inventario base revela una planificación centrada únicamente en demanda bruta, sin construcción de inventarios de seguridad ni mecanismos de amortiguación. En conjunto, los hallazgos muestran que el bajo OTIF no responde a una única causa, sino a la convergencia de falencias metodológicas, operativas y de aseguramiento de inventario.



Nota: Elaboración propia

Figura No. 19 Ishikawa entregas a tiempo y en cantidad completa menor a la meta del 90%

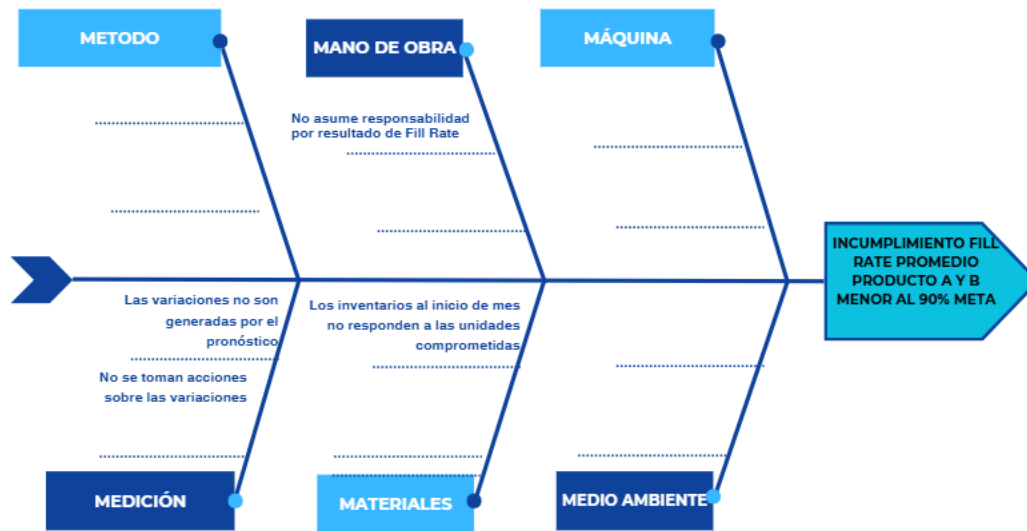
c. Nivel de servicio de inventario (fill rate):

Como se muestra en la figura 20 el diagrama de Ishikawa refleja con claridad que el bajo desempeño del Fill Rate (77 % para producto A y 73 % para producto B frente a la meta de 90 %) no obedece a errores en el cálculo de los pronósticos, sino a una deficiencia estructural en la gestión de inventarios y compromisos de unidades. La dinámica de lluvia de ideas que se realizó con el equipo de trabajo permitió evidenciar que los pronósticos proyectados se cumplen en términos de pedidos recibidos, pero

la falta de disponibilidad de stock al inicio del mes limita la capacidad de respuesta. Esto señala que la raíz del problema está en el abastecimiento físico y no en la planeación estadística.

Desde la categoría de Medición, se observa que las variaciones en Fill Rate provienen de incumplimientos en unidades comprometidas y de la ausencia de acciones correctivas frente a desviaciones detectadas. Asimismo, en Materiales se identificó que la planificación ajusta compromisos en línea con el pronóstico, pero no garantiza inventarios suficientes para cumplirlos. Por último, en Personal se pone de manifiesto una falta de claridad en roles y responsabilidades sobre el indicador, lo que contribuye a una gestión fragmentada del resultado.

En conjunto, el análisis confirma que las causas raíz del incumplimiento están orientadas a la falta de stock disponible y a debilidades en la sincronización de compromisos con el inventario real. Este hallazgo refuerza la necesidad de revisar procesos de planificación de inventarios, clarificar responsabilidades en operaciones y establecer mecanismos de control sobre el cumplimiento de unidades comprometidas, asegurando así que la proyección de la demanda pueda convertirse efectivamente en disponibilidad de producto para el mercado.



Nota: Elaboración propia con información proveniente de dinámica de lluvia de ideas en grupo interdisciplinario

Figura No. 20 Ishikawa incumplimiento fill rate para producto a y b menor a la meta del 90%

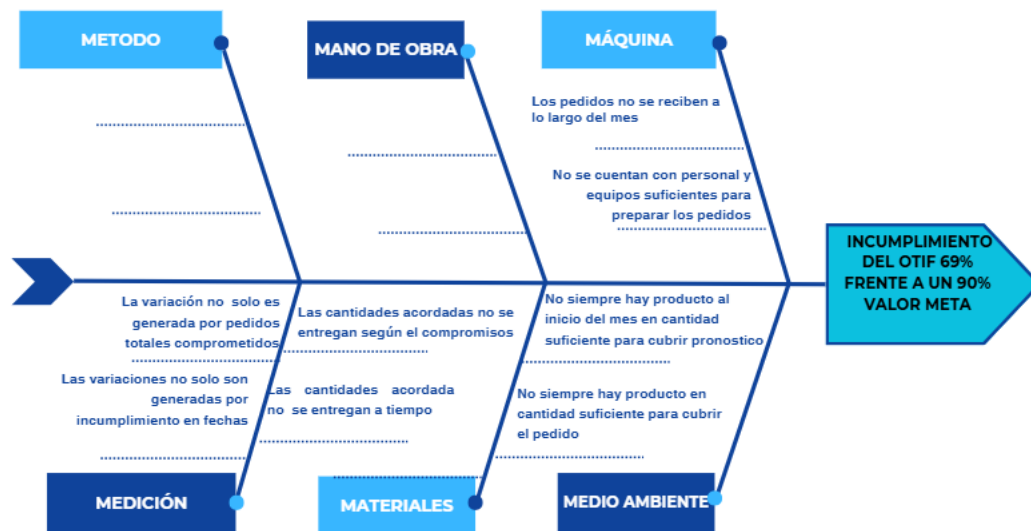
d. Cumplimiento del plan acordado

En la figura 21 se muestra el diagrama de Ishikawa, la matriz de causas raíz refleja que el incumplimiento del plan acordado (78% vs meta 90%) tiene una correlación directa con la falta de integración en la planificación del elemento “capacidad instalada de la planta”. La evidencia muestra que la programación de la planta no se realiza considerando su capacidad real, lo cual genera sobreasignación o subutilización en ciertos equipos. Este desajuste impacta la eficiencia general de la producción y limita el cumplimiento de los volúmenes comprometidos con el mercado.

Otro aspecto crítico es la ausencia de integración de la capacidad instalada en los sistemas de planificación. El hecho de que no se registre ni se utilice este dato al definir planes y secuencias productivas provoca que la programación se base en

supuestos, más que en la capacidad efectiva de fabricación. Este vacío de información dificulta anticipar cuellos de botella, y a la vez genera diferencias recurrentes entre las unidades planificadas y las realmente fabricadas.

Finalmente, se observa que la falta de balance en el uso de la capacidad instalada en los programas de producción limita la flexibilidad operativa. Sin este balance, la empresa no puede distribuir la carga de trabajo de manera equitativa entre equipos y procesos, lo que deriva en incumplimientos de las órdenes comprometidas y una caída del indicador de cumplimiento del plan. En síntesis, el problema no se origina en el pronóstico de la demanda, sino en la desconexión entre la planeación operativa y la capacidad real de los recursos productivos.



Nota: Elaboración propia con información proveniente de dinámica de lluvia de ideas en grupo interdisciplinario

Figura No. 21 Ishikawa incumplimiento del plan acordado menor a la meta del 90%

4.5.2 Análisis de los 5 porqué

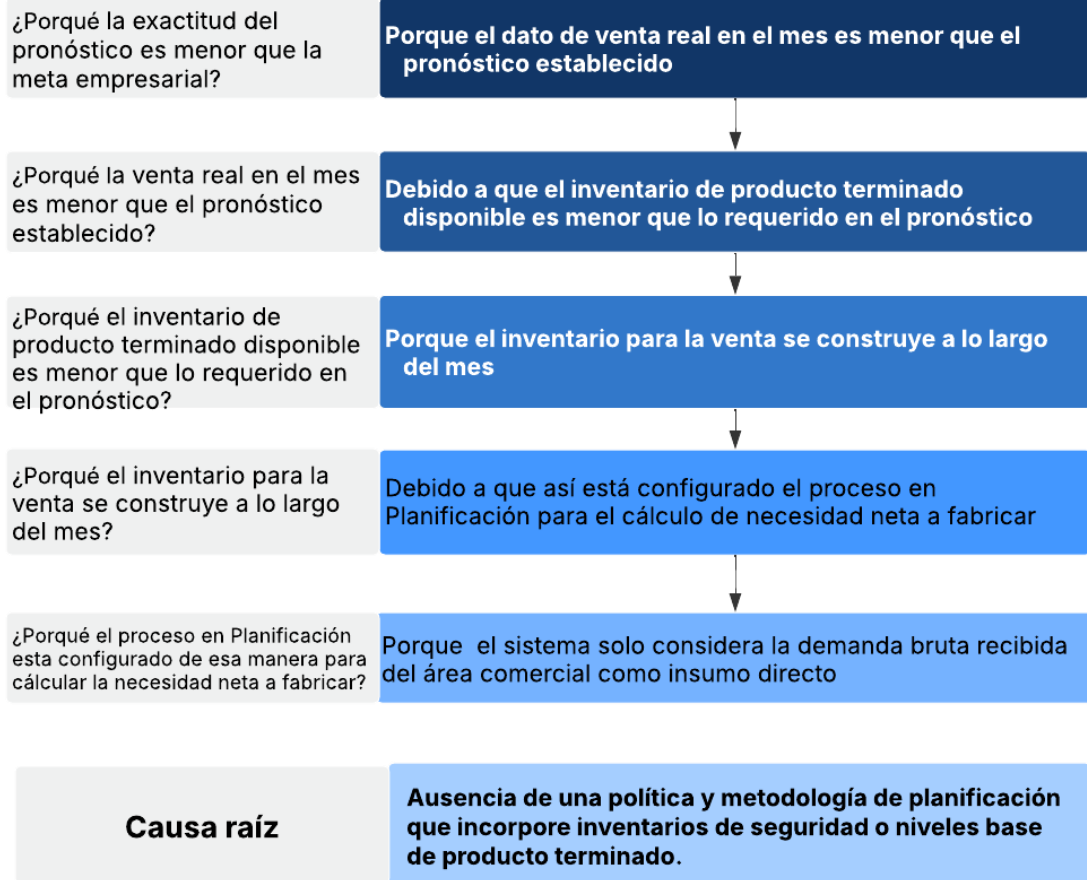
a. Exactitud del pronóstico

La figura 22 muestra el análisis de los 5 porqués aplicado al KPI de la exactitud del pronóstico y revela que la brecha frente a la meta no se origina en fallas del pronóstico en sí mismo, sino en la forma en que el proceso de planificación traduce la demanda en necesidades de fabricación. Con relación al cálculo del pronóstico, los resultados muestran que el proceso de estimación de demanda no representa una brecha en el desempeño del sistema de planificación. En el [apéndice D](#) se presenta una tabla comparativa que entre otros detalles de información incluye evidencia entre el pronóstico generado y los pedidos efectivamente recibidos por parte del área Comercial, donde se evidencia una correlación estable y coherente entre ambas variables.

La secuencia evidencia una cadena lógica de causas que inicia con la diferencia entre la venta real y el pronóstico, la cual se explica por la falta de inventario disponible al inicio del mes, generando un desfase estructural respecto a lo que debería estar en inventario para responder oportunamente al mercado.

El análisis muestra que el inventario de producto terminado se va construyendo progresivamente durante el mes, lo que significa que no se parte de un nivel base de existencias que funcione como amortiguador frente a la demanda proyectada. Esta condición es consecuencia directa de cómo se gestiona el proceso de la planificación, donde la necesidad a construir se calcula únicamente en función de la demanda recibida del área comercial, sin incorporar consideraciones de inventarios de seguridad ni de reposición anticipada. En otras palabras, el sistema asume que todo lo requerido se fabricará a lo largo del periodo, desconociendo la necesidad de iniciar el mes con niveles de inventario alineados al pronóstico.

Problema: Inexactitud de pronóstico de productos estratégicos 75% < 80% meta



Solución: Diseñar e implementar una política de inventarios de seguridad asociada al proceso de planificación de productos estratégicos.

Nota: Elaboración propia

Figura No. 22 5 porqué para KPI de inexactitud del pronóstico.

b. Entregas a tiempo y en cantidad completa (OTIF):

El análisis de los 5 Porqués aplicados al desempeño de OTIF (<90% frente a la meta corporativa) evidencia que la raíz del problema no está en la ejecución logística ni en el

cumplimiento de pedidos, sino en la manera en que se configuran los cálculos dentro del proceso de planificación. La primera evidencia es que la cantidad de producto acordado resulta menor a la comprometida, lo que genera incumplimiento sistemático frente a los clientes y deteriora el indicador.

El análisis muestra que el proceso de planificación trabaja únicamente sobre la necesidad bruta del pronóstico, sin integrar un cálculo de inventario de seguridad que permita cubrir variaciones de consumo, desviaciones en la producción o atrasos en el aprovisionamiento de insumos. Esto provoca que el inventario disponible se construya de forma reactiva, respondiendo únicamente a la reposición de lo consumido, sin generar colchones inventarios preventivos que aseguren la continuidad del suministro.

En última instancia, la ausencia de un proceso aprobado para calcular inventarios de seguridad se identifica como la causa raíz. Esta condición impide que el modelo de planificación garantice un respaldo frente a incertidumbres, generando brechas recurrentes entre lo comprometido y lo entregado. En términos de gestión de la cadena de suministro, el problema no es de cálculo puntual sino de política y diseño del proceso, lo que demanda una revisión integral para alinear la planificación con las prácticas de servicio al cliente que exige la industria farmacéutica.



Nota: Elaboración propia

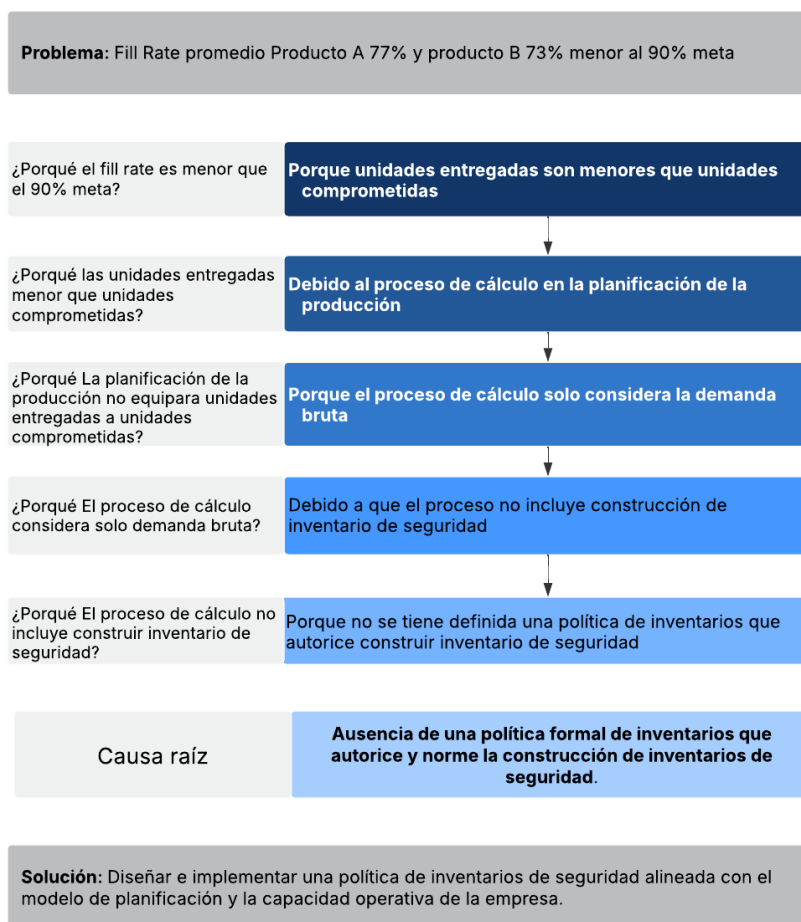
Figura No. 23 5 porqué para KPI de OTIF menor al 90% meta

c. Nivel de servicio de inventario (fill rate):

En la figura 24 se muestra la aplicación de los 5 Porqués sobre el Fill Rate promedio, la aplicación de esta técnica evidencia que la causa raíz del bajo desempeño no se encuentra en el pronóstico de la demanda, sino en el diseño mismo del proceso de

planificación y en la ausencia de políticas de inventario. La primera observación crítica es que las unidades entregadas resultan sistemáticamente menores que las comprometidas, lo cual revela una brecha estructural entre lo que se promete y lo que realmente puede ser abastecido. Este desfase se origina en la forma en que el proceso de cálculo traduce la demanda proyectada en órdenes de producción, sin integrar mecanismos que aseguren la disponibilidad real de producto terminado al inicio de cada periodo.

Adicionalmente el análisis muestra que el modelo de planificación actual trabaja únicamente con demanda bruta, dejando de lado la construcción de inventarios de seguridad que permitan absorber variaciones o atrasos en el abastecimiento. Esta omisión provoca que la empresa opere sin inventarios de seguridad que respalden el cumplimiento de pedidos, reduciendo su capacidad de respuesta ante fluctuaciones o imprevistos. En consecuencia, se evidencia que la brecha en el Fill Rate responde directamente a una debilidad metodológica; la inexistencia de una política de inventarios que autorice y norme la creación de stock de seguridad.



Nota: Elaboración propia

Figura No. 24 5 porqué para KPI fill rate producto a y b menos al 90% meta

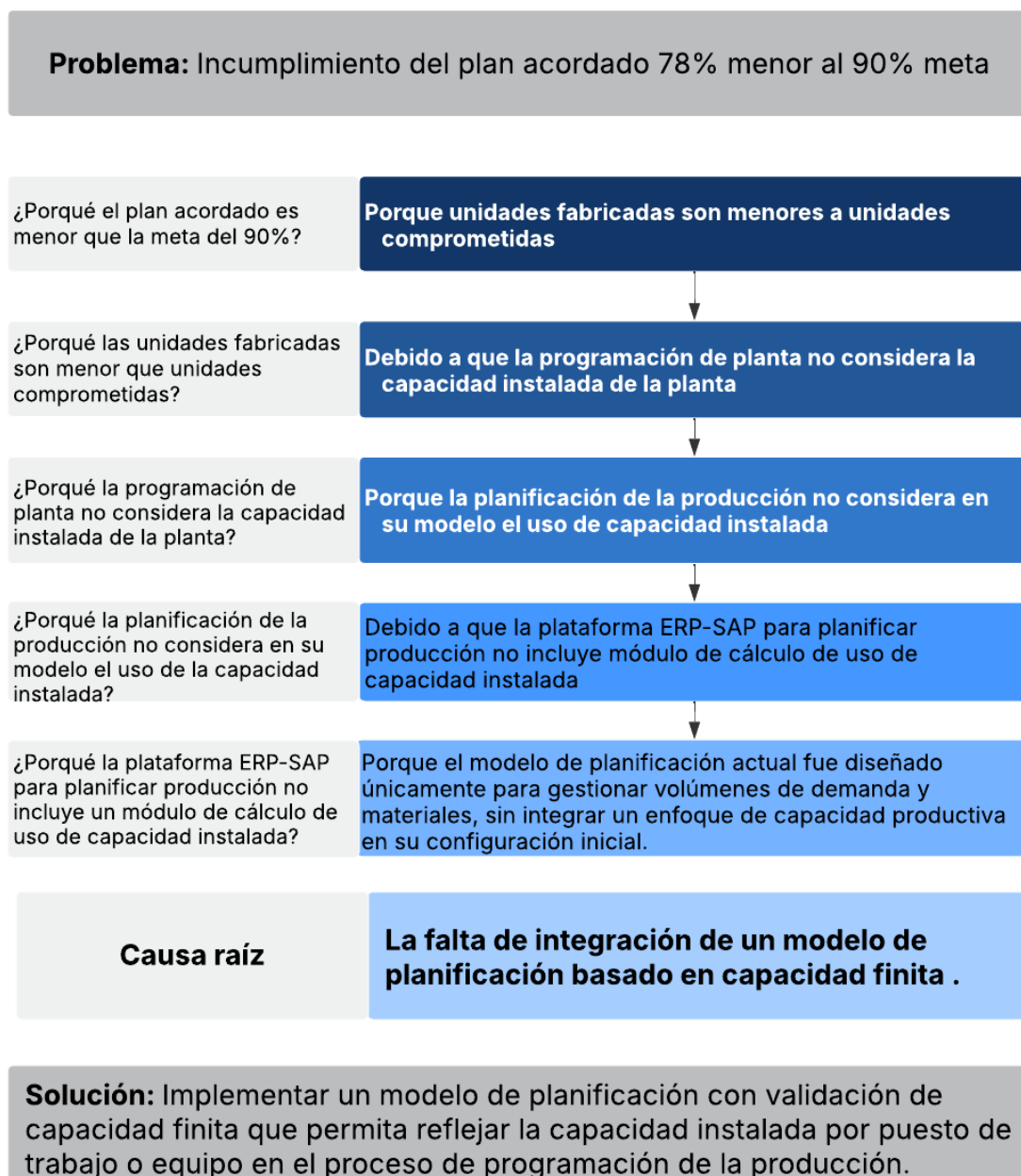
d. Cumplimiento del plan acordado

En la figura 25 se detalla el análisis de los 5 Porqués aplicados al resultado del KPI de cumplimiento del plan acordado, con un desempeño del 78% frente a la meta del 90%, el análisis muestra que el problema central no radica en la ejecución de los compromisos de producción, sino en la manera en que la capacidad instalada de la planta se incorpora o más bien, se omite incorporar dentro del modelo de planificación. El primer hallazgo es que las unidades fabricadas terminan siendo

menores que las comprometidas, lo que genera una brecha directa entre lo planificado y lo ejecutado.

La causa de fondo identificada es que la programación de planta se realiza sin considerar de manera efectiva la capacidad instalada, lo que provoca que las órdenes asignadas no puedan completarse dentro de los plazos requeridos. Este desfase se refleja en que el inventario disponible para la venta se construye de manera gradual a lo largo del mes, impidiendo que los pedidos comprometidos estén listos en el momento esperado. El problema no está en la demanda ni en la disponibilidad de materiales únicamente, sino en la ausencia de una validación real de capacidad al momento de estructurar el plan.

Finalmente, la raíz del incumplimiento se vincula a una limitación del sistema ERP-SAP, que no cuenta con el módulo de cálculo de uso de capacidad instalada activado por puesto de trabajo o equipo. Esto obliga a que la planificación opere bajo un supuesto de capacidad infinita, lo cual no refleja la realidad operativa de la planta. En consecuencia, la falta de integración entre el plan de producción y la capacidad real de los recursos físicos se traduce en un incumplimiento sistemático de las metas, debilitando tanto la eficiencia interna como la confiabilidad del sistema de abastecimiento.



Nota: Elaboración propi

Figura No. 25 5 porqué para KPI de plan acordado menor a la meta del 90%

4.6 Caracterización del proceso

La caracterización de un proceso consiste en describir de manera detallada y ordenada las actividades, entradas, salidas, responsables y controles que lo conforman, con el propósito de comprender su funcionamiento y evaluar su desempeño frente a los objetivos organizacionales. Esta herramienta permite identificar fortalezas, debilidades y oportunidades de mejora dentro de la gestión operativa. En el caso de SAVAL CR, a partir del análisis de causa raíz se determinó que las principales limitaciones se concentran en el proceso de planificación, por lo que se procederá a su caracterización, con el fin de contar con una visión clara de su estructura y sus puntos críticos.

4.6.1 Descripción del proceso

El proceso de planificación en SAVAL CR inicia formalmente con la reunión mensual de alineamiento entre el área comercial y planificación. En esta reunión, el área comercial entrega a planificación un archivo en Excel con el pronóstico de la demanda irrestricta para los SKUs del portafolio de SAVAL CR, esa sesión da como resultado un pronóstico aceptado por planificación, o rechazado cuando al revisar la data se encuentra inconsistencias en el SKU en el cual vienen el requerimiento, o si la cantidad pedida es muy pequeña contra la posibilidad de fabricación según definición de lote de producción con que se cuente para el producto, en el 98% de las ocasiones el pronóstico se acepta. Este pronóstico aceptado constituye la base sobre la cual se estructura posteriormente la planificación y todo el proceso de abastecimiento. Cabe señalar que el pronóstico recibido representa únicamente la demanda bruta, sin incorporar ajustes por inventarios disponibles ni contemplar inventarios de seguridad que permitan amortiguar variaciones o faltantes en la ejecución.

Con la aceptación del pronóstico, el departamento de planificación carga la demanda en SAP y lo hace como órdenes previsionales. Estas órdenes se convierten en el insumo principal para la corrida del MRP (Material Requirements Planning), que explota las necesidades de insumos para garantizar su posterior fabricación (APIs, excipientes y diversos materiales de empaques). El sistema determina qué materiales se requieren comprar, y en qué fechas,

considerando el lead time definido por proveedor y LT de tránsito según sea la elección de este (aéreo, marítimo, terrestre). A partir de esta información y de la demanda aceptada, planificación procede a emitir las SOLPED (solicitudes de pedido) en SAP para todo aquello que así lo requiera, y que son el insumo base fundamental para el área de compras, quien debe gestionar el aprovisionamiento correspondiente.

Un punto importante para resaltar es que la explosión de materiales en SAP se ajusta a los tamaños de lote de fabricación predefinidos (por eso esta consideración se valida en la reunión de recepción del pronóstico). Estos tamaños están determinados por las restricciones de Buenas Prácticas de Manufactura (GMP) y las capacidades físicas de los equipos productivos. Lo anterior es mandatorio y obliga a planificar en múltiplos de lote mínimo, esto hace que para un producto A por ejemplo dependiendo de su tamaño de lote y de la demanda se requieran en el mes más de un lote para satisfacer la necesidad, y cada fabricación requiere no solo del consumo de tiempo de operación sino, de un tiempo importante de preparación y limpieza del área(esto forma parte del recurso productivo necesario para la ejecución de cada orden), en la industria farmacéutica este tiempo es del al rededor del 40% del tiempo de operación.

Con base en la demanda proyectada y el lead time de aprovisionamiento, el área de planificación desarrolla el Plan Maestro de Producción (MPS) y la programación de planta. Dicho plan define qué productos fabricar, en qué cantidades (tomando en cuenta únicamente la demanda bruta sin considerar recuperación de inventarios ni inventarios de seguridad, y ajustándose al tamaño de lote para cada SKU), y en qué periodos, para posteriormente ser transferido a producción como órdenes de fabricación. En este punto es valioso comentar que, aunque SAP dispone de rutas de producción que describen los equipos (puesto de trabajo en SAP), procesos unitarios y tiempos estándar asociados a cada SKU, no existe una herramienta de validación de capacidad instalada real por puesto de trabajo, lo que el área de producción tiene y comparte para este punto es la disposición de turnos de trabajo y un histórico de tiempos por equipo. En consecuencia, la secuenciación del plan se realiza sin verificar la ocupación efectiva de los recursos productivos y se parte del supuesto de que se puede ejecutar el plan que se comparte.

Durante la priorización de la secuencia de fabricación, el área de planificación establece el orden de ejecución en Excel para cada orden de proceso, pero lo hace sin integrar restricciones reales de capacidad, si no, dándole peso únicamente al volumen de unidades que por demanda se solicitan y la disponibilidad de tiempo productivo por mes y semana (turnos de trabajo). La consecuencia es que la programación se limita a satisfacer los pedidos proyectados, sin generar colchones de inventario que permitan mitigar variaciones de mercado o atrasos en el abastecimiento de insumos.

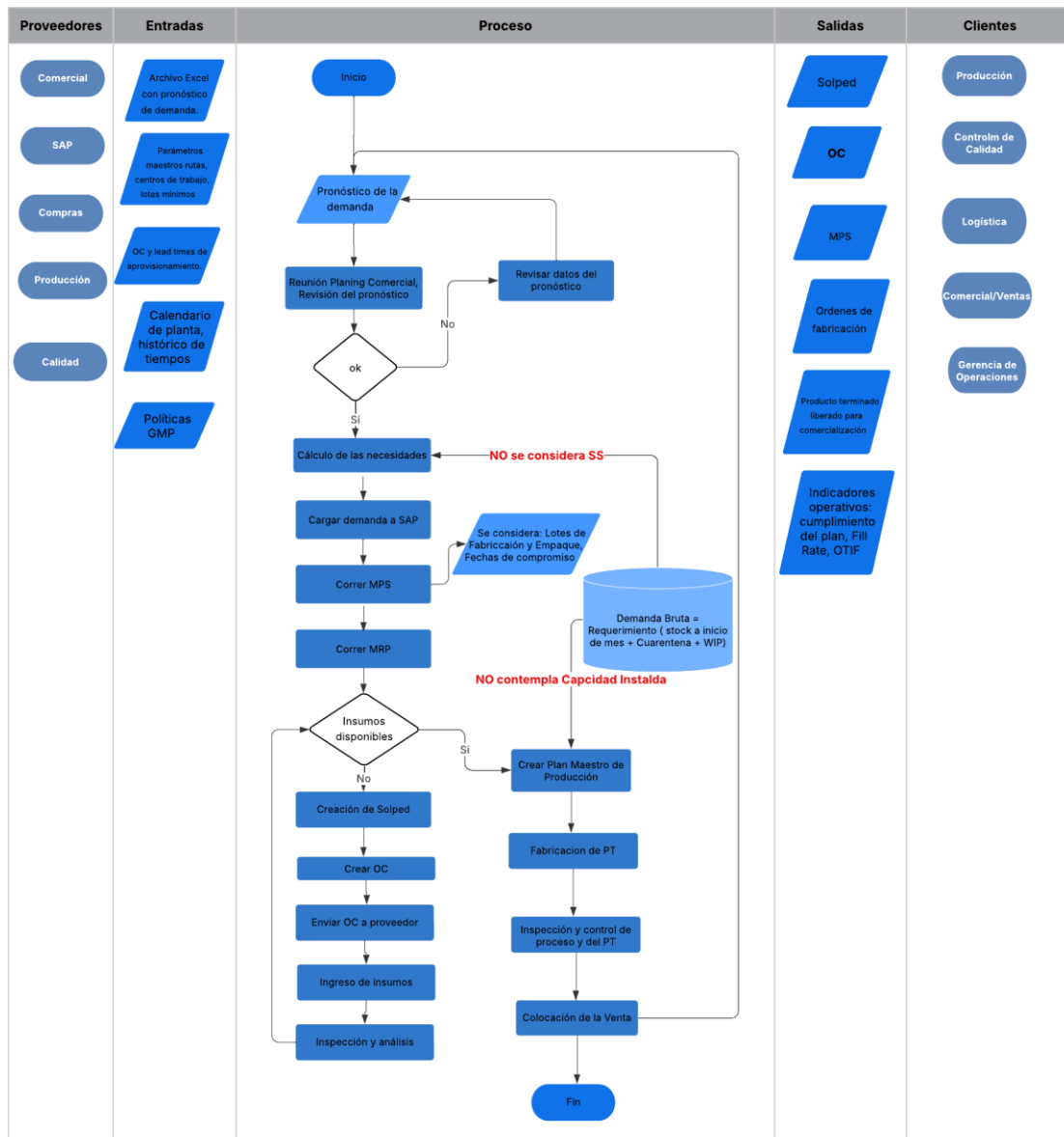
Finalmente, con la apertura de las órdenes de fabricación en SAP, la planta asume la ejecución bajo la premisa de que la capacidad será suficiente.

Para cada orden de fabricación se emite un registro de proceso o *batch record* (documento físico), en el cual se documenta y controla en planta el avance de cada etapa, conforme a lo establecido por las Buenas Prácticas de Manufactura (GMP). Este registro se complementa con los resultados de los análisis realizados en los puntos de control definidos para cada producto, de acuerdo con lo estipulado en las farmacopeas oficiales (USP, EP, BP) y en la normativa del Ministerio de Salud de Costa Rica. El área de Control de Calidad se encarga de integrar y validar estos resultados dentro del registro, conformando el paquete documental del lote. Este paquete no solo constituye un requisito regulatorio de cumplimiento obligatorio, sino que también es el insumo esencial que, una vez concluidos los análisis finales, permite al departamento de calidad decidir la liberación del lote para su comercialización o, en caso contrario, su rechazo.

Finalmente, la última fase del proceso de planificación contempla que, tras la liberación del producto terminado por parte de control de calidad, se le dé seguimiento hasta su ingreso al almacén, quedando disponible para atender los pedidos que motivaron la apertura de la orden de fabricación. La caracterización de este proceso de planificación puede apreciarse en [apéndice C](#).

4.6.2 Diagrama SIPOC de la caracterización del proceso

En la figura No 26, se presenta el SIPOC de la caracterización del proceso de planificación, con un flujograma del proceso que permite visualizar de forma detallada cada una de las etapas que en él ocurren y los productos que genera este proceso.



Nota: Elaboración propia

Figura No. 26 Diagrama SIPOC de la caracterización del proceso de planificación

4.7 Impacto económico

Es esencial dimensionar las consecuencias del incumplimiento en la cadena de abastecimiento. Más allá de los indicadores de desempeño que evidencian brechas frente a las metas establecidas, resulta necesario cuantificar la pérdida en términos de ventas no realizadas durante el periodo en análisis como consecuencia directa de entregas incompletas o fuera de tiempo, necesario comentar además, que el impacto económico no solo se refleja en la disminución de ingresos por unidades no colocadas en el mercado, sino que además se traduce en un efecto cualitativo de gran relevancia como lo es la erosión en la confianza y prestigio de la compañía. La falta de cumplimiento sostenido compromete la percepción de confiabilidad frente a clientes y distribuidores, debilitando la competitividad y la capacidad de sostener relaciones comerciales a largo plazo.

En el siguiente cuadro podemos observar en resumen el impacto económico cuantitativo del incumplimiento en el abastecimiento durante el último semestre, reflejando pérdidas en ventas, utilidades y costos adicionales asociados a la operación. mayor detalle [apéndice D.](#)

Cuadro No 4 Resumen pérdidas y costos adicionales en la operación de enero a junio 2025

Tipo de Impacto	Producto A	Producto B	Total
Ventas Perdidas	\$702,212	\$118,536	\$820,748
Utilidad Perdida	\$269,989	\$46,591	\$316,581
Pago de Horas Extras	\$1,938	\$1,497	\$3,435
Total pérdida	\$704,150	\$120,033	\$824,183

Nota: Elaboración propia con datos suministrados por el departamento Financiero de SAVAL CR.

a. Impactos Cuantitativos

El desempeño deficiente en Fill Rate y el incumplimiento del plan de producción generan una pérdida económica directa significativa en el semestre analizado. La tabla evidencia que las ventas perdidas ascienden a \$820,748, siendo el producto A el de mayor impacto (\$702,212), lo cual refleja su peso estratégico en el portafolio de

SAVAL CR. Esta pérdida en ventas se traduce en una utilidad no percibida de \$316,581, cifra que compromete la rentabilidad global del negocio y limita la capacidad de reinversión en operaciones críticas. Adicionalmente, el pago de horas extras (\$3,435), aunque marginal frente a las magnitudes anteriores, representa un costo asociado a la ineficiencia y a la necesidad de compensar desviaciones en la planificación ([ver apéndice E](#)). Este sobrecosto, además, impacta de forma directa el presupuesto de gastos de la compañía e incrementa el costo de la mercancía vendida, reduciendo el margen real percibido por unidad comercializada.

En conjunto, estos datos cuantitativos reflejan cómo la falta de sincronización entre el aprovisionamiento y la ejecución de la producción afecta directamente la generación de valor económico. Más allá de la pérdida inmediata de ingresos, los números revelan un costo de oportunidad considerable, ya que la demanda del mercado existía, pero no fue capitalizada debido a los faltantes de inventarios y a limitaciones en la ejecución operativa.

b. Impactos cualitativos

Los efectos cualitativos amplían el impacto económico y se relacionan directamente con la pérdida de prestigio y confianza de los clientes. Durante el semestre elegido para el desarrollo de este trabajo se registraron reclamos formales que evidencian el deterioro de la relación con distribuidores:

- Una carta de reclamo de un distribuidor por pérdidas superiores a \$100,000, atribuibles a faltantes de producto.
- Un reclamo por \$4,500 por cancelación de un evento de fidelización, donde el distribuidor responsabiliza a la compañía por los costos incurridos debido a la falta de disponibilidad.
- Una reducción en los pedidos de febrero 2025 por parte del mayorista más importante, por continuos incumplimientos en entrega, amenazando con que, de continuar este comportamiento, sustituirá el producto A en sus “anaqueles de máxima exhibición” por otro similar, pues, según se indica en la carta “a

pesar de la alta demanda y excelente calidad, la continua ruptura de inventario lo hace perder ventas y credibilidad ante sus clientes minoristas”.

Estos eventos demuestran que el impacto trasciende lo financiero inmediato, afectando la posición competitiva y el valor de marca. La amenaza de sustitución de productos estratégicos en puntos clave de venta constituye un riesgo crítico, ya que compromete la presencia en el mercado y la confianza del canal de distribución. La evidencia muestra que la problemática no solo erosiona ingresos, sino también la credibilidad de la compañía frente a clientes estratégicos, poniendo en riesgo la sostenibilidad del negocio en el mediano plazo.

4.8 Conclusiones del diagnóstico de la situación actual

Luego de desarrollar el proceso de diagnóstico de la situación actual de abastecimiento de los dos productos estratégicos, se identificaron las principales debilidades operativas y de planificación que limitan el cumplimiento de los indicadores clave de desempeño y afectan la continuidad del suministro.

- a.** El diagnóstico integral del proceso de planificación y abastecimiento evidenció que SAVAL Costa Rica no cuenta con un modelo estructurado que articule de manera sistémica las actividades de pronóstico, planificación, programación, abastecimiento, control de calidad y validación de disponibilidad, esta ausencia de un marco único provoca desalineaciones entre áreas, variabilidad en el cumplimiento de los planes, dificultades para anticipar restricciones operativas, y finalmente niveles de servicio inferiores a la meta corporativa.
- b.** Los datos de los indicadores Fill Rate, OTIF y FA señalan que es la falta de producto disponible para la venta la principal explicación para bajo desempeño respecto a la meta corporativa.
- c.** El “focus group” entre personal de comercial, planificación, producción, logística - compras y lab de Calidad determinó, por medio de sesiones de “tormenta de ideas”, las causas raíz de la falta de disponibilidad de producto terminado, señalando principalmente al proceso de planificación.

- d. La mesa técnica instalada principalmente con colaboradores de planificación de producción evaluó el flujograma del proceso y su caracterización, llegando a identificar que la falta de una política de inventarios aprobada y en consecuencia, la ausencia de un inventario de seguridad autorizado es la que influye en el cálculo de la demanda neta a fabricar.
- e. Al no construirse inventario de seguridad mes a mes deriva en continuos faltantes de producto pues básicamente en lugar de tener un proceso Make To Stock (reponer el inventario basado en un pronóstico) prácticamente se ha caído en un proceso Make To Order para los productos estratégicos seleccionados para este estudio.
- f. En adición y siguiendo el mismo proceso antes descrito, pero ahora aplicado para el bajo desempeño en el indicador de cumplimiento del plan acordado, se concluye que, a pesar de que se sustenta la fabricación de productos, con protocolos de producción y empacados certificados y validados con tiempos y recursos definidos, el proceso de planificación no incluye en su etapa de análisis de la carga productiva y en la programación de planta, el cálculo de uso de capacidad instalada.
- g. La etapa de diagnóstico también reveló algunas otras oportunidades de mejora entre las que tenemos:
- Necesidad de actualizar y difundir el SOP para el cálculo del pronóstico de la demanda
Actualmente el procedimiento estándar (SOP) que guía la elaboración y validación del pronóstico de la demanda no está actualizado ni ha sido debidamente comunicado a todas las áreas involucradas. Esto genera discrepancias en los criterios utilizados para consolidar la demanda, disminuyendo la precisión y la uniformidad en el flujo de información hacia planificación. Una actualización y difusión efectiva del SOP garantizaría que comercial, planificación y logística trabajen bajo parámetros homogéneos y alineados.
 - Falta de personal y recursos suficientes para preparación de pedidos. Se evidenció que no siempre se cuenta con dotación completa de mano de obra y

equipos para procesar los pedidos de forma oportuna. Esto afecta directamente la capacidad de respuesta en planta y genera retrasos en la liberación de producto terminado.

- Extensos Lead Times de aprovisionamiento y situaciones externas a la compañía Los tiempos de entrega prolongados para materias primas críticas y materiales de empaque, que en algunos casos superan los 150 día limitan la capacidad de reacción del área de planificación frente a variaciones en la demanda. Estos LT, combinados con factores externos como retrasos aduaneros o disponibilidad de transporte internacional, ocasionan incumplimientos en la llegada de insumos, comprometiendo directamente la ejecución del plan maestro de producción y el nivel de servicio al cliente.

Más por el impacto cuali -cuantitativo de las dos principales causas:

- No incluir en los planes de producción la construcción de inventario de seguridad (por la falta de una política de inventarios aprobada) y,
- No considerar en la fase de análisis del plan y programación de planta el uso de capacidad instalada

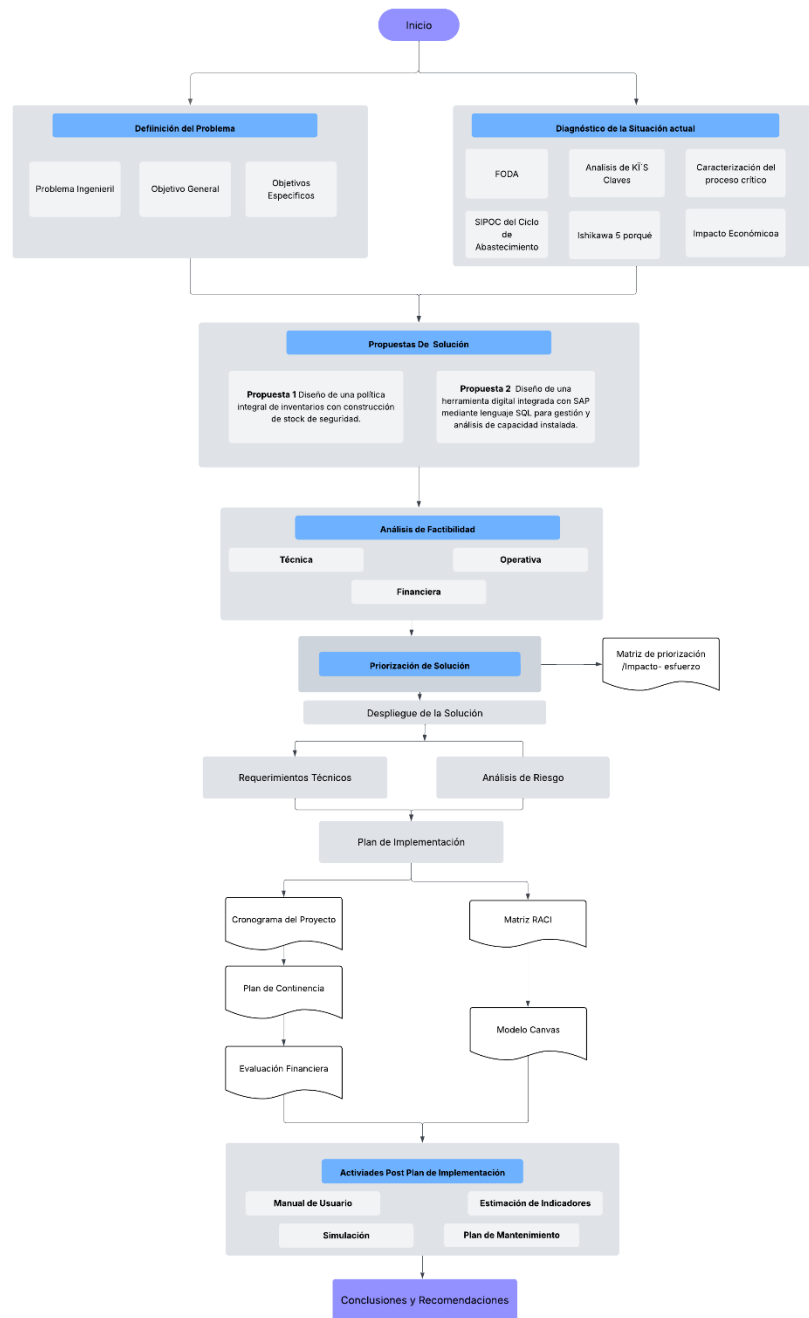
Se decide enfocar el trabajo a la propuesta de solución a estos dos principales problemas.

5 SOLUCION AL PROBLEMA PLANTEADO

PROPUESTAS DE SOLUCION

Como respuesta al problema planteado, se desarrollarán en este capítulo, el planteamiento de dos propuestas de solución. Estas resuelven, desde diferentes ópticas, la situación establecida en la introducción y justificación de este documento, sobre la problemática que enfrenta actualmente la compañía SAVAL CR. A continuación, se adjunta un diagrama ingenieril que resume las propuestas a desarrollar:

5.1 Esquema ingenieril de las soluciones planteadas



Nota: Elaboración propia.

Figura No. 27 Esquema ingenieril de la etapa de solución

5.2 Declaración y diseño de las soluciones planteadas

a. Propuesta 1: Diseño e implementación de una política integral de inventarios con construcción de stock de seguridad.

La primera propuesta propone el desarrollo e implementación formal de una política de inventarios para SAVAL CR, que establezca los lineamientos técnicos desde la perspectiva de Cadena de Abastecimiento para la definición, cálculo y mantenimiento del stock de seguridad por SKU estratégico. Esta política integrará, entre otras, las variables de rotación, lead time de aprovisionamiento, demanda promedio, variabilidad de consumo y nivel de servicio esperado, de modo que se construya un modelo cuantitativo que respalde la toma de decisiones de planificación.

b. Propuesta 2: Diseño de una herramienta automatizada integrada con SAP para gestión y análisis de capacidad instalada.

La segunda propuesta plantea el desarrollo de una herramienta digital que permita calcular la capacidad instalada de planta y simular escenarios de carga productiva. La aplicación, programada con lenguaje SQL y conectada al sistema SAP, extraerá información maestra de rutas, centros de trabajo, tiempos estándar, tamaño de lote y equipos, permitiendo modelar distintos escenarios de producción para validar la factibilidad de los planes antes de su ejecución.

5.3 Análisis de factibilidad de las soluciones

En el siguiente análisis se abordarán los aspectos técnicos, operativos y financieros de las dos soluciones planteadas para poder definir la mejor solución al problema identificado, considerando los recursos disponibles y la aplicabilidad en el contexto actual de SAVAL CR. El siguiente cuadro muestra en resumen las dos propuestas planteadas y que serán sometidas a evaluación.

Cuadro No 5 Propuestas de solución

	1	2
Alternativa	Diseño e implementación de una política integral de inventarios con construcción de stock de seguridad.	Diseño de una herramienta automatizada integrada con SAP para gestión y análisis de capacidad instalada.
Desarrollo	Establecimiento de una política formal para definir parámetros técnicos de inventario y cálculo del stock de seguridad por SKU, considerando demanda, lead time, caducidad y nivel de servicio.	Creación de una herramienta conectada a SAP mediante SQL que simule escenarios de carga productiva y valide la capacidad instalada antes de liberar el plan de producción.
Personal/Equipos	Interno con soporte externo: planificación, producción, logística y control de calidad.	Interno con apoyo de TI y soporte externo para programación SAP-SQL.
Costos	Moderados: tiempo de personal y capacitación, acarreo de Inventarios.	Medios: desarrollo e integración tecnológica.
Implementación	8 a 10 semanas.	10 a 16 semanas.

Nota: Elaboración propia.

A continuación, se desglosan cada uno de los aspectos sometidos a análisis y una matriz de evaluación para cada uno de ellos contemplando la siguiente escala de evaluación.

Cuadro No 6 Escala de evaluación de análisis técnico, operativo y financiero

Si	Parcialmente			No
5	4	3	2	1

Nota: Elaboración propia.

a. Análisis técnico

Este análisis busca determinar el nivel de cumplimiento técnico de cada propuesta respecto a los requerimientos normativos, tecnológicos y de integración con los sistemas internos de SAVAL CR, garantizando la continuidad operativa y la confiabilidad del proceso productivo.

Cuadro No 7 Análisis técnico de propuesta de solución

Análisis Técnico	1	Riesgo.	2	Riesgo
	Diseño e implementación de una política integral de inventarios con construcción de stock de seguridad.		Diseño de una herramienta digital integrada con SAP para gestión y análisis de capacidad instalada.	
Compatibilidad con sistema SAP y entorno corporativo.	4	Medio	5	Bajo
Cumplimiento de lineamientos GMP y SOPs.	4	Medio	5	Bajo
Requerimiento de validación ante auditorías.	3	Medio	5	Bajo
Integración con módulos de planificación existentes.	3	Medio	5	Bajo
Impacto sobre los procedimientos validados actuales.	4	Medio	5	Bajo
Nivel de soporte técnico requerido.	3	Medio	3	Medio
Grado de automatización y trazabilidad.	4	Bajo	5	Bajo
Dependencia de proveedores externos.	5	Bajo	3	Medio
Capacidad de actualización y mantenimiento.	3	Medio	5	Bajo
Cumplimiento de regulaciones farmacéuticas.	4	Bajo	5	Bajo
Puntuación	37		46	

Nota: Elaboración Propia

En términos técnicos, la propuesta con mayor viabilidad es la propuesta 2: Diseño de una herramienta digital integrada con SAP para gestión y análisis de capacidad instalada, debido a que aprovecha la infraestructura tecnológica ya validada por la corporación, asegurando compatibilidad con los módulos MRP y rutas de producción certificadas bajo GMP. Su desarrollo requiere una intervención controlada dentro del entorno SAP, sin alterar los procedimientos validados de manufactura, lo que reduce el riesgo de no conformidades regulatorias y mantiene la trazabilidad completa del proceso.

Por otro lado, la propuesta 1: Política integral de inventarios con stock de seguridad, aunque técnicamente viable, demanda una actualización documental del sistema de calidad, validaciones de los nuevos procedimientos y su registro ante las auditorías corporativas y regulatorias, lo que introduce un riesgo medio en la fase de implementación inicial. Además, requiere coordinación entre múltiples áreas y parametrización en SAP para el cálculo automático de stocks mínimos, lo que eleva la complejidad técnica.

b. Análisis operativo

El análisis operativo tiene como propósito evaluar la eficiencia, adaptabilidad y alineación de cada propuesta con los procesos actuales de SAVAL CR. Se

consideraron factores como la estandarización de procedimientos, nivel de integración tecnológica, tiempo de respuesta, flexibilidad operativa y requerimientos de implementación.

Cuadro No 8 Análisis operativo de las propuestas de solución

Análisis Operativo	1	Riesgo.	2	Riesgo
	Diseño e implementación de una política integral de inventarios con construcción de stock de seguridad.		Diseño de una herramienta digital integrada con SAP para gestión y análisis de capacidad instalada.	
Sistemas de control e integración con SAP.	3	Medio	5	Bajo
Procedimientos estándar de operación y seguimiento.	4	Bajo	5	Bajo
Automatización del proceso de planificación y programación.	3	Medio	5	Bajo
Disponibilidad de datos en tiempo real para decisiones operativas.	3	Medio	5	Bajo
Capacidad de coordinación entre planificación, producción y logística.	4	Medio	5	Bajo
Personal capacitado para uso de herramientas digitales.	4	Medio	4	Medio
Tiempo de respuesta ante incidencias o reprogramaciones.	4	Medio	5	Bajo
Flexibilidad para simular escenarios productivos.	3	Medio	5	Bajo
Capacidad instalada y balance de carga productiva.	3	Medio	5	Bajo
Tiempo estimado de implementación.	4	Medio	3	Medio
Puntuación	35		47	

Nota: Elaboración propia

El resultado del análisis evidencia que la propuesta 2 alcanza una mayor puntuación y con ello se perfila como mejora opción ante la propuesta 1.

Esto confirma que, operativamente, la herramienta digital integrada con SAP es la más robusta y sostenible, ya que proporciona visibilidad completa sobre la capacidad instalada, optimiza la programación de planta, y mejora la coordinación interdepartamental mediante datos en tiempo real. Y como se demostró en el diagnóstico de la situación actual realizado, el proceso de la planificación carece una herramienta que le permita cubrir esta necesidad.

Su implementación fortalecerá el cumplimiento del plan de producción y la disponibilidad de producto terminado, reduciendo la dependencia de ajustes manuales y los errores derivados de la falta de trazabilidad.

c. Análisis financiero

El objetivo en este apartado es identificar los costos de cada una de las propuesta de solución propuestas. Se ha considerado para ello tanto los costos de implementación como los costos operativos mensuales y el riesgo financiero asociado a cada una.

Para este cálculo se estimaron costos de las áreas internas de planificación, producción logística y T.I, de SAVAL CR. Los resultados se resumen en el siguiente cuadro.

Cuadro No 9 Análisis de costos de propuestas de solución

Rubro	Propuesta 1.		Propuesta 2.	
	Costos de Implementación (\$)	Costos Mensuales (\$)	Costos de Implementación (\$)	Costos Mensuales (\$)
Salarios y beneficios (equipo de planificación y soporte).		\$3 150		\$3 150
Cargas sociales (26.67%)		\$840		\$840
Inducción y capacitación interna	\$2 000		\$2 000	
Desarrollo de funcionalidad de utilización de Inventario de seguridad en SAP	\$10 000			
Desarrollo de herramienta digital SAP-SQL			\$25 000	
Plataforma colaborativa o herramienta digital desarrollada	\$500		\$500	
Integración SAP-SQL y licencias técnicas de conexión			\$500	\$200
Soporte técnico T.I. y mantenimiento del sistema				\$750
Personalización y pruebas de interfaz con SAP			\$4 000	
Costo acarrear inventario seguridad		\$10 000		
Mantenimiento de herramienta				\$2 250
Pérdida de productividad durante la implementación	\$1 200		\$2 000	
Puntuación	\$13 700,00	\$13 990,00	\$34 000,00	\$7 190,00

Nota: Estimación de costos elaborada por el autor.

A partir del análisis de costos de implementación y operación mensual realizado, se evidencia que la propuesta 2 *Diseño de una herramienta digital integrada con SAP para gestión y análisis de capacidad instalada* representa una inversión inicial más alta que la propuesta 1 *Diseño e implementación de una política integral de inventarios con construcción de stock de seguridad*. Esto se debe principalmente a que la segunda propuesta incorpora componentes tecnológicos más avanzados como lo son desarrollo en software especializado, integración mediante SQL - SAP, licencias técnicas, contratación de un consultor externo especialista en lenguaje de programación ABAP, soporte continuo del departamento de T.I. y pruebas de interfaz. Estos elementos demandan recursos financieros superiores, pero también aportan un valor funcional y operativo más robusto.

Aunque la diferencia económica entre ambas propuestas es significativa, la propuesta 2 ofrece un retorno técnico y estratégico considerablemente mayor, ya que le permitirá a la empresa optimizar la planificación de la producción con base en la capacidad real instalada, reducir tiempos improductivos y mejorar la confiabilidad de los compromisos de entrega, lo que se proyecta tendrá un importante impacto en la disponibilidad de producto terminado. A

largo plazo, su implementación generará eficiencias operativas sostenibles, una mayor visibilidad del proceso productivo y un control más preciso de los recursos críticos, reduciendo la dependencia de estimaciones manuales o supuestos de capacidad.

En contraste, la propuesta 1, si bien es más económica, mantiene un enfoque correctivo y limitado al cálculo de inventarios, sin resolver los vacíos estructurales que afectan la precisión de la planificación. Por ello, pese a implicar un riesgo financiero inicial más alto, la propuesta 2 es la más conveniente y estratégica para garantizar la sostenibilidad del sistema de planificación y la competitividad de SAVAL CR.

A continuación, se presenta la matriz comparativa de impacto financiero para ambas propuestas, con base en los criterios definidos de accesibilidad, sostenibilidad y retorno operativo.

Cuadro No 10 Análisis financiero de propuestas.

Análisis Financiero	1	Riesgo.	2	Riesgo
	Diseño e implementación de una política integral de inventarios con construcción de stock de seguridad.		Diseño de una herramienta digital integrada con SAP para gestión y análisis de capacidad instalada.	
¿La inversión inicial es accesible para la empresa?	5	Bajo	3	Alto
¿El costo mensual de operación es sostenible?	4	Medio	3	Alto
¿Los costos estimados se ajustan a los objetivos estratégicos de la empresa?	4	Bajo	5	Medio
¿La probabilidad de que los costos reales superen los estimados es baja?	4	Medio	3	Alto
¿El retorno operativo justifica la inversión inicial?	3	Medio	5	Bajo
Puntuación	20		19	

Nota: Elaboración propia.

5.3.1 Priorización de soluciones

A partir de los análisis técnico, operativo y financiero realizados, se procedió a integrar los resultados en una matriz comparativa que permite visualizar el desempeño global de cada propuesta. Esta ponderación considera el nivel de cumplimiento frente a los criterios definidos, así como los riesgos asociados a la implementación y sostenibilidad de cada propuesta.

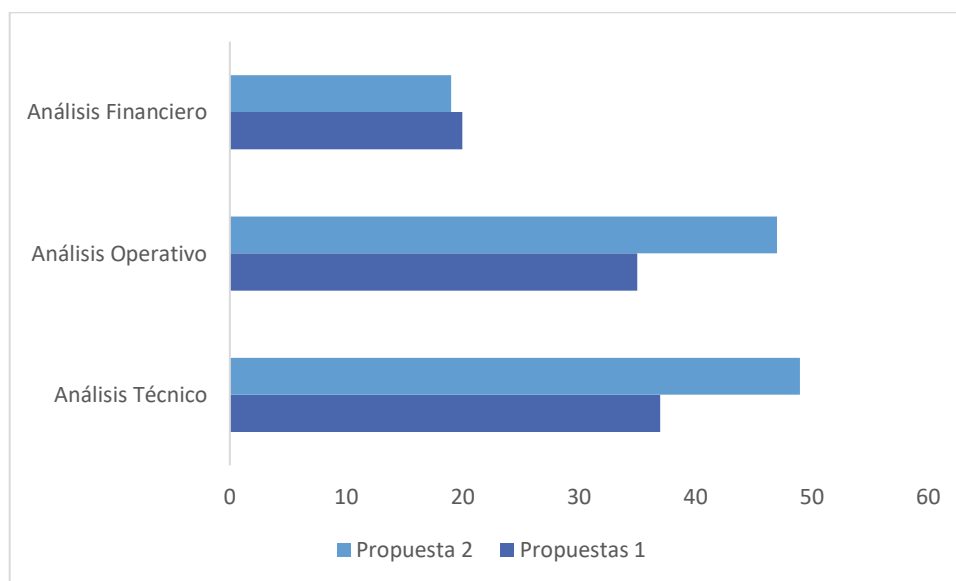
Como se observa en el Cuadro 11, la propuesta 2 Diseño de una herramienta digital integrada con SAP para la gestión y análisis de capacidad instalada; obtiene la puntuación más alta (112 puntos), superando a la propuesta 1, centrada en la política integral de inventarios (92 puntos), esto consolida el criterio de que la propuesta 2 presenta un mejor desempeño global, especialmente en los aspectos técnicos y operativos, que son determinantes para garantizar la sostenibilidad y eficiencia del proceso de planificación en SAVAL CR.

Cuadro No 11 Matriz comparativa de propuestas

	1		2	
Criterio de Evolución	Diseño e implementación de una política integral de inventarios con construcción de stock de seguridad.	Riesgo.	Diseño de una herramienta digital integrada con SAP para gestión y análisis de capacidad instalada.	Riesgo
Análisis Técnico	37	Bajo	46	Bajo
Análisis Operativo	35	Medio	47	Bajo
Análisis Financiero	20	Medio	19	Alto
Puntuación	92		112	

Nota: Elaboración propia.

El siguiente grafico resume las puntuaciones obtenidas en cada uno de los criterios evaluados.



Nota: Elaboración propia

Figura No. 28 Evaluación de propuestas

5.3.2 Matriz de priorización

Se realiza una matriz de priorización con el fin de facilitar la evaluación y comparación de ambas propuestas de solución de una manera más objetiva y que ayude en la elección de la opción que contribuyan al logro de los objetivos no solo del proceso sino de la empresa como un todo.

En esta matriz se consideran los siguientes criterios:

- Impacto en el negocio
- Impacto en la satisfacción del cliente
- Importancia estratégica
- Apalancamiento
- Probabilidad de éxito
- Impacto en satisfacción del personal
- Nivel de tendencias

Posterior a ellos se procede a ponderar y clasificar cada uno de los criterios por cada propuesta de solución, para esto se hace uso de las siguientes escalas de peso/importancia y valoración:

Escala de Importancia por Categoría
1 No importante.
2 Importancia muy baja.
3 Importancia media.
4 Importancia alta.
5 Importancia muy alta

Fuente: (Chavarría, 2026)

Figura No. 29 Escala de importancia por categoría

Escala de valoración por proyecto
1 Bajo.
3 Medio.
9 Alto

Fuente: (Chavarría, 2026)

Figura No. 30 Escala de valoración por proyecto

A continuación, se analiza cada criterio, se le asigna un peso/importancia de acuerdo con la escala anteriormente mencionada y se procede a valorar esos criterios por propuesta de solución, generando así la siguiente matriz:

Cuadro No 12 Matriz de priorización

Criterio	Importancia	Diseño e implementación de una política integral de inventarios con construcción de stock de seguridad.	Diseño de una herramienta digital integrada con SAP para gestión y análisis de capacidad instalada.
Impacto en el negocio	5	9	9
Impacto en la satisfacción del cliente	5	9	9
Importancia estratégica	5	9	9
Apalancamiento	5	3	9
Probabilidad de éxito	4	9	3
Impacto en satisfacción del empleado	5	9	9
Nivel de defectos / tendencias	5	9	9
Total Ponderado(SUMA PRODUCTO)		276	282

Nota: Elaboración propia

De la puntuación obtenida en esta matriz se puede concluir que la propuesta de solución que traerá mayores beneficios y la que cuenta con mayor probabilidad de éxito y que además repercutirá en el impacto positivo del nivel de servicio a los clientes es la propuesta 2, que consiste en el Diseño de una herramienta digital integrada con SAP para gestión y análisis de capacidad instalada.

5.3.3 Matriz de impacto esfuerzo

Además de la matriz de priorización, se elabora una matriz de impacto-esfuerzo con el fin de visualizar el impacto potencial de cada una de las propuestas tomando en cuenta el efecto o resultado de implementar algunas de estas y el esfuerzo (tiempo, recursos o bien inversión) que se necesitaran para llevarlas a cabo.

A esta matriz se suman otros criterios (de esfuerzo):

- Costo/Inversión
- Recurso Humano
- Tiempo de Implementación
- Complejidad
- Riesgo

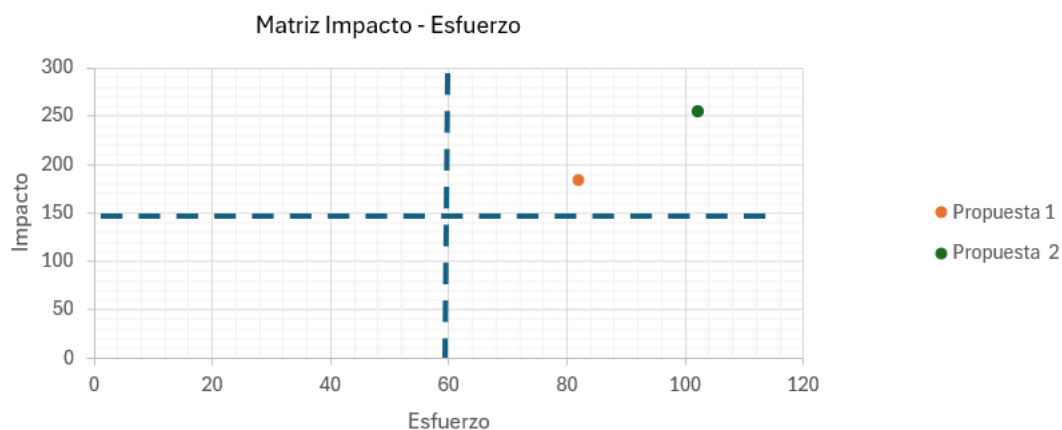
Después de identificar los criterios, se ponderan cada una de las propuestas de solución, con la misma escala de evaluación mencionada en las figuras 29 y 30, como se puede ver en la siguiente figura:

Cuadro No 13 Valoración de impacto y esfuerzo de propuestas

Criterio		Peso / Importancia	Diseño e implementación de una política integral de inventarios con construcción de stock de seguridad.	Diseño de una herramienta digital integrada con SAP para gestión y análisis de capacidad instalada.
Esfuerzo	Costo/Inversión	4	3	3
	Recurso Humano	4	1	3
	Tiempo de Implementación	4	3	9
	Complejidad técnica	3	3	9
	Riesgo	5	9	3
Impacto	Impacto en el negocio	5	9	9
	Impacto en satisfacción del cliente	5	9	9
	Importancia estratégica	5	9	9
	Apalancamiento	4	3	9
	Probabilidad de éxito	4	3	9
	impacto en satisfacción del personal	4	3	9
	Nivel de defectos	4	3	3
Total Esfuerzo			82	102
Total Impacto			183	255

Nota: Elaboración propia

Realizado este análisis y obtenida la puntuación total de las propuestas de solución, en cuanto a esfuerzo e impacto, se ubican cada una de estas propuestas en los cuadrantes de la matriz impacto-esfuerzo como se puede ver en la figura 31.



Nota: Elaboración propia

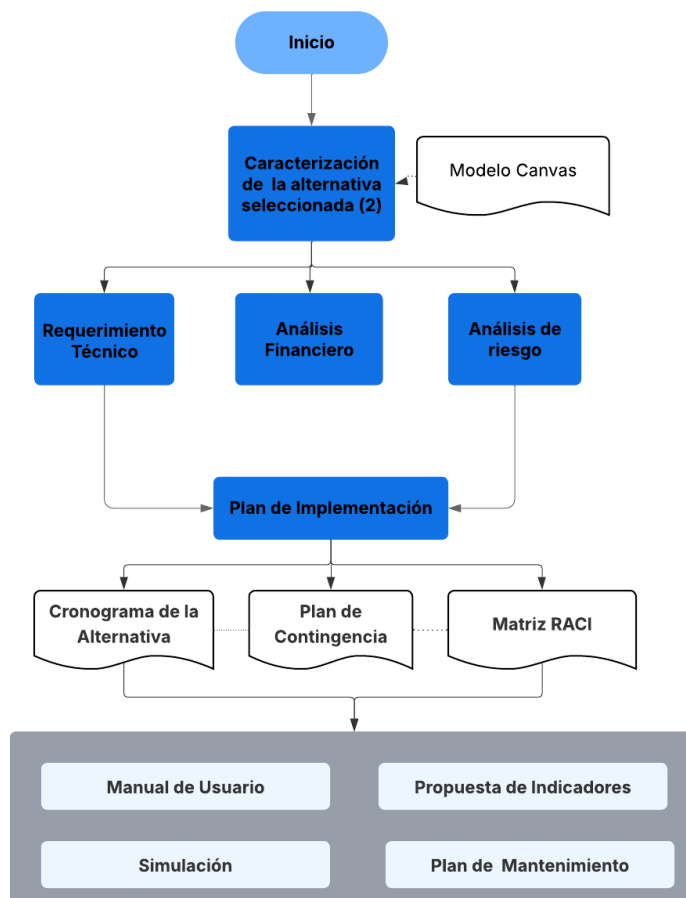
Figura No. 31 Matriz de impacto-esfuerzo

5.4 Despliegue de la solución

A partir de los resultados obtenidos en el diagnóstico de la situación actual realizado en el capítulo 4 de este documento y del análisis de factibilidad técnica, operativa y financiera, se determinó que la propuesta más adecuada para cerrar la brecha en la disponibilidad de producto terminado es el diseño e implementación de una herramienta digital integrada con SAP.

Esta herramienta permitirá gestionar de forma ágil la capacidad instalada de producción, simular escenarios de carga y priorizar la ejecución del plan maestro de producción (MPS), contribuyendo directamente a mejorar el Fill Rate y el cumplimiento del presupuesto de ventas de SAVAL Costa Rica.

En la figura 32 se muestra el flujo mediante el cual se hará el desarrollo de esta solución.



Nota: Elaboración propia

Figura No. 32 Diagrama ingenieril para desarrollo de propuesta seleccionada

5.4.1. Caracterización del proceso

La propuesta seleccionada consiste en el diseño de una herramienta digital desarrollada bajo entorno SQL y que pueda conectar a través de este lenguaje con archivos de Excel al sistema SAP, que permitirá a SAVAL Costa Rica calcular y analizar de manera dinámica la capacidad instalada de la planta, generando un impacto directo en el proceso de la planificación de producción, cuyo objetivo central en este caso es gestionar de manera apropiada el uso de recursos (equipos, personas y tiempo) para mejorar la disponibilidad de producto terminado para el mercado privado.

El propósito central de la herramienta es calcular y dar visibilidad del uso de la capacidad instalada, para con ello contribuir en la disminución de los desfases entre la demanda planificada y capacidad real de producción, facilitando con ello la toma de decisiones basadas en datos y reduciendo la probabilidad de faltantes de inventario que impactan negativamente el Fill Rate y los objetivos de ventas de SAVAL CR.

a. Objetivo de la solución planteada

Diseñar una herramienta automatizada que se integre con SAP y permita simular, analizar y planificar la capacidad instalada en tiempo real, garantizando la alineación del Plan Maestro de Producción (MPS) con la capacidad efectiva de la planta y contribuyendo a elevar el Fill Rate de la compañía.

b. Alcance de la herramienta

La herramienta estará diseñada para:

- Integrarse directamente con el módulo PP de ERP SAP a través de consultas SQL - que extraerán datos maestros y transaccionales relevantes.
- Calcular automáticamente mediante la definición del requerimiento de usuario que se desarrolle, la capacidad disponible por línea, recurso y turno, considerando tiempos estándar de la ruta en SAP, tamaños de lote de la ruta en SAP y calendarios laborales, que se integraran a través de una hoja en Excel con la plataforma (ERP SAP).
- Permitir la simulación de escenarios productivos (por ejemplo, a través de versiones en el análisis ver el comportamiento de la capacidad instalada al agregar turnos, modificar prioridades o trabajar con una alternativa de ruta en SAP distinta a la original).
- Generar reportes visuales en excel que muestren el nivel de utilización, sobrecarga o capacidad ociosa.
- Servir como insumo directo para la programación detallada de planta y para la actualización del MPS, mejorando la coordinación entre Planificación y Producción.

El alcance contempla el uso inicial por parte del equipo de planificación de la producción y, una vez haya madurado su utilización en la compañía valorará su integración en la gestión operativa de las áreas de Producción.

c. Descripción funcional

El sistema operará bajo una arquitectura cliente-servidor, donde:

- El módulo de integración SQL–SAP se encargará de conectar la base de datos corporativa con los datos maestros y transaccionales de SAP.
- Un motor de cálculo interno procesará la información para estimar la capacidad disponible (en horas y unidades) por cada centro de trabajo (Recurso).
- El módulo de simulación permitirá proyectar diferentes escenarios de carga, detectando posibles cuellos de botella o sobredimensionamientos.
- Los resultados se visualizarán mediante un panel de control en Excel que permitirá visualizar el siguiente detalle:
- Porcentaje de utilización de capacidad por línea en el mes y con proyección a 12 meses.
- Horas Hombre requeridas por puesto de trabajo en un mes y con proyección a 12 meses
- Permitirá visualizar hasta tres versiones (simulaciones) de utilización de la capacidad para comparar que escenario es más favorable e impacta de mejor manera el indicador de cumplimiento del plan de producción acordado.

La utilización de la herramienta para generar el análisis de capacidad se podrá llevar a cabo ya sea en la planta productiva de Laboratorios SAVAL CR, en cualquier espacio físico de la compañía, o incluso mediante teletrabajo, siempre que se cuente con un computador con Microsoft Excel, acceso a internet con adecuado ancho de banda y un espacio apropiado que permita la concentración para procesar – analizar alto volumen de datos. En adición se debe contar con acceso remoto al ERP SAP la cual es la plataforma en que reposan los datos maestros de rutas, tiempos, etc.

La herramienta digital en Excel se encontrará en el portal documental de la empresa, conocido como “Sharepoint”.

d. Beneficios esperados

El desarrollo de esta herramienta y su posterior implementación generará impactos directos en la gestión de planificación y abastecimiento, entre ellos:

- Incremento del Fill Rate desde 78% actual a un 83 % en etapa inicial (primer año de uso), para aportar al cierre de la brecha contra estándar corporativo de 90%.
- Reducción de faltantes de producto terminado en los primeros 9 meses de implementada la herramienta aproximadamente 23 % de la utilidad perdida de USD 316,581, por venta no realizada de producto A y B.
- Reducción estimada en los primeros 9 meses de implementada la solución en un 40% de gasto en horas extras al contar con una planificación y programación de la producción ajusta al uso de la capacidad instalada.
- Mayor confiabilidad en la ejecución del plan de producción, al basarse en capacidad real y no en supuestos.
- Alineación del proceso de planificación con las políticas globales de eficiencia operativa y mejora continua de SAVAL.

e. Contribución al cierre del problema

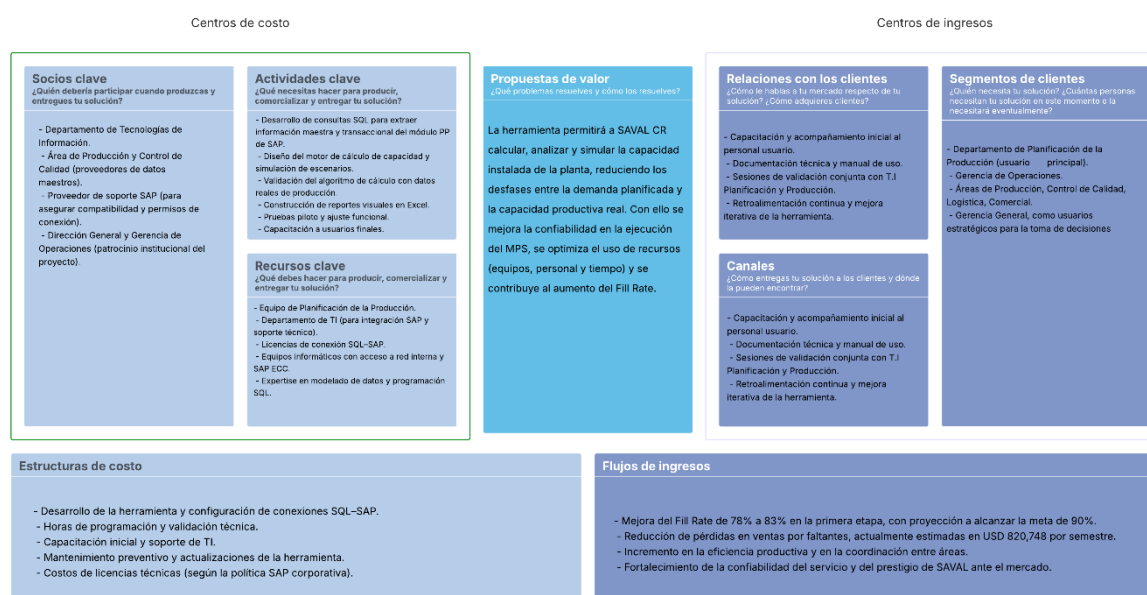
Esta propuesta representa una solución de alto impacto estratégico y operativo, ya que ataca directamente la causa raíz del incumplimiento del Fill Rate. Al proporcionar una visión precisa y actualizada de la capacidad real, la herramienta permitirá a SAVAL:

- Planificar con base en datos reales y no estimaciones.
- Priorizar de manera efectiva la producción de productos estratégicos.
- Aumentar la confiabilidad del servicio y la satisfacción del cliente.
- Reducir las pérdidas económicas por ventas no realizadas, pago de horas extras y reprogramaciones innecesarias.

5.4.2 Lienzo del modelo de negocios canvas

El modelo Canvas sintetiza cómo la propuesta genera valor operativo y estratégico al integrar tres dimensiones clave:

- Tecnológica, al conectar ERP SAP con un entorno de análisis SQL - Excel.
- Operativa, al permitir decisiones basadas en capacidad real.
- Económica, al reducir pérdidas por ventas no concretadas y optimizar el uso de recursos.



Nota: Elaboración propia.

Figura No. 33 Lienzo de modelo de negocios (Canvas)

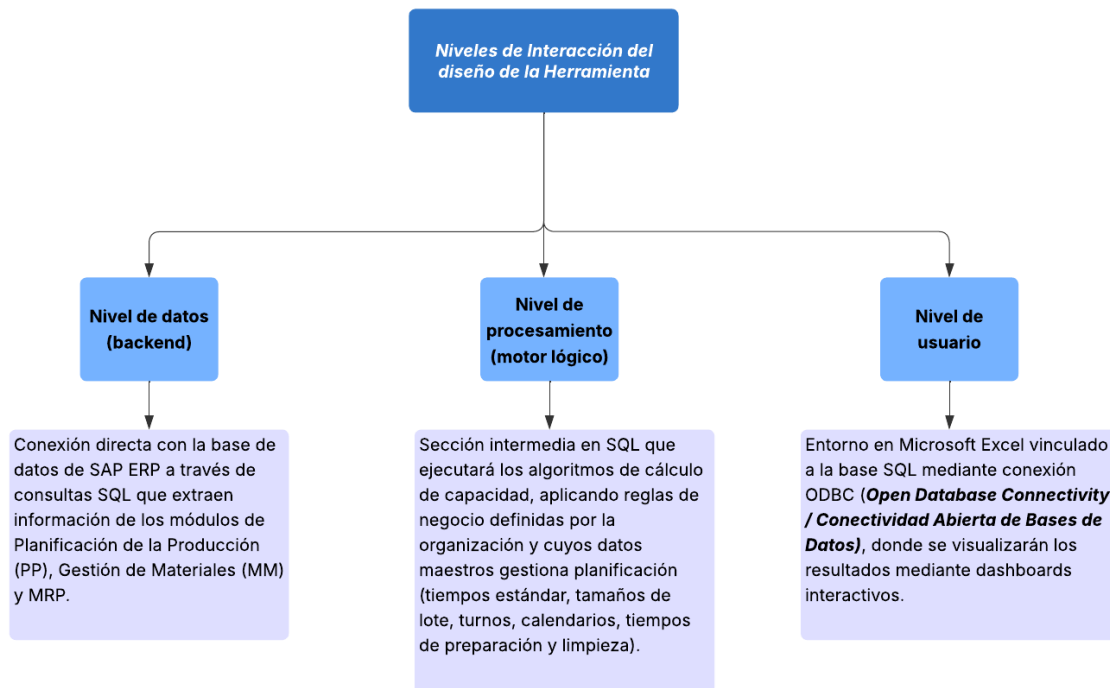
5.4.3 Requerimiento técnico

Se busca identificar y definir los elementos tecnológicos, funcionales y estructurales necesarios para el diseño e implementación de la herramienta digital de cálculo y análisis de capacidad instalada, asegurando con ello su correcta integración con el sistema SAP ERP y su alineación con los procesos de planificación y producción de SAVAL Costa Rica.

a. Arquitectura del sistema

La herramienta estará diseñada en una arquitectura cliente-servidor, operando sobre la plataforma de red operativa de SAVAL CR.

Su estructura contempla tres niveles de interacción como se muestra en el esquema de la figura No 34:



Nota: Elaboración propia

Figura No. 34 Niveles de interacción del diseño de la herramienta

Con la estructura anteriormente descrita se busca lograr un desempeño correcto y seguro de la herramienta con el sistema SAP (Interoperabilidad) sin que se comprometa la estructura nativa de SAP. Que se garantice el control al acceso y trazabilidad de actividades mediante acceso de usuario a la plataforma y flexibilidad para futuras integraciones con sistema S/4HANA.

b. Principales componentes

La herramienta se estructura en módulos funcionales interconectados que garantizan la integridad del flujo de información entre SAP ERP, la base SQL y el entorno de usuario en Excel. Cada componente cumple una función específica dentro del proceso de integración, cálculo y visualización de la capacidad instalada, asegurando la operatividad, trazabilidad y confiabilidad de los resultados generados. El cuadro No 14 muestra el detalle de componentes y funciones técnicas de cada uno.

Cuadro No 14 Principales componentes de la herramienta

Componente	Función Técnica
Módulo de Integración SQL-SAP ERP	Establece la conexión bidireccional con SAP ERP utilizando scripts SQL y vistas de datos permitidas por el sistema. Permitirá la extracción y actualización controlada de información del sistema en tiempo real.
Motor de Cálculo de Capacidad	Algoritmo que, a partir de los datos de rutas, tiempos estándar, tiempos de preparación y limpieza, lotes, agrupación de campañas y calendarios, determinará la capacidad disponible, utilizada y por diferencia se podrá obtener la ociosa por recurso, línea o turno. Calcula también la sobrecarga y genera alertas automáticas.
Simulación de Escenarios (Versiones)	Permite trabajar con versiones alternativas del plan de producción variando parámetros como cantidad, turno, prioridad o ruta de fabricación. Calcula la utilización y disponibilidad de cada recurso bajo cada escenario.
Panel de Visualización en Excel	Interfaz de usuario que muestra reportes dinámicos con indicadores de utilización, horas requeridas. Permite crear informes para la dirección o gerencia de operaciones y de manera sencilla para tomar decisiones informadas.
Módulo de Seguridad y Control de Acceso	Define a través del perfil de usuario el acceso diferenciado (visualización, modificación), garantizando trazabilidad y protección de la información operativa.

Nota: Elaboración propia con apoyo del departamento de T.I de laboratorios SAVAL CR.

- Entradas del sistema

El sistema obtendrá datos de múltiples fuentes internas del ERP SAP ECC y de archivos complementarios de Excel.

En el cuadro No 15 se define detalle requerido, y en sección de apéndices se pueden ubicar muestra de los diferentes archivos requeridos.

Cuadro No 15 Principales entradas para la herramienta

Fuente	Tipo	Uso en la Herramienta
SAP ERP / Archivo Excel– Centros de trabajo. Ver apéndice F.	Código (SKU), nombre, capacidad nominal (h/día), eficiencia (%)	Base para cálculo de capacidad disponible.
SAP PP – Hojas de ruta. Ver Anexo 1.	Operaciones, tiempos estándar, recursos asignados, lotes.	Cálculo de horas requeridas por orden o producto.
SAP MM – Maestro de materiales. Ver Anexo 2 .	Código, descripción, tipo de empaque, unidad de medida.	Identificación de productos a fabricar.
Archivo Excel– Calendarios laborales. Ver apéndice G.	Turnos, jornadas, días hábiles.	Determinación del tiempo disponible mensual.
SAP- Archivo Excel – Parámetros del usuario. Ver Anexo 3.	Escenarios, ajustes de prioridades, adición de turnos o cambios en rutas.	Simulación de escenarios productivos alternativos. Ver apéndice

Nota: Elaboración propia

- Salidas del sistema

La herramienta transformará los datos obtenidos desde SAP y los archivos de Excel, con programación de SQL en información analítica de alto valor para la toma de decisiones. Estas salidas permitirán visualizar cual es el nivel de ocupación de la planta (según su capacidad instalada) por mes con visualización a 12 meses, según sea el requerimiento de planificación que se tenga, visualizar meses y equipos con mayor demanda para poder ejecutar planes de acción previos con el objetivo de disminuir impactos en no cumplimientos, y evaluar el impacto de diferentes escenarios (a través de versiones) sobre la planificación y el cumplimiento del plan maestro de producción. En el cuadro No 16 el detalle esperado por tipo de Salida, y

en los anexos 5 y 6 se ubica detalle de visualización de prueba funcional, de cómo se planifica ver la información del análisis de capacidad instalada en términos de porcentaje de ocupación y requerimiento de horas hombre (HH) o mano de obra directa.

Cuadro No 16 Salidas de la herramienta

Tipos de Salida	Descripción funcional
Reporte de utilización de capacidad	Detalle en Excel del porcentaje de ocupación de cada línea o recurso por mes.
Análisis de sobrecarga y capacidad ociosa	Visualización de recursos por mes con mayor o menor ocupación, identificando con esto recursos críticos o subutilizados.
Simulaciones comparativas	Resultados entre diferentes escenarios (versiones) de carga, que permitan validar qué balance de necesidad es más apropiado, o según los turnos que se puedan adicionar o suprimir por línea y área en función de la demanda, qué generaría el mejor resultado en cumplimiento del plan y por ende en disponibilidad de producto terminado.
Horas hombre requeridas	Estimación de recursos humanos por centro de trabajo

Nota: Elaboración propia con apoyo del departamento de T.I de Laboratorios SAVAL CR.

- Requerimiento de hardware y software

El correcto funcionamiento de la herramienta requiere una infraestructura tecnológica compatible con el entorno SAP y el motor SQL (sistema de gestión de bases de datos (DBMS) que usa SQL como lenguaje base), que garantice velocidad de procesamiento, seguridad en el acceso y estabilidad en la conexión entre los sistemas. A continuación, en el cuadro No17 se detallan los requerimientos mínimos de hardware y software necesarios para su desarrollo e implementación.

Cuadro No 17 Requerimientos de hardware y software

Elemento	Especificación técnica mínima
Servidor de base de datos	SQL Server (versión 2019 o superior) con acceso ODBC (Open Database Connectivity. es un estándar de conexión que permite a diferentes aplicaciones (por ejemplo, Excel o SAP) habilitado y permisos de conexión al entorno SAP ECC (SAP ERP Central Component).
Cliente SAP	SAP ECC versión 6.0 (con módulos activos planificación (PP), compras (MM), inventarios (WM).
Equipos usuario	Procesador i5 o superior, 8 GB RAM, Office 365 o Excel 2019.
Licencias necesarias	Licencia técnica SAP para conexión externa, licencia SQL estándar, acceso controlado mediante usuario corporativo.
Red y seguridad	Conexión VPN o LAN corporativa con cifrado TLS 1.2, acceso restringido a servidores internos

Nota: Elaboración propia con apoyo del departamento de T.I de Laboratorios SAVAL CR.

Importante, hay que mencionar que las pruebas iniciales se realizarán en un entorno de SAP QM (Calidad) antes de conectar con la base de producción de SAVAL CR.

- Parámetros de diseño y operación

El diseño y operación de la herramienta deben responder a criterios de confiabilidad, precisión y compatibilidad con los sistemas existentes en SAVAL CR. Para ello, en el cuadro No 18 se establecen los parámetros que definirán su funcionamiento técnico, frecuencia de actualización, nivel de automatización, estructura de validaciones y formato de salida, garantizando así la estabilidad y consistencia de los datos utilizados en la planificación para la utilización de la capacidad instalada.

Cuadro No 18 Parámetros de diseño y operación de la herramienta

Elemento	Resultado Esperado
Frecuencia de actualización	Automática cada 24 horas en sistema se corre un jop de fondo que actualiza datos maestros de rutas, o parámetros de planificación necesarios en este desarrollo, o manual por requerimiento del usuario si conoce que se ha actualizado algún parámetro importante para correr un análisis de capacidad.
Capacidad de simulación	Hasta tres versiones simultáneas.
Integración de datos	Por conexión ODBC certificada (Open Database Connectivity. es un estándar de conexión que permite a diferentes aplicaciones - por ejemplo, Excel o SAP - comunicarse con bases de datos).
Tiempo máximo de respuesta	180 segundos (3 minutos) por consulta SQL.
Formato de salida	Reportes en Excel.
Nivel de automatización	90% de los cálculos sin intervención manual.
Validaciones	Comprobación de integridad de datos y alertas de inconsistencias en tiempos o recursos.
Mantenimiento	Revisión mensual del motor SQL y respaldo semanal de base de datos.

Nota: Elaboración propia con apoyo del departamento de T.I de Laboratorios SAVAL CR.

- Interoperabilidad, seguridad y resultados esperados

En reunión de trabajo conjunto con el Gerente de T.I de Laboratorios SAVAL y Consultor ABAP (*profesional externo responsable del desarrollo técnico del programa ZPP_CAP001, de la configuración de conexión SQL-SAP mediante ODBC, y del soporte en la etapa de pruebas integrales (pruebas de aceptación y End-to-End)*) asignado para trabajar en equipo con Jefe de planificación y Gerente de Producción, se nos explicó que la herramienta se diseñará bajo una arquitectura que garantice la interoperabilidad con el sistema SAP sin modificar ni sobrescribir la información original, limitando su función a la consulta y procesamiento externo de datos. Su implementación cumplirá con las políticas de seguridad informática y confidencialidad corporativa de SAVAL CR, asegurando que cada usuario que tenga

acceso a esta funcionalidad se autentique mediante su usuario, cuyo perfil estará debidamente parametrizado por el departamento de T.I de SAVAL CR, lo que permitirá mantener trazabilidad de quienes han ejecutado las simulaciones y reportes generados.

A nivel funcional, se espera lograr una integración fluida entre SAP y Excel mediante el uso del lenguaje SQL, permitiendo la consolidación y disponibilidad de información sobre el uso de la capacidad instalada al momento de realizar/ejecutar la consulta. Con ello, el tiempo requerido para los análisis de planificación se impacta de manera positiva, dado que se proyecta contar con resúmenes de ocupación por área y equipo, mejorando la precisión en la elaboración de un plan maestro balanceado y facilitando una toma de decisiones más ágil y sustentada en datos. Finalmente, el diseño técnico proyecta un incremento medible en el indicador de cumplimiento de plan acordado, con lo cual se proyecta que la disponibilidad de producto terminado tenga una mejora considerable en función de la ocupación real de la planta, y esto provoque una reducción directa de las pérdidas económicas derivadas de faltantes de producto terminado.

5.4.4 Análisis financiero

Se realizó una evaluación financiera del proyecto (el detalle se puede [ver apéndice I](#)). Se sabe que cada dólar que invertimos, o cada uno que nos proponemos no invertir, se convierte en la base de una toma de decisión económica.

Para la evaluación de la Ingeniería Económica del proyecto se considerarán tres indicadores financieros para orientar y sustentar la toma de decisión.

La base del cálculo considera la tasa interna de retorno anual estipulada por la empresa para la evaluación de proyecto; para fines de este trabajo y por su alcance y proyección, dicha tasa se ha mensualizado. Además, se consideran los datos de inversión y de potenciales beneficios estimados a obtener con la implementación de una interfaz SAP – SQL para determinar el uso de la capacidad instalada en Laboratorios SAVAL CR.

5.4.5 Los indicadores son:

a. Valor actual neto (VAN)

Es una medida diseñada para determinar si el rendimiento que se espera de una inversión es mayor o menor que el nivel determinado que se espera con anticipación.

El Valor Actual Neto = Valor actual de las entradas – valor actual de las salidas.

El valor obtenido en el cálculo es positivo (\$171,262.54) a una tasa de descuento del 15% anual (1.17% mensual) lo cual indica que la inversión promete una tasa de rendimiento mayor que la tasa de retorno estipulada por anticipado.

Nótese que se afirma que la inversión es aceptable sobre bases económicas no que se deba aceptar. Hay otros factores expuestos en este trabajo acerca de eficiencia, productividad, mejora de imagen y reputación ante clientes que también tienen un peso al decidir.

b. Tasa interna de retorno (TIR)

Se define como la tasa que permite que el valor actual que se espera de las entradas en efectivo de una inversión sea igual al valor actual que se espera de las salidas en efectivo de esa inversión.

Para el proyecto de desarrollar la interfaz SAP - SQL la TIR obtenida es del 31.87% la cual supera la tasa de inversión mínima definida en la empresa.

Nuevamente, sobre esta base de análisis económico, la inversión debe realizarse.

c. Período de recuperación descontado

Es un método que define el número de períodos, para el caso de nuestro trabajo, el número de meses que se requiere para que la entrada en efectivo de una inversión compense o recuperen la salida de efectivo de esa inversión.

En el caso del proyecto planteado es de una corta implementación (3 meses) y con resultados esperados igualmente en corto plazo (menos de un año) el valor de período de recuperación de la inversión se calculó en 5 meses.

En resumen, y como se muestra en cuadro No 19, todos los indicadores de evaluación de ingeniería económica y financiera orientan a concluir que el proyecto es factible sobre una base económica y supera los niveles requeridos de aceptación para realizar inversiones en Laboratorios SAVAL.

Cuadro No 19 Resultado de Indicadores de Evaluación Económica

INDICADORES FINANCIEROS	
TASA DESCUENTO (ANUAL) \$	15.00%
TASA DESCUENTO (MENSUAL) \$	1.17%
TIR (Tasa Interna de Retorno)	31.87%
VAN (Valor Actual Neto)	\$171,262.54
Periodo de Recuperación Descontado	5.0

Nota: Elaboración propia

5.4.6 Análisis de riesgo

En este apartado se identifican y evalúan los posibles riesgos que podrían afectar la implementación exitosa del proyecto, con el fin de maximizar las oportunidades y anticipar los eventos que puedan impactar el tiempo, el alcance, el costo o la calidad del desarrollo de la herramienta digital integrada con SAP.

El análisis de elaboró conforme a los lineamientos el *Project Management (PMI, 2021)* y la norma ISO 31000:2018 (*Organización Internacional de Normalización, 2018*), aplicando una evaluación cualitativa basada en la probabilidad e impacto. Así mismo, se contemplan riesgos técnicos, operativos, financieros y de cumplimiento normativo propios del entorno farmacéutico, definiendo para cada uno, medidas de mitigación y planes de contingencia que fortalezcan la viabilidad y sostenibilidad de la propuesta seleccionada.

5.4.7 Metodología de análisis de riesgos

El proceso de gestión de riesgos se desarrolló en cuatro etapas:

a. Identificación:

Se listaron los riesgos potenciales asociados al alcance, cronograma, recursos y tecnología de la propuesta.

b. Evaluación:

Se analizó la probabilidad de ocurrencia (P) y el impacto (I) de cada riesgo, utilizando una escala de 1 a 5 (bajo – alto).

c. Clasificación:

Se obtuvo el nivel de riesgo (N) mediante la fórmula $N = P * I$, estableciendo tres rangos:

- Bajo (1- 6).
- Medio (7 – 14).
- Alto (15 – 25).

d. Plan de respuesta:

Se definieron acciones de mitigación (preventiva) y planes de contingencia para cada riesgo identificado.

El cuadro No 20 resume los principales riesgos identificados para el desarrollo de esta propuesta.

Cuadro No 20 Matriz identificación, evaluación de riesgo y plan de contingencia

Nº	Riesgo identificado	Probabilidad (1 a 5)	Impacto (1 a 5)	Nivel de	Clasificación	Medida de mitigación preventiva	Plan de contingencia
1	Fallos en la integración SQL-SAP durante el desarrollo de la herramienta.	4	5	20	Alto	Realizar pruebas piloto en ambiente de calidad de SAP; revisión técnica por TI y validación de conexión ODBC antes del	Retroceder a la última versión funcional; escalar incidente a soporte SAP y restablecer base de datos anterior.
2	Inconsistencias en datos maestros (tiempos de ruta, lotes, centros de trabajo, horarios) que	3	4	12	Medio	Auditoría conjunta de datos entre Planificación, Producción y TI antes del inicio del desarrollo.	Aplicar validación cruzada manual temporal y actualizar datos en SAP para reanudar cálculos.
3	Retrasos por disponibilidad del personal de TI o consultores externos	4	4	16	Alto	Planificar recursos con anticipación e incluir hitos intermedios.	Reprogramar actividades no críticas, reasignar tareas o extender cronograma aprobado.
4	Resistencia al cambio por parte del personal operativo y planificadores	3	4	12	Medio	Implementar talleres de capacitación y pruebas piloto para generar confianza	Brindar acompañamiento técnico post-despliegue, establecer canal de soporte continuo
5	Limitaciones de hardware o lentitud del servidor SAP durante pruebas de conexión	2	4	8	Medio	Verificar capacidad de red y procesamiento antes del despliegue; coordinar con TI upgrades temporales	Ejecutar simulaciones en horario de baja carga.
6	Falla en respaldo de información o pérdida de trazabilidad en archivos Excel	3	3	9	Medio	Implementar sistema de versiones controladas y almacenamiento en SharePoint corporativo	Restaurar versiones anteriores con trazabilidad y reforzar backups automáticos
7	Incremento no previsto en costos por requerimientos de licencias SAP o SQL	2	5	10	Medio	Confirmar compatibilidades y costos de licencias antes del desarrollo.	Solicitar revisión presupuestaria con Dirección Financiera y replanificación de gasto.
8	No cumplimiento del cronograma de implementación	3	4	12	Medio	Control de avance semanal, reportes de estado del proyecto.	Activar plan de recuperación de tiempo con priorización de tareas críticas.
9	Riesgo de errores en simulaciones o cálculos de capacidad	2	5	10	Medio	Validar fórmulas y algoritmos con escenarios controlados.	Revisión manual de simulaciones por un periodo post implementación de al menos 6 meses para garantizar estabilidad en proceso automático.
10	Falta de aceptación o uso continuo de la herramienta tras el lanzamiento	2	4	8	Medio	Implementar monitoreo de uso, incluir métricas de aceptación.	Refuerzo en capacitación y mejora de interfaz según retroalimentación para hacerla más inductiva de ser necesario.

Nota: Elaboración propia con información compartida por departamento de T.I /Planificación/Producción

Cuadro No 21 Clasificación de riesgos

No	Riesgo	Probabilidad	Impacto	Nivel de Riesgo	Clasificación
1	Fallos integración SQL-SAP	4	5	20	Alto
2	Inconsistencias datos maestros	3	4	12	Medio
3	Retrasos por disponibilidad TI	4	4	16	Alto
4	Resistencia al cambio	3	4	12	Medio
5	Limitaciones de hardware/servidor SAP	2	4	8	Medio
6	Falla en respaldo de información	3	3	9	Medio
7	Incremento de costos licencias	2	5	10	Medio
8	No cumplimiento del cronograma	3	4	12	Medio
9	Errores en simulaciones	2	5	10	Medio
10	Falta de adopción de la herramienta	2	4	8	Medio

Casificación del Riesgo

Bajo	1 a 6
Medio	7 a 14
Alto	15 a 25

Nota: Elaboración propia

En la matriz de riesgos desarrollada se identifican diez riesgos críticos que pueden comprometer el éxito del proyecto. Los riesgos se calificaron de acuerdo con su probabilidad de ocurrencia y su nivel de impacto, permitiendo clasificar el nivel de riesgo como tal.

Del total de riesgos evaluados, se obtuvo la siguiente distribución:

- 20 % de los riesgos fueron clasificados como Altos, asociados principalmente a fallas en la integración SAP-Excel y a la carencia de respaldo técnico del motor SQL.
- 80 % de los riesgos presentan un nivel Medio, vinculados con resistencia al cambio, falta de capacitación, demoras en validaciones o dependencias tecnológicas.

La exposición más alta se concentra en los riesgos de tipo tecnológico y operativo, especialmente aquellos relacionados con la estabilidad del entorno SAP-SQL-Excel y la calidad de los datos maestros.

Los riesgos organizacionales y de capacitación poseen un impacto moderado, pero una alta probabilidad, por lo que deben gestionarse mediante programas de formación y acompañamiento en la adopción de la herramienta.

Este comportamiento evidencia que, aunque la mayoría de los riesgos son controlables, los de naturaleza técnica y de gestión del cambio concentran el mayor potencial de afectación al proyecto. Sin embargo, el análisis respalda que la herramienta propuesta es viable y controlable en su implementación, siempre que se ejecute bajo un esquema de gestión de riesgos activo, con seguimiento continuo, indicadores de desempeño y planes de contingencia definidos para los escenarios de mayor exposición.

5.4.8 Matriz RACI para gestión de riesgos

El análisis de gestión de riesgos no se limita únicamente a identificar y mitigar amenazas; también implica definir con claridad los responsables de ejecutar las acciones preventivas y correctivas. Para llevar adelante esta definición nos apoyaremos en el uso de la matriz RACI (responsable, Aprueba, Consultado, Informado) como lo muestra el cuadro No 22.

Cuadro No 22 Matriz RACI – Gestión de riesgos del desarrollo de la herramienta

Riesgo identificado	Acción preventiva	Planificación	T.I	Producción	Control de Calidad	Gerencia Operaciones	RRHH
Fallos en la integración SQL-SAP durante el desarrollo de la herramienta	Realizar pruebas piloto en ambiente de calidad de SAP, validación CDBC y respaldo de versión funcional.	C	R	I	I	A	I
Inconsistencias en datos maestros (tiempos de ruta, lotes, centros de trabajo).	Auditoría conjunta de datos maestros entre Planificación, Producción y TI; validación cruzada SAP.	R	C	C	A	A	I
Retrasos por disponibilidad limitada de personal TI o consultores externos.	Planificar recursos con anticipación e incluir horas intermedias; reprogramar actividades no críticas.	R	C	I	I	A	I
Resistencia al cambio por parte del personal operativo y planificadores.	Talleres de capacitación y acompañamiento post-despliegue para generar confianza.	C	C	R	I	A	C
Limitaciones de hardware o lentitud del servidor SAP durante pruebas.	Verificar capacidad de red y procesamiento; ejecutar simulaciones en horario de baja carga.	C	R	I	I	A	R
Falla en respaldo de información o pérdida de trazabilidad en archivos Excel generados.	Implementar control de versiones y almacenamiento en SharePoint; restaurar backups automáticos.	I	R	I	C	A	I
Incremento no previsto en costos por requerimiento de licencias SAP o SQL.	Confirmar compatibilidad de costos previos; revisión presupuestaria con Dirección Financiera.	C	C	I	I	A	I
No cumplimiento del cronograma de ejecución.	Control de avance semanal, reportes de estado del proyecto.	R	C	C	A	A	I
Riesgo de errores en fórmulas o cálculos de capacidad.	Validar fórmulas y algoritmos con muestras de prueba.	R	C	C	I	A	I
Falta de aceptación o uso adecuado de la herramienta tras el lanzamiento.	Implementar monitoreo de uso, incluir métricas de aceptación.	C	C	I	I	A	R

 Responsable
  Aprueba
  Consultado
  Informado

Nota: Elaboración propia.

De esta matriz y a modo resumen para cerrar lo concerniente a gestión de riesgos, queda identificado lo siguiente:

La Gerencia de Operaciones asume la responsabilidad final (A) en todos los riesgos, como órgano decisor y garante del cumplimiento del plan de implementación.

El departamento de TI mantiene el rol ejecutor (R) en los riesgos técnicos (1, 5 y 6), mientras que el departamento de Planificación lidera los estratégicos (2, 3, 8 y 9).

La gerencia de producción es clave en la validación operativa y pruebas piloto.

Por la naturaleza y de nuestro negocio Control de Calidad asegura la trazabilidad documental y validación de integridad de datos, y es fundamental asegurar esto por RTCA.

Recursos Humanos participa como actor fundamental en la gestión del cambio (riesgos 4 y 10).

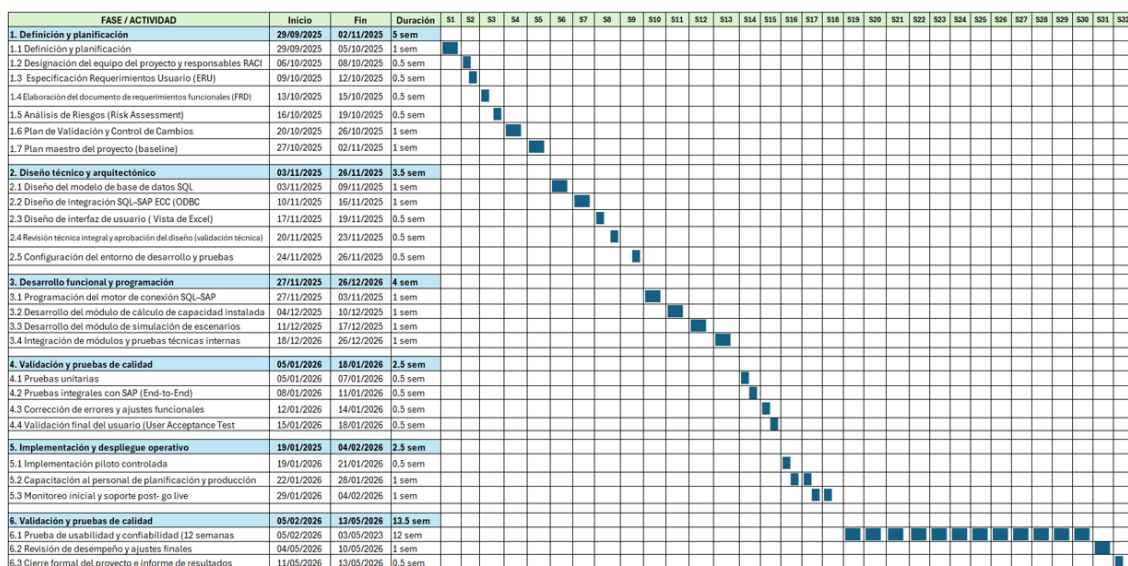
5.4.9 Plan de implementación

a. Cronograma

Se elabora un cronograma para establecer los tiempos del proyecto y los recursos para cada una de las etapas del proyecto. La etapa de implementación se estima iniciar a partir de enero 2026 y se estima que finalice el 13 de mayo del 2026.

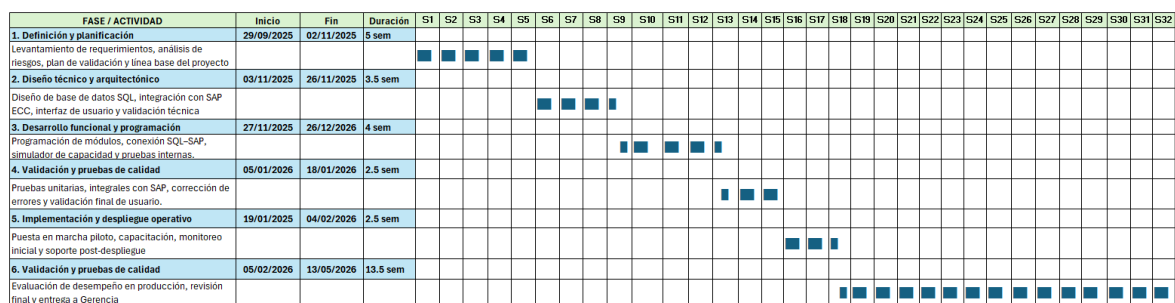
Este cronograma permite visualizar la secuencia lógica y temporal de las actividades necesarias para el diseño, desarrollo, validación, implementación y prueba de usabilidad de la herramienta digital integrada con SAP, así como su relación con las distintas fases del proyecto.

Las actividades se distribuyen en seis fases principales. El diseño contempla dependencias entre tareas, periodos de paralelismo y los hitos críticos que conforman la ruta crítica del proyecto (CPM), garantizando la gestión efectiva del tiempo, recursos y seguimiento de avances.



Nota: Elaboración propia

Figura No. 35 Diagrama gantt del proyecto



Nota: Elaboración propia

Figura No. 36 Diagrama de gantt síntesis del proyecto

b. Matriz RACI del diseño e implementación del proyecto

Con el objetivo de asegurar una adecuada coordinación interdepartamental y definir claramente las responsabilidades dentro del desarrollo e implementación de la herramienta digital integrada con SAP, se establece la matriz RACI (responsable, aprueba, consultado, informado). Esta herramienta de gestión nos permite identificar los roles y niveles de participación de cada área involucrada (Planificación,

Tecnologías de Información (TI), Producción, Calidad, Gerencia de Operaciones y Recursos Humanos) en las distintas fases del proyecto.

Cuadro No 23 Matriz RACI del cronograma de diseño e implementación.

Actividad	Planificación	T.I	Producción	Control de Calidad	Gerencia Operaciones	RRHH
Fase 1						
Definición y planificación	R	C	C	I	A	I
Fase 2						
Diseño técnico y arquitectónico	C	R	C	I	A	I
Fase 3						
Desarrollo funcional y programación	C	R	C	I	A	I
Fase 4						
Validación y pruebas de Calidad	R	C	C	A	I	I
Fase 5						
Implementación y despliegue operativo	R	C	C	C	A	C
Fase 6						
Pruebas de usabilidad y cierre	R	C	C	C	A	C

R Responsable
 A Aprueba
 C Consultado
 I Informado

Nota: Elaboración propia

c. Plan de contingencia del cronograma

El plan tiene como propósito anticipar y mitigar los posibles eventos que puedan impactar el cumplimiento del cronograma establecido para el desarrollo del proyecto, mismo que está orientado al diseño de una herramienta digital integrada con SAP, cuya funcionalidad va enfocada al cálculo y análisis de la capacidad instalada en SAVAL Costa Rica.

En la figura No 37 se puede observar detalle del plan cuyo foco son los riesgos con impacto directo sobre el cumplimiento del cronograma del proyecto, seleccionados a partir de la matriz general de riesgos. Se consideran principalmente aquellos clasificados como de nivel alto y algunos riesgos medios asociados a actividades

dentro de la ruta crítica, por su potencial de afectar los hitos y la entrega final de la herramienta digital integrada con SAP. Dado que el proyecto involucra interdependencias críticas entre áreas funcionales (Planificación, Producción, TI y Calidad) y sistemas tecnológicos corporativos, cualquier desviación en tiempo puede afectar directamente los entregables y la validación operativa de la solución.

Riesgo Asociado	Actividad Afectada	Impacto en cronograma	Medida Preventiva	Acción de Contingencia	
Retraso en pruebas de integración SAP	Fase (4) 4.2 : End-to-End Test	ALTO	Planificar pruebas paralelas por módulo	Asignar recurso TI adicional y extender ventana técnica	Jefatura TI
Indisponibilidad de personal clave	Fases 2 y 3	MEDIO	Establecer plan de respaldo de recurso	Reasignar tareas y redistribuir carga semanal	Planificación / RRHH
Fallas en conexión ODBC	Fase (3) 3.1 Programación del motor de conexión SQL-SAP	ALTO	Pruebas de conectividad previas	Activar soporte externo SAP y fallback a versión anterior	TI / Consultor SAP
Retraso en validación de usuarios (pruebas de aceptación)	Fase (4) 4.4 Validación final del usuario (User Acceptance Test)	MEDIO	Definir calendario fijo de pruebas	Ampliar 1 semana de validación antes del Gate final	Producción / Calidad

Nota: Elaboración propia

Figura No. 37 Plan de contingencia del cronograma de diseño e implementación.

5.4.10 Plan de mantenimiento de la herramienta

El funcionamiento adecuado de la herramienta digital requiere del soporte de un plan de mantenimiento que asegure su continuidad operativa, integridad de datos y capacidad de adaptación frente a cambios tecnológicos o de procesos internos, que puedan requerir una revisión y actualización de datos o versiones de la herramienta o su acople con actualización del sistema. Este plan contempla las acciones preventivas, correctivas y evolutivas necesarias para mantener la estabilidad del sistema y garantizar su adecuada operatividad de manera permanente con el entorno SAP ERP.

El mantenimiento será ejecutado principalmente por el área de Tecnologías de la Información (TI), en coordinación con Planificación de la Producción y Gerencia de Operaciones, asegurando la trazabilidad de todas las modificaciones realizadas y el cumplimiento de las políticas corporativas de seguridad y control de versiones.

El cuadro 24 muestra estructura del plan:

Cuadro No 24 Plan de mantenimiento para la herramienta

Tipo de mantenimiento	Actividades principales	Frecuencia	Responsable	Observaciones
Correctivo	Corrección de errores detectados en conexión SQL-SAP, validaciones de datos o dashboards.	Según ocurrencia	T.I./Planificación	Prioridad alta si afecta el cálculo de capacidad.
Preventivo	Verificación de integridad de base de datos, revisión de scripts SQL, limpieza de logs, actualización de datos en tablas.	Mensual	T.I	Revisión conjunta con soporte SAP.
Adaptativo	Ajustes ante cambios en estructuras SAP, calendarios laborales o rutas de producción.	Trimestral	T.I /Producción	Evaluar compatibilidad tras actualizaciones SAP.
Perfectivo	Incorporación de nuevas funcionalidades o mejoras en reportes y visualizaciones.	Semestral	T.I./Planificación	Basado en retroalimentación de usuarios.

Nota: Elaboración propia.

Este plan busca garantizar la disponibilidad y confiabilidad de la herramienta a lo largo de su ciclo de vida operativo, minimizando la posibilidad de fallos técnicos y asegurando la continuidad del proceso de planificación para SAVAL.

5.4.11 Plan anual de capacitación

Como parte del seguimiento, oportunidad de mejora y con el fin de garantizar las buenas prácticas en el manejo y funcionamiento de la utilización de la herramienta a diseñar, se desarrolla una propuesta de Plan Anual de Capacitación para los colaboradores que trabajan en el departamento de Planificación para quienes en principio son el alcance principal de uso de la herramienta en SAVAL CR. El mismo se ubica en el [Apéndice K](#).

5.4.12 Indicadores de evaluación, seguimiento y control

Para brindar un seguimiento y control efectivo sobre la utilización y cálculo de la capacidad instalada producto de la implementación de la herramienta automatizada integrada con SAP ERP, se establecen indicadores clave de desempeño (KPI) que permitan evaluar su efectividad técnica y su impacto operativo. Los indicadores definidos combinan métricas cuantitativas y cualitativas orientadas a medir el progreso, rendimiento e impacto del proyecto respecto a sus objetivos operativos, técnicos y de gestión.

En la categoría de evaluación, se propone mantener el uso de los indicadores actualmente utilizados por la organización (Fill Rate, OTIF y Cumplimiento del Plan Acordado), los cuales permitirán monitorear la mejora en la disponibilidad de producto terminado y la eficiencia en la ejecución del plan maestro de producción, resultante del uso de la herramienta.

En cuanto al seguimiento del proceso, la sugerencia es incorporar (nuevo) el indicador de Exactitud del Cálculo de la Capacidad Instalada versus Ejecución Real, con el fin de medir el grado en que la herramienta contribuye a la precisión de la planificación productiva, así como el indicador de Cumplimiento en la Ejecución del Presupuesto Asignado (nuevo) para evaluar la disciplina financiera durante la implementación.

Finalmente, en el nivel de control, se recomienda el uso de indicadores técnicos como el Cumplimiento del Cronograma de Mantenimiento y el Número de Incidencias Técnicas por Mes, que permitirán garantizar la sostenibilidad operativa, la estabilidad del sistema y la confiabilidad de la herramienta en el mediano y largo plazo. Ver detalle en [Apéndice H](#).

5.4.13 Manual de usuario

Con el fin de facilitar la comprensión del prototipo propuesto para el cálculo de capacidad instalada con el uso de la herramienta a diseñar en Laboratorios SAVAL CR y con el propósito de para facilitar la implementación de esta herramienta se ha elaborado un manual de usuario que se encuentra en el [Apéndice J](#). Este manual cubre todos los aspectos del prototipo, se entiende que, al ser del prototipo de la herramienta, una vez la misma este desarrollada y finalizada para su utilización se debe de ajustar a las consideraciones, técnicas,

de seguridad y uso que aporte el consultor ABAP y surjan del trabajo conjunto en la etapa de diseño formal.

5.4.14 Simulación de uso

Con el propósito de validar la viabilidad técnica y operativa de la propuesta seleccionada el diseño de una herramienta digital integrada con SAP para la gestión y análisis de la capacidad instalada, se realiza una simulación que permita evidenciar su potencial impacto en la planificación de la producción y en la mejora del indicador de Fill Rate.

La simulación busca contrastar el escenario actual, en el cual la planificación se realiza bajo el supuesto de que toda la demanda puede ser fabricada dentro del periodo planificado, con un escenario propuesto en el que la herramienta calcula de manera dinámica la capacidad real de los equipos y permite visualizar la ocupación por área, centro de trabajo y periodo. De esta forma, se pretende demostrar cómo el uso de la herramienta posibilita una planificación más precisa, una mejor asignación de recursos y una reducción en los faltantes de producto terminado, contribuyendo al cumplimiento de los objetivos estratégicos de disponibilidad y eficiencia operativa de SAVAL Costa Rica.

Se parte de lo siguiente, para la construcción de la simulación:

Cuadro No 25 Condiciones de escenarios de simulación

Escenario	Descripción	Base de datos utilizada
Escenario A : Actual ("sin herramienta")	Se asume que toda la demanda planificada puede producirse dentro del mes, sin validar la capacidad real de los recursos.	Plan Maestro de Producción (MPS) de SAP y tiempos promedio históricos.
Escenario B : Propuesto ("con herramienta")	La herramienta calcula la capacidad instalada real (en horas disponibles por máquina y turno), detecta sobrecargas y permite simular reprogramaciones.	Datos reales extraídos desde SAP (rutas, tamaños de lote, tiempos estándar, calendario laboral).

Nota: Elaboración propia

Para el caso del escenario A, en [Apéndice L](#) se encuentra el MPS utilizado en la planificación y en [Anexo 6](#) la tabla de tiempos históricos por puesto de trabajo.

Para el caso del escenario B, los pasos planificados a seguir son los descritos a continuación; importante aclarar que la mayoría de las imágenes a mostrar en los pasos a seguir de las pantallas y funciones descritas son representativas y podrán modificarse en la versión final.

Pasos:

- Tomar MPS (ver figura No 38) y extraer los Sku de cada material, y el requerimiento (según la UN que corresponda por área – Manufactura-Empaque) por mes para el material.

		GA	GB	GJ	HB	HT	IL	JD	JV	KN	LF	LX	MP	NH
		N200	N218	N226	N254	N272	N280	N208	N226	N244	N262	N280	N298	N416
			ene-26	feb-26	mar-26	abr-26	may-26	jun-26	jul-26	ago-26	sept-26	oct-26		
SKU PT	Descripción	Proyectado a Octubre 2025	Proyectado a Noviembre 2025	Proyectado a Diciembre 2025	Proyectado a Enero 2026	Proyectado a Febrero 2026	Proyectado a Marzo 2026	Proyectado a Abril 2026	Proyectado a Mayo 2026	Proyectado a Junio 2026	Proyectado a Julio 2026	Proyectado a Agosto 2026	Proyectado a Septiembre 2026	Proyectado a Octubre 2026
99000743	POLISTIRENO SULFONATO SÓLIDO	5,000	5,000	5,000	4,500	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10100007	POLISTIRENO SULFONATO POLY R9 F454CCSS	10,700	10,700	10,700	9,630	0	0	0	0	0	0	0	0	0
100062305	HIDROCLORITO 0.5% w/v LOCION	950	0	0	0	950	0	0	0	0	0	0	0	0
101000672	HIDROCLORITO 0.5% LOCION Fx 5mL INST Ex 20 LS (sv-ABR2)	61,500	0	0	0	61,500	0	0	0	0	0	0	0	0
100327301	Fe(III) POLYMALT (Fe ELEM 50MG/ML) SG	14,200	1,400	0	2,580	0	0	1,250	0	0	0	0	0	0
100330404	SULFADIAZINA DE PLATA 1% CREMA	3,450	1,450	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
101004046	SULFADIAZINA DE PLATA CRE 1% Fx 400g INST	8,340	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10012302	GLUCON DE CLORHEX 0.12% ENJ BUC	8,100	24,300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
102000834	CLOREXIL 0.12% ENJAGUE BUCAL Fx 240mL EF	33,000	61,625	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
100000155	ASPARTATO/ARGININA 500mg/mL Sol Oral NF	3,750	5,000	2,500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
102000039	REQUEREX 0.5G/10mL EXDAMP BE EF	36,000	24,000	24,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
100045301	BETANECOL CLORURO 10mg TAB ETAS	780,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
101000583	BETANECOL CLORURO 10mg Ex 500 TAB INS L	1,550	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
100313301	VITAMINA D3 10,000 UI/mL SOLUCION ORAL	1,360	0	0	2,220	0	1,110	0	0	0	0	0	0	0
101006677	VIT D3 10000UI SO Fx 30mL Ex 500 INST LS (sv-may-25)	44,000	0	0	72,000	0	36,000	0	0	0	0	0	0	0
100303001	LEVODOPA 100mg + CARBODOPA 25mg TAB ETAS	24,000,000	3,819,227	0	18,000,000	0	18,000,000	0	2,429,227	0	0	0	0	18,000,000
101000025	LEVODOPA 100mg + CARBODOPA 25mg TAB ETAS (2)	2,255	3,724	0	3,140	0	1,570	0	2,155	0	0	0	0	1,570
100332001	LINEZOLID 600mg TAB	15,333	0	0	9,034	0	0	0	4,517	0	0	0	0	0
101004441	LIQZOLID LINEZOLID 600mg Ex 30 TR INS	408	0	0	103	0	0	0	0	0	0	0	0	0
101005991	LINEZOLID 600mg Ex 30 TAB REC CCSS CR	102	0	0	166	0	0	0	136	0	0	0	0	0
100015001	PROCTOCALINE SUPERIOR DROS ANTIHEMORROIDAL	1,000	0	0	1,210	0	0	0	0	0	0	0	0	0
101000039	PROCTOCALINE SUPERIOR DROS ANTIHEMORROIDAL	4,750	0	0	5,322	0	0	0	0	0	0	0	0	0
100000225	ENERGYVAL SOLUCION	265	265	0	265	0	265	265	0	0	0	0	0	0
102000875	ENERGYVAL Ex 10	1,800	2,000	0	2,000	0	0	2,500	1,700	0	0	0	0	0
102000911	ENERGYVAL Ex 10 (PPC SV)	600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
100000225	ENERGYVAL PLUS SOLUCION	900	1,050	0	765	0	765	0	0	0	0	0	0	0
102000876	ENERGYVAL PLUS Ex 10	5,000	7,500	0	6,500	0	5,800	0	0	0	0	0	0	0
100000234	MUXELIX ULTRA SOLUCION ORAL	1,000	0	2,100	0	2,100	0	0	0	0	0	0	0	0
102000882	MUXELIX ULTRA Fx 120ml	7,200	0	16,000	0	10,000	11,500	0	0	0	0	0	0	0
103000444	MUXELIX ULTRA MM Fx 50ml	2,500	0	2,000	0	14,000	12,000	0	0	0	0	0	0	0
100000245	PERSIMAX CAPSULAS	63,920	0	0	0	63,920	0	0	0	0	63,920	0	0	0
102000891	PERSIMAX Ex 30 CAP	1,550	0	0	0	1,800	0	0	0	0	1,800	0	0	0
103000451	PERSIMAX MM Ex 7 CAP	2,200	0	0	0	1,000	0	0	0	0	1,000	0	0	0

Fuente: MPS de trabajo del equipo de planificación de SAVAL CR

Figura No. 38 Ejemplo de MPS con requerimiento a 1 año

- Pegar los sku de cada material y el requerimiento en documento de carga para exportar información a SAP-ERP (ver figura No 39 de la plantilla sin datos, y Figura 40 de la plantilla ya con datos).

Fuente: Aporte de trabajo en proceso pilo del área de T.I de SAVAL CR.

Figura No. 39 Diseño en desarrollo de plantilla de carga de necesidades planificadas vacía

Fuente: Departamento de T.I en conjunto con departamento de planificación de SAVAL CR.

Figura No. 40 Prototipo plantilla de carga de necesidades a SAP llena

- Carga de horas laborales por equipo y área para meses de cálculo de capacidad.

	A	B	C	D	E	F	G	H
	ÁREA	MAQUINA	PERIODO	MES	DÍAS_MES	horas x día	HORAS_DISPO	ÁREA...
1	EMPAQUE	EM1015	2026	AGOSTO	23	14	322	EMPAQUE
2	EMPAQUE	EM1015	2025	SEPTIEMBRE	25	14	350	EMPAQUE
3	EMPAQUE	EM1015	2025	OCTUBRE	27	14	378	EMPAQUE
4	EMPAQUE	EM1015	2025	NOVIEMBRE	25	14	350	EMPAQUE
5	EMPAQUE	EM1015	2025	DICIEMBRE	20	14	280	EMPAQUE
6	EMPAQUE	EM1015	2026	ENERO	24	14	336	EMPAQUE
7	EMPAQUE	EM1015	2026	FEBRERO	24	14	336	EMPAQUE
8	EMPAQUE	EM1015	2026	MARZO	26	14	364	EMPAQUE
9	EMPAQUE	EM1015	2026	ABRIL	22	14	308	EMPAQUE
10	EMPAQUE	EM1015	2026	MAYO	25	14	350	EMPAQUE
11	EMPAQUE	EM1015	2026	JUNIO	26	14	364	EMPAQUE
12	EMPAQUE	EM1015	2026	JULIO	26	14	364	EMPAQUE
13	EMPAQUE	CAM2005	2026	AGOSTO	23	14	322	EMPAQUE
14	EMPAQUE	CAM2005	2025	SEPTIEMBRE	25	14	350	EMPAQUE
15	EMPAQUE	CAM2005	2025	OCTUBRE	27	14	378	EMPAQUE
16	EMPAQUE	CAM2005	2025	NOVIEMBRE	25	14	350	EMPAQUE
17	EMPAQUE	CAM2005	2025	DICIEMBRE	20	14	280	EMPAQUE
18	EMPAQUE	CAM2005	2026	ENERO	24	14	336	EMPAQUE
19	EMPAQUE	CAM2005	2026	FEBRERO	24	14	336	EMPAQUE
20	EMPAQUE	CAM2005	2026	MARZO	26	14	364	EMPAQUE
21	EMPAQUE	CAM2005	2026	ABRIL	22	14	308	EMPAQUE
22	EMPAQUE	CAM2005	2026	MAYO	25	14	350	EMPAQUE
23	EMPAQUE	CAM2005	2026	JUNIO	26	14	364	EMPAQUE
24	EMPAQUE	CAM2005	2026	JULIO	26	14	364	EMPAQUE
25	EMPAQUE	CAM2006	2026	AGOSTO	23	14	322	EMPAQUE
26	EMPAQUE	CAM2006	2025	SEPTIEMBRE	25	14	350	EMPAQUE
27	EMPAQUE	CAM2006	2025	SEPTIEMBRE	25	14	350	EMPAQUE

Fuente: Departamento de T.I SAVAL CR:

Figura No. 41 Prototipo de plantilla llenado de horas máquina por mes por equipo y área

- Subir a SAP ambas plantillas y elegir versión de carga para el análisis de

Datos p. capacidad de planta

Selecciones

Número de versión: 0

Periodo Inicial: 10.10.2025

Centro: 4120

Requerim. planificación: C:\Users\dulata\OneDrive - LABORATORIOS SAVAL S.A.\

Calendario maquinaria: C:\Users\dulata\OneDrive - LABORATORIOS SAVAL S.A.\

Número de versión 10 Entradas

Verz	Denominación
0	Versión plan/real
P1	Planificación 1
P2	Planificación 2
P3	Planificación 3
P4	Planificación 4
P5	Planificación 5
P6	Planificación 6
P7	Planificación 7
P8	Planificación 8
P9	Planificación 9

Capacidad.

Fuente: Equipo de T.I SAVAL CR tomado de ambiente de Calidad de SAP.

Figura No. 42 SAP ambiente de calidad de transacción en desarrollo para cargar plantillas

- Esperar ejecución de programación interna en SQL (plantillas de Excel, datos de rutas en SAP). Si se presenta un error en la carga producto de un dato mal anotado (ver indicaciones en [apéndice J](#), Manual de Usuario) el sistema debe de emitir un mensaje de alerta que le indique al usuario que debe revisar información de archivos o datos a ser actualizado en SAP (esta etapa no está visible aún).
- La información se podrá descargar en un cubo de datos, que tendrá detalles de información de año para el cual se está corriendo el análisis, periodos – meses-, versión o versiones de comparación, sku's, descripción de productos, cantidad a fabricar, cantidad de lotes requeridos, ajuste de cantidad según tamaño de lote estándar de fabricación que contenga la ruta, personal requerido, tiempo de preparación y limpieza, entre otros más como se muestra en figura No 43, que darán como resultado la visualización de la ocupación para el o los recursos necesarios por periodo y año, como lo muestra la figura No 44 (se ha elegido un producto para ilustrar el cálculo de datos y simulación de ocupación).

5.4.15 Modelo estructurado de planificación y abastecimiento para SAVAL CR

Con base en el diagnóstico y los criterios técnico–operativos–económicos evaluados, se desarrolló un Modelo Estructurado de Planificación y Abastecimiento para dos productos terminados estratégicos del mercado privado.

Este modelo integra de manera secuencial y operativa los elementos que permiten alinear la demanda, la capacidad instalada, los inventarios, y los procesos de control de calidad, asegurando que la planificación responda a la disponibilidad real de recursos.

El modelo se compone de cinco pilares:

- Gestión de la demanda.
- Cálculo de inventarios y parámetros de abastecimiento.
- Plan Maestro de Producción basado en capacidad instalada.
- Integración SAP–SQL–Excel para simulación y programación.
- Gestión del desempeño (KPI e indicadores de servicio).

Si bien el segundo pilar la política de inventarios, forma parte esencial del modelo, su desarrollo técnico queda pendiente para la empresa, dado que el proyecto se centró, conforme al alcance definido, en la construcción del componente basado en capacidad instalada. No obstante, el modelo plantea explícitamente la necesidad de que SAVAL CR complete este pilar para garantizar la articulación integral del ciclo de planificación y abastecimiento.

Todos los demás componentes del modelo se encuentran desarrollados en este capítulo 5.

La Figura 45 presenta el Modelo de planificación y abastecimiento de SAVAL CR, el cual sintetiza visualmente la propuesta final y articula los elementos necesarios para alcanzar una planificación alineada con la disponibilidad real de recursos.



Elaboración propia

Figura No. 45 Modelo propuesto de planificación y abastecimiento de SAVAL CR

5.4.16 Conclusiones del capítulo 5

- a. Se identificaron dos propuestas de solución al problema diagnosticado de abastecimiento de productos estratégicos:
 - Formalización de una política de inventarios con la construcción de inventario de seguridad
 - Desarrollar una herramienta con interfaz con ERP-SAP para el cálculo de la capacidad instalada
- b. El análisis de las propuestas desde un las perspectivas financiera, operativa, técnica y la medición del impacto/esfuerzo de cada una, permite concluir que la opción de

desarrollar una interfaz SAP-SQL para calcular el uso de la capacidad instalada es la más conveniente para SAVAL

- c. La evaluación en detalle de la propuesta seleccionada revela que financieramente es robusta e incluso supera los criterios definidos en SAVAL CR en indicadores como TIR (31.87%), VAN (USD 171,262.54) y período de retorno descontado (5 meses) para proyectos de este alcance y duración.
- d. La identificación de riesgo en el desarrollo de la propuesta seleccionada y sus mecanismos de mitigación establece que se puede llevar a cabo según cronograma definido, recursos económicos presupuestados y alcance definido.
- e. La simulación de la herramienta proyecta, además de los beneficios para análisis y toma de decisión en el proceso de la planificación y programación, mejoras en Fill Rate del 78% actual al 83% en los primeros 9 meses de uso. También la reducción progresiva de faltantes hasta cerrar la brecha de hasta un 23% de las perdidas en utilidades por ventas no realizadas y un 40% de reducción en el pago de horas extras.

6 CONCLUSIONES

6.1 Conclusiones

- a. El diagnóstico evidenció la ausencia de un modelo estructurado de planificación y abastecimiento en SAVAL CR, lo cual genera desarticulación entre las áreas comerciales, operativas y de calidad, dificultando la sincronización del ciclo de abastecimiento de producto terminado y afectando directamente el Fill Rate, OTIF y el cumplimiento del plan. Esta brecha estructural se confirma como la causa raíz que limita la disponibilidad de producto terminado para el mercado privado.
- b. En síntesis, el diagnóstico permitió evidenciar una brecha operativa de 12% entre el cumplimiento del plan acordado (78%) y la meta establecida en SAVAL del 90%, confirmando una falla estructural en la planificación que genera desabastecimientos recurrentes de producto terminado.
- c. Como resultado, se comprobó que el bajo cumplimiento del plan impacta directamente los indicadores clave de desempeño (OTIF 74%, Fill Rate 73.8%, Forecast Accuracy 75%), demostrando que la disponibilidad insuficiente de producto terminado es el principal factor que limita el nivel de servicio en SAVAL.
- d. Cabe destacar que, los indicadores de productividad, calidad y tiempo de liberación mantienen un desempeño conforme a las metas definidas, lo que confirma que la principal causa del incumplimiento no está en la ejecución operativa, sino, en el proceso de la planificación.
- e. En consecuencia, el análisis de causa raíz con Ishikawa, 5 porqués y mesas técnicas de discusión, permitió identificar dos causas determinantes: la falta de política formal de inventarios y la no inclusión del uso de capacidad instalada en el análisis de la planificación de la producción.
- f. Por consiguiente, se concluye que la falta de inventarios de seguridad transformó el modelo de planificación de Make to stock a un modelo Make to Order, generando faltantes continuos de producto y pérdida de ventas ante variaciones de demanda o atrasos productivos.
- g. De ahí que, la no consideración del uso de la capacidad instalada en la planificación genera incumplimientos sistemáticos del programa de fabricación y afecta la disponibilidad de producto terminado, confirmando que la planificación carece de soporte técnico real.

- h. De forma tal, que el análisis de propuestas demostró que la solución de desarrollar una herramienta SAP–SQL–Excel orientada a integrar la planificación con el uso real de la capacidad instalada, respecto a la de la política de inventarios y construcción de stock de seguridad, resulta ser la solución más viable y efectiva para aportar a la solución del problema.
- i. De manera contundente, la evaluación financiera demostró que la solución propuesta es rentable y sostenible, con un TIR 31.87%, un VAN de USD 171,262.54 y periodo de retorno descontado en cinco meses, superando los estándares de viabilidad definidos por SAVAL.
- j. Por ende, se demostró que el proyecto es técnicamente viable y ejecutable dentro del plazo y presupuesto definidos, con riesgos controlados mediante planes de mitigación desarrollados.
- k. En consecuencia, la simulación del modelo SAP–SQL–Excel validó su funcionalidad técnica y precisión, al reproducir resultados coherentes con los datos reales de la planta.
- l. De ahí que, la prueba piloto confirmó mejoras operativas cuantificables, elevando el Fill Rate al 83%, reduciendo en un 40% las horas extra y disminuyendo en un 0.5% el costo de producción para los productos analizados.
- m. Por lo tanto, se comprobó que el modelo permite anticipar cuellos de botella, balancear cargas de trabajo y optimizar el plan maestro de producción, contribuyendo a una mayor estabilidad y eficiencia operativa a largo plazo en SAVAL CR.
- n. Finalmente, se consolidó un sistema integral de indicadores de evaluación, seguimiento y control que permite monitorear el desempeño operativo y financiero del modelo, garantizando su continuidad y mejora sostenida en el tiempo. Con ello, se fortalece una cultura organizacional de planificación basada en evidencia y uso real de la capacidad instalada.

6.2 Recomendaciones

- a. Revisar integralmente el proceso de planificación de la producción para asegurar la alineación entre la demanda proyectada y la capacidad instalada disponible, garantizando planes realistas y ejecutables.
- b. Integrar los indicadores clave de desempeño (KPI) en un tablero de mando único e interdepartamental, que permita monitoreo en tiempo real, alertas tempranas y acciones preventivas coordinadas.
- c. Implementar acciones de mejora continua en abastecimiento y disponibilidad de producto, derivadas del análisis periódico de los KPI para fortalecer la respuesta al mercado.
- d. En una siguiente fase de mejora, formalizar una política de inventarios corporativa, que establezca niveles de seguridad y estrategias diferenciadas a través de una clasificación clave para cada producto, consolidando la gestión de stock estratégico.
- e. Incorporar de forma permanente el cálculo del uso de la capacidad instalada en la planificación y programación de la producción en SAVAL CR, para garantizar planes ajustados a la realidad operativa.
- f. Optimizar el modelo de pronóstico y gestión de pedidos, disminuyendo la variabilidad de la demanda y la concentración de pedidos a fin de mes, factores que impactan directamente el OTIF y el Fill Rate.
- g. Revisar y fortalecer el proceso administrativo de planificación de inventarios, definiendo roles, responsabilidades y mecanismos de control sobre el cumplimiento de unidades comprometidas.
- h. Aprobar la inversión de USD 58,600 para la implementación completa de la interfaz SAP–SQL–Excel, respaldada por su retorno comprobado en reducción de pérdidas y mejora de rentabilidad.

- i. Aplicar y monitorear las medidas de mitigación de riesgos identificadas, priorizando aquellas críticas durante la etapa de implementación para asegurar la continuidad del proyecto.
- j. Realizar nuevas simulaciones y pruebas piloto que confirmen las mejoras en Fill Rate y cumplimiento del plan, permitiendo ajustar y actualizar la factibilidad financiera del modelo.
- k. Validar y actualizar periódicamente el plan de contingencia del cronograma, anticipando posibles retrasos en pruebas de integración SAP que puedan comprometer la implementación oportuna del sistema.
- l. Expandir la aplicación del modelo al portafolio completo de productos estratégicos, ajustando indicadores, controles y proyecciones financieras según el nuevo alcance operativo.
- n. Mantener actualizados los datos maestros en SAP (rutas, tiempos y procesos) para garantizar la precisión del modelo y la efectividad de la herramienta.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

Libros

Chopra, S., & Meindl, P. (2016). **Supply chain management: Strategy, planning, and operation.* * Pearson.

Project Management Institute. (2021). **A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® guide) – Seventh edition.* * PMI.

Artículos en revistas científicas y papers

Alnahhal, M. (2024). Economic order quantity: A state-of-the-art in the era of sustainability. **Sustainability*, 16*(14), 5965. <https://doi.org/10.3390/su16145965>

Altendorfer, K., Felberbauer, T., & Jodlbauer, H. (2016). Effects of forecast errors on optimal utilisation in aggregate production planning with stochastic customer demand. **International Journal of Production Research*, 54*(22), 6721–6736. <https://doi.org/10.1080/00207543.2016.1162918>

Alvekrans, A.-L., Lantz, B., Rosén, P., Siljemyr, L., & Snygg, J. (2016). From knowledge to decision – A case study of sales and operations planning in health care. **Production Planning & Control*, 27*(14), 1203–1216. <https://doi.org/10.1080/09537287.2016.1174892>

Anand, H., Siddharth, V., Goyal, V., & Koushal, V. K. (2016). Lead time in drug procurement: A study of tertiary care teaching hospital of North India. **International Journal of Research Foundation Hospital & Healthcare Administration*, 4*(1), 16–19. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10035-1054>

Antić, S., Nikolić, V., Mladenović, S., & Simeunović, N. (2022). Dynamic discrete inventory control model with demand uncertainty: A case study in the pharmaceutical industry. **Applied Sciences*, 12*(3), 1536. <https://doi.org/10.3390/app12031536>

Barros, J., Cortez, P., & Carvalho, M. S. (2021). A systematic literature review about dimensioning safety stock under uncertainties and risks in the procurement process. **Operations Research Perspectives*, 8,* 100192. <https://doi.org/10.1016/j.orp.2021.100192>

Ghosh, S., Mandal, M. C., & Ray, A. (2023). A PDCA based approach to evaluate green supply chain management performance under fuzzy environment. **International*

- Journal of Management Science and Engineering Management, 18*(1), 1–15.
<https://doi.org/10.1080/17509653.2022.2027292>
- Hill, A., Cornelissens, T., & Sørensen, K. (2016). Efficient multi-product multi-BOM batch scheduling for a petrochemical blending plant with a shared pipeline network. *Computers & Chemical Engineering, 84, * 493–506.
- Li, X., & Fan, C. (2023). The effect of lead-time variability on inventory: Expected on-hand inventory vs. safety stock. *International Journal of Operational Research. *
<https://doi.org/10.1504/ijor.2023.134406>
- Lisan, S. (2018). Safety stock determination of uncertain demand and mutually dependent variables. *International Journal of Business and Social Research, 8*(3), 1–11.
<https://doi.org/10.18533/ijbsr.v8i3.1095>
- Lohmer, J., & Lasch, R. (2020). Production planning and scheduling in multi-factory production networks: A systematic literature review. *International Journal of Production Research, 58*(7), 2223–2249.
<https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1797207>
- Merkuryeva, G., Valberga, A., & Smirnov, A. (2019). Demand forecasting in pharmaceutical supply chains: A case study. *Procedia Computer Science, 149,* 3–10.
<https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.01.100>
- Ogbewele, E. G., Mbata, A. O., & Nwosu, N. T. (2024). Optimizing pharmaceutical inventory management: A global framework for efficiency and cost reduction. *International Journal of Management & Entrepreneurship Research, 6*(10), 3357–3371. <https://doi.org/10.51594/ijmer.v6i10.1638>
- Olajide, J., Otokiti, B., Nwani, S., Ogunmokun, A. S., Adekunle, B., & Fiemotongha, J. (2021). A strategic model for reducing Days-on-Hand (DOH) through logistics and procurement synchronization. *International Journal of Supply Chain Management, 4,* 237–243.
- Pekarcikova, M., Trebuna, P., Kliment, M., Kronova, J., & Dic, M. (2025). Master production schedule in the consumer product goods industry: Benefits of APS applications. *Applied Sciences, 15*(3), 1642. <https://doi.org/10.3390/app15031642>

- Pokharana, M., Vaishnav, R., Goyal, A., & Shrivastava, A. (2018). Stability testing guidelines of pharmaceutical products. *Journal of Drug Delivery and Therapeutics, 8*(2), 169–175. <https://doi.org/10.22270/JDDT.V8I2.1564>
- Tanaga, M. B., & Oetama, R. S. (2023). Material requirement planning information system: Prototype and lead time analysis. *Journal of Information Systems and Informatics, 5*(3), 848–859. <https://doi.org/10.51519/journalisi.v5i3.535>
- Tian, Z., Pajić, V., Kilibarda, M., & Andrejić, M. (2024). Enhancing distribution efficiency through OTIF performance evaluation. *Mathematics, 12*(21), 3372. <https://doi.org/10.3390/math12213372>

Informes, normas técnicas y documentos institucionales

- Beckman, C., & Bernander, E. (2015). *Traceability in legal pharmaceutical supply chains: Ensuring safety and quality of prescribed medicinal products* (Report No. E2015:111). Department of Technology Management and Economics, Division of Logistics and Transportation, Chalmers University of Technology. <https://odr.chalmers.se/handle/20.500.12380/223053>
- International Organization for Standardization. (2018). *ISO 31000:2018 Risk management — Guidelines. * ISO.
- Organización Internacional de Normalización (ISO). (2015a). *ISO 9000:2015 Quality management systems – Fundamentals and vocabulary. * International Organization for Standardization. <https://www.iso.org/standard/45481.html>
- Organización Internacional de Normalización (ISO). (2015b). *ISO 9001:2015 Quality management systems – Requirements. * International Organization for Standardization. <https://www.iso.org/standard/62085.html>
- RTCA. (2011). *Reglamento Técnico Centroamericano sobre Productos Farmacéuticos RTCA 11.03.42:11. * Consejo de Ministros de Integración Económica. <https://www.sieca.int/>
- U.S. Food and Drug Administration. (2016). *Q7A Good manufacturing practice guidance for active pharmaceutical ingredients. * FDA. <https://www.fda.gov/regulatory-information/search-fda-guidance-documents/q7a-good-manufacturing-practice-guidance-active-pharmaceutical-ingredients>

Guijarro, E., Babiloni, E., & Trapero, J. R. (2022). A non parametric enhancement of the fill rate estimation. En J. L. Ayala, A. Peña, J. L. Castejón, & C. Vila (Eds.), *Advances in engineering networks* (pp. 115–122). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-92069-8_13

Direcciones web y fuentes gubernamentales

Ministerio de Salud. (2023). *Regulación técnica de productos farmacéuticos en Costa Rica.

* Gobierno de Costa Rica. <https://www.ministeriodesalud.go.cr/>

APENDICES

Apéndice A: Siglas y abreviaturas

Siglas/ Abreviaturas**OMS****BPD****BPL****GMP/BPM****CAPA****BOM****ISO****KPI****SAP****S&OP****RTCA****SKU****API****Significado**

Organización Mundial de la Salud

Buenas Prácticas de Documentación

Buenas Prácticas de Laboratorio

Buenas Prácticas de Manufactura

Acciones correctivas y preventivas

Lista de materiales

Organización Internacional de Normalización

Indicador clave de desempeño

Sistema integrado de gestión empresarial

Planificación de Ventas y Operaciones

Reglamento Técnico Centroamericano

Unidad de Mantenimiento de Inventario.

Ingrediente Farmacéutico Activo

Apéndice B: Lluvia de ideas para elaboración de ishikawa

Reunión de trabajo: Equipo comercial, planificación, logística, producción, calidad.

Objetivo: Identificación causa raíz para bajo OTIF, Plan acordado, Fill Rate y precisión del pronóstico.

Fecha: lunes 22/09

Identificación de causa raíz, aplicación de herramientas / Método ISHIKAWA o Diagrama de Espina de Pescado

Ishikawa para problema de exactitud de pronóstico de productos estratégicos 75% < 80% meta
Tormenta de ideas/cuestionamientos a responder para creación del Ishikawa
<u>Método:</u>
¿Existe método para calcular exactitud del pronóstico? Si
¿El método está validado? Si
¿El método está normalizado en un SOP? Si
¿El SOP está actualizado? No
¿El SOP está difundido al personal? No
¿El método establece una ventana de tiempo para pronosticar? Si
¿La ventana de tiempo establece una “frozen zone”? No
¿El método permite modificaciones en las cifras de un período a otro? Si
¿La modificación es irrestricta? Si
¿Las modificaciones irrestrictas son consensuadas con Planificación? No
<u>Personal:</u>
¿Personal está capacitado? Si
¿Personal decide con base a procedimiento y experiencia? Si

¿Asume responsabilidad por la cifra de pronóstico? Si
¿Cumple plazos de entrega del pronóstico? Si
<u>Maquinaria – Equipo:</u>
¿Se cuenta con equipos en cantidad suficiente? Si
¿El equipo dotado al personal es apropiado para la tarea? Si
<u>Medición:</u>
¿Existe medición formal de la exactitud del pronóstico? Si
¿Los datos de medición provienen de fuentes independientes? Si
¿La medición se hace sistemáticamente? Si
¿La medición es analizada? Si
¿Las variaciones son notificadas? Si
¿Se toman acciones sobre las variaciones? No
<u>Materiales:</u>
¿Se gestionan pedidos de los clientes? Si
¿Los pedidos se corresponden al pronóstico? Si
¿Los inventarios al inicio de mes responden a los pedidos pronosticados? No
¿Los inventarios al inicio de mes responden a los pedidos recibidos? No

Ishikawa para problema de Fill Rate promedio Producto A 76 % y producto B 72% menor al 90% meta
<u>Tormenta de ideas</u>
<u>Método:</u>
¿Existe método para calcular Fill Rate? Si
¿El método está validado? Si
¿El método está normalizado en un SOP? Si
¿El SOP está actualizado? Si
¿El SOP está difundido al personal? Si
<u>Personal:</u>

¿Personal está capacitado? Si
¿Personal decide con base a procedimiento y experiencia? Si
¿Personal conoce la importancia del indicador? Si
¿Asume responsabilidad por resultado de Fill Rate? No
¿Considera que la responsabilidad es de otra área? Si
<u>Maquinaria – Equipo:</u>
¿Se cuenta con equipos en cantidad suficiente? Si
¿El equipo dotado al personal es apropiado para la tarea? Si
¿Se cuentan con plataformas robustas para ejecutar las tareas? Si
<u>Medición:</u>
¿Existe medición formal de Fill Rate? Si
¿Los datos de medición provienen de fuentes independientes? Si
¿La medición se hace sistemáticamente? Si
¿La medición es analizada? Si
¿Las variaciones son notificadas? Si
¿Las variaciones son generadas por el pronóstico? No
¿Las variaciones son generadas por las unidades comprometidas? Si
¿Las unidades comprometidas son por defecto respecto al pronóstico? Si
¿Se toman acciones sobre las variaciones? No
<u>Materiales:</u>
¿Los pedidos se reciben a tiempo? Si
¿Los pedidos se corresponden al pronóstico? Si
¿Las unidades comprometidas corresponden al pronóstico? Si
¿Los inventarios al inicio de mes responden a las unidades comprometidas? No
¿Los inventarios al inicio de mes responden a los pedidos recibidos? No

**Ishikawa para problema de cumplimiento del plan acordado 78% menor
al 90% meta**

<u>Tormenta de ideas</u>
<u>Método:</u>
¿Existe método para calcular Cumplimiento del Plan Acordado? Si
¿El método está validado? Si
¿El método está normalizado en un SOP? Si
¿El SOP está actualizado? Si
¿El SOP está difundido al personal? Si
<u>Personal:</u>
¿Personal está capacitado? Si
¿Personal decide con base a procedimiento y experiencia? Si
¿Personal conoce la importancia del indicador? Si
¿Asume responsabilidad por resultado de Cumplimiento Plan Acordado? Si
<u>Maquinaria – Equipo:</u>
¿Se cuenta con maquinaria en cantidad suficiente? Si
¿La maquinaria es apropiado para la tarea? Si
¿La maquinaria tiene un buen mantenimiento? Si
¿La maquinaria está calibrada y calificada? Si
¿La maquinaria es programa en la producción según su capacidad? No
<u>Medición:</u>
¿Existe medición formal de Cumplimiento del Plan Acordado? Si
¿Los datos de medición provienen de fuentes independientes? Si
¿La medición se hace sistemáticamente? Si
¿La medición es analizada? Si
¿Las variaciones son notificadas? Si
¿Las variaciones son generadas por las Unidades Fabricadas? No
¿Las variaciones son generadas por las unidades Comprometidas? Si
¿Las unidades comprometidas consideran la capacidad instalada de las máquinas? No
¿La capacidad instalada se registra en sistema de planificación y programación? No

<u>Materiales:</u>
¿Las órdenes de manufactura se reciben a tiempo? Si
¿Los órdenes se corresponden al plan de manufactura comprometida? Si
¿Se tienen faltantes de materiales en las órdenes de manufactura? No
¿Se tiene déficit de personal en las órdenes programadas? No
¿Se tiene suficiente capacidad instalada para atender las órdenes programadas? Si
¿El uso de la capacidad instalada es balanceada? No

Ishikawa para problema de cumplimiento del OTIF 70% menor al 90% meta
<u>Tormenta de ideas</u>
<u>Método:</u>
¿Existe método para calcular OTIF? Si
¿El método está validado? Si
¿El método está normalizado en un SOP? Si
¿El SOP está actualizado? Si
¿El SOP está difundido al personal? Si
<u>Personal:</u>
¿Personal está capacitado? Si
¿Personal decide con base a procedimiento y experiencia? Si
¿Personal conoce la importancia del indicador? Si
¿Asume responsabilidad por resultado de Cumplimiento Plan Acordado? Si
Maquinaria – Equipo:
¿Se cuenta con equipos en cantidad suficiente? Si
¿Los equipos son los apropiado para la tarea? Si
¿Los pedidos se reciben a lo largo del mes? No

¿Los pedidos se concentran al final del mes? Si
¿Se cuentan con personal y equipos suficientes para preparar los pedidos? No
<u>Medición:</u>
¿Existe medición formal de OTIF? Si
¿Los datos de medición provienen de fuentes independientes? Si
¿La medición se hace sistemáticamente? Si
¿La medición es analizada? Si
¿Las variaciones son notificadas? Si
¿La variación es generada por pedidos totales comprometidos? No
¿Las variaciones son generadas por incumplimiento en fechas? No
¿Las variaciones son generadas por cantidad acordada? Si
¿Las cantidades acordadas se entregan a tiempo? No
¿Las cantidades acordadas se entregan según el compromiso? No
<u>Materiales:</u>
¿El alisto de pedidos tiene problemas de disponibilidad de materiales? Si
¿La falta de disponibilidad es de producto terminado? Si
¿Los pedidos se reciben a lo largo del mes? Si
¿Los pedidos corresponden al pronóstico? SI
¿Siempre hay producto en cantidad suficiente para cubrir el pedido? No
¿Siempre hay producto al inicio del mes en cantidad suficiente para cubrir pronostico? No

Apéndice C: Tabla resumen caracterización proceso de planificación

Cuadro No 4 Resumen proceso de Planificación

Elemento	Descripción
Nombre del proceso	Proceso de planificación
Propósito / Objetivo	Garantizar la disponibilidad de productos terminados estratégicos mediante la recepción, validación y gestión del pronóstico de demanda, transformándolo en planes de producción y abastecimiento alineados con la normativa farmacéutica.
Alcance	Inicia con la reunión mensual de alineamiento comercial–planificación y la recepción del pronóstico de demanda. Finaliza con la liberación del producto terminado y su ingreso al almacén para distribución.
Entradas	- Pronóstico de demanda (archivo Excel) - Definición de lotes de fabricación (inf. En SAP) - Lead times de proveedores (Inf. SAP) - Parámetros de transporte (aéreo, marítimo, terrestre, compartidos por compras) - Restricciones de GMP.
Proveedores	- Área Comercial (pronóstico de demanda) - Proveedores externos de materias primas y empaques - Ministerio de Salud / RTCA (normativa regulatoria)
Principales Actividades	1.Reunión de alineamiento comercial–planificación.

	2. Validación y aceptación del pronóstico. 3. Validación de datos (Requerimiento – (inventario a inicio de mes + inventario en cuarentena + WIP)). 4. Carga de demanda en SAP como órdenes previsionales. 5. Corrida del MRP para determinar necesidades de insumos. 6. Emisión de SOLPED para compras. 7. Desarrollo del Plan Maestro de Producción (MPS). 8. Programación de planta y secuenciación en Excel. 9. Apertura de órdenes de fabricación en SAP. 10. Documentación en batch record y control de calidad. 11. Seguimiento a la liberación del producto terminado y traslado a almacén.
Salidas	- Órdenes de fabricación. - Lotes de producto terminado liberados. - Inventario disponible en almacén. - Reportes de liberación de calidad.
Clientes	- Producción - Logística/Compras - Área Comercial - Distribuidores/clientes finales
Responsables	- Departamento de Planificación (dueño del proceso)
Recursos	- Personal de planificación y producción - Equipos productivos

	- Documentación regulatoria (batch record) - Herramientas de análisis y control de calidad
Indicadores de desempeño (KPI)	- Fill Rate - OTIF (On Time In Full) - Cumplimiento del plan acordado - Tiempo de liberación de PT
Normativa aplicable	- GMP (Buenas Prácticas de Manufactura) - Farmacopeas oficiales (USP, EP, BP) - RTCA 11.03.42:11 y normativa del Ministerio de Salud de Costa Rica

Apéndice D: Cuadro detalle impacto económico ventas perdidas producto a y b

Impacto económico Producto A							
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Total en el semestre
Pronóstico en UN	15000	15000	15000	17000	17000	18000	
Pedido recibido UN	14600	14595	15198	16788	16171	17760	
Ventas reales UN	10950	10800	11550	13430	12410	13320	
Precisión del Pronóstico (%)	73	72	77	79	73	74	
Fill rate (%)	75	74	76	80	77	75	
OTIF (%)	69	67	66	68	67	69	
OTIF de UN entregadas a tiempo	10074	9788	10030	11415	10798	12254	
Venta perdida contra pedido en UN	\$3,650	\$3,795	\$3,648	3358	\$3,761	\$4,440	
Precio Unitario A \$	\$31						
Venta perdida contra pedido \$	\$113,150	\$117,645	\$113,088	104098	\$116,591	\$137,640	\$702,212
Utilidad bruta perdida \$	\$45,260	\$43,529	\$39,581	42680.18	\$46,636	\$52,303	\$269,989

Impacto económico Producto B							
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Total en el semestre
Pronóstico en UN	2500	2500	2500	3000	3000	3000	
Pedido recibido UN	2641	2573	2608	3000	3250	3247	
Ventas reales UN	1875	1750	1825	2220	2340	2370	
Precisión del Pronóstico (%)	75	70	73	74	78	79	
Fill rate (%)	71	69	70	74	72	73	
OTIF (%)	70	68	65	66	67	68	
OTIF de UN entregadas a tiempo	1848	1725	1695	1980	2177	2207	
Venta perdida contra pedido en UN	\$766	\$823	\$783	780	\$910	\$877	
Precio Unitario A \$	\$24						
Venta perdida contra pedido \$	\$18,384	\$19,752	\$18,792	18720	\$21,840	\$21,048	\$118,536
Utilidad bruta perdida \$	\$7,905	\$7,111	\$7,517	7300.8	\$9,391	\$7,367	\$46,591

Apéndice E: Horas extra pagadas en fabricación y laboratorio para producto a y b

Cantidad de horas extra pagadas en fabricación y laboratorio A							
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Total pagado al semestre
Costo HH en producción	\$4						
Total horas extras por lote	96	48	64	112	96	72	
Cantidad personas	8	8	8	8	8	8	
Costo horas extras producción	\$336	\$168	\$224	392	\$336	\$252	\$1,708
Horas extra de análisis por lote	8	12	6	5	4	11	
Costo HH laboratorio	\$5						
Cantidad de personas	1	1	1	1	1	1	
Costo total horas extras laboratorio	\$40	\$60	\$30	25	\$20	\$55	\$230
Costo total horas extra laboratorio y	\$376	\$228	\$254	417	\$356	\$307	\$1,938

Cantidad de horas extra pagadas en fabricación y laboratorio B							
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Total Pagado al semestre
Costo HH en producción	\$4						
Total horas extras por lote	42	90	48	54	72	66	
Cantidad personas	6	6	6	6	6	6	
Costo horas extras producción	\$147	\$315	\$168	189	\$252	\$231	\$1,302
Horas extra de análisis por lote	2	7	12	6	4	8	
Costo HH laboratorio	\$5						
Cantidad de personas	1	1	1	1	1	1	
Costo total horas extras laboratorio	\$10	\$35	\$60	30	\$20	\$40	\$195
Costo total horas extra laboratorio y planta	\$157	\$350	\$228	219	\$272	\$271	\$1,497

Apéndice F: Fórmulas cálculo de capacidad para uso de la herramienta a desarrollar en SAVAL

	Campo	Descripción	Formulación
1	Limpieza intermedia.	Limpieza intermedia entre 2 lotes consecutivos (mismo código de granel)	$(\text{'Cant.lote ajustado' - 'agrupación Limpiezas 5'}) * 2$
2	Agrupación Limpiezas 5	En campañas de producción (cuando se trabaja con el mismo código de granel)	SI $[\text{Cant.lote ajustado}]$ Mayor o Igual a 5 $[\text{agrupación Limpiezas 5}] = [\text{Cant.lote ajustado}] / 5$. (Redondeado a entero superior) SINO $[\text{agrupación Limpiezas 5}] = 1$
3	Cant. Personas		$[\text{Cant. Personas}] = [\text{Campo usuario 04 fase}]$
4	Cant.lote ajustado	Cantidad de lotes requeridos, redondeado a entero superior. La cantidad de lotes se determina con base al tamaño de lote de la ruta utilizada.	$\text{Cant.lote ajustado} = [\text{Cantidad requerida}] / [\text{Ctd.base}]$. (Redondeado a entero superior)
5	T.Plano PYL	Tiempo plano de preparación y limpieza profunda.	SI $[\text{Cant. Personas}]$ Mayor a 0 $[\text{T.Plano PYL}] = [\text{T.P/Limp.(Req)}] / [\text{Cant. Personas}]$ SINO $[\text{T.Plano PYL}] = [\text{T.P/Limp.(Req)}]$
6	Ctd.empl		$[\text{Ctd.empl}] = [\text{Cantidad de empleados fase}]$
7	Cant.Lotes	Cantidad de lotes sin redondear	$[\text{Cantidad requerida}] / [\text{Ctd.base}]$
8	T.P/Limp.(Req)		SI $[\text{Cantidad requerida}]$ Menor a $[\text{Ctd.base}]$ $[\text{T.P/Limp.(Req)}] = [\text{T.Preparación y limp Hoja Ruta}] / 60$ SINO $[\text{T.P/Limp.(Req)}] = ([\text{agrupación Limpiezas 5}] * [\text{Minutos preparación y Limpieza Hoja Ruta}]) / 60$
9	T.MQ.(Req)	Tiempo de máquina requerido o tiempo plano de empaque o subdivisión manual.	SI $\text{Tiempo maquina es manual } [\text{T.MQ.(Req)}]$ $= [\text{T.MO.(Req)}] / [\text{Ctd.empl}]$ SINO $[\text{T.MQ.(Req)}] = ([\text{Cant.Lotes}] * [\text{T.Máquina Hoja Ruta}]) / 60$
10	T.MO.(Req)	Tiempo de mano de obra requerido	$[\text{T.MO.(Req)}] = ([\text{Cant.Lotes}] * [\text{T.Mano Obra Hoja Ruta}]) / 60$
11	Distribucion hrs disp.	Distribución de horas	1. Ordenamiento de los requerimientos de planificación por: Periodo, PuestoTrabajo, Prioridad, $[\text{T.MQ.(Req)}]$ 2. Para cada requerimientos de planificación $[\text{Hrs dis. Maquina}] = [\text{Hrs dis. Maquina}] - [\text{T.Total fabri. Req}]$ SI $[\text{Hrs dis. Maquina}]$ Mayor a 0 $[\text{Distribucion hrs disp.}] = [\text{T.Total fabri. Req}]$
12	Faltante de horas	Cantidad de horas faltantes para cumplir con los requerimientos del periodo.	1. Ordenamiento de los requerimientos de planificación por: Periodo, PuestoTrabajo, Prioridad, $[\text{T.MQ.(Req)}]$ 2. Para cada requerimientos de planificación

		Cantidad de horas son las que sobrepasan las horas disponibles en la máquina.	$[\text{Hrs dis. Maquina}] = [\text{Hrs dis. Maquina}] - [\text{T.Total fabri. Req}]$ Si $[\text{Hrs dis. Maquina}]$ Menor a 0 $[\text{Faltante de horas}] = -1 * [\text{T.Total fabri. Req}]$
1 3	Ctd.base		$[\text{Cantidad fase UMB}] = [\text{Ctd.base}] * ([\text{Cantidad empleo fase}] / [\text{Cantidad operacion fase}])$
1 4	T.Total fabri. Req		$[\text{T.Total fabri. Req}] = [\text{T.Plano PYL}] + [\text{T.MQ.(Req)}]$
1 5	Hrs dis. Maquina	Total de horas disponibles para operación en el periodo.	$[\text{Hrs dis. Maquina}] = \text{Total de horas por mes del calendario de maquinaria}$

Apéndice G: Calendarios laborales por área y equipo

K17								
	A	B	C	D	E	F	G	H
1	ÁREA	MAQUINA	PERIODO	MES	DÍAS_MES	horas x día	HORAS_DISPO	ÁREA..
2	EMPAQUE	EM1015	2026	AGOSTO	23	14	322	EMPAQUE
3	EMPAQUE	EM1015	2025	SEPTIEMBRE	25	14	350	EMPAQUE
4	EMPAQUE	EM1015	2025	OCTUBRE	27	14	378	EMPAQUE
5	EMPAQUE	EM1015	2025	NOVIEMBRE	25	14	350	EMPAQUE
6	EMPAQUE	EM1015	2025	DICIEMBRE	20	14	280	EMPAQUE
7	EMPAQUE	EM1015	2026	ENERO	24	14	336	EMPAQUE
8	EMPAQUE	EM1015	2026	FEBRERO	24	14	336	EMPAQUE
9	EMPAQUE	EM1015	2026	MARZO	26	14	364	EMPAQUE
10	EMPAQUE	EM1015	2026	ABRIL	22	14	308	EMPAQUE
11	EMPAQUE	EM1015	2026	MAYO	25	14	350	EMPAQUE
12	EMPAQUE	EM1015	2026	JUNIO	26	14	364	EMPAQUE
13	EMPAQUE	EM1015	2026	JULIO	26	14	364	EMPAQUE
14	EMPAQUE	CAM2005	2026	AGOSTO	23	14	322	EMPAQUE
15	EMPAQUE	CAM2005	2025	SEPTIEMBRE	25	14	350	EMPAQUE
16	EMPAQUE	CAM2005	2025	OCTUBRE	27	14	378	EMPAQUE
17	EMPAQUE	CAM2005	2025	NOVIEMBRE	25	14	350	EMPAQUE
18	EMPAQUE	CAM2005	2025	DICIEMBRE	20	14	280	EMPAQUE
19	EMPAQUE	CAM2005	2026	ENERO	24	14	336	EMPAQUE
20	EMPAQUE	CAM2005	2026	FEBRERO	24	14	336	EMPAQUE
21	EMPAQUE	CAM2005	2026	MARZO	26	14	364	EMPAQUE
22	EMPAQUE	CAM2005	2026	ABRIL	22	14	308	EMPAQUE
23	EMPAQUE	CAM2005	2026	MAYO	25	14	350	EMPAQUE
24	EMPAQUE	CAM2005	2026	JUNIO	26	14	364	EMPAQUE
25	EMPAQUE	CAM2005	2026	JULIO	26	14	364	EMPAQUE
26	EMPAQUE	CAM2006	2026	AGOSTO	23	14	322	EMPAQUE
27	EMPAQUE	CAM2006	2025	SEPTIEMBRE	25	14	350	EMPAQUE
<	T. MAQ CALENDARIO DÍAS Y TURNOS				+			

Apéndice H: Indicadores de evaluación, seguimiento y control

Indicadores de evaluación, seguimiento y control con uso de la herramienta

Tipo de Indicador	Nombre del KPI	Fórmula o método de cálculo	Frecuencia	Meta	Propósito técnico
Evaluación	Fill Rate	(Unidades de PT entregadas / Unidades de PT comprometidas) x 100	Mensual	≥ 90 %	Medir la mejora en el cumplimiento de entregas completas tras la implementación de la herramienta.
	OTIF (On Time In Full)	(Unidades entregadas a tiempo y completas / Unidades pedidas) x 100	Mensual	≥ 90 %	Evaluar el impacto de la herramienta en la confiabilidad del servicio y la ejecución del plan.
	Cumplimiento del Plan Acordado	(UN de PT fabricadas / UN de PT acordadas) x 100	Mensual	≥ 90 %	Medir la efectividad del proceso de planificación frente a lo programado.
Seguimiento	Exactitud del Cálculo de Capacidad vs Ejecución Real	(Producción real / Capacidad planificada por la herramienta) x 100	Mensual	≥ 95 %	Medir el grado de precisión y confiabilidad de los cálculos realizados por la herramienta.
	Cumplimiento del Presupuesto de Desarrollo	(Costo real / Presupuesto planificado) x 100	Trimestral	≤ 100 %	Controlar la ejecución presupuestaria y evitar desviaciones en los costos del proyecto.
Control	Cumplimiento del Cronograma de Mantenimiento	(Actividades de mantenimiento ejecutadas / Actividades planificadas) x 100	Trimestral	100 %	Asegurar la sostenibilidad técnica y la disponibilidad continua de la herramienta.
	Incidencias Técnicas Reportadas	Número total de tickets o fallos reportados por mes	Mensual	≤ 2	Controlar la estabilidad operativa de la herramienta con el sistema e identificar áreas críticas.
	Satisfacción del Usuario Interno	Promedio obtenido en encuestas tipo Likert (1-5)	Semestral	≥ 4.5	Medir la percepción de usabilidad, utilidad y confianza de los usuarios finales.

Apéndice I: Estimación de flujo económico a 12 meses

Estimación de Flujo a 12 meses

Inversión		Inversión mensual															
		Contratación o Salarios	FTE para el proyecto (%)	Tiempo duración (meses)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gasto de programación		\$- 25.000,00		3	\$- 12.500,00		\$- 7.500,00	\$- 5.000,00									
Gasto URSRRP/RP/Puestas unitarias		\$- 20.500,00	25%	1	\$- 5.125,00												
Corrección - ajuste final		\$- 4.000,00	50%	2		\$- 2.000,00	\$- 2.000,00										
Elaboración manual del usuario, capacitación y puesta en marcha		\$- 4.000,00	50%	1			\$- 2.000,00										
Actualización y mantenimiento rutinas/tiempos		\$- 4.000,00	25%						\$- 1.000,00	\$- 1.000,00	\$- 1.000,00	\$- 1.000,00	\$- 1.000,00	\$- 1.000,00	\$- 1.000,00	\$- 1.000,00	\$- 1.000,00
Mantenimiento programación		\$- 25.000,00	3%						\$- 750,00	\$- 750,00	\$- 750,00	\$- 750,00	\$- 750,00	\$- 750,00	\$- 750,00	\$- 750,00	\$- 750,00
Cálculo y análisis de Capacidad Instalada		\$- 5.000,00	25%						\$- 1.250,00	\$- 1.250,00	\$- 1.250,00	\$- 1.250,00	\$- 1.250,00	\$- 1.250,00	\$- 1.250,00	\$- 1.250,00	\$- 1.250,00
Total Inversión					\$-17.625,00	\$-22.000,00	\$-39.500,00	\$-47.000,00	\$-42.250,00	\$-42.250,00	\$-43.000,00	\$-42.250,00	\$-42.250,00	\$-43.000,00	\$-42.250,00	\$-42.250,00	\$-43.000,00
Beneficios primer año	\$	250.915,05															
Memoria de cálculo																	
Reducción progresiva venta mensual perdida A	Dato de ref	Mejora															
	\$ 117.035,00	20.0%							\$ 11.703,50	\$ 11.703,50	\$ 11.703,50	\$ 17.555,25	\$ 17.555,25	\$ 17.555,25	\$ 23.407,00	\$ 23.407,00	\$ 23.407,00
Reducción progresiva venta mensual perdida B	\$ 19.755,00	20.0%							\$ 1.975,50	\$ 1.975,50	\$ 1.975,50	\$ 2.963,40	\$ 2.963,40	\$ 2.963,40	\$ 3.951,20	\$ 3.951,20	\$ 3.951,20
Reducción 40% Hr Extras A y B	\$ 572,50	40.0%							\$ 229,00	\$ 229,00	\$ 229,00	\$ 229,00	\$ 229,00	\$ 229,00	\$ 229,00	\$ 229,00	\$ 229,00
Reducción 0.5% del costo de producción	\$ 1.426.360,00	0.5%							\$ 7.131,80	\$ 7.131,80	\$ 7.131,80	\$ 7.131,80	\$ 7.131,80	\$ 7.131,80	\$ 7.131,80	\$ 7.131,80	\$ 7.131,80
	\$ -	-							\$ 21.039,90	\$ 21.039,90	\$ 21.039,90	\$ 27.879,45	\$ 27.879,45	\$ 27.879,45	\$ 34.719,00	\$ 34.719,00	\$ 34.719,00
Flujo Neto					\$-17.625,00	\$-22.000,00	\$-39.500,00	\$-47.000,00	\$16.789,90	\$16.789,90	\$16.039,90	\$25.629,45	\$25.629,45	\$24.879,45	\$32.469,00	\$32.469,00	\$31.719,00
Flujo Acumulado					\$- 19.625,00	\$- 29.125,00	\$- 36.125,00	\$- 17.335,10	\$- 1.454,80	\$- 19.494,70	\$- 45.124,15	\$- 70.753,60	\$- 95.633,05	\$- 128.102,05	\$- 160.571,05	\$- 192.290,05	
Nota:																	
FTE: Full Time Equivalent: medición del tiempo en porcentaje destinado a una tarea																	
INDICADORES FINANCIEROS																	
TASA DESCUENTO (ANUAL) \$		15.00%															
TASA DESCUENTO (MENSUAL) \$		1.17%															
TIR (Tasa Interna de Retorno)		31.87%															
VAN (Valor Actual Neto)		\$171.262,54															
Periodo de Recuperación Descartado		5.0															
MESES																	
1		\$-1.976,84															
2		\$-9.281,27															
3		\$-6.759,64															
4		\$17.934,61															
5		\$17.726,94															
6		\$16.822,29															
7		\$23.622,85															
8		\$23.349,31															
9		\$22.403,58															
10		\$28.899,30															
11		\$28.554,67															
12		\$27.581,74															

Apéndice J: Manual de usuario

**Manual para utilización de Herramienta de Uso de capacidad instalada de áreas
de Empaque y Manufactura de la planta productiva de Laboratorios SAVAL
CR.**

Elaborado por: Deyanira Ulate

Noviembre 2025

Manual USO_HERRAMIENTA CAPACIDAD_PLANTA

Este manual operativo ha sido elaborado como referencia para el uso de la herramienta CAPACIDAD_PLANTA, actualmente en fase de diseño y programación técnica. Su propósito es guiar al área de planificación en la preparación, carga y análisis de datos relacionados con la capacidad instalada de las áreas de Empaque y Manufactura de Laboratorios SAVAL CR. Las pantallas y funciones descritas son representativas y podrán modificarse en la versión final.

1. Procedimiento carga de información.

1.1. Llenado de plantillas.

1.1.1. Requerimientos de planificación.

El área de Planificación debe elaborar el plan de producción (MPS) con los requerimientos por periodo. Esta información se ingresa en la plantilla 'Requerimiento_planificación.xlsx'. A continuación, se detallan las columnas principales, ver imagen 1.

[illegible]

Imagen 1. plantilla “Requerimiento planificación”.

Columna A: Código (SKU) del material.

Columnas E a P: Requerimientos por periodo expresados en unidades de producto terminado (UN PT). En el caso de manufactura, usar unidades de tabletas (sólidos), kilogramos (semisólidos/polvos) o litros (líquidos).

Columna Q: Prioridad de fabricación (1 a 10). Este dato permite ordenar los materiales según su importancia o demanda.

Columna R: Número de ruta SAP por la cual se fabricará el producto, que define los tiempos, equipos y personal requeridos.

Consideraciones importantes:

- h.** Ingresar únicamente números positivos y enteros.
- i.** Colocar '0' cuando no exista requerimiento en un periodo, no debe dejarse sin dato el campo.
- j.** Hay que asegurar que las rutas en SAP estén actualizadas, incluyendo el campo de personal de preparación y limpieza de la ruta en SAP.
- k.** No modificar las columnas B, C y D, ya que están vinculadas con SAP mediante programación SQL.

1.1.2. Disponibilidad de equipos:

Para cargar la disponibilidad de equipos, se utiliza la plantilla 'HORAS_POR_MAQUINA.xlsx' (ver imagen 2) Los campos principales son:

- Área:** Indicar si corresponde a Manufactura o Empaque.
- **Máquina:** Código SAP del recurso dado que lo necesita la programación para ubicar el recurso en las tablas de recursos de SAP.
- **Periodo:** Año de ejecución del ejercicio.
- **Mes:** Mes de análisis o inicio de simulación.
- **Días_mes:** Cantidad de días hábiles del mes disponibles para trabajar (se pueden incluir en el calendario sábados y domingos si se requiere en algún momento).
- **Horas_por_día:** Cantidad de horas productivas por día.
- **Horas_disponibles al mes:** Producto de días hábiles al mes por horas diarias.

ÁREA	MAQUINA	PERIODO	MES	DÍAS_MES	horas x día	HORAS_DISPO	ÁREA..
EMPAQUE	EM1015	2026	AGOSTO	23	14	322	EMPAQUE
EMPAQUE	EM1015	2025	SEPTIEMBRE	25	14	350	EMPAQUE
EMPAQUE	EM1015	2025	OCTUBRE	27	14	378	EMPAQUE
EMPAQUE	EM1015	2025	NOVIEMBRE	25	14	350	EMPAQUE
EMPAQUE	EM1015	2025	DICIEMBRE	20	14	280	EMPAQUE
EMPAQUE	EM1015	2026	ENERO	24	14	336	EMPAQUE
EMPAQUE	EM1015	2026	FEBRERO	24	14	336	EMPAQUE
EMPAQUE	EM1015	2026	MARZO	26	14	364	EMPAQUE
EMPAQUE	EM1015	2026	ABRIL	22	14	308	EMPAQUE
EMPAQUE	EM1015	2026	MAYO	25	14	350	EMPAQUE
EMPAQUE	EM1015	2026	JUNIO	26	14	364	EMPAQUE
EMPAQUE	EM1015	2026	JULIO	26	14	364	EMPAQUE
EMPAQUE	CAM2005	2026	AGOSTO	23	14	322	EMPAQUE
EMPAQUE	CAM2005	2025	SEPTIEMBRE	25	14	350	EMPAQUE
EMPAQUE	CAM2005	2025	OCTUBRE	27	14	378	EMPAQUE
EMPAQUE	CAM2005	2025	NOVIEMBRE	25	14	350	EMPAQUE
EMPAQUE	CAM2005	2025	DICIEMBRE	20	14	280	EMPAQUE
EMPAQUE	CAM2005	2026	ENERO	24	14	336	EMPAQUE
EMPAQUE	CAM2005	2026	FEBRERO	24	14	336	EMPAQUE
EMPAQUE	CAM2005	2026	MARZO	26	14	364	EMPAQUE
EMPAQUE	CAM2005	2026	ABRIL	22	14	308	EMPAQUE
EMPAQUE	CAM2005	2026	MAYO	25	14	350	EMPAQUE
EMPAQUE	CAM2005	2026	JUNIO	26	14	364	EMPAQUE
EMPAQUE	CAM2005	2026	JULIO	26	14	364	EMPAQUE
EMPAQUE	CAM2006	2026	AGOSTO	23	14	322	EMPAQUE
EMPAQUE	CAM2006	2025	SEPTIEMBRE	25	14	350	EMPAQUE
EMPAQUE	CAM2006	2025	OCTUBRE	27	14	378	EMPAQUE
EMPAQUE	CAM2006	2025	NOVIEMBRE	25	14	350	EMPAQUE
EMPAQUE	CAM2006	2025	DICIEMBRE	20	14	280	EMPAQUE
EMPAQUE	CAM2006	2026	ENERO	24	14	336	EMPAQUE
EMPAQUE	CAM2006	2026	FEBRERO	24	14	336	EMPAQUE
EMPAQUE	CAM2006	2026	MARZO	26	14	364	EMPAQUE
EMPAQUE	CAM2006	2026	ABRIL	22	14	308	EMPAQUE
EMPAQUE	CAM2006	2026	MAYO	25	14	350	EMPAQUE

<
>

T. MAQ CALENDARIO DÍAS Y TURNOS

+

Imagen 2. Plantilla Horas por máquina.

1.2. Carga de plantillas en SAP

La carga de las plantillas en SAP se realiza mediante la transacción ZPP_CAP001 (piloto en desarrollo puede cambiar) ver imagen 3 de ambiente de Calidad de SAP. Los pasos principales son:

Datos p. capacidad de planta

Selecciones

Número de versión: 0

Periodo Inicial: 01.10.2025

Centro: 4120

Requerim. planificación:

Calendario maquinaria:

Imagen 3. Transacción ZPP_CAP001

Pasos:

1. Seleccionar el número de versión (hasta tres versiones posibles para comparación).
Consideración importante: Se deberá de seleccionar el número de versión con el cual se desea cargar el ejercicio de capacidad. La herramienta permitirá realizar en principio la carga hasta de 3 versiones diferentes y compararlas entre sí. Para la carga de cada versión será necesario realizar la carga de las plantillas tanto de requerimiento de planificación como la de Horas máquina, con los cambios ya sea en la necesidad en la disponibilidad de horas por centro de trabajo, esto para que a través de la programación SQL y los cambios que lleven las plantillas de Excel, el sistema pueda realizar los diferentes cálculos de las distintas versiones y el usuario pueda comparar entre sí para decidir que ajuste (balance de carga) o disponibilidad de horas por recurso genera el mejor aprovechamiento del área y maximiza el cumplimiento de fabricación.
2. Ingresar el periodo inicial con formato DD.MM.AAAA.
3. Centro: utilizar el código 4120 (identifica la planta de Costa Rica).
4. Adjuntar las plantillas de requerimientos y horas por máquina (ver imagen 4): Se debe de cargar la plantilla (llena ya con datos de requerimiento, por mes SKU, y numero de ruta de SAP) de Requerimientos de planificación que se mostró en el paso 1.1.1.y la Calendario máquina: Se debe cargar la plantilla de Horas_por_Maquina (llena con datos de horas por puesto) que se mostró en el paso 1.1.2.
5. Una vez finalizados los pasos anteriores se debe ejecutar el proceso con la tecla F8.

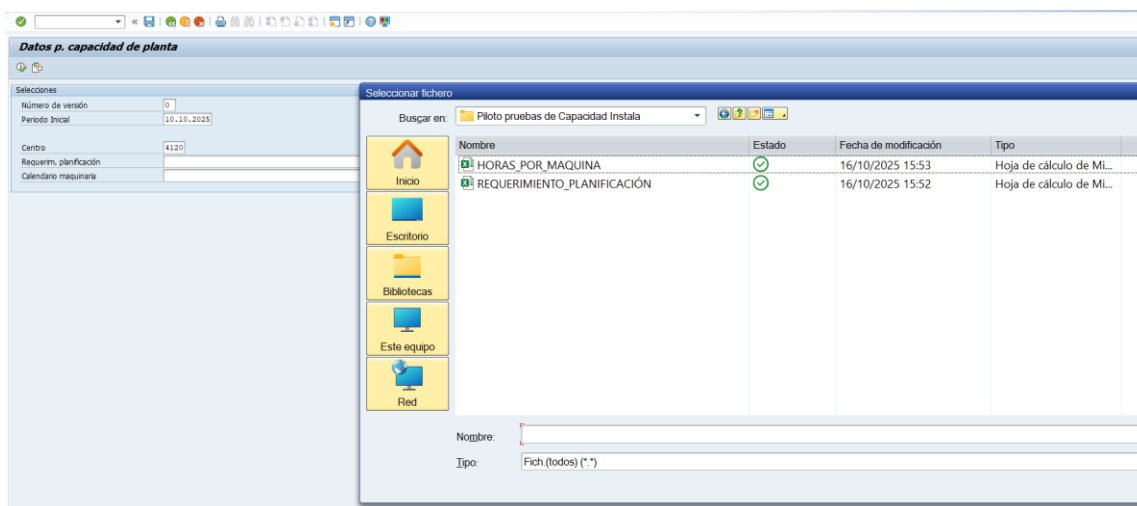


Imagen 4. selección de archivos para carga a SAP.

Al finalizar la carga, el sistema mostrará un mensaje de confirmación o error. En caso de error, revisar la información numérica y los datos de rutas SAP. Esta función se encuentra en desarrollo técnico y no hay información para mostrar.

2. Análisis de capacidad

El análisis se realiza a través del archivo 'CUBO_CAPACIDAD_PLANTA.xlsx', el cual se conecta con SAP. Permite visualizar la ocupación de equipos, tiempos de máquina, horas hombre, preparación y limpieza.

En la imagen 6 se puede observar la hoja de cálculo que arrojará la información sobre la capacidad de planta. En la sección 4. se muestra la descripción de los principales cálculos que se planifica pueda dar la herramienta.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	HRuta	(Todas)									
2	Indicador de lote	(Todas)									
3	Plan.mat	(Todas)									
4	Planif.necesidades	(Todas)									
5	Ejercicio	(Todas)									
6	Planif.necesidades txt	(Todas)									
7	Ind. PYL	(Todas)									
8											
9											
10	Área	Version	Período	Maquina	Maquina denom.	Prioridad	Material	Operacion	Material denom.	Valores	
11	EMPAQUE	P1	1	CAM2005	ESTUCHADORA VERTICAL#1	0	00000001		LÍNEA HORAS DISPONIBLES	0.000	
12	EMPAQUE	P1	1	CAM2006	ESTUCHADORA VERTICAL#2	0	00000001		LÍNEA HORAS DISPONIBLES	0.000	
13	EMPAQUE	P1	1	EM1004	LÍNEA LLENADORA TUBO METÁL	0	00000001		LÍNEA HORAS DISPONIBLES	0.000	
14	EMPAQUE	P1	1	EM1006	LÍNEA LLENADORA TUBO PLÁSTI	0	00000001		LÍNEA HORAS DISPONIBLES	0.000	
15	EMPAQUE	P1	1	EM1010	OVULOS #1	0	00000001		LÍNEA HORAS DISPONIBLES	0.000	
16	EMPAQUE	P1	1	EM3007	LÍNEA LLENADORA POTES #1	0	00000001		LÍNEA HORAS DISPONIBLES	0.000	
17	EMPAQUE	P1	1	EM3008	LÍNEA LLENADORA GALONES #1	0	00000001		LÍNEA HORAS DISPONIBLES	0.000	
18	EMPAQUE	P1	1	EM3012	LÍNEA LLENADORA LIQUIDOS #1	0	00000001		LÍNEA HORAS DISPONIBLES	0.000	
19	EMPAQUE	P1	1	EM3013	LÍNEA LLENADORA LIQUIDOS #2	0	00000001		LÍNEA HORAS DISPONIBLES	0.000	
20	EMPAQUE	P1	1	EM3015	UNIFIL #1	0	00000001		LÍNEA HORAS DISPONIBLES	0.000	
21	EMPAQUE	P1	1	EM4004	CONTADORA #1	0	00000001		LÍNEA HORAS DISPONIBLES	0.000	
22	EMPAQUE	P1	1	EM5008	BLISTERA #5_5008	0	00000001		LÍNEA HORAS DISPONIBLES	0.000	
23	EMPAQUE	P1	1	EM5009	LÍNEA #1_5009	0	00000001		LÍNEA HORAS DISPONIBLES	0.000	
24	EMPAQUE	P1	1	EM5010	LÍNEA #2_5010	0	00000001		LÍNEA HORAS DISPONIBLES	0.000	
25	EMPAQUE	P1	1	EM5011	LÍNEA #3_5011	0	00000001		LÍNEA HORAS DISPONIBLES	0.000	

Imagen 6. Cubo capacidad de planta (piloto).

2.1. Análisis ocupación de máquina

El porcentaje de ocupación indica si un recurso supera o no su disponibilidad. Una ocupación mayor al 100% implica que no se puede cumplir con la demanda planificada. En ese caso, se debe coordinar con Producción y Operaciones para aplicar estrategias de balanceo o reasignación.

En la imagen 7 se presenta un ejemplo de cómo se vería la ocupación de máquina para el recurso EM 5010, en cual se observa que para el primer semestre del año no se cargó ningún requerimiento. Para los periodos (meses) 6,7 y 8 se observa que la ocupación es mayor a la disponibilidad de los equipos cargados, mientras que para los periodos 10,11,12 la ocupación es inferior al 100%.

Área	Version	Periodo	Maquina	Maquina denom.	Prioridad	Material	% Ocupación maquina.
EMPAQUE	P6	1	EM5010	LINEA_#2_5010			0.0%
EMPAQUE	P6	2	EM5010	LINEA_#2_5010			0.0%
EMPAQUE	P6	3	EM5010	LINEA_#2_5010			0.0%
EMPAQUE	P6	4	EM5010	LINEA_#2_5010			0.0%
EMPAQUE	P6	5	EM5010	LINEA_#2_5010			0.0%
EMPAQUE	P6	6	EM5010	LINEA_#2_5010			0.0%
EMPAQUE	P6	7	EM5010	LINEA_#2_5010			118.0%
EMPAQUE	P6	8	EM5010	LINEA_#2_5010			118.3%
EMPAQUE	P6	9	EM5010	LINEA_#2_5010			111.3%
EMPAQUE	P6	10	EM5010	LINEA_#2_5010			85.4%
EMPAQUE	P6	11	EM5010	LINEA_#2_5010			46.7%
EMPAQUE	P6	12	EM5010	LINEA_#2_5010			0.0%
EMPAQUE	Total P6						41.1%

Imagen 7. Ejemplo visualización de % ocupación de máquina.

Cuando un recurso presenta una ocupación mayor al 100% indica que no se puede cumplir con los requerimientos de producción que se tienen previstos para un periodo. En este caso se debe trabajar en conjunto el departamento de planificación, la gerencia de operaciones dependiendo de las decisiones a tomar y la gerencia de producción, para buscar en equipo planes de acción que puedan aplicarse para mitigar el impacto.

Lo anterior con el objetivo de definir una estrategia que permita balancear la carga de producción entre periodos, es decir, si hay un mes que supera el 100% de ocupación, pero el mes que lo precede o sucede tiene capacidad ociosa, se puede valorar mover producción al mes con capacidad ociosa para balancear los periodos y cumplir con los requerimientos, con lo que se busca tener un impacto positivo en la mejora de disponibilidad de producto terminado que no solo impactará positivamente el KPI de

cumplimiento del plan acordado, sino que en consecuencia el Indicador de Filla rate se proyecta mejore gradualmente con la utilización de la herramienta y las decisiones que puedan oportunamente tomarse. Si el balance de carga entre periodos no es posible, por restricción en las fechas de compromiso de entrega, por restricción de llegada de materia prima u otros; se debe generar una nueva estrategia. Por ejemplo, valorar si hay otra máquina con especificaciones de producción similares que permita mover la carga y balancear la producción entre los recursos a través del uso de una ruta alterna de producción. Si no es posible realizar el balance de carga entre periodos o/y equipos, se debe evaluar ampliar la cantidad de horas disponibles en el recurso. Esta ampliación se puede realizar mediante la utilización de horas extras o bien la programación de un turno adicional. Es importante señalar que las horas extras deben ser debidamente justificadas ya que generan un impacto directo sobre el costo de la mercadería vendida, y el desarrollo de la herramienta dentro de sus objetivos busca disminuir este rubro, por tal razón, horas extras sería la última opción que se evalúe.

Por otra parte, si los recursos tienen ocupación ociosa se debe evaluar cuáles tareas se podrían asignar al personal de esas líneas o recursos, para aprovechar su tiempo con planes de capacitación o desarrollo de polifuncionalidad operativa. Dentro de las posibilidades que también están como opción para este particular se tiene: traslado de personal a un recurso con mayor carga de producción, vacaciones o bien se debe evaluar la disminución de planilla cuando se analice que a mediano o largo plazo la ocupación del recurso no va a aumentar y no se puede asignar a otro recurso.

2.2. Análisis de tiempos de máquina, mano de obra, preparación y limpieza

La herramienta permitirá visualizar por medio de filtros, los productos que requerirían mayor inversión en horas máquina y/o mano de obra. Este dato es relevante en la toma de decisiones ya que, por ejemplo, permitirá identificar los productos más significativos en los cuales se puede invertir recursos para mejorar el proceso y hacerlo más eficiente, mejorar el cumplimiento del plan y la disponibilidad de producto terminado.

En la imagen 8 se visualiza un ejemplo de cómo se proyecta se visualice el requerimiento y la necesidad horas máquina, mano de obra, preparación y limpieza para un recurso EM5009 para en un periodo.

Área	Ejercicio	Version	Maquina	Periodo	Maquina denom.	Prioridad	Material	UMB	Operacion	Material denom.	Cant. Personas PYL	Cant.Lote ajustado	T.Plano PYL	Prom. Ctd.empl.	Hrs dis. Maquina	Cant. Fabricar	Cant.Lotes a fabricar	H.MO. P/Limp.(Req.)
EMPAQUE	2026	0	CAM2006	1	ESTUCHADORA VERTICAL#2	1	102000876	UN	0040	ENERGYVAL PLUS EX10	3	4.0	6.0	5	0.0	6,500.0	3.6	18
EMPAQUE	2026	0	CAM2006	1	ESTUCHADORA VERTICAL#2	1	102000875	UN	0040	ENERGYVAL EX10	3	2.0	6.0	5	0.0	2,000.0	1.1	18
EMPAQUE	2026	0	CAM2006	Total 1							3	6.0	12.0	5	0.0	8,500.0	4.7	36
EMPAQUE	2026	0	EM3015	1	UNIFIL #1	1	102000876	UN	0020	ENERGYVAL PLUS EX10	2	4.0	15.0	3	0.0	6,500.0	3.6	30
EMPAQUE	2026	0	EM3015	1	UNIFIL #1	1	102000875	UN	0020	ENERGYVAL EX10	2	2.0	15.0	3	0.0	2,000.0	1.1	30
EMPAQUE	2026	0	EM3015	Total 1							2	6.0	30.0	3	0.0	8,500.0	4.7	60
EMPAQUE	2026	0	EM5010	Total 1							2	6.0	30.0	3	0.0	8,500.0	4.7	60
EMPAQUE	2026	0	EM5010	1	LINEA_#2_5010	1	102000892	UN	0020	EUROGREL TR EX28	4	1.0	4.0	5	0.0	2,200.0	1.0	16
EMPAQUE	2026	0	EM5010	Total 1							4	1.0	4.0	5	0.0	2,200.0	1.0	16
EMPAQUE	2026	0	EM5011	1	LINEA_#3_5011	1	102000898	UN	0020	SPASMOVAL TR EX30	2	1.0	5.0	4	0.0	1,200.0	0.6	10
EMPAQUE	2026	0	EM5011	Total 1							2	1.0	5.0	4	0.0	1,200.0	0.6	10
EMPAQUE	2026	0	EM5011	Total 1							2	1.0	5.0	4	0.0	1,200.0	0.6	10
Total EMPAQUE											3	14.0	51.0	4	0.0	20,400.0	11.1	122
Total general											3	14.0	51.0	4	0.0	20,400.0	11.1	122

Imagen 8. Ejemplo visualización horas máquina, limpieza y mano de obra

2.2.1. Análisis de cantidad a fabricar

Permite visualizar las unidades (tabletas, kg o litros) que se requieren por máquina, identificando los equipos con mayor carga de producción.

Ventajas de la herramienta CUBO_CAPACIDAD_PLANTA

La herramienta CAPACIDAD_PLANTA ofrece las siguientes ventajas:

- l.** Genera análisis detallados y comparativos de la capacidad instalada.
- m.** Conecta directamente con SAP, utilizando rutas y datos reales.
- n.** Permite realizar múltiples simulaciones de escenarios.
- o.** Facilita la toma de decisiones sobre balance de carga y headcount.
- p.** Mejora la eficiencia del proceso de planificación y reduce errores manuales.

Cálculos

La herramienta realiza una serie de cálculo en SQL y campos calculados de Excel. Cada formula es analizada por el departamento de Programación. En caso de que se desee realizar algún cambio de formulación, se debe de contactar al departamento de Tecnologías de Información para que se ejecute el ca

Apéndice K: Plan de capacitación

	Plan Anual de Capacitación Uso de Herramienta digital para Cálculo de Capacidad Instalada	Código:	Versión:
Área:		Página: 196 de 219	
Elaborado por:		Fecha:	
Revisado por:		Fecha:	
Aprobado por:		Fecha:	

Vigente a partir de: Por definir

Vigencia: 1 año.

Sustituye a: N/A

Referencias: Todas normas citadas en el RC-AC-SV-0002 Matriz de correspondencia de Normas del Sistema Integrado de Gestión (SIG).

	Plan Anual de Capacitación Uso de Herramienta digital para Cálculo de Capacidad Instalada	Código:	Versión:
Área:		Página: 197 de 219	
Elaborado por:		Fecha:	
Revisado por:		Fecha:	
Aprobado por:		Fecha:	

1. Objetivo:

Garantizar que el personal del área de Planificación adquiera las competencias técnicas necesarias para operar correctamente la herramienta CAPACIDAD_PLANTA, comprendiendo tanto los procedimientos de carga de información y análisis de capacidad, como la interpretación de resultados para la toma de decisiones operativas. Este plan aplica para todos los productos elaborados por Saval (mercado privado, mercado institucional y producto de muestra médica) para visualizar la fabricación de los productos.

2. Alcance:

El plan aplica al personal del área de Planificación y se extiende al personal de Producción y TI que participe en la validación o mantenimiento de la herramienta. La capacitación contempla sesiones teóricas, prácticas guiadas y ejercicios de simulación sobre escenarios reales de planificación.)

3. Definiciones:

FCST: (Forecast) consiste en la estimación y el análisis de la demanda futura mediante algoritmos. La demanda futura de un producto en una empresa viene condicionada por múltiples factores. Se utiliza para la generación de procesos a raíz de una proyección de necesidades.

Frozen: Sección congelada o fija que incluye un periodo de tiempo del horizonte de planificación y durante ese período de tiempo el plan maestro de producción no puede ser modificado, salvo circunstancias muy excepcionales.

SAP: Es el software utilizado en las diferentes áreas de STEIN en donde se integran diferentes módulos para la administración empresarial. Incluye gestión financiera, planificación de los productos, gestión de calidad y gestión de materiales, entre otros.

MPS: El Plan Maestro de Producción o MPS (Master Production Scheduling), es un plan de producción de artículos finales individuales. Desglosa el plan de producción para mostrar en cada periodo la cantidad a producir de cada artículo.

	Plan Anual de Capacitación Uso de Herramienta digital para Cálculo de Capacidad Instalada	Código:	Versión:
Área:		Página: 198 de 219	
Elaborado por:		Fecha:	
Revisado por:		Fecha:	
Aprobado por:		Fecha:	

MRP: La planificación de los materiales o MRP (Material Requirements Planning) es un sistema de planificación y administración, normalmente asociado con un software (SAP en este caso específico) que planifica la producción y un sistema de control de inventarios.

MATERIAS PRIMAS: Se conocen como materias primas a aquellos materiales que se transforma para elaborar productos que más tarde se convertirán en bienes de consumo.

PLANIFICADOR DE MATERIALES: Aquella persona encargada y responsable de la administración de materias primas requeridas en los procesos de manufactura.

SKU: Stock-keeping unit, sin traducción literal al español podría denominarse «código de artículo» o «número de referencia» o incluso un código de barras. Asignado a un elemento para poder identificarlo en el inventario físico y/o financiero.

ROLLING FORECAST: periodo de pronóstico de la necesidad de ventas para ejecutar el aprovisionamiento de materiales y dar visibilidad a un periodo de tiempo en cuanto a volumen de la demanda de fabricación, se pueden realizar cambios en este periodo ya que se encuentra posterior al periodo Frozen de 3 meses.

Frecuencia:

El plan se impartirá será una vez previo al despliegue de utilización de la herramienta y una sesión de refuerzo semestral.

Estructura del programa de capacitación:

	Plan Anual de Capacitación	Código:	Versión:	
	Uso de Herramienta digital para Cálculo de Capacidad Instalada			
	Área:		Página: 199 de 219	
	Elaborado por:		Fecha:	
	Revisado por:		Fecha:	
Aprobado por:		Fecha:		

Módulo	Tema Principal	Objetivos Específicos	Duración
Módulo 1. Introducción y fundamentos	Presentación general del HERRAMIENTA_CAPACIDAD_PLANTA y su relación con SAP ERP	- Comprender el propósito y alcance de la herramienta. - Identificar los beneficios en el proceso de planificación. - Reconocer las fuentes de datos requeridas para su utilización.	2 Hrs.
Módulo 2. Carga de información en SAP	Procedimiento de carga de plantillas de requerimientos y disponibilidad de horas y equipos.	- Completar correctamente las plantillas Requerimiento planificación y Horas_por_Máquina. - Ejecutar la carga de información en la transacción ZPP_CAP001 en SAP. - Interpretar los mensajes de carga y validación.	4 Hrs.
Módulo 3. Análisis de capacidad	Visualización y análisis de resultados en Excel producto de la descarga del sistema.	- Interpretar la información del cubo y los indicadores de ocupación, horas máquina y mano de obra que derivan del calculo que hace la herramienta. - Detectar sobrecargas y oportunidades de balanceo, producto de la información resultante (reporte de la herramienta).	4 Hrs.
Módulo 4. Estrategias de optimización y toma de decisiones	Uso de resultados para la gestión de capacidad.	- Aplicar criterios de balanceo entre periodos o recursos. - Analizar escenarios alternos y evaluar rutas de producción.	3 Hrs.

	Plan Anual de Capacitación	Código:	Versión:
	Uso de Herramienta digital para Cálculo de Capacidad Instalada		
	Área:		
	Elaborado por:		
	Revisado por:		
Aprobado por:		Página: 200 de 219	
		Fecha:	
		Fecha:	
		Fecha:	

		- Formular planes de acción frente a exceso u ociosidad de capacidad.	
Módulo 5. Seguridad, respaldo y trazabilidad	Control de versiones, permisos y respaldo de información.	- Comprender los niveles de acceso. - Ejecutar procedimientos de resguardo en SharePoint. - Registrar y reportar incidencias al área TI.	2 Hrs.
Módulo 6. Evaluación y retroalimentación del aprendizaje	Evaluación final del dominio del uso de la herramienta.	- Verificar la correcta ejecución del procedimiento. - Evaluar la comprensión de análisis y toma de decisiones. - Registrar observaciones para mejoras al sistema.	Hrs.

Cronograma propuesto:

Duración total del plan: 16.5 horas (dos jornadas laborales completas).

Modalidad combinada (presencial y práctica guiada).

	Plan Anual de Capacitación	Código:	Versión:		
	Uso de Herramienta digital para Cálculo de Capacidad Instalada				
	Área:			Página: 201 de 219	
	Elaborado por:			Fecha:	
	Revisado por:			Fecha:	
Aprobado por:		Fecha:			

CARTA GANTT / CRONOGRAMA DE CAPACITACION

Proyecto: Diseño e Implementación de Herramienta digital para Cálculo de C.I SAVAL C.R.

FASE / ACTIVIDAD	Duración	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15	H16	H17
Módulo 1. Introducción y fundamentos	2 Horas																	
Presentación general del HERRAMIENTA, CAPACIDAD, PLANTA y su relación con SAP ERP.																		
Módulo 2. Carga de información en SAP	4 Horas																	
Procedimiento de carga de plantillas de requerimientos y disponibilidad de horas y equipos.																		
Módulo 3. Análisis de capacidad	4 Horas																	
Visualización y análisis de resultados en Excel producto de la descarga del sistema.																		
Módulo 4. Estrategias de optimización y toma de decisiones	3 Horas																	
Uso de resultados para la gestión de capacidad.																		
Módulo 5. Seguridad, respaldo y trazabilidad	2 Horas																	
Control de versiones, permisos y respaldo de información.																		
Módulo 6. Evaluación y retroalimentación del aprendizaje	1.5 Horas																	
Evaluación final del dominio del uso de la herramienta.																		

Imagen 1. Gantt del cronograma de capacitación

Evaluación y Certificación: El personal participante deberá cumplir con:

Asistencia mínima del 90 %.

Evaluación práctica ≥ 80 % (mediante ejecución simulada del proceso completo).

Certificación interna emitida por Gestión del Talento y Planificación, validada por el área de TI.

Indicadores de Eficiencia de la capacitación:

Indicador	Fórmula	Meta		Frecuencia
Porcentaje de colaboradores capacitados	(N° de colaboradores capacitados / N°	100 %		Al cierre del plan.

	Plan Anual de Capacitación	Código:	Versión:	
	Uso de Herramienta digital para Cálculo de Capacidad Instalada			
	Área:		Página: 202 de 219	
	Elaborado por:		Fecha:	
	Revisado por:		Fecha:	
Aprobado por:		Fecha:		

	total del área) $\times$ 100			
Evaluación promedio de dominio técnico	Promedio de calificación final sobre 100	$\geq 85 \%$		Por corte
Incidencias operativas post capacitación	Nº de errores de carga / Nº total de ejercicios realizados	$\leq 5 \%$		Mensual (6 meses post implementación)

Roles y Responsabilidades: Es responsabilidad del departamento de Planificación velar por el cumplimiento de este plan, y se genera la siguiente matriz RACI para sustentar y clarificar roles y responsabilidades por área.

	Plan Anual de Capacitación Uso de Herramienta digital para Cálculo de Capacidad Instalada	Código:	Versión:
	Área:	Página: 203 de 219	
Elaborado por:		Fecha:	
Revisado por:		Fecha:	
Aprobado por:		Fecha:	

Actividad	Planificación	T.I	Producción	Control de Calidad	Gerencia Operaciones	RRHH
Fase 1						
Definición y planificación	R	C	C	I	A	I
Fase 2						
Diseño técnico y arquitectónico	C	R	C	I	A	I
Fase 3						
Desarrollo funcional y programación	C	R	C	I	A	I
Fase 4						
Validación y pruebas de Calidad	R	C	C	A	I	I
Fase 5						
Implementación y despliegue operativo	R	C	C	C	A	C
Fase 6						
Pruebas de usabilidad y cierre	R	C	C	C	A	C

 R	Responsable	 A	Aprueba	 C	Consultado	 I	Informado
--	-------------	--	---------	--	------------	--	-----------

Observaciones finales

Este plan de capacitación constituye una acción preventiva dentro del plan de implementación, alineado con el enfoque de gestión del cambio y aseguramiento de la adopción tecnológica. Su ejecución garantizará la correcta transferencia de conocimiento, la trazabilidad en los procesos de carga y análisis, y la sostenibilidad en el uso de la herramienta a largo plazo.

Apéndice L: Plan de producción (MPS)

A	E	Y	Z	AA	AB	AD	GQ	GR	GS	HJ	HK	HL	IB	IC	ID	IT	IU
:	N°5	N°25	N°26	N°27	N°28	N°30	N°89	N°200	N°201	N°28	N°29	N°220	N°26	N°237	N°238	N°24	N°25
RC-PL-SV-0004 Control de Cobertura de Inventario							04-25		nov-25				dic-25				
							356,746	261,247	15,454,032	277,599	18,172,245	55	189,831	12,221,675	23	261,191	
							Pendiente	Proyectado a	Tabl/L/kg	Proyectado a	Tabl/L/kg	Total	Proyectado a	Tabl/L/kg	Total	Proyectado a	Tabl/L/kg
							Setiembre	Octubre 2025	Octubre 2025	Noviembre 2025	Noviembre 2025	requisitos	2025	2025	requisitos	Enero 2026	Enero 2026
							Capacidad					Noviembre 2025					req
Código PT	Código Granel	lote en unidades	Nuevo lote kg/ l	Nuevo lote Unidades	Mercado PT	Descripción											
1	10093901	220	2700	2,700	GRANEL	PREDNSOLINA (FOSFATO SODICO) 3mg/mL SO	220	220	0	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0
3	100200895	10009301	220	2700	PRIVADO	PREDMAVAL FX20 ML	781	96	0	0	0	0.00	0	122	0.00	0	0
4	10300454	10009301	220	2700	MM	PREDMAVAL MM F50 ML	786	40	0	0	0	0.00	0	97	0.00	0	0
5	9900749	9900749	500	0	0	GRANEL	10,000	10,000	0	0	0	0.00	5,000	5,000	10,000	4,500	4,500
6	10100607	9900749	500	0	0	STEIN	21,580	9,797	0	0	0	0.00	10,790	4,899	9,800	9,690	4,372
3	100112302	100112302	0	0	0	GRANEL	13,500	13,500	10,800	10,800	0	4,00	0	0	0.00	0	0
4	100200894	100112302	2,700	0	0	Eufedama	55,000	13,420	6,125	1,495	0,55	0	0	0	0.00	0	0
5	10000185	10000185	4,000,000	68	68,000	GRANEL	4,000,000	4,000,000	8,000,000	8,000,000	2,00	0	0	0	0.00	68,000	68,000
8	100200898	10000185	68,000	68	68,000	PRIVADO	1,584	47,520	2,800	84,000	1,24	0	0	0	0.00	1,200	36,000
9	10300457	10000185	68,000	68	68,000	MM	6,537	13,074	0	0	0	0.00	0	0	0.00	14,000	28,000
9	100180101	100180101	612,727	360	800,000	GRANEL	2,400,000	2,400,000	3,812,727	3,812,727	0.00	0	0	0	0.00	1,600,000	1,600,000
0	100100665	100180101	612,727	360	800,000	Serial Inst	2,355	2,355,000	0	0	0	0.00	0	3,724,000	0.00	3,140	3,140,000
2	100000160	100000160	1875,000	75	625,000	GRANEL	3,750,000	3,750,000	0	0	0	0.00	1,875,000	1,875,000	1.00	0	0
4	100100699	100000160	1875,000	21,673	625,000	STEIN	114,900	3,217,200	0	417,200	0.00	64,900	3,634,400	0.97	0	0	0
5	100392101	100392101	3,000	5	5,133	GRANEL	16,939	16,939	0	0	0	0.00	0	0	0.00	9,034	9,034
7	100100441	100392101	3,080	5	5,133	Serial/Stein	381	11,430	0	0	0	0.00	0	0	0.00	103	3,090
8	100100591	100392101	3,080	5	5,133	STEIN	94	2,820	0	0	0	0.00	0	0	0.00	166	4,980
7	100112301	100112301	201,6	0	0	GRANEL	202	202	0	0	0	0.00	0	0	0.00	1,008	1,008
8	100100686	100112301	201,6	0	0	STEIN	950	195	0	779	0.00	0	0	0	0.00	4,435	909
2	100000225	100000225	265			GRANEL	530	530	0	0	0	0.00	265	265	1.00	0	0
3	100200875	100000225	265			PRIVADO	2,100	214	0	0	0	0.00	1,500	153	0.58	0	0

Plantilla Fabricación

Unidades Mensuales

+

⏮ ⏭ ⏪ ⏩ ⏴ ⏵ ⏶ ⏷

ANEXO

Anexo 1: SAP hojas de ruta y ejemplos de diferentes rutas para distintos productos

Vista en SAP – PP (en ambiente de Calidad- pruebas) para ingresar detalle de información de rutas de producción.

@_IFORMACIÓN_HOJAS_RUTA_PP_@

Tipo de hoja de ruta 2

Material a

Centro p.material 4120 a

Grupo hojas de ruta a

Contador grupo hojas ruta a

Día fijado 12.10.2025

Delimit.programa

Contador grupo hojas ruta a

Cantidad de llamadas de la hoj a

Puesto de trabajo a

Clave de control PI01 a

Formato de salida

List Viewer ABAP /00000000001

Estructura de campos e información de hojas de ruta en SAP para distintos productos, (imagen en ambiente de calidad/pruebas).

@_IFORMACIÓN_HOJAS_RUTA_PP_@

Material	Número de material	Cantidad base UM	PstoTjpo	Texto breve operación	Campo de usuario	cantidad	T.P/Lmp	CtdEmp	T.MQ	T.MO Un.	GrpHRuta	Cread.el	Contador	CGH Válido de	Modif.el
103000488		1,263 UN	EM3022	LLENADO		2	780	2,00	65	130 MN	50016398	10.10.2025	1	20	10.10.2025
		1,263 UN	CAN2006	EMPAQUE		2	1,020	5,00	65	324 MN		10.10.2025	1	20	10.10.2025
102000930		836 UN	EM3022	LLENADO		2	780	2,00	62	124 MN	50016397	10.10.2025	1	20	10.10.2025
		836 UN	CAN2006	EMPAQUE		2	1,020	5,00	62	310 MN		10.10.2025	1	20	10.10.2025
103000486		358 UN	EM3022	LLENADO		2	780	2,00	48	95 MN	50016396	10.10.2025	1	20	10.10.2025
		358 UN	CAN2006	EMPAQUE		2	1,020	5,00	48	239 MN		10.10.2025	1	20	10.10.2025
102000931		10,700 UN	EM3022	LLENADO		2	780	2,00	793	1,585 MN	50016395	10.10.2025	1	20	10.10.2025
		10,700 UN	CAN2006	EMPAQUE		2	1,020	5,00	793	3,963 MN		10.10.2025	1	20	10.10.2025
103000487		9,400 UN	EM3022	LLENADO		2	780	2,00	251	501 MN	50016394	10.10.2025	1	20	10.10.2025
		9,400 UN	CAN2006	EMPAQUE		2	1,020	5,00	251	1,253 MN		10.10.2025	1	20	10.10.2025
102000929		1,075 UN	EM3022	LLENADO		2	780	2,00	80	159 MN	50016393	10.10.2025	1	20	10.10.2025
		1,075 UN	CAN2006	EMPAQUE		2	1,020	5,00	80	398 MN		10.10.2025	1	20	10.10.2025
100054102		23 KG	MA1020	MEZCLADO		1	540	1,00	345	345 MN	50016392	07.10.2025	9,091	20	07.10.2025
		23 KG	GH0002	GRANULADO/HORNOS		1	720	1,00	288	288 MN		07.10.2025	9,091	20	07.10.2025
		209,091 UN	MA0007	COMPRESIÓN		1	840	1,00	348	348 MN		07.10.2025	1	20	07.10.2025
101000710		500 UN	EM5010	BLISTEADO		4	1,200	5,00	78	391 MN	50016391	06.10.2025	1	20	06.10.2025
100000185		400 KG	MA1003	MEZCLADO		1	720	1,00	600	600 MN	50016390	03.10.2025	4,000	20	03.10.2025
		400 KG	MA1019	COMPACTACIÓN		1	720	1,00	682	682 MN		03.10.2025	4,000	20	03.10.2025
		400 KG	MA1003	MEZCLADO		1	720	1,00	1,200	1,200 MN		03.10.2025	4,000	20	03.10.2025
		4,000,000 UN	MA0011	COMPRESIÓN		1	1,080	1,00	3,000	3,000 MN		03.10.2025	1	20	03.10.2025
		400 KG	MA5012	RECUBRIMIENTO		1	900	1,00	1,200	1,200 MN		03.10.2025	4,000	20	03.10.2025
100178301		2,398 L	MA0011	LIQUIDOS HF		1	720	1,00	653	653 MN	50016389	30.09.2025	1	20	30.09.2025
101000091		20,100 UN	EM5013	BLISTEADO		4	1,260	5,00	2,692	13,460 MN	50016388	29.09.2025	1	20	29.09.2025
		20,100 UN	EM5010	BLISTEADO		4	1,260	5,00	1,346	6,730 MN	50016387	29.09.2025	1	20	29.09.2025
1030000485		2,032 UN	EM3022	LLENADO		2	780	2,00	54	108 MN	50016386	26.09.2025	1	20	26.09.2025
		2,032 UN	CAN2006	EMPAQUE		2	1,020	5,00	54	271 MN		26.09.2025	1	20	26.09.2025

Anexo 2: Datos maestro de materiales para un producto/vista SAP-QM.

Visualizar material 102000391 (Producto terminado)

☐ Datos adicionales
 ☒ Niveles organización

Pronóstico
Preparación trabajo
DatGralCe/Almacenam1
Dat.ce./Almacen...

Material: 102000391
Centro: 4120
Lab. SAVAL Costa Rica

Datos generales

Unidad medida base	UN	Secundario	UM salida	
UdM fabricación		StatMatEspecCe	99	Válido de
Resp. ctrl. producción	R09	RespContrP...	Alm. producción	2030
Perf. ctrl. fabric.	TB01	PT Tabletas	Gr. materiales	
Perfil número serie		NivSerial	Perfil general	
☐ Parte crítica		☐ Indicador de versión		☒ Vers.fabr.
☐ Log lote nec.		☐ Entrada lotes		☒ Requ.gest.lotes

Datos tolerancia

TolEntregaIncom	%	Tol.exc.sum.	%	☐ Ilimitado
-----------------	---	--------------	---	------------------------------------

Tiempo de fabr.propia en días

Depend. tam. lote		Indep. tamaño lote	
Tmpo.prep.		Tiempo-tránsito	
Tmpo.trat.		Cantidad base	0
		TmpoFabrProp	

**Anexo 3: Excel programado y acceso a SAP para carga de versiones ambiente de
calidad**

Q129

✓

✕

fx

1

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
Código PT	Item en Kg / L	Item en unidades	Descripción	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	PRIOIRAD	# DE HR
10200887				0	2000	0	2000	0	0	0	0	0	0	0	0	1	20
10300448				0	3500	0	3500	0	0	0	0	0	0	0	0	1	20
10000173				0	57100	57130	0	0	0	0	0	0	57130	0	0	1	20
10200888				0	1200	1200	0	0	0	0	0	0	1200	0	0	1	20
10300449				0	2700	2700	0	0	0	0	0	0	2700	0	0	1	20
10000160				4375000	0	0	7500000	0	0	0	0	0	0	0	0	1	11
10200890				151400	0	0	259600	0	0	0	0	0	0	0	0	1	20
10392101				9240	13244	3388	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	20
10300441				206	408	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	20
10100591				0	0	110	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	20
100012501				1764	832	0	832	0	0	0	0	0	0	0	0	2	20
101000668				8400	4200	0	4200	0	0	0	0	0	0	0	0	2	20
10169101				0	3210000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	20
101000662				0	15700	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	20
100000725				265	0	265	0	265	0	0	0	0	265	265	0	2	20
10200875				2500	0	2000	0	2000	0	0	2500	0	1700	0	0	2	20
10300438				0	0	2500	0	2500	0	0	0	0	4800	0	0	2	20
100000226				1060	0	1060	0	795	0	795	0	0	0	0	0	2	20
10200876				7500	0	7500	0	6500	0	5800	0	0	0	0	0	1	20
10300439				12500	0	12500	0	6000	0	9000	0	0	0	0	0	1	20
100000227				0	0	920	0	0	920	0	0	0	920	0	0	1	20
10200877				0	0	5100	0	0	4230	0	0	5100	0	0	0	1	20
10300440				0	0	5000	0	0	7750	0	0	5000	0	0	0	1	20
100000229				0	323	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	20
10200881				0	420	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	20
10300441				0	2340	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	20
100000230				0	370	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	20
10200880				0	590	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	20
10300442				0	2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	20
100000233				500	0	500	0	0	0	500	0	0	500	0	0	1	20
10200883				2000	0	2000	0	0	0	2000	0	0	2000	0	0	1	20
10300443				4800	0	4800	0	0	0	4800	0	0	4800	0	0	1	20
100000234				2100	1050	0	2100	0	2100	2100	0	0	0	0	0	3	20
10200882				12000	7200	0	16000	0	10000	11500	0	0	0	0	0	3	20
10300444				11000	2500	0	2000	0	14000	12000	0	0	0	0	0	3	20
100000245				0	63250	0	0	0	0	63250	0	0	0	0	63250	3	20
10200891				0	1550	0	0	0	0	1800	0	0	0	0	1800	3	20
10300451				0	2200	0	0	0	0	1000	0	0	0	0	1000	3	20
100177101				0	0	1500000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1
101000663				0	0	1470	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	20
101000663				0	0	1470	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	20

REQUERIMIENTO PLANIFICACIÓN

+

::

▶

◀

◀

▶

◀

▶

◀

▶

◀

▶

◀

▶

◀

▶

◀

▶

◀

▶

◀

▶

◀

▶

Datos p. capacidad de planta

Selecciones

Número de versión: 0

Periodo Inicial: 10.10.2025

Centro: 4120

Requerim. planificación: C:\Users\dulate\OneDrive - LABORATORIOS SAVAL S.A\...

Calendario maquinaria: C:\Users\dulate\OneDrive - LABORATORIOS SAVAL S.A\...

Número de versión 10 Entradas

Vers	Denominación
0	Versión plan/real
P1	Planificación 1
P2	Planificación 2
P3	Planificación 3
P4	Planificación 4
P5	Planificación 5
P6	Planificación 6
P7	Planificación 7
P8	Planificación 8
P9	Planificación 9

Anexo 4: Salida de la herramienta % de ocupación por equipo y área

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	Ejercicio	(Todas)														
2	Version	(Todas)														
3																
4	% Ocupación maquina..															
5	Área	Maquina	Maquina denom.	Meses	1-ENE.	2-FEB.	3-MAR.	4-ABR.	5-MAY.	6-JUN.	7-JUL.	8-AGO.	9-SEPT.	10-OCT.	11-NOV.	12-DIC.
6	EMPAQUE	= EM1004	LÍNEA LLENADORA TUBO METÁLICO #1	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
7	EMPAQUE	= EM1006	LÍNEA LLENADORA TUBO PLÁSTICO #1	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
8	EMPAQUE	= EM1010	OVULOS #1	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
9	EMPAQUE	= EM1013	LLENADORA DE TUBOS#2 DANREL	3%	0%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	0%	22%	0%	16%	0%
10	EMPAQUE	= EM3007	LÍNEA LLENADORA POTES #1	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	5%	17%	0%	0%
11	EMPAQUE	= EM3008	LÍNEA LLENADORA GALONES #1	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	7%	0%	11%	0%
12	EMPAQUE	= EM3012	LÍNEA LLENADORA LIQUIDOS #1	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	15%	13%
13	EMPAQUE	= EM3013	LÍNEA LLENADORA LIQUIDOS #2 ROTIFIL	29%	63%	38%	7%	9%	19%	13%	0%	67%	80%	75%	34%	0%
14	EMPAQUE	= EM3015	UNIFIL #1	26%	0%	15%	6%	11%	0%	0%	0%	46%	5%	44%	0%	0%
15	EMPAQUE	= EM4004	CONTADORA #1	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
16	EMPAQUE	= EM5008	BUSTERA #5_5008	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	2%	0%	0%
17	EMPAQUE	= EM5009	LÍNEA #1_5009	13%	37%	10%	41%	5%	0%	0%	0%	48%	64%	50%	0%	0%
18	EMPAQUE	= EM5010	LÍNEA #2_5010	4%	2%	0%	2%	0%	0%	0%	0%	2%	0%	3%	2%	0%
19	EMPAQUE	= EM5011	LÍNEA #3_5011	4%	0%	24%	7%	0%	37%	0%	4%	46%	74%	31%	72%	0%
20	EMPAQUE	= EM5013	BUSTERA #6	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
21	EMPAQUE	= EM6013	ENCELOFANADO #2 POLVOS	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
22	EMPAQUE	= EM6014	ENCELOFANADO #3 POLVOS	74%	0%	0%	0%	67%	0%	31%	0%	0%	0%	67%	0%	0%
23	EMPAQUE	= EM6015	MAQUINA POLVOS FRASCOS #2	0%	0%	13%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	26%	14%	18%	0%
24	EMPAQUE	= EM9006	ENCELOFANADO #1 TABLETAS CÁPSULAS	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	10%	6%	0%	0%
25	EMPAQUE	= EMP001	EMPAQUE MANUAL #1	34%	63%	158%	9%	0%	0%	0%	0%	156%	97%	210%	369%	0%
26	EMPAQUE	= EMP002	EMPAQUE MANUAL #2	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
27	EMPAQUE	= CAM2005	ESTUCHADORA VERTICAL#1	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
28	EMPAQUE	= CAM2006	ESTUCHADORA VERTICAL#2	26%	40%	32%	4%	14%	19%	6%	0%	50%	12%	47%	11%	0%

Anexo 5: Salida de la herramienta / % de ocupación por equipo y área

C4												
v X / fx												
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Material denomin.		(Todas)									
2	Ejercicio		(Varios elementos)									
3	Version		0									
4	Material		(Todas)									
5												
6	T.MO total Req..											
7	Área		Maquina	Maquina denomin.		Meses						
8	EMPAQUE		EMP001	EMPAQUE MANUAL #1		1-ENE.	2-FEB.	3-MAR.	4-ABR.	5-MAY.	6-JUN.	7-JUL.
9	EMPAQUE		EM3013	LÍNEA LLENADORA LIQUIDOS #2 ROTIFIL		705	1,413	3,782	173			
10	EMPAQUE		EM5009	LINEA #1_5009		527	884	523	154	129	226	174
11	EMPAQUE		EM5011	LINEA #3_5011		278	767	222	767	103		
12	EMPAQUE		CAM2006	ESTUCHADORA VERTICAL#2		75	474	117		747	79	907
13	EMPAQUE		EM6014	ENCELOFANADO #3 POLVOS		395	515	609	64	200	234	128
14	EMPAQUE		EM1015	DOSIFICADORA DE SUPOSITORIOS#1		1,070				1,002	484	
15	EMPAQUE		EM3015	UNIFIL #1			255	179	53	101		
16	EMPAQUE		EM6015	MAQUINA POLVOS FRASCOS #2				353				
17	EMPAQUE		EMSUB1	SUB POLVOS MANUAL#1			357					
18	EMPAQUE		EM1013	LLENADORA DE TUBOS#2 DANREL			29			30		
19	EMPAQUE		EM3012	LÍNEA LLENADORA LIQUIDOS #1								
20	EMPAQUE		EM3007	LÍNEA LLENADORA POTES #1								
21	EMPAQUE		EM3008	LÍNEA LLENADORA GALONES #1								
22	EMPAQUE		EM5010	LINEA #2_5010			69	30		30		
23	EMPAQUE		EM9006	ENCELOFANADO #1 TABLETAS CÁPSULAS								
24	EMPAQUE		EM5008	BLISTERA #5_5008								
25	Total EMPAQUE					3,760	3,607	6,142	1,357	1,564	1,207	786
26	MANUFACTURA		MA4007	Tabletera 27			121	45	37		237	
27	MANUFACTURA		MA6002	SEMISOLIDOS #1			91	34	78	22	45	34
28	MANUFACTURA		MA1020	MEZCLAOR #8 COLUMNA #2			51	7	24	23		84
TMO TOTAL						51	7	24	23		84	
Hojal						213	184	133	71		791	

Anexo 6: Tiempos históricos de fabricación y limpieza

N°1	N°4	N°7	N°8	N°9	N°15	N°16	N°17	N°19	N°21	N°22	N°25
Información General del Producto					Información de Subdivisión				Información de el Empaque		
Código	Descripción validación	Unidad medida	PX granel	Presentación estuche	Maquina Subdivisión	Personas Subdivisión	Tasa Nominal Subdivisión	Tasa Real Subdivisión	Maquina de Empaque	Numero Personas Empaque	Tasa Real Empaque
102000415	Forzapress Hct Tabl 5mg 160 Mg X 28 (/25)	UN		28	EM5010	2	21000	15000	5010C100	3	1071
102000449	BROMURO PINAVE 100+SIMETIC300mg Ex15CAPS	UN		15	EM5011	2	63000	30000	5011C100	3	2000
102000450	BROMURO PINAVE 100+SIMETIC300mg Ex30CAPS	UN		30	EM5011	2	63000	36000	5011C100	3	1200
102000451	BROMURO PINAVE 100+SIMETIC300mg Ex60CAPS	UN		60	EM5011	2	63000	36000	CAM2005	4	1200
102000441	PHENETAPS NUEVA FORMULA. Dx100 TAB REC.	UN	200	100	EM9006	1	90000	24000	EMP001	4	200
102000277	BIGUANIL CHN HCL 850mg Ex30 TablRec	UN		30	EM5006	2	42000	30000	CAM2005	4	1200
101055103	GEMFIBROZIL 600mg Ex500 TAB REC INST	UN	868	500	EM5009	1	72000	60000	5009C100	4	60
102000418	FLOXIMAX LEVOFLOXACINO500mg Ex21 T.R	UN	950	21	EM5006	2	58800	34000	CAM2005	4	1500
102000167	FLOXIMAX LEVOFLOXACINO500mgEx21TablRecPN	UN	950	21	EM5006	2	58800	34000	CAM2005	4	1500
101000372	STEIN ETORICOX 60mg Ex49 Tabl Rec	UN	420	49	EM5010	1	15000	15000	5010C100	5	306
101000114	MEDROXIPROGESTERONA ACETATO5mgEx1000Tabl	UN	120	1000	EM5006	2	84000	60000	EMP001	5	60
101000033	DERMASEP 4 % JABON MEDIC TOPICO 1000mL	UN	1020	1	EM3008	3	400	300	EMP001	4	300
102000210	AZITROBAC AZTC 2H2O 500mg Ex30 T.R	UN	893	30	EM5006	2	50400	32000	CAM2005	3	1500
101000366	ROSUVASTATINA 5mg Ex28 Tabl	UN	120	28	EM5010	2	50400	30240	5010C100	4	1080
101000366	ROSUVASTATINA 5mg Ex28 Tabl	UN	120	28	EM5010	2		30240	5010C100	4	1080
102000240	STEIN RUSTATINA 10mg Ex14 TablRec PN	UN	120	14	EM5010	2	67200	50400	5010C100	4	1800
102000455	HEREX SILDENAFIL CRT 100mg Ex4 TR VA	UN		8	EM5006	2	16800	12000	CAM2005	3	1500
101000373	STEIN CEROLUP CIPROF 100mg Ex30 Tabl	UN		30	EM5006	2	84000	50000	5006C100	4	1600

Rutas Producción

Descripción de Recursos

+

:

Código	Recurso	Preparacion Y limpieza	Personas requeridas
EM5006	EM5006: BLISTERA #4_5006	400	2
EM5008	EM5008: BLISTERA #5_5008	400	2
EM5009	EM5009: LINEA_#1_5009	400	2
EM5010	EM5010: LINEA_#2_5010	400	2
EM5011	EM5011: LINEA_#3_5011	400	2
EM9006	EM9006: ENCELOFANADO #1 TABLETAS CÁPSULAS	180	1
EM3012	EM3012: LÍNEA LLENADORA LIQUIDOS #1	240	3
EM3008	EM3008: LÍNEA LLENADORA GALONES #1	240	3
EM3015	EM3015: UNIFIL #1	480	3
EM1006	EM1006: LÍNEA LLENADORA TUBO PLÁSTICO #1	240	3
EM1004	EM1004: LÍNEA LLENADORA TUBO METÁLICO #1	240	3
EM3007	EM3007: LÍNEA LLENADORA POTES #1	240	3
EM1010	EM1010: OVULOS #1	480	3
CAM2005	CAM2005: ESTUCHADORA VERTICAL#1	120	2
CAM2006	CAM2006: ESTUCHADORA VERTICAL#2	120	2
EMP001	EMP001: EMPAQUE MANUAL #1	60	2
EMSUB1	EMSUB1: SUB POLVOS MANUAL#1	180	1
EM6013	EM6013: ENCELOFANADO #2 POLVOS	180	1
EM4004	EM4004: CONTADORA TABLETAS CÁPSULAS	180	1
5006C100	C100 EMPAQUE EN LÍNEA 5006	180	2
5008C100	C100 EMPAQUE EN LÍNEA 5008	180	2
5010C100	C100 EMPAQUE EN LÍNEA 5010	180	2
5009C100	C100 EMPAQUE EN LÍNEA 5009	180	2
5011C100	C100 EMPAQUE EN LÍNEA 5011	180	2

CURRICULUMS

Hoja de vida 01: Ing. Deyanira Ulate Hernández

a. Datos biográficos

Ingeniera Industrial con más de 18 años de experiencia en el sector farmacéutico, especializada en planificación estratégica, cadena de abastecimiento y gestión de operaciones.

b. Educación

- Curso Ingeniería de Empaque de Dispositivos Médicos y Farmacéuticos, FUNDATEC.
- Inglés Intermedio – Centro Cultural Costarricense_Norteamericano
- Licenciatura Ingeniería Industrial, Instituto Tecnológico de Costa Rica

c. Experiencia profesional actual

- Jefe de Planificación.
- Jefe de Programación, Control de Producción y Empaque.
- Jefe de Proyectos Estratégicos Industriales.
- Asistente Dirección de Operaciones.

d. Distinciones

- Tesorera, ASOSAVAL (2023).
- Key User implementación SAP, 2011.