



TRABAJO DE GRADO
Opción Seminario-Diplomado.

APROVISIONAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE UN ALMACEN

Corporación Universitaria Remington.
Facultad de ingenierías
Especialización en dirección de operaciones y mejoramiento continuo.

Javier Orlando Espinosa Mendoza.
Silvana Ruiz Moreno M.Sc.
Opción de Trabajo de grado - Seminario pensamiento sistémico para la mejora.
2025.

Dedicatoria

Dedico este proyecto a Dios, por haberme guiarme y permitirme llegar hasta esta instancia tan importante de mi vida profesional. A mi mamá, por ser la base más importante y por darme siempre su amor y apoyo incondicional sin importar esas diferencias en opiniones. A mi Abuelita que, aun no estando presente físicamente, sentir que está conmigo siempre. A mi compañero incondicional de carrera (C.G) por sus grandes aportes y discusiones constructivas.

Agradecimientos

Me gustaría agradecer a la Corporación Universitaria Remington por abrirme las puertas y brindarme la oportunidad de avanzar en mi carrera profesional y a la compañía Químicos O&G por todo el apoyo brindado. Agradezco especialmente a la profesora Silvana Ruiz por su constante apoyo, paciencia y disposición, las cuales han sido fundamentales para la finalización de este proyecto.

Tabla de Contenidos

Resumen.....	6
Marco conceptual y contextual	7
Planteamiento del problema.....	12
Objetivos	14
Objetivo general.....	14
Objetivos específicos.	14
Metodología.	14
Desarrollo e implementación del aprendizaje.....	16
Caracterización del sistema.....	16
Diagnóstico del sistema.	17
Análisis de oportunidades de mejora.	19
Análisis de inventario Químicos O&G.....	19
Inventario a proponer.....	25
Clasificación ABC.	25
Pronóstico de la demanda.	30
Almacenamiento Layout Actual.	37
Almacenamiento Layout propuesto.	39
Implementación JIT en químicos O&G.....	43
Cadena de Flujo de Valor (Value Stream Mapping).	44
Milk Run.	45
Aplicación de sistema FIFO.....	45
Implementación Kanban en químicos O&G.....	45
Conclusiones.	49
Referencias.....	51

Tabla de Gráficos

Gráfico 1.Diagrama de Flujo del sistema actual y cuellos botella.....	16
Gráfico 2.SIPOC proceso de aprovisionamiento actual.	17
Gráfico 3.Diagrama de Ishikawa.	17
Gráfico 4. Diagrama de Pareto Clasificación ABC materia prima (data año 2024).....	28
Gráfico 5. Diagrama de Pareto Clasificación ABC producto terminado (data año 2024).....	30
Gráfico 6.Layout Actual de Almacenamiento Químicos O&G.....	37
Gráfico 7.Registro Fotográfico, Distribución Actual almacén Químicos O&G.....	37
Gráfico 8.Matriz de Compatibilidad de Productos Químicos.....	38
Gráfico 9.Distribución de Flujo en U.	39
Gráfico 10.Almacenamiento en estantería de acero estructural.....	40
Gráfico 11.Layout proyectado almacén Químicos O&G.	42
Gráfico 12.Layout proyectado almacén Químicos O&G (vista 3D).	42
Gráfico 13.Sistema Kanban propuesto.	46

Tabla de Tablas

Tabla 1. Oportunidades JIT.....	12
Tabla 2. Estrategia de ataque de causas.	18
Tabla 3.Cantidad de materia prima empleada en la producción (año 2024).	20
Tabla 4.Cantidad de materia en stock (año 2024).....	22
Tabla 5.Sobre stock materia prima (año 2024).....	24
Tabla 6.Clasificación ABC materia prima (data año 2024).....	27
Tabla 7.Clasificación ABC producto terminado vendido (data año 2024).....	29
Tabla 8.Demanda mensual en Litros por Producto año 2024.....	32
Tabla 9.Pronóstico de Demanda suavizamiento exponencial.....	34
Tabla 10.Pronóstico de Demanda promedio móvil simple.....	34
Tabla 11.Comparativo pronósticos para Enero de 2025 y exactitud respecto a la producción real.	36

Resumen

Actualmente existen diversas herramientas y metodologías para la adecuada gestión de aprovisionamiento y proyección de inventarios. La filosofía de aprovisionamiento de Químicos O&G se basa en órdenes de compra de productos químicos que en su mayoría son inflamables y corrosivos. La filosofía de almacenaje se basa en los riesgos asociados a los productos y la compatibilidad química entre ellos. Aunque existe un control de inventario mensual no se cuenta con herramientas TIC para control de inventarios. La falta de pronósticos de demanda está generando afectación por sobre stock con fechas de vencimiento incurriendo en pérdidas económicas y costos adicionales. Con las herramientas diagrama de flujo de proceso de aprovisionamiento e inventario, SIPOC y análisis de causas por Ishikawa se caracterizará el proceso y se evaluarán las causas de sobrestock y falta de aprovechamiento de espacio y tiempos improductivos. Para el desarrollo del caso se tiene como punto de partida el histórico de datos de las ventas de la compañía en el año 2024. Estos se clasificarán según Paretos del año 2024, clasificación (ABC) y análisis con modelo de pronóstico que más se ajusten (suavizamiento exponencial y promedio móvil simple), para una posterior evaluación del error estadístico, y así poder mostrar el impacto que puede generar una adecuada gestión en la planeación de la demanda, facilitando la toma de decisiones sobre la requisición de compra. La proyección de utilización de herramientas TIC tales como sistema ERP, YMS y RFID para la administración de inventarios en Químicos O&G definirán una ventaja competitiva para la empresa, ayudando con la reducción de costos de almacenamiento y facilidad de flujo de información. El sistema de producción actual de Químicos O& permite proyectar la implementación de herramientas de mejora tales como VSM, sistema JIT, sistema FIFO, flujo de producción con una ruta Milk Run y un sistema tipo Kanban. Con la proyección de estas herramientas se eliminarían muchos desperdicios en el sistema de producción de Químicos O&G, se mejorará la productividad, se optimizarían operaciones y aumentara la rentabilidad de compañía.

Palabras clave

Clasificación ABC, pronóstico de la demanda, sistema Kanban, gestión de inventarios, herramientas de mejora de procesos.

Marco conceptual y contextual

Químicos O&G es una Compañía de tipo comercial que brinda Soluciones Químicas para el Sector Industrial y Oil & Gas, con desarrollos Innovadores para mantenimiento, transporte, y aplicaciones en el área de producción de petróleo, a través de procesos implementados bajo normas internacionales (ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001 y RUC).

La filosofía de aprovisionamiento de Químicos O&G se basa en órdenes de compra de los clientes que se manejan los cuales en su mayoría corresponden a operadoras del sector Oil & Gas. Una orden de pedido es documento escrito que es generado después de ser aceptada una orden de compra, donde ambas partes manifiestan estar de acuerdo sobre el objeto y el precio de la venta. Previo al proceso de orden de pedido existe una labor comercial. Esta se basa en enviar cotización y oferta al cliente. Una vez enviadas y aprobadas las cotizaciones (ofertas) se procede a un seguimiento por parte del asesor o asistente comerciales según sea el caso.

Las materias primas empleadas para la producción o maquila de los productos que la compañía comercializa son productos químicos que en su mayoría son inflamables y corrosivos. La filosofía de almacenaje se basa en los riesgos asociados a los productos y la compatibilidad química entre ellos.

Chase (2005) define el inventario como las existencias de una pieza o recurso utilizado en una organización. El objetivo principal del inventario en la industria y los servicios es determinar cuándo es necesario pedir más material, y las cantidades a ser solicitadas. Muchas organizaciones establecen lazos con proveedores a largo plazo para cubrir las necesidades. Esto cambia las cuestiones de “cuándo” y “cuántos pedir” por “cuándo” y “cuántos entregar”. las organizaciones (incluidos los sistemas justo a tiempo/JIT) tienen alto inventario por lo siguiente:

- Flexibilizar la programación de fabricación.
- Blindarse ante cambios en los tiempos de entrega de materia prima.
- Tener independencia entre operaciones o departamentos
- Cubrir variabilidad en la demanda
- Aprovechar oportunidad de descuentos en base al tamaño del pedido.

Cuando se toman decisiones que incidan en las cantidades de inventario, es importante tener en cuenta los costos asociados a mantenimiento y transporte, configuración o cambio de producción, costos de pedidos y costos de faltantes.

En Químicos O&G el conteo físico de los inventarios se realiza mensualmente a corte de mes por el auxiliar de producción, el cual es verificado y grabado en el sistema por el jefe de planta. Los inventarios se registran en el programa SIIGO en el módulo de inventarios con corte de cada fin de mes y se costean en la misma fecha. Aunque existe un control de

inventario mensual y se lleva en el sistema SIIGO, no se cuenta con otro tipo de seguimiento con herramientas TIC.

En el entorno actual, la gestión de inventarios es vital en todas las organizaciones, ya sean del sector industrial, servicios o comerciales. El inventario es vital y genera valor en la gestión de aprovisionamiento de cualquier empresa, ya que son es la base de donde de genera el producto y donde llegan los productos manufacturados. De igual manera, entre los costos de las organizaciones, aquellos asociados al almacenamiento son de los que más pesa, entonces una correcta optimización de su utilización incide en importantes mejoras económicas y operativas (Valencia, et al., 2025).

Ojeda y Cando (2025), sugieren que la optimización de los procesos en bodegas y almacén son vitales para mantener tanto la eficiencia operativa como la rentabilidad de la organización, y muestra la metodología Lean como una solución eficaz. Destaca su versatilidad de adaptación a variabilidad en la demanda y hace énfasis en el control y eliminación de errores permitiendo detectar fallas como rompimiento de stock y diferencias en las cantidades y así corregirlas de forma efectiva.

La metodología Lean utiliza cinco pasos clave:

- Definición del problema.
- Diagnóstico y medición del funcionamiento del proceso actual.
- Análisis de causas.
- Mejoramiento de procesos con soluciones efectivas.
- Control de cambios para mantener mejoras en el tiempo.

Sugieren además las herramientas de diagrama de flujo, análisis de proveedores, entrada, proceso, salida y clientes (SIPOC) y diagrama de Ishikawa como herramientas importantes para representar y comprender como se desarrollan los procesos, entender aquellos que están generando problemas y vincular los problemas con sus posibles causas.

Barreto (2025) en su trabajo de grado “método de pronóstico de la demanda para determinar el stock mínimo de seguridad de la empresa Tecnomina SAC”, empleo el diagrama de Ishikawa como herramienta para determinar la causa raíz de las falencias del proceso de aprovisionamiento para determinación del stock mínimo de seguridad, encontrando que las causas por maquina están asociadas a demora en el acoplamiento de un sistema ERP, las causas asociadas a método son principalmente falta de pruebas evaluativas de métodos de pronóstico, pronósticos y empíricos y aquellas asociadas a medición son básicamente ausencia de recopilación de data y falta de medición de efectividad de stock de seguridad. Esto está muy alineado a las causas de sobrestock y desperdicios en la empresa bajo estudio en este trabajo en la compañía Químicos O&G.

En el entorno actual es importante la adopción de herramientas y tecnologías avanzadas, tales como automatización u software para gestión de inventarios. (Jiménez, et al., 2025),

indican que, según la Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía, emplear este tipo de herramientas mejora la eficiencia, reduce costos y optimiza la cadena de suministro, lo que conlleva a las organizaciones a adaptarse con rapidez a las demandas del mercado. La adopción de tecnologías como la digitalización y la automatización son para mejorar la competitividad en la industria y responder a un entorno de mercado tan volátil y cambiante.

Cabrera y Vargas (2020) utilizaron la clasificación ABC y pronósticos de demanda con el fin de evaluar rotación de productos. Emplearon la herramienta SIPOC y análisis de las 5 fuerzas de Porter para un enfoque completo para el diseño e implementación del sistema de abastecimiento. Con esto consiguieron reducciones de hasta el 60% en costos operativos, disminuyeron costos de oportunidad entre 17,41% y 8,87%, costo de sobre stock entre 40,36% y 15,29%, y del indicador inicial de stock inmovilizado entre 33,83% y 15,56%; además una reducción total del costo elevado de compras entre 8% y 0%.

El análisis ABC (Always Better Control) es una herramienta de clasificación de inventarios que permite la elaboración de un Pareto para tener claridad de los pocos vitales y priorizar. El análisis ABC es una herramienta de gran ayuda para que la administración concentre esfuerzos en los que tengan mayor incidencia. La estadística evidencia que pocos ítems inciden en el gasto de dinero, ósea, su comportamiento se correlaciona con el análisis de Pareto de pocos vitales y muchos triviales. Los pocos son llamados clase A, que son claves para la rentabilidad, ya que su existencia constituye la mayor inversión de recursos de inventario, los otros conocidos como B y C son los de mayor cantidad, pero su incidencia tiene menor peso. Comúnmente se usa la clasificación así: A (más importantes), B (de importancia intermedia) y C (menos importantes) (Mendez Giraldu y Lopez Santana, 2014).

En Colombia, las empresas Químicas, farmacéuticas y los distribuidores usan el análisis ABC para identificar los medicamentos como el de mayor valor o rotación (Tipo A), aquellos con valor intermedio (Tipo B) y los de menor valor o rotación (Tipo C). Destacan que la clasificación ABC en cuanto a lo económico pueda no ser suficiente para el entorno de medicamentos oncológicos, ya que los medicamentos clasificados como tipo C son de bajo costo o rotación, pero puede que representen medicamentos necesarios para cierto grupo de pacientes, cabe resaltar que se debe tener una visual y adecuado seguimiento para evitar el desabastecimiento de estos mismos. El análisis ABC combinado con pronósticos acertados logran proyecciones adecuadas de aprovisionamiento. Es clave ajustar los modelos con datos actualizados para corregir inconsistencias y mejorar la precisión de los pronósticos (Parris y Castro, 2025).

Mediante un análisis ABC se puede en muchos casos pensar en la redistribución de almacenaje, basados en la priorización de las materias primas. (Hopeman, 1986), indica que una causa común para la revisión de la distribución de almacén son cambios la de demanda, ingreso de productos nuevos, cambios de diseño de productos, obsolescencia de procesos y equipos, problemas de mano de obra, riesgos de accidentes y reducción de costos. Una buena distribución debe minimizar tanto los costos como el tiempo requerido

para mover los materiales a través de los procesos de producción. Además, una buena distribución debe proporcionar una efectiva utilización de la mano de obra, de esta manera un trabajador no debería tener tiempos ociosos largos en recorrer grandes distancias por herramientas, plantillas u otros suministros. Es por esto que un análisis de la distribución de almacenaje gana importancia en Químicos O&G, con el fin de seguir una ruta lógica de flujo desde entrada de materia prima hasta salida de producto terminado.

El pronóstico de la demanda es un proceso analítico que consiste en estimar de manera anticipada la cantidad de productos, materiales o servicios que se requerirán a futuro en un periodo, basándose en datos históricos y patrones de comportamiento. Estos métodos usan estadística y matemática como modelos de suavizamiento exponencial, promedio móvil, y análisis de tendencias o estacionalidades para encontrar dinámicas pasadas y planear necesidades futuras para hacer más eficiente la planificación y toma de decisiones en la cadena de suministro. Algunos indicadores importantes para validar la eficiencia de los métodos de pronóstico son nivel de servicio, error de exactitud en el registro de inventario, error de pronóstico y nivel de servicio proveedor (Montes Mulato y Huillca Huayhua, 2025).

Lopez (2018) en su artículo “Pronóstico de las exportaciones del cacao ecuatoriano para el 2018 con el uso de modelos de series de tiempo”, utiliza métodos de pronósticos para el corto plazo como son las medias móviles y suavización exponencial. Los métodos de suavización son sencillos de emplear y proporcionan alta precisión para pronósticos de corto alcance para un siguiente periodo. Se basan en la suposición de que el patrón de la variable dependiente en el pasado habrá de continuar en el futuro. Algunos métodos de suavizamiento son:

- Promedio móvil simple, que utiliza el promedio de n valores (comúnmente los más recientes) en la serie de tiempo. Este es útil cuando la demanda no tiene tendencias importantes ni influencias estacionales.
- Suavización exponencial simple que permite el cálculo del promedio de una serie de tiempo, asignando a las demandas más recientes mayor peso que a aquellas anteriores. Este método es más usado por su simplicidad y porque no requiere mucha data. La suavización emplea tres tipos de datos: pronóstico del último periodo, demanda de ese periodo y un parámetro suavizador alfa α , que varía entre 0 y 1.

$F_{t+1} = \alpha (\text{Demanda del periodo}) + (1-\alpha) (\text{Pronostico del periodo}).$

$F_{t+1} = \alpha (D_t) + (1-\alpha) (F_t).$

$F_{t+1} = F_t + \alpha (D_t - F_t).$

La manufactura esbelta es una metodología que se centra en maximizar la eficiencia de los procesos productivos con la eliminación de desperdicios y la optimización de recursos. Esto busca agregar valor al cliente optimizando los recursos posibles, aumentando la

productividad y minimizando costos. La manufactura esbelta combina la mejora continua, el flujo constante y eliminación de desperdicios para maximizar el valor al cliente (Bravo Lopez, 2024). Entre estas herramientas se tiene 5S que promueve el orden y la limpieza, SMED que optimiza los tiempos de configuración, sistema Just in time y kanban, análisis de mudas entre otras.

Gutiérrez, et al. (2014) presentaron el empleo de herramientas de manufactura esbelta como cadena de flujo de valor (VSM), Kanban, Milk Run, Justo a tiempo (JIT) y mudas en el proceso de producción 9HP, ubicado en ZF Electronic Systems para optimizar movimiento de materiales de la cadena de flujo, entre el recibo de materia prima, su procesamiento y envío al cliente. Gracias a la implementación de estas herramientas de mejora se logró la mejora global del proceso productivo y aumento de rentabilidad.

Cuando se utiliza el sistema de manufactura esbelta, se comienza revisando los procesos de fabricación desde la vista del cliente. Una primera pregunta en este sistema de producción es: ¿Qué es lo que el cliente espera de ese proceso? Esto aplica para clientes internos del proceso subsiguiente de la línea de producción, y para clientes externos. Esto se conoce como valor. A partir de la vista del cliente, puede revisarse un proceso y separar aquellos pasos que agregan valor al producto y aquellos que no lo agregan.

El sistema Justo a Tiempo (JIT), es un conjunto integrado de procesos para lograr una alta producción, usando mínimos inventarios de materia prima, trabajo en proceso y productos terminados. Los materiales llegan a la siguiente estación de trabajo al momento en que serán utilizados, se completan y pasan por la operación en el menor tiempo posible. La necesidad se origina basada en la demanda real del producto. Una de las herramientas JIT es el Kanban, que es altamente efectiva y eficiente por medio de tarjetas, que son usadas para que los empleados tengan claridad de lo que se está produciendo, las características y qué van a producir después, aquellas características que tendrá y la manera de ser transportado. Kanban es una palabra japonesa que significa: "Etiqueta de instrucción". Fue desarrollada por Toyota en los años 50 como método de manejo de flujo de material en una línea de ensamblaje. La técnica de Milk Run o ruta del lechero, se basa en la generación de una ruta de reparto de materia prima a las líneas de producción, para minimizar inventarios de material en la línea y la necesidad de mano de obra en dicha línea, combinando así un almacenista y un materialista, optimizando así la mano de obra indirecta en el proceso de producción y eliminando desperdicios.

Favela et al. (2019) en su artículo "Herramientas de manufactura esbelta que inciden en la productividad de una organización (modelo conceptual propuesto)", indica que una organización que pase de una producción tradicional a una de manufactura esbelta obtendrá aumento en la productividad de un 100 %, disminución de inventarios y tiempos de ciclo en un 90 %, reducción por quejas y errores en un 50 %, entre otros beneficios. Además, en el contexto de su investigación permite seleccionar las herramientas que más se usan en el sector industrial y que mejoran la productividad, destacando las siguientes: 5S (15 %),

Kaizen (mejora continua) (12 %), JIT (13 %), SMED (9 %), Kanban (9 %), VSM (7 %) y mantenimiento productivo total TPM (14 %).

Hay (1998) genera las siguientes proyecciones en porcentaje de mejoramiento en relación a los beneficios del JIT.

Tabla 1. Oportunidades JIT.

Oportunidad	Magnitud del mejoramiento (%)
Reducción en tiempo de producción	83 -92
Aumento de productividad	80 -90
Mano de obra directa/indirecta (salarial)	5 -50
Costo de calidad	26 - 63
Reducción de precios de material comprado	6 - 45
Obra en proceso	70 - 89
Productos terminados	0 - 90
Reducción del tiempo de alistamiento	75 - 94
Reducción de espacio	39 - 80

Todas estas técnicas de manufactura esbelta serán relevantes en las proyecciones de mejora para la compañía Químicos O&G.

Planteamiento del problema

En la compañía Químicos O&G las proyecciones de órdenes de pedido son la base para aprovisionamiento de materia prima para la producción de un determinado producto terminado. El aprovisionamiento se realiza por frecuencia de órdenes de pedido. Existen productos con alta frecuencia y baja frecuencia.

Los productos de alta frecuencia son aquellos con riesgo de inflamabilidad y corrosivos y son los que se producen y venden en mayor proporción. Los de baja frecuencia son aquellos de tipo misceláneo (otros riesgos). En químicos O&G no se ha establecido un tipo de clasificación específico que permita priorizar ubicación en almacén y una lógica de distribución, por lo cual hay desperdicios por movimientos y desplazamientos innecesarios.

En químicos O&G se mantiene un inventario de materia que en la mayoría de los casos varía entre 15% y 20% para hacer frente a imprevistos y garantizar la continuidad del suministro en caso de ordenes de pedido urgentes. Sin embargo, esto hace que haya altos costos por mantenimiento de inventario y vencimientos de materia prima. No se cuenta con métodos de pronósticos de demanda, aun cuando se cuenta con datos de producción y ventas suficientes para utilizar este tipo de herramientas

Por otro lado, el conteo físico de los inventarios se realiza mensualmente a corte de mes por el auxiliar de producción, el cual es verificado y grabado en el sistema por el jefe de planta. Los inventarios se registran en el programa SIIGO en el módulo de inventarios. Aunque existe un control de inventario mensual y se lleva en el sistema SIIGO, este es muy manual, ya que no se cuenta con otro tipo de seguimiento con herramientas TIC lo cual agranda el problema de vencimientos y control de inventarios.

(Gonzales, et al., 2017), expone que un buen sistema de almacenamiento debe combinar de métodos y equipos. Ósea, busca mantener un orden específico de producto en base a tamaño, tipo de material y tipo de uso. La automatización facilita la ubicación, distribución y operatividad al momento de realizar una búsqueda y/o adquisición de un producto (materia prima o producto terminado). El necesitar de espacio horizontal y vertical se limita con el aumento de producción y las variedades de productos que se almacenan y manipulan. Los especialistas en almacenamiento buscan día a día sistemas en donde el tiempo de almacenar y recuperación sean valiosos y el espacio aéreo cada vez sea más accesible con los sistemas de almacenamiento automatizado. La base de organizaciones de tipo comercial es la compra y venta de bienes o servicios; por esto es importante un manejo de inventario FIFO, LIFO o FEFO por parte de ellas. En químicos O&G la filosofía de venta según órdenes de compra hace que cobre relevancia un tipo de manejo FIFO. FIFO (*First in, first out*) primero en entrar, primero en salir, se emplea para evitar que los productos tengan vencimientos, es decir que el primer producto que sea almacenado en almacén, deber ser el primero en ser despachado a los clientes.

Por otro lado (Gonzales, et al., 2017) expone que las TIC's mas aplicadas en la logística de producción, son: el ERP (*Enterprise Resource Planning*), WMS (*Warehouse Management System*), LMS (*Labor Management System*), Pick to Light-Voice, OMS (*Order Management System*), YMS (*Yard Management System*), Código de Barras, RFID (*Radio Frequency Identification*), SCE (*Supply Chain Execution*).

En químicos O&G la capacidad de almacenamiento esta desaprovechada ya que tanto la materia prima como producto terminado se realiza en apilado arrume negro por superposición de una estiba o un bulk drum debido a las limitaciones de peso ya que no se cuenta con estanterías apropiadas. Esto además hace más complicada la accesibilidad al material y se ocupa mucho volumen. Debido a que no hay una lógica de almacenamiento además se pierden tiempos en los recorridos para la búsqueda de las materias primas y el despacho eficiente del producto terminado.

La falta de un método adecuado para de pronósticos para proyección de aprovisionamiento y lógica de almacenaje, así como una distribución inadecuada de almacén en la compañía Químicos O&G generan sobre stock, vencimientos de materia prima y tiempos improductivos.

Objetivos

Objetivo general.

Evaluar el sistema de aprovisionamiento y almacenamiento de la compañía Químicos O&G, identificando oportunidades de mejora y la aplicación de herramientas de mejora continua para la eliminación de desperdicios.

Objetivos específicos.

- Caracterizar el sistema de aprovisionamiento y almacenamiento bajo un enfoque de pensamiento sistémico empleando diagrama de flujo y herramienta SIPOC.
- Diagnosticar el estado actual del sistema de aprovisionamiento a través de Diagrama de Ishikawa.
- Analizar las oportunidades de mejora identificadas en el diagnóstico desde un enfoque de pensamiento sistémico y herramientas de mejora continua de procesos.

Metodología.

Inicialmente se realizará un diagrama de flujo para comprender y analizar el paso a paso del sistema de aprovisionamiento de Químicos O&G, las etapas y secuencia de las mismas e identificar oportunidades de mejora, desperdicios, reducción de errores y tiempos de proceso. Con este diagrama se tendrá una visualización simple del sistema y la comunicación entre equipos.

Una vez se analice el flujograma del sistema a evaluar se realizará una caracterización del proceso mediante la herramienta SIPOC. Con el análisis SIPOC se reunirá conocimiento colectivo para el correcto entendimiento de las etapas del sistema, además se determinará el alcance del proyecto. La SIPOC permitirá Identificar todas las entradas relevantes del sistema a ser mejorado antes de comenzar a trabajar, facilitará las mejoras del proceso a través del conocimiento de los clientes y los proveedores y determinará claramente las salidas y sus especificaciones.

Una vez caracterizado el sistema a mejorar, se determinarán las causas principales que generan sobre stock, vencimientos de materia prima y tiempos improductivos con un diagrama de Ishikawa. El diagrama de Ishikawa es una forma de organizar y representar las diferentes teorías propuestas sobre las causas del problema en el sistema de estudio; con este se desarrollará un análisis estructurado y se identificarán las posibles causas del problema planteado identificando aquellas que tienen mayor aporte y generar los planes de acción correspondientes.

Se evaluará pronóstico de demanda mediante los métodos de promedio método móvil y suavizamiento exponencial de acuerdo con el análisis de la venta de químicos O&G del año 2024, para determinar cuál método presenta menor error y se alinearía a las proyecciones de abastecimiento y eliminación de sobre inventarios en Químicos O&G.

Se Identificará los productores con mayor rotación en Químicos O&G para construir un análisis ABC mediante diagrama de Pareto. Este análisis permitirá identificar las materias primas y productos terminado de mayor rotación según las ventas, ayudando a proyectar las ubicaciones de los productos dentro del almacén y generando un tratamiento especial a cada artículo, referencia o grupo de ellos. Con este análisis y los pronósticos se podrá proyectar un mejor sistema de aprovisionamiento y a la vez una distribución más optima de los espacios del almacén ayudando a una reducción de transportes y movimientos poco eficientes; de esta manera se impactaría positivamente la gestión de almacén e impacto sobre productividad y servicio al cliente. Se evaluará la posibilidad de una distribución tipo U (redistribución de almacén).

Teniendo en cuenta que la filosofía de producción y ventas de Químicos O&G se basa inicialmente en órdenes de compra, se proyectará la implementación de un sistema de utilización de materiales tipo FIFO y un sistema de producción tipo Kanban (como herramienta esbelta de mejora) para control de producción y aprovechar plenamente las capacidades de los operarios. Esto permitirá una reducción de costos en el proceso de información, conocimiento rápido y preciso de los hechos, así como limitación del exceso de capacidad de los puestos de trabajo.

Desarrollo e implementación del aprendizaje.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos del diagnóstico de almacén, proyecciones de mejoras al sistema actual de aprovisionamiento, inventarios, distribución de almacenaje y lógica de producción.

Caracterización del sistema



Gráfico 1. Diagrama de Flujo del sistema actual y cuellos botella.

Nota: Fuente autor.

Según el diagrama de flujo se recibe una orden de pedido, esta se evalúa mediante el cumplimiento de los requisitos internos y se acepta o no dependiendo de estas condiciones. En caso de ser aceptada se crea una orden de producción en la cual están contenidas las materias primas necesarias con las cantidades requeridas. La orden de producción se realiza en el formato correspondiente (digital), lo cual puede generar errores de transcripción. Esta no se crea dentro de un sistema SAP. Se revisa la existencia de materia prima (MP) en sistema SIIGO y se procede a ubicarlas en bodega. Este proceso puede tardar ya que no se cuenta con un sistema tipo YMS que ubique rápidamente los puertos de ubicación de materia prima. Una vez ubicadas las materias primas se procede a la fabricación del producto terminado (PT).

A continuación, se realizará la caracterización del proceso mediante un SIPOC. Este diagrama identifica el flujo general del proceso actual de aprovisionamiento, incluyendo actores, insumos, pasos, productos generados y beneficiarios (grafico 2).

El SIPOC muestra alta dependencia en tareas manuales en las etapas 1, 3 y 6, lo que originan errores muy frecuentes en registros y retrasos por disponibilidad de producto. La verificación de calidad materia prima genera tiempos improductivos debido a que no existe un sistema RFID que permita una verificación rápida y el sobrestock genera vencimiento que en muchas materias primas llegan a ser hasta del 20%. Esto hace necesaria en muchos casos una verificación exhaustiva de la calidad de materia prima con tiempos de almacenamiento largos. Por otro lado, la ubicación de la materia prima en el almacén también genera tiempos productivos porque no se tiene un sistema de ubicación eficiente. Debido a que el almacén no tiene una lógica de almacenamiento adecuada, también los desplazamientos entre una zona y otra en la búsqueda de materia prima o producto terminado genera desperdicios.

Tabla 2. Estrategia de ataque de causas.

PROBLEMA	LLUVIA DE IDEAS		
Sobre Stock de materia prima, vencimientos y tiempos improductivos	Gestión de inventario eficiente	Implementar un sistema de control de inventario (MRP)	Un software o sistema que permita un seguimiento preciso de los niveles de stock (ERP), pronostique la demanda y automatice las alertas de reabastecimiento.
		Clasificar los insumos	Dividir los insumos en categorías según su criticidad para la producción (insumos clave, insumos regulares, etc.) y priorizar la gestión de los más críticos. Sistema de clasificación ABC
		Establecer niveles de stock de seguridad	Determinar niveles mínimos de stock para cada insumo, que permita cubrir posibles retrasos o picos de demanda inesperados.
		KPIs	Precisión de inventario, Tasa de rotación de inventario, días de inventario disponibles. Precisión de pronóstico de demanda.
	Diversificación de proveedores	Identificar múltiples proveedores	No depender de un solo proveedor para evitar interrupciones en caso de problemas con uno de ellos
		Investigar y evaluar nuevos proveedores	Buscar proveedores que ofrezcan mejores precios, calidad o plazos de entrega, sin comprometer la confiabilidad.
		Establecer contratos a largo plazo	Negociar contratos con proveedores estratégicos para asegurar el suministro a largo plazo y obtener mejores condiciones comerciales.
	Fortalecer relaciones con proveedores	Comunicación constante	Comunicación constante: Mantener una comunicación fluida y transparente con los proveedores para informarles sobre las necesidades de la empresa y recibir retroalimentación sobre la disponibilidad de insumos
		Visitas a proveedores	Realizar visitas periódicas a los proveedores para conocer sus procesos de producción y fortalecer la relación, lo que puede llevar a mejores acuerdos y mayor confianza.
		Pagos a tiempo	Cumplir con los acuerdos de pago para mantener una buena reputación y asegurar la continuidad del suministro
	Producción interna de algunos insumos	Análisis de viabilidad	Evaluar la posibilidad de producir internamente algunos insumos, considerando costos, recursos necesarios y capacidad de producción.
		Inversión en maquinaria y tecnología	Si se decide producir internamente, invertir en maquinaria y tecnología que permita una producción eficiente y de calidad.
		Capacitación del personal	Capacitar al personal para operar la nueva maquinaria y producir los insumos internamente.
	Optimización de procesos	Análisis de la cadena de suministro	Identificar cuellos de botella y áreas de mejora en la cadena de suministro para reducir el tiempo de entrega y los costos.
		Reducción de desperdicios	Implementar prácticas de producción Lean Manufacturing para minimizar el desperdicio de insumos y materiales. Sistema tipo Kanban
		kpis	Lead Time
		Automatización de procesos	Automatizar tareas repetitivas para aumentar la eficiencia y liberar al personal para tareas de mayor valor agregado.
	Distribución de almacén	Minimizar desplazamientos	Establecer una distribución de almacén tipo U
		KPIS	Tiempo de ciclo de pedido

Para delimitar el alcance el enfoque de la estrategia estará centrada en la evaluación de métodos de pronóstico para un aprovisionamiento adecuado, herramientas TIC para la mejora en el proceso de inventario, sistemas de clasificación de materia prima y producto terminado, distribución de almacén y propuesta de un sistema de producción tipo Kanban.

Análisis de oportunidades de mejora.

A continuación, se proponen acciones de mejora enfocadas en mejora de inventarios en base a pronósticos más acertados, tipo de clasificación de materiales, distribución de almacén, sistema FIFO y propuesta de producción tipo Kanban.

Análisis de inventario Químicos O&G.

Las tablas 3, 4 y 5 presentan las cantidades de materia prima empleadas para la producción mes a mes, las cantidades que estaban en stock y el porcentaje de sobre stock en inventario en Químicos O& G en el año 2024.

Como muestran las tablas, en el año 2024 todas las materias primas presentaron un sobre stock en promedio mayor al 10% y vencimientos. Esto hace que se incurra en gastos de almacenamiento y vencimientos, los cuales en algunos casos llega hasta 20% del stock, Además, teniendo en cuenta que la capacidad de almacenamiento en Químicos O&G esta desaprovechada por falta de estanterías, existen desperdicios asociados a tiempos improductivos por movimientos de carga innecesarios, y desplazamientos. El tema asociado a vencimientos, también este asociado a la falta de un sistema adecuado de control de inventarios con herramientas TIC.

Tabla 3. Cantidad de materia prima empleada en la producción (año 2024).

CANTIDAD DE MATERIA PRIMA EMPLEADA (LITROS) / AÑO 2024															
MATERIA PRIMA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL (L)	%PARTICIPACIÓN	RIESGO QUÍMICO ASOCIADO
MPAC 0111	73.673	81.777	90.618	111.983	68.516	51.571	72.200	88.703	92.828	97.985	102.111	91.900	1.023.867	86%	Inflamable
MPAO 02	73.673	81.777	90.618	111.983	68.516	51.571	72.200	88.703	92.828	97.985	102.111	91.900	1.023.867		
MPAO 05	29.469	32.711	36.247	44.793	27.406	20.629	28.880	35.481	37.131	39.194	40.844	36.760	409.547		
MPAO 06	29.469	32.711	36.247	44.793	27.406	20.629	28.880	35.481	37.131	39.194	40.844	36.760	409.547		
MPAO 07	14.735	16.355	18.124	22.397	13.703	10.314	14.440	17.741	18.566	19.597	20.422	18.380	204.773		
MPBO 02	14.735	16.355	18.124	22.397	13.703	10.314	14.440	17.741	18.566	19.597	20.422	18.380	204.773		
MPOX 01	14.735	16.355	18.124	22.397	13.703	10.314	14.440	17.741	18.566	19.597	20.422	18.380	204.773		
MPPI 08	11.788	13.084	14.499	17.917	10.963	8.251	11.552	14.192	14.853	15.678	16.338	14.704	163.819		
MPPI 10	11.788	13.084	14.499	17.917	10.963	8.251	11.552	14.192	14.853	15.678	16.338	14.704	163.819		
MPPI 12	8.841	9.813	10.874	13.438	8.222	6.189	8.664	10.644	11.139	11.758	12.253	11.028	122.864		
MPPI 13	8.841	9.813	10.874	13.438	8.222	6.189	8.664	10.644	11.139	11.758	12.253	11.028	122.864		
MPPI 21	2.947	3.271	3.625	4.479	2.741	2.063	2.888	3.548	3.713	3.919	4.084	3.676	40.955		
MPSO 16	8.441	9.369	10.382	12.830	7.850	5.909	8.272	10.163	10.635	11.226	11.699	10.529	117.305	12%	Corrosivos
MPSO 17	8.441	9.369	10.382	12.830	7.850	5.909	8.272	10.163	10.635	11.226	11.699	10.529	117.305		
MPSO 20	6.331	7.027	7.787	9.623	5.887	4.431	6.204	7.622	7.977	8.420	8.774	7.897	87.979		
MPSO 21	6.331	7.027	7.787	9.623	5.887	4.431	6.204	7.622	7.977	8.420	8.774	7.897	87.979		
MPST 0505	4.220	4.685	5.191	6.415	3.925	2.954	4.136	5.081	5.318	5.613	5.849	5.265	58.653		
MPST 0538	4.220	4.685	5.191	6.415	3.925	2.954	4.136	5.081	5.318	5.613	5.849	5.265	58.653		
MPPI 31	4.220	4.685	5.191	6.415	3.925	2.954	4.136	5.081	5.318	5.613	5.849	5.265	58.653		

MPPI 30	5.651	6.273	6.951	8.590	5.256	3.956	5.538	6.804	7.121	7.516	7.833	7.049	41.861	2%	Otros
MPPI 31	4.238	4.705	5.213	6.442	3.942	2.967	4.154	5.103	5.340	5.637	5.874	5.287	31.396		
MPPI 24	2.826	3.136	3.475	4.295	2.628	1.978	2.769	3.402	3.560	3.758	3.916	3.525	20.930		
MPPI 29	1.413	1.568	1.738	2.147	1.314	989	1.385	1.701	1.780	1.879	1.958	1.762	10.465		
Total general	351.025	389.638	431.761	533.558	326.453	245.718	344.005	422.634	442.292	466.863	486.521	437.869	4.786.644,12	100%	

Tabla 4. Cantidad de materia en stock (año 2024).

CANTIDAD DE MATERIA PRIMA EN STOCK (LITROS) / AÑO 2024														
MATERIA PRIMA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL (L)	RIESGO QUÍMICO ASOCIADO
MPAC 0111	88.408	98.133	108.742	134.380	82.219	61.886	86.640	106.443	111.394	117.583	122.533	110.280	1.228.640	Inflamable
MPAO 02	84.724	94.044	104.211	128.781	78.794	59.307	83.030	102.008	106.753	112.683	117.428	105.685	1.177.447	
MPAO 05	34.774	38.599	42.772	52.856	32.340	24.342	34.078	41.868	43.815	46.249	48.196	43.377	483.265	
MPAO 06	34.479	38.272	42.409	52.408	32.066	24.135	33.789	41.513	43.444	45.857	47.788	43.009	479.170	
MPAO 07	17.534	19.463	21.567	26.652	16.307	12.274	17.184	21.111	22.093	23.321	24.302	21.872	243.680	
MPBO 02	17.682	19.627	21.748	26.876	16.444	12.377	17.328	21.289	22.279	23.517	24.507	22.056	245.728	
MPOX 01	17.092	18.972	21.023	25.980	15.896	11.965	16.750	20.579	21.536	22.733	23.690	21.321	237.537	
MPPI 08	13.438	14.916	16.529	20.426	12.497	9.407	13.169	16.179	16.932	17.873	18.625	16.763	186.753	
MPPI 10	13.792	15.309	16.964	20.963	12.826	9.654	13.516	16.605	17.377	18.343	19.115	17.204	191.668	
MPPI 12	10.344	11.482	12.723	15.722	9.620	7.241	10.137	12.454	13.033	13.757	14.336	12.903	143.751	
MPPI 13	10.079	11.187	12.397	15.319	9.373	7.055	9.877	12.135	12.699	13.404	13.969	12.572	140.065	
MPPI 21	3.477	3.860	4.277	5.286	3.234	2.434	3.408	4.187	4.381	4.625	4.820	4.338	48.327	
MPSO 16	10.129	11.243	12.459	15.396	9.420	7.090	9.926	12.195	12.762	13.472	14.039	12.635	140.766	
MPSO 17	9.960	11.056	12.251	15.139	9.263	6.972	9.761	11.992	12.550	13.247	13.805	12.424	138.420	
MPSO 20	7.343	8.151	9.033	11.162	6.829	5.140	7.197	8.842	9.253	9.767	10.178	9.160	102.056	
MPSO 21	7.407	8.222	9.110	11.258	6.888	5.185	7.259	8.918	9.333	9.851	10.266	9.239	102.935	
MPST 0505	5.064	5.622	6.229	7.698	4.710	3.545	4.963	6.098	6.381	6.736	7.019	6.317	70.383	
MPST 0538	4.938	5.481	6.074	7.506	4.592	3.457	4.839	5.945	6.222	6.567	6.844	6.159	68.624	
MPPI 31	4.811	5.340	5.918	7.313	4.474	3.368	4.715	5.793	6.062	6.399	6.668	6.002	66.864	
MPPI 30	6.216	6.900	7.646	9.449	5.781	4.351	6.092	7.484	7.833	8.268	8.616	7.754	86.391	Otros

MPPI 31	4.747	5.269	5.839	7.215	4.415	3.323	4.652	5.715	5.981	6.314	6.579	5.921	65.971
MPPI 24	3.278	3.638	4.032	4.982	3.048	2.294	3.212	3.946	4.130	4.359	4.543	4.089	45.551
MPPI 29	1.572	1.745	1.934	2.390	1.462	1.101	1.541	1.893	1.981	2.091	2.179	1.961	21.853
Total general	411.289	456.530	505.885	625.159	382.499	287.902	403.063	495.192	518.224	547.014	570.046	513.042	5.715.843,74

Tabla 5. Sobre stock materia prima (año 2024).

% SOBRE STOCK MATERIA PRIMA / AÑO 2024			
MATERIA PRIMA	% SOBRE STOCK	RIESGO QUÍMICO ASOCIADO	%VENCIMIENTOS
MPAC 0111	16,7	Inflamable	5
MPAO 02	13,0		4
MPAO 05	15,3		10
MPAO 06	14,5		2
MPAO 07	16,0		7
MPBO 02	16,7		11
MPOX 01	13,8		20
MPPI 08	12,3		5
MPPI 10	14,5		5
MPPI 12	14,5		10
MPPI 13	12,3		3
MPPI 21	15,3		0
MPSO 16	16,7		Corrosivos
MPSO 17	15,3	8	
MPSO 20	13,8	5	
MPSO 21	14,5	5	
MPST 0505	16,7	10	
MPST 0538	14,5	2	
MPPI 31	12,3	6	
MPPI 30	9,1	Otros	10
MPPI 31	10,7		15
MPPI 24	13,8		19
MPPI 29	10,2		20

Inventario a proponer.

Con el fin de mejorar el proceso de gestión de inventario y teniendo en cuenta que el sistema de etiquetado de materia prima y producto terminado es adecuado se propondría para la implementación de:

- Sistema SAP / ERP (Enterprise Resource Planning) para la planificación de recursos de la empresa, y gestionar de forma integrada la información. Con un ERP se utilizaría una sola base de datos, lo que facilitaría el intercambio de información entre las áreas de la empresa y evitaría redundancia o duplicidad de la información. Esto porque SIIGO es un programa contable y en la compañía Químicos O&G no se utiliza en todos los departamentos.
- YMS (Yard Management System): Esto ayudaría en el control entre recepción y despacho, el rastreo y seguimiento de movimiento de camiones a través de su localización en tiempo real. Además, se facilitaría la planeación y asignación de recursos para las operaciones, debido a que si se conoce el muelle (estante) y los productos que esperan por ser cargados o descargados se podrían eliminar tiempos muertos, disminuir riesgos por robos y habría mejor utilización de los recursos de la compañía. Por otro lado, se monitorearía los camiones en patios, se medirían tiempos de espera, se monitorearía el inventario en medios de transporte entre otros.
- Sistema RFID: Con el fin de tener información rápida, trazable y almacenar permanentemente nuevos datos. Se podría organizar el almacenamiento, la carga, el transporte y la entrega de mercadería electrónicamente, sin contacto físico entre el módulo RFID y el sistema correspondiente de recepción de datos.

Clasificación ABC.

Teniendo en cuenta el porcentaje de participación de ventas de productos en Químicos O&G se proyecta una clasificación de tipo ABC con el fin de priorizar ubicaciones en almacén y aprovisionamiento. Las tablas 6 y 7 presentan los porcentajes de participación de materia prima para producción y producto terminado vendido en Químicos O&G durante el año 2024. En los gráficos 4 y 5 se representa el Pareto de las mismas.

Según el diagrama de Pareto encontramos que el 86% de la materia prima y el 84% de las ventas en litros de producto terminado provienen de los productos biosolved, biodes, biofilter, biofluid y bioclean F y son de naturaleza química inflamable. Estos se clasificarían como materia prima y producto terminado Clase A. El 12% de la materia prima empleada en la producción durante el año 2024 y de los productos terminados producidos bioclean PW, biocitrus y biogras son de naturaleza corrosiva y se clasificarían

como clase B. El 2% de la materia prima y 4% de los productos terminados vendidos en el año 2024 pertenecen a otros riesgos y se clasificarían como clase C.

Algunas acciones que se propone implementar son:

- Químicos O&G debe priorizar la adquisición de materias primas para la fabricación de los tres productos terminados clase A sobre las clases B o C, ya que estos tienen mayor rotación lo que provocaría que se recupere el dinero invertido con una mayor velocidad.
- Químicos O&G debe optimizar inventario para asegurar la disponibilidad de los productos clase A, hacer pronóstico de demanda para anticiparse a las necesidades del mercado y dedicarles un mayor espacio dentro del almacén (en comparación con los productos de las clases B o C). El inventario ABC debe correrse con una frecuencia adecuada para detectar los cambios en los ciclos de vida de los productos.
- Químicos O&G debe negociar mejores condiciones con los proveedores de materias primas para los productos clase A proveedores y emplear más tiempo a estos proveedores para lograr descuentos, mejorar plazos para pagos y mejores niveles de servicio.
- Reducción en costos por almacenamiento, almacenando más materia prima para fabricación de los productos Clase A y menos clase B y C; ayudando a disminuir cantidades de producto vencido y evitar sobre stock, lo que permitiría aprovechar mejor el espacio en almacén.

Aunque el método ABC puede ser apropiado para algunos casos, pueden existir escenarios, en que, por la naturaleza de las operaciones, se puede llevar a tomar decisiones poco factibles en el inventario de ciertos productos. Un ejemplo podría ser no incluir el lanzamiento de nuevos productos, la estacionalidad, las variaciones en la demanda, interdependencia entre los productos.

Lo anterior, muestra que un sistema ABC es poco útil como herramienta de proyección de demanda y por ningún motivo este debe ser empleado para sustituir modelos de pronósticos de venta.

Tabla 6. Clasificación ABC materia prima (data año 2024).

AÑO 2024							
MATERIA PRIMA	LITROS	%PARTICIPACIÓN	CLASE	ACUMULADO	80/20	RIESGO QUÍMICO ASOCIADO	
MPAC 0111	1.023.867	21%	86%	A	21%	80,0%	Inflamable
MPAO 02	1.023.867	21%			43%	80,0%	
MPAO 05	409.547	9%			51%	80,0%	
MPAO 06	409.547	9%			60%	80,0%	
MPAO 07	204.773	4%			64%	80,0%	
MPBO 02	204.773	4%			68%	80,0%	
MPOX 01	204.773	4%			73%	80,0%	
MPPI 08	163.819	3%			76%	80,0%	
MPPI 10	163.819	3%			80%	80,0%	
MPPI 12	122.864	3%			82%	80,0%	
MPPI 13	122.864	3%			85%	80,0%	
MPPI 21	40.955	1%			86%	80,0%	
MPSO 16	117.305	2%	12%	B	88%	80,0%	Corrosivos
MPSO 17	117.305	2%			90%	80,0%	
MPSO 20	87.979	2%			92%	80,0%	
MPSO 21	87.979	2%			94%	80,0%	
MPST 0505	58.653	1%			95%	80,0%	
MPST 0538	58.653	1%			97%	80,0%	
MPPI 31	58.653	1%			98%	80,0%	
MPPI 30	41.861	1%	2%	C	99%	80,0%	Otros
MPPI 31	31.396	1%			99%	80,0%	
MPPI 24	20.930	0,4%			99,8%	80,0%	
MPPI 29	10.465	0,2%			100,0%	80,0%	
TOTAL	4.786.644	100,0%	100%				

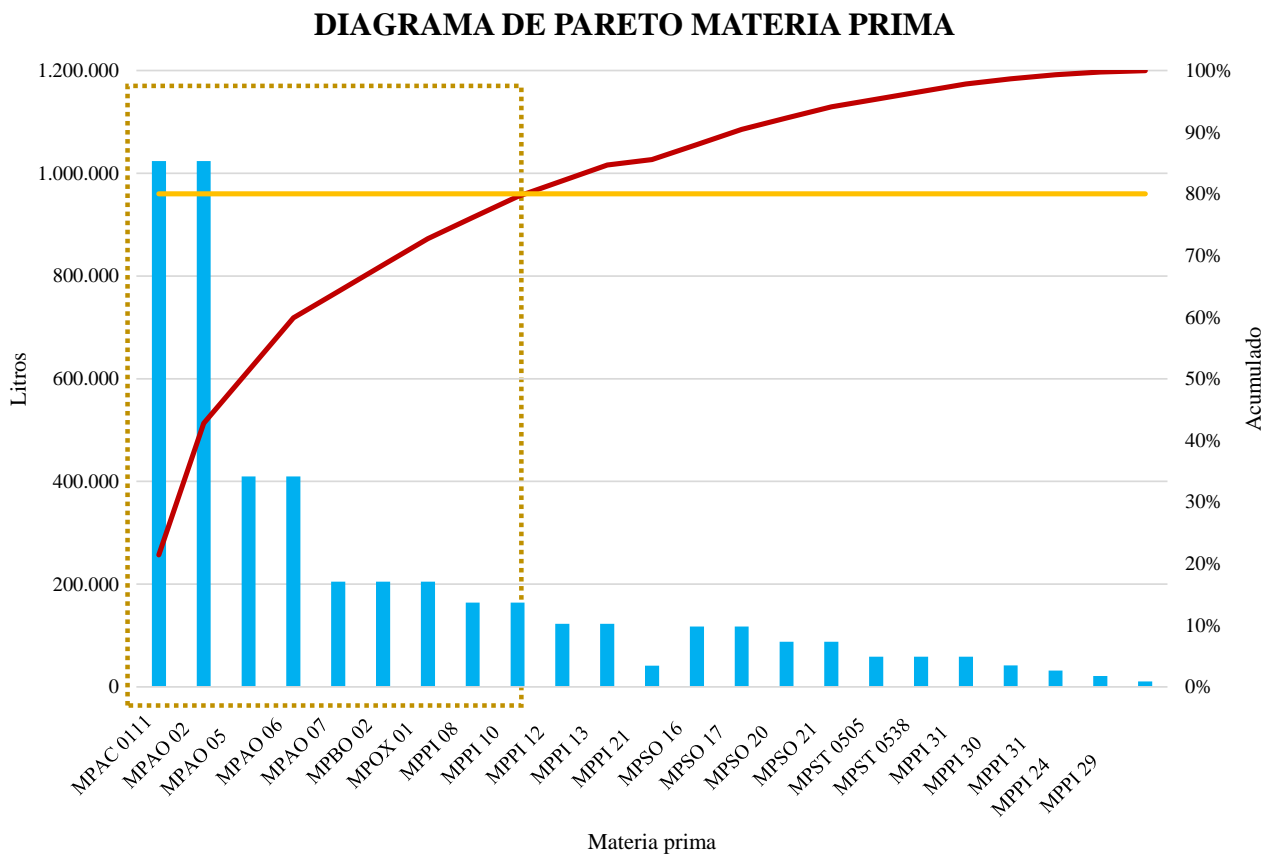


Gráfico 4. Diagrama de Pareto Clasificación ABC materia prima (data año 2024).

Nota. Fuente: Autor

Tabla 7. Clasificación ABC producto terminado vendido (data año 2024).

AÑO 2024						
PRODUCTO TERMINADO	LITROS	%PARTICIPACIÓN		ACUMULADO	CLASE	RIESGO QUÍMICO ASOCIADO
BIO SOLVED	1.748.849	84%	35,8%	35,8%	A	Inflamables
BIO DES	872.979		17,9%	53,7%		
BIO FILTER	716.883		14,7%	68,4%		
BIO FLUID	436.490		8,9%	77,4%		
BIO CLEAN F	209.017		4,3%	81,7%		
BIO DISPERSANTE	111.249		2,3%	84,0%		
BIO CLEAN PW	320.988	12%	6,6%	90,5%	B	Corrosivos
BIO CITRUS	144.269		3,0%	93,5%		
BIO GRAS	121.269		2,5%	96,0%		
HIPOCLORITO	112.861	4%	2,3%	98,3%	C	Otros
BIO BLANQUEADOR	83.482		1,7%	100,0%		
TOTAL (LITROS)	4.878.334,84	100%	100%		

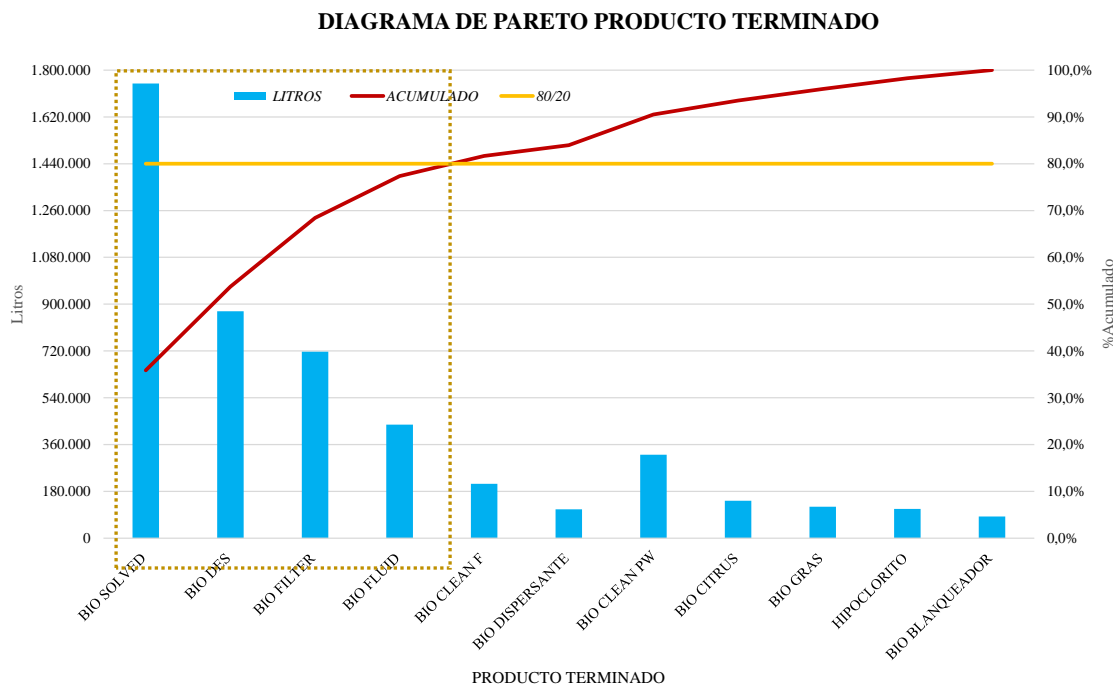


Gráfico 5. Diagrama de Pareto Clasificación ABC producto terminado (data año 2024).

Nota. Fuente: Autor

Pronóstico de la demanda.

En las tablas 9 y 10 se presenta el pronóstico de la demanda en base a las ventas de la compañía Químicos O&G. Para los pronósticos se empleó el total de litros de productos vendidos por Químico O&G para los meses de Enero a Diciembre del año 2024 (tabla 8)

Con base en la tabla de demanda actual, se realiza un pronóstico para el mes de enero de 2025 utilizando el método cuantitativo de promedio móvil simple y suavizamiento exponencial (ver tabla 11). Para suavizamiento exponencial se empleó la fórmula:

$$F_t = F_{t-1} + \alpha(A_{t-1} - F_{t-1})$$

Se evaluaron α de 0.2 y 0.7.

Con base en los resultados de pronósticos y los errores respecto a la demanda del mes de Enero de 2025 se proyectará el modelo de pronóstico más apropiado para Químicos O&G el cual minimizará niveles de stock, ya que permitirá proyecciones de materia prima más acertadas.

El método de suavizamiento exponencial con un $\alpha=0,7$ presento un error de 19.559 litros para el mes de Diciembre de 2024 y tuvo una exactitud respecto a la producción real de

Enero de 2025 de un 0,14%. Para el promedio móvil simple con $n=5$ se tiene un error para el mes de Diciembre de 2024 de 5406 litros y una exactitud de 0,21%. Por lo tanto, en ambos casos se tiene resultados muy certeros y se podrían considerar como métodos de pronóstico para determinar producción y proyección de aprovisionamiento de materia prima y así reducir niveles de stock.

Tabla 8. Demanda mensual en Litros por Producto año 2024.

TOTAL LITROS VENDIDOS AÑO 2024 / TRIMESTRE 1							
MES	ENE		FEB		MAR		RIESGO QUÍMICO ASOCIADO
PRODUCTO							
BIO SOLVED	125.840	294.693	139.682	327.109	154.783	362.472	Inflamables
BIO DES	62.816		69.726		77.264		
BIO FILTER	51.584		57.258		63.448		
BIO FLUID	31.408		34.863		38.632		
BIO CLEAN F	15.040		16.694		18.499		
BIO DISPERSANTE	8.005		8.886		9.846		
BIO CLEAN PW	23.097	42.204	25.638	46.846	28.409	51.911	Corrosivos
BIO CITRUS	10.381		11.523		12.769		
BIO GRAS	8.726		9.686		10.733		
HIPOCLORITO	8.121	14.128	9.014	15.682	9.989	17.377	Otros
BIO BLANQUEADOR	6.007		6.668		7.389		
TOTAL LITROS VENDIDOS	351.025		389.638		431.761	
TOTAL LITROS VENDIDOS AÑO 2024 / TRIMESTRE 2							
MES	ABR		MAY		JUN		RIESGO QUÍMICO ASOCIADO
PRODUCTO							
BIO SOLVED	191.277	447.933	117.031	274.064	88.088	206.285	Inflamables
BIO DES	95.480		58.419		43.971		
BIO FILTER	78.408		47.973		36.109		
BIO FLUID	47.740		29.209		21.986		
BIO CLEAN F	22.861		13.987		10.528		
BIO DISPERSANTE	12.168		7.445		5.604		
BIO CLEAN PW	35.107	64.150	21.480	39.250	16.168	29.543	Corrosivos
BIO CITRUS	15.779		9.654		7.267		
BIO GRAS	13.264		8.115		6.108		
HIPOCLORITO	12.344	21.475	7.553	13.139	5.685	9.890	Otros
BIO BLANQUEADOR	9.131		5.587		4.205		
TOTAL LITROS VENDIDOS	533.558		326.453		245.718	

TOTAL LITROS VENDIDOS AÑO 2024 / TRIMESTRE 3

MES	JUL		AGO		SEP		RIESGO QUÍMICO ASOCIADO
PRODUCTO							
BIO SOLVED	123.323	288.799	151.511	354.810	158.558	371.313	Inflamables
BIO DES	61.560		75.630		79.148		
BIO FILTER	50.552		62.107		64.996		
BIO FLUID	30.780		37.815		39.574		
BIO CLEAN F	14.739		18.108		18.950		
BIO DISPERSANTE	7.845		9.638		10.086		
BIO CLEAN PW	22.635	41.360	27.809	50.814	29.102	53.177	Corrosivos
BIO CITRUS	10.173		12.499		13.080		
BIO GRAS	8.551		10.506		10.995		
HIPOCLORITO	7.959	13.845	9.778	17.010	10.232	17.801	Otros
BIO BLANQUEADOR	5.887		7.232		7.569		
TOTAL LITROS VENDIDOS	344.005		422.634		442.292	

TOTAL LITROS VENDIDOS AÑO 2024 / TRIMESTRE 4

MES	OCT		NOV		DIC		RIESGO QUÍMICO ASOCIADO
PRODUCTO							
BIO SOLVED	167.367	391.942	174.414	408.444	156.973	367.600	Inflamables
BIO DES	83.545		87.063		78.357		
BIO FILTER	68.607		71.495		64.346		
BIO FLUID	41.773		43.531		39.178		
BIO CLEAN F	20.003		20.845		18.761		
BIO DISPERSANTE	10.647		11.095		9.985		
BIO CLEAN PW	30.719	56.131	32.012	58.495	28.811	52.645	Corrosivos
BIO CITRUS	13.807		14.388		12.949		
BIO GRAS	11.606		12.094		10.885		
HIPOCLORITO	10.801	18.790	11.256	19.581	10.130	17.623	Otros
BIO BLANQUEADOR	7.989		8.326		7.493		
TOTAL LITROS VENDIDOS	466.863		486.521		437.869	

Tabla 9. Pronóstico de Demanda suavizamiento exponencial.

AÑO	MES	Producción (L)	$\alpha=0,2$		$\alpha=0,7$	
			Pronóstico (L)	Error (L)	Pronóstico (L)	Error (L)
2024	ENERO	351.025	351.025	0	593	0
	FEBRERO	389.638	351.025	38.613	245.895	143.742
	MARZO	431.761	358.748	73.013	346.515	85.246
	ABRIL	533.558	373.350	160.208	406.187	127.371
	MAYO	326.453	405.392	78.939	495.347	168.893
	JUNIO	245.718	389.604	143.887	377.121	131.404
	JULIO	344.005	360.827	16.822	285.139	58.866
	AGOSTO	422.634	357.462	65.172	326.345	96.289
	SEPTIEMBRE	442.292	370.497	71.795	393.747	48.544
	OCTUBRE	466.863	384.856	82.008	427.728	39.135
	NOVIEMBRE	486.521	401.257	85.264	455.123	31.398
2025	ENERO	422.222	...	449.638	

Tabla 10. Pronóstico de Demanda promedio móvil simple.

n=2		PROMEDIO MOVIL SIMPLE			
AÑO	Periodos Mensuales	Producción (L)	Pronósticos (L)	(D-P)	(D-P) ²
2024	Enero	351.025	-	-	-
	Febrero	389.638	-	-	-
	Marzo	431.761	370.331	61.429	3.773.568.113
	Abril	533.558	410.699	122.859	15.094.272.452
	Mayo	326.453	482.659	-156.206	24.400.353.488
	Junio	245.718	430.006	-184.288	33.962.113.016
	Julio	344.005	286.085	57.919	3.354.625.041
	Agosto	422.634	294.861	127.773	16.325.965.084
	Septiembre	442.292	383.319	58.972	3.477.720.373
	Octubre	466.863	432.463	34.400	1.183.390.960
	Noviembre	486.521	454.577	31.943	1.020.372.818

	Diciembre	437.869	476.692	-38.823	1.507.253.670
2025	Enero		462.195	10.409.963.501
n=3		PROMEDIO MOVIL SIMPLE			
AÑO	Periodos Mensuales	Producción (L)	Pronósticos (L)	(D-P)	(D-P)²
2024	Enero	351.025	-	-	-
	Febrero	389.638	-	-	-
	Marzo	431.761	-	-	-
	Abril	533.558	390.808	142.750	20.377.610.083
	Mayo	326.453	451.652	-125.199	15.674.768.735
	Junio	245.718	430.591	-184.873	34.178.087.753
	Julio	344.005	368.576	-24.572	603.770.898
	Agosto	422.634	305.392	117.242	13.745.768.634
	Septiembre	442.292	337.452	104.839	10.991.313.771
	Octubre	466.863	402.977	63.887	4.081.491.271
	Noviembre	486.521	443.930	42.591	1.813.996.120
	Diciembre	437.869	465.225	-27.357	748.380.737
2025	Enero		463.751		11.357.243.111
n=4		PROMEDIO MOVIL SIMPLE			
AÑO	Periodos Mensuales	Producción (L)	Pronósticos (L)	(D-P)	(D-P)²
2024	Enero	351.025	-	-	-
	Febrero	389.638	-	-	-
	Marzo	431.761	-	-	-
	Abril	533.558	-	-	-
	Mayo	326.453	426.495	-100.042	10.008.426.775
	Junio	245.718	420.352	-174.635	30.497.361.396
	Julio	344.005	384.372	-40.368	1.629.565.332
	Agosto	422.634	362.433	60.201	3.624.134.816
	Septiembre	442.292	334.702	107.589	11.575.427.887
	Octubre	466.863	363.662	103.201	10.650.518.642

	Noviembre	486.521	418.948	67.572	4.566.017.417
	Diciembre	437.869	454.577	-16.709	279.183.663
2025	Enero		458.386		9.103.829.491
n=5		PROMEDIO MOVIL SIMPLE			
AÑO	Periodos Mensuales	Producción (L)	Pronósticos (L)	(D-P)	(D-P) ²
2024	Enero	351.025	-	-	-
	Febrero	389.638	-	-	-
	Marzo	431.761	-	-	-
	Abril	533.558	-	-	-
	Mayo	326.453	-	-	-
	Junio	245.718	406.487	-160.769	25.846.816.053
	Julio	344.005	385.425	-41.421	1.715.695.099
	Agosto	422.634	376.299	46.335	2.146.960.026
	Septiembre	442.292	374.473	67.818	4.599.285.193
	Octubre	466.863	356.220	110.643	12.241.891.152
	Noviembre	486.521	384.302	102.218	10.448.617.654
	Diciembre	437.869	432.463	5.406	29.222.511
2025	Enero		451.236		8.146.926.813

Tabla 11. Comparativo pronósticos para Enero de 2025 y exactitud respecto a la producción real.

Comparativos pronósticos para Enero 2025		
Tipo de pronóstico	Valor (L)	Exactitud (%)
Suavizamiento exponencial $\alpha=0,2$	422.222	6,23
Suavizamiento exponencial $\alpha=0,7$	449.638	0,14
Promedio móvil n=2	462.195	2,65
Promedio móvil n=3	463.751	2,99
Promedio móvil n=4	458.386	1,80
Promedio móvil n=5	451.236	0,21
Producción real Enero 2025 (L)	450.281

Almacenamiento Layout Actual.

Químicos O&G cuenta con un área de almacenaje de gran capacidad, con zona de carga y descarga, vías de acceso y áreas de parqueo) y con sistema de levantamiento de cargas (ver gráficos 6 y 7).

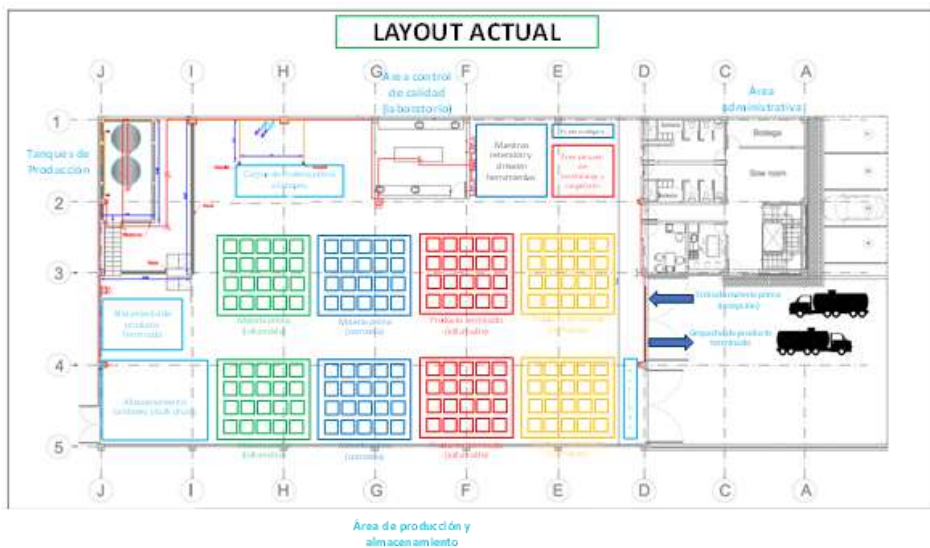


Gráfico 6. Layout Actual de Almacenamiento Químicos O&G.

Nota. Fuente: Autor



Gráfico 7. Registro Fotográfico, Distribución Actual almacén Químicos O&G.

Nota. Fuente: Autor

En la actualidad NO solo existe una filosofía de clasificación por compatibilidad química, pero no se cuenta con una clasificación que permita optimizar área de almacenamiento y hacer proyecciones de aprovisionamiento acertadas de materia prima y producto terminado. El almacenamiento actual de la compañía NO sigue un tipo de distribución específico. En la actualidad la materia prima se almacena en la parte posterior de la bodega (de la mitad hacia el fondo) y el producto terminado en la parte anterior (mitad hacia el frente) de la bodega.

MATERIAS PRIMAS	LIQUIDOS INFLAMABLES	SOLVENTES HALOGENADOS	OXIDANTES	BASES	ACIDOS	SALES	TENSOACTIVOS	POLIMEROS	AROMAS Y COLORANTES	GLICERINA	BIODIAS ORGANICOS
LIQUIDOS INFLAMABLES	SI	SI	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	NO	SI
SOLVENTES HALOGENADOS	SI	SI	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	NO	SI
OXIDANTES	NO	NO	SI	NO	NO	SI	SI	NO	SI	NO	SI
BASES	NO	NO	NO	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI
ACIDOS	NO	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
SALES	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
TENSOACTIVOS	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
POLIMEROS	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
AROMAS Y COLORANTES	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
GLICERINA	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
BIODIAS ORGANICOS	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

Gráfico 8. Matriz de Compatibilidad de Productos Químicos.

Nota. Fuente: Autor

La materia prima y productos terminados se cargan o descargan el puerto de recibo (área de recepción de materiales) la cual se encuentra en la entrada frontal de la bodega.

La mayoría de materia prima viene en tambores de 55 galones y sobre estibas que soportan el peso de cuatro tambores o en Bulk drums de 225 galones. Cada estiba mide 1,2m*1,2m. Cada área de almacenamiento de materia prima y/o producto terminado tiene 7m*5,5m. La altura de una estiba o bulk drum es de 1,2m.

El producto terminado una vez terminado el proceso de producción en los tanques de producción el producto terminado se envasa por medio de mangueras (trasiego) y con asistencia de un sistema de pesaje digital en tambores de 55 galones o bulk drums de 225 galones. Estos se almacenan en la parte anterior (frontal) donde se dejan 4 tambores (zunchados) por una estiba o un bulk drums y se almacenan en arrume negro a dos niveles. Previamente se realiza etiquetado y se colocan sellos de seguridad y precintos. Para el almacenamiento de producto terminado se tienen las mismas consideraciones que con las materias primas teniendo en cuenta solo la incompatibilidad de los productos.

Almacenamiento Layout propuesto.

En cualquier situación, la distribución general de un almacén tiene que cumplir las necesidades que corresponden a un buen sistema de almacenamiento tales como:

- Aprovechamiento del espacio
- Reducción de la necesidad de manipulación de material.
- Facilidad de acceder a producto almacenado.
- Alto índice de rotación.
- Alta flexibilidad para la colocación de producto.
- Control adecuado de las cantidades almacenadas.
- Minimización de zonas y puestos con congestión
- Fácil acceso a áreas de mantenimiento.

Con base en lo anterior se propone una lógica de flujo de mercancía mediante distribución de flujo en “U”.

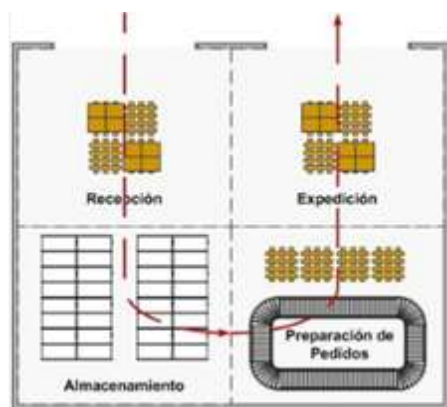


Gráfico 9. Distribución de Flujo en U.

Aplicar clasificación ABC. En el caso de la empresa en estudio la mayor cantidad de pedidos es de productos inflamables por lo tanto estos materiales tendrán más espacio para almacenamiento e inventario, seguido de aquellos corrosivos por último productos y materias primas misceláneas.

De esta forma se recibiría la materia prima, se les realizarían los controles de calidad estipulados y se almacenarían según compatibilidad. El área de almacenamiento de materia sería en línea (zona de almacenaje izquierda de la bodega), según filosofía ABC y siguiendo la matriz de compatibilidad de productos químicos. La materia prima actual almacenada de naturaleza inflamable es el 86%, la corrosiva el 12% y misceláneas (otros) el 2% (ver figuras 12 y 13).

Para aprovechar el espacio de la bodega de forma vertical, se propone almacenaje en estantes selectivos para estibas de cuatro tambores o bulk drums de profundidad doble de

4 pisos en acero estructural. En el layout propuesto cada hilera de cuadros corresponde a estantes, los cuales poseerían pasillos para fácil acceso de los sistemas de levantamiento de cargas. Este almacenamiento aumentaría la capacidad de almacenaje 2 veces (de manera vertical). Además, la mejor distribución de los pasillos aumentaría dos veces más la capacidad por la facilidad de acceso de los montacargas.



Gráfico 10. Almacenamiento en estantería de acero estructural.

Nota. Tomado de: <https://www.ar-racking.com/co/blog/como-almacenar-productos-quimicos-industriales-con-seguridad-riesgos-y-consejos/>

Siguiendo el modelo en U tendríamos la zona de producción y alistamiento de producto Terminado.

Seguidamente y en línea tendríamos el producto terminado el cual estaría almacenado de acuerdo con la compatibilidad química de productos y a su frecuencia de ordenes de pedido. De esta forma los que tienen más peso en las ordenes son los materiales inflamables y estos tendrían mayor área de almacenaje e inventario y estarían en la parte más anterior de la bodega con el fin de tener más fácil salida a despacho (sistema ABC y en U).

Se mantendría una cantidad de 4 tambores por estiba para mantener el balance general de distribución según el área de la estantería.

*Nota: Se mantendrían las medidas: Cada estiba 1,2m*1,2m. Cada área de almacenamiento de materia prima y/o producto terminado 7m*5,5m. La altura de una estiba o bulk drum es de 1,2m. Se tendrían en cuenta estas medidas para el diseño de las estanterías.*

Algunas prácticas importantes para el almacenamiento de productos químicos con seguridad pueden ser:

- Minimización de stock, porque los riesgos aumentan considerablemente cuando existen altas cantidades de producto almacenado en una misma area.
- Reducir la carga térmica y química del área de almacenamiento instalando estanterías industriales que ayuden a la rotación eficiente de productos, que permita que las unidades de carga se almacenen por periodos cortos y que la periodicidad de los pedidos sea reducida.

Para lograr un buen nivel de en el almacenamiento de productos químicos se es necesario proyectar un o plan de prevención de riesgos y de emergencias.

- Los trabajadores deben capacitarse en manejo de productos químicos y protocolos de seguridad en el almacén.
- Conocer el plan de emergencias en caso de accidente y la correcta señalización al interior de las instalaciones.
- Control de acceso de personas y vehículos sin conocimiento de los riesgos del área.
- Pasillos de emergencia libres y limpios, sin materiales o vehículos estacionados que dificulten una rápida evacuación.

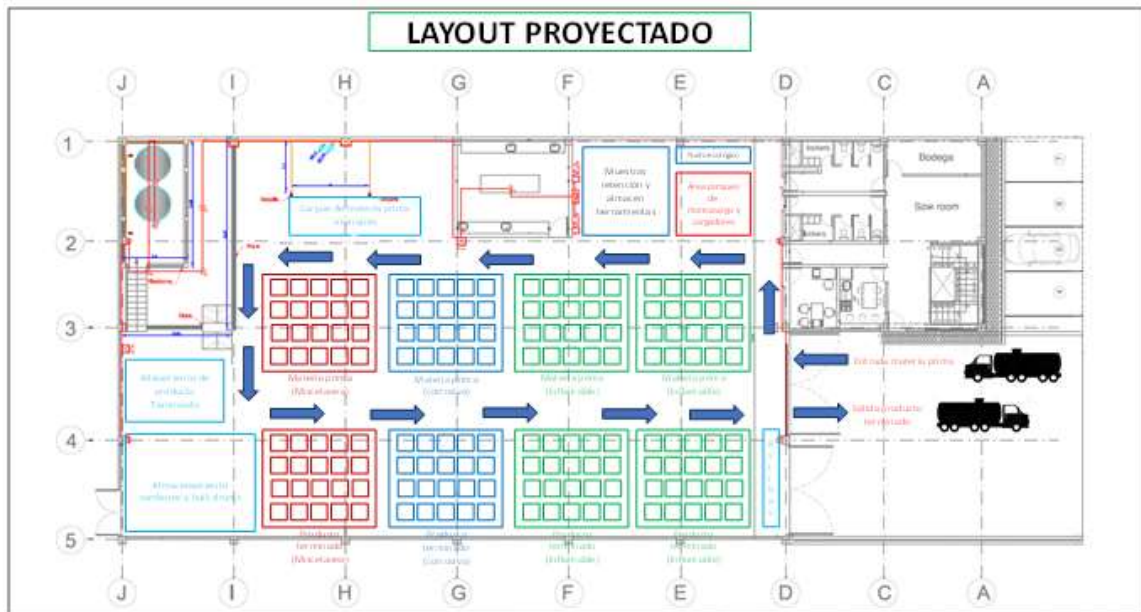


Gráfico 11. Layout proyectado almacén Químicos O&G.

Fuente. Autor.

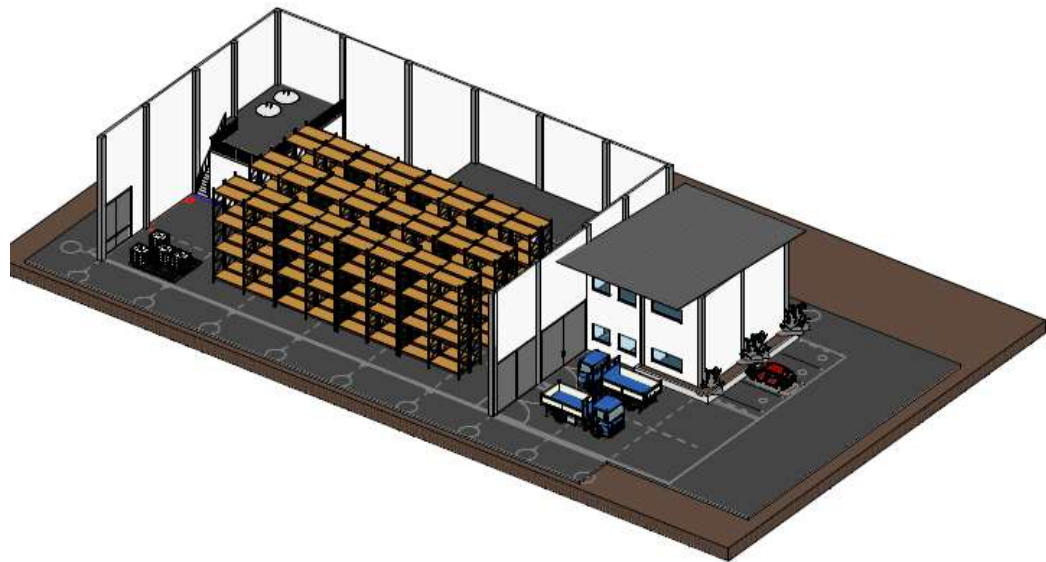


Gráfico 12. Layout proyectado almacén Químicos O&G (vista 3D).

Fuente. Autor.

Implementación JIT en químicos O&G.

En la compañía Químicos O&G Las proyecciones de órdenes de pedido son la base para aprovisionamiento de materia prima para la producción de un determinado producto terminado. El aprovisionamiento se realiza por frecuencia de órdenes de pedido. Por trabajar bajo órdenes de pedido que fluctúan mucho entre un mes y otro (como se observó en los pronósticos de demanda ilustración 1), las ventas reales y los pronósticos difieren.

Para la preparación de la mayoría de los productos terminados se requieren materias primas nacionales (50-60% de una formulación) y el restante de materias primas importadas de países como USA, México, Brasil y Alemania. Debido a que los procesos de importación de manera general son tediosos y que además hay que contar con las fluctuaciones del mercado (TRM dólar, consolidaciones de cargas en los puertos, trayectos, factores climatológicos) se dificulta muchas veces mantener stocks bajos de estos materiales y es necesario contar con un inventario de seguridad alto (>20%); sin embargo teniendo en cuanto que las materias primas locales se abastecen de manera rápida y existen buenas relaciones con los mismos el modelo JIT se podría enfocar en un primer plano hacia estos materiales de proveedores locales y aplicar otras herramientas para la eliminación de desperdicios y mejora continua.

En Químicos O&G a pesar de que existe actualmente un procedimiento de aprovisionamiento de materia prima, otro de producción y otro de control de Calidad no se ha tenido dentro de las prioridades la filosofía de implementación de un JIT como herramienta de mejora de productividad y calidad.

El sistema JIT tiene cuatro objetivos primordiales que son:

- Atacar los problemas principales.
- Eliminar despilfarros.
- Búsqueda de simplicidad.
- Diseño de sistemas que identifiquen problemas.

Las ventajas más importantes del uso de los sistemas JIT tipo Kanban son:

- Disminución de cantidades de producto en proceso.
- Disminución de stock.
- Disminución de tiempos de producción.
- Disminución paulatina de cantidades de productos en proceso.
- Disminución de los pasos que generan cuellos de botella.
- Identificación de problemas de calidad.
- Gestión sencilla

Además, el JIT busca:

- Cero tiempos al mercado.
- Cero defectos en los productos.
- Cero pérdidas de tiempo.
- Cero papeles de trabajo.
- Cero stocks.
- Cero accidentes.

Basándonos en estas premisas y teniendo en cuenta el sistema de producción actual de Químicos O&G, a continuación, se proponen herramientas para aplicación del JIT basándonos en el Sistema de producción actual. Se tomará como ejemplo la línea de producción del producto terminado Biosolved.

Cadena de Flujo de Valor (Value Stream Mapping).

En la actualidad no existe un mapeo en Químicos O&G. Las distancias de recorrido entre un proceso y otro (ejemplo proceso de traslado de materias primas a zona de carga y posterior envasado) son largas. Esto se debe en gran parte a que las materias primas NO están organizadas en el orden de mezcla para el producto terminado y no están dispuestas en áreas adyacentes. Tomemos el ejemplo de la línea de producción de Biosolved que es uno de los productos con mayor ordenes de pedido. Para la fabricación de este se requieren las siguientes materias primas:

- MPSO 02 / Nacional
- MPSO 03 / Nacional
- MPSO 06 / Nacional
- MPSO 16/ Importada
- MPSO 20/ Importada
- MPSO 21/ Importada

El orden de fabricación es el mismo de la codificación de materia prima. Estas deberían estar organizadas de tal forma que el operador de montacarga que lleva las materias primas a la zona de carga las encuentre en este mismo orden y de esta forma se emplee menos tiempo en los recorridos. De igual manera que los analistas de control de calidad las localicen en el mismo orden y realicen la operación de premezclas a nivel de laboratorio perdiendo menos tiempo en los recorridos y en los análisis de laboratorio. Esto ocurre porque se desconoce o no se ha realizado un mapeo de flujo de valor, esto impide a la administración la detección de oportunidades de mejora o de establecer proyectos de mejoras continuas que ayuden a eficientizar el proceso.

Es necesario por esto establecer un diagrama de mapeo de flujo de valor para entender cómo se relacionan los distintos departamentos, unidades operativas ante un determinado proceso. De esta forma se podría examinar mejor el proceso y determinar dónde y por qué ocurren fallas importantes.

El mapeo del proceso permitiría obtener:

- Exploración de los procesos interfuncionales.
- Conexiones e interrelación entre las unidades de trabajo.
- Panorama global de los pasos, actividades, tareas y medidas de un proceso.
- Para el mapeo se debe armar un equipo interdisciplinario. El equipo debe conformarse con: jefe de planta de producción, coordinador de control de calidad, jefe de mantenimiento y coordinador de abastecimiento.

Milk Run.

Teniendo en cuenta lo descrito en la sección anterior (VSM), establecer la técnica de la ruta del lechero sería una buena estrategia. Esta técnica se basa en la generación de una ruta de reparto de materia prima a las líneas de fabricación o producción, para minimizar inventario de material en la línea y la necesidad de mano de obra. Esto permitiría que el materialista (operador de montacargas) pudiera hacer las veces de almacenista, reduciendo de esta forma el personal indirecto cargado al proceso productivo. De esta forma el operador en base a la mejora realizada según el VSM y teniendo en cuenta el orden de materias primas a emplear en la línea de producción reestablecerá en las estanterías la materia prima que se vaya gastando en el proceso productivo. Debido a que una producción de Biosolved según la carta de proceso emplea entre cargue de materia prima al tanque, mezclado y descargue entre 3 y 4 horas, se podría establecer una frecuencia de reabastecimiento de 3 horas. Este proceso se puede robustecer con un Kanban.

Aplicación de sistema FIFO.

Como se comentó en la sección de almacenamiento (Layout), las prácticas importantes para el almacenamiento de productos químicos con seguridad son minimización de stock y reducción de la carga térmica y química.

En la actualidad Químicos O&G NO se tiene un orden específico para la utilización de materias primas en base a su fecha de fabricación, fecha de vencimiento y fecha de entrada a la planta de producción e inventario. En base a esto se propone un sistemas de almacenaje con un funcionamiento del tipo FIFO (First in, First out), que facilitaría la correcta rotación del producto y reduciría los riesgos del almacenaje de los productos químicos. Para esto debemos tener control total de las fechas de producción y vencimiento del producto.

Este sistema de inventario para la utilización de las materias primas en el proceso de producción garantizaría que se usen aquellas con fechas de vencimiento más cercanas. Las materias primas se ubicarían en las estanterías en orden de fecha de vencimiento de la más cercana a la más lejana. Esto se aplicaría para cada una de las materias primas a emplear en la línea de producción del Biosolved.

Implementación Kanban en químicos O&G.

Aprovechando la demanda de productos de Químicos O&G la cual se basa en ordenes de pedido y en la cual podríamos mantener stocks de materias primas (especialmente naciones

o locales) bajos (lotes pequeños) analicemos una forma de implementar la metodología Kanban. Kanban y JIT aprovechan el sistema de producción Pull el cual que se alinea en todo momento a la demanda; es decir que nada se produce hasta que no exista una demanda real del producto. En el momento que haya demanda se comienza la producción. Si disminuye la demanda, el personal y la maquinaria no producen artículos. Mientras no se producen artículos, el personal puede realizar otras tareas como limpiar la maquinaria, hacer ajustes y comprobar si requieren mantenimiento, entre otras tareas.

Aprovechando las herramientas antes proyectadas (análisis VSM, inventario FIFO, Milk Run), proyectemos un Kanban. Teniendo en cuenta el Layout proyectado (grafico 13) entonces:

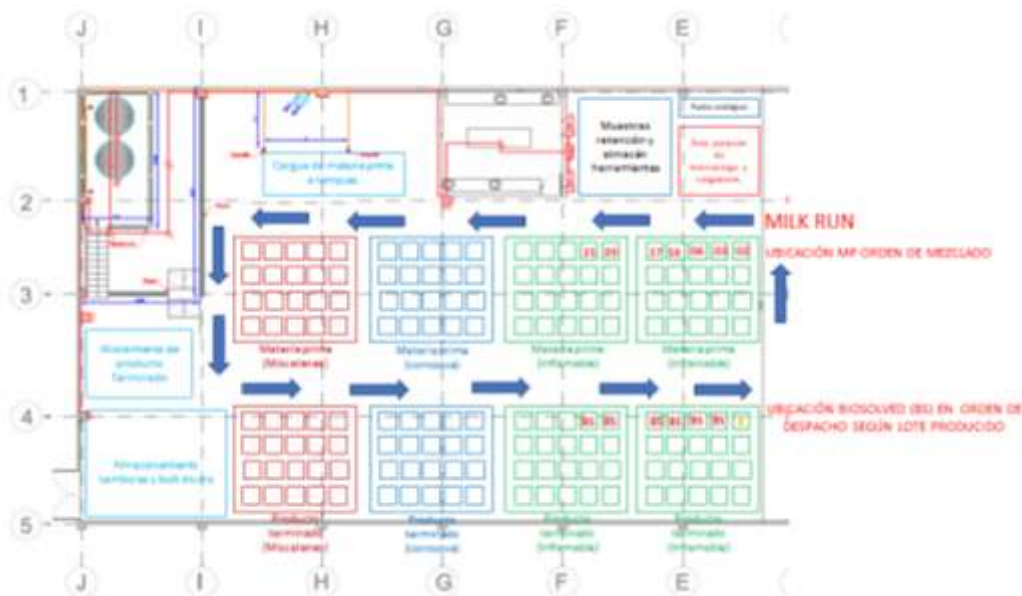


Gráfico 13. Sistema Kanban propuesto.

Fuente. Autor

En la figura se proyecta la ruta del Milk run que a su vez representa la distribución de flujo en “U” de la bodega. Los recuadros verdes representan estibas con 4 tambores (cada uno de 208 litros) ubicados en estanterías de 4 niveles. Esto aplica tanto para Materia prima como para producto terminado (Biosolved). En la figura se observa la ubicación de las materias primas en orden de mezcla en base a la carta de proceso del Biosolved y la ubicación de Biosolved (BS) producto terminado en base al orden de despacho según lote producido. El recuadro con una X indica el Biosolved despachado que da la señal para iniciar un nuevo ciclo de producción.

- 1 / MPSO 02 / Nacional
- 2 / MPSO 03 / Nacional
- 3 / MPSO 06 / Nacional

- 4/ MPSO 16/ Importada
- 5/ MPSO 20/ Importada
- 6/ MPSO 21/ Importada

Cuando finalice el trabajo de la última operación (en este caso lote de Biosolved despachado), se envía una señal a la operación anterior (en este caso a la zona de cargue de materia prima) para comunicarle que debe fabricar más Biosolved; cuando este proceso se queda sin trabajo, a su vez, envía la señal a su predecesor es decir al área de materia prima MPSO 02 para que inicie el cargue de materia prima y así sucesivamente hasta llegar al área de materia prima MPSO 21. De esta forma el proceso retrocede toda la línea de flujo y arrastra el trabajo a través del orden de mezclado. Si no sale trabajo de la operación final no hay envío de señales a las operaciones precedentes, entonces no se haría producción de Biosolved. Los avisos se podrían realizar con tarjetas Kanban de producción o fabricación, las cuales se moverían en el mismo orden al proceso de producción, estas se desplazan en la estación de trabajo y representarían una orden de producción para el proceso que la recibe.

Todo comenzaría con la implementación de un tablero en el cual se coloquen las tarjetas. Esta tarjeta, debe ser visible para todo el equipo de trabajo. En la medida en que se va gestionando el trabajo (producción) asociado a la tarjeta en su etapa actual, esta iría cambiando de etapa teniendo en cuenta el cumplimiento de las reglas de Kanban.

Para esta implementación y mantenimiento de la herramienta debemos:

- Capacitar a todo el personal involucrado en la línea de producción de Biosolved. Es vital que en esa capacitación se analicen las reglas de Kanban. Es un contexto industrial donde la implementación de Kanban toma más tiempo, no se recomienda la implementación en toda la empresa, por lo que idealmente es mejor iniciar con una línea de producción como Biosolved.
- Definir las etapas del flujo de proceso: Considerar estas etapas como las líneas del tablero. Es necesario que las etapas sean definidas en equipo para lograr una perspectiva de los diferentes roles que interviene de la producción. Para el caso al jefe de producción, jefe técnico, operadores de ruta, almacenista, analistas de control de calidad, operadores de cargue de materia prima, operadores de tanques, operadores de cargue de producto terminado y personal de despacho.
- Definir las tarjetas Kanban: Estas se ajustarían conforme se va implementando Kanban con el fin de mejorar continuamente.
- Asignar un responsable: Designar una persona que verifique la implementación de Kanban para que este genere las alertas.
- Definir el lead time y tiempos de ciclo: Es importante realizar mediciones sobre cada estación de trabajo y sus tiempos e inventarios para detectar cuellos de botella. Teniendo en cuenta el sistema de producción de Químicos O&G el número de Kanbas suponiendo una producción de 15

tambores (2138 litros de Biosolved) para un tiempo de 2 horas y un tamaño de contenedor de 4 tambores (por estibas) y con un factor de seguridad de 10% sería de 8 Kanbas.

- Estandarizar: mayor estandarización y mediciones, se empezará a encontrar tiempos promedios. Esto mientras el personal de la línea no varíe de manera constante y se solucionen los tiempos muertos.
- Promover el liderazgo en todos los niveles: Para mantener el buen funcionamiento de la herramienta.
- Visualizar el flujo de trabajo: No es posible mejorar un flujo de trabajo si antes no existe claridad del flujo de trabajo actual. El manejo del flujo debe reflejarse en el tablero Kanban, en el cual cada columna indica un paso o estado del flujo de trabajo.
- Limitar el trabajo en proceso: teniendo un límite en el número de elementos (producciones) de trabajo en proceso se logrará un producto con mejor calidad y se logrará un entorno de trabajo más sostenible.
- Gestionar el flujo: Generar un flujo de trabajo continuo, para lograr valor constante, haciendo seguimiento a los elementos de trabajo e identificando cuellos de botella y bloqueos, solucionando tan rápido como sea posible.
- Crear circuitos de retroalimentación: Mediante reuniones cortas de máximo 15 minutos en la que cada miembro del equipo comparta su experiencia.

Conclusiones.

El diagrama de flujo permitió tener una visualización simple del sistema de aprovisionamiento de Químicos O&G y los cuellos de botellas en cada etapa. Entre los cuellos de botellas se identificó un registro de inventario manual que origina errores. Se identificaron los sobrestock de materia prima debido a la ausencia de un método de pronóstico de demanda asertivo que permita proyectar la compra de materia prima en las cantidades justas que no generen costos por almacenamiento y vencimientos de material.

Los métodos de pronóstico evaluados (suavizamiento exponencial con un $\alpha=0,7$ y promedio móvil simple con $n=5$) presentaron buena exactitud y por lo tanto se consideran métodos de pronóstico para determinar producción y proyección de aprovisionamiento de materia prima y reducción de stock en Químicos O&G.

La proyección de utilización de herramientas TIC tales como sistema ERP, YMS y RFID para la administración de inventarios en Químicos O&G son una ventaja competitiva para la empresa y probablemente ayuden con la reducción de costos de almacenamiento y facilidad de flujo de información.

La herramienta SIPOC permitió una caracterización simple del proceso de aprovisionamiento de Químicos O&G, lográndose identificar claramente los proveedores, entradas, procesos principales, salidas y clientes y sobre esto centrar los esfuerzos de mejora. El SIPOC revela una alta dependencia de tareas manuales y se identifica claramente que verificación de calidad materia prima genera tiempos improductivos debido a que no existe un sistema RFID y además materias primas en sobre stock hasta del 20%.

Las causas principales de los problemas de sobre stock y desperdicios de espacio en almacenaje y tiempos improductivos en Químicos O&G según diagrama de Ishikawa están asociadas principalmente a falta de método de pronósticos de la demanda, Inventario manual, control de inventarios, falta de herramientas TIC (ERP / YMS/RFID, falta de implementación de herramientas Lean Manufacturing y mejora continua, falta de indicadores de seguimiento, ausencia de plan mejora de herramientas para inventarios y control de producción, cuellos de botella, áreas de materia prima y producto terminado sin clasificación eficiente y ausencia de cultura 5S.

Para un eficiente flujo de materiales en el almacén de Químicos O&G una distribución de flujo en “U” es la mas apropiada. De igual manera la aplicación de una clasificación ABC permitió priorizar y determinar que los productos inflamables (tipo A) tendrán más espacio para almacenamiento e inventario, seguido de aquellos corrosivos (tipo B) por último productos y materias primas misceláneas (tipo C).

El sistema de producción actual de Químicos O& permite proyectar la implementación de herramientas de mejora tales como VSM, sistema JIT, sistema FIFO, flujo de producción con una ruta Milk Run y un sistema tipo Kanban. Con la proyección de estas herramientas se eliminarían muchos desperdicios en el sistema de producción de Químicos O&G, se

aumentaría la productividad, se optimizarían operaciones y aumentaría la rentabilidad de la empresa.

Referencias

- Barreto Johonathan. (2025). *Método de pronóstico de la demanda para determinar el stock de la empresa Tecnochina S.A.C.* Tesis de grado, Universidad San Ignacio de Loyola.
Edu.pe. Recuperado el 29 de agosto de 2025, de <https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/e20b22b3-22b7-4a3f-b13a-381a756b02eb/content>
- Bravo Lopez, K. J. (2025). Propuesta de mejora de la productividad utilizando herramientas de manufactura esbelta 5S y SMED en la planta metalmeccánica de la empresa Brahmco SAC, Lima 2024.
- Chase, J. (2005). *Administración de La Producción y Operaciones*. McGraw-Hill Companies.
- Favela-Herrera, M. K. I., Escobedo-Portillo, M. T., Romero-López, R., y Hernández-Gómez, J. A. (2019). Herramientas de manufactura esbelta que inciden en la productividad de una organización. *Revista lasallista de investigacion*, 16(1), 115–133. <https://doi.org/10.22507/rli.v16n1a6>.
- Gonzales-Becerra, K., Barreto-Pedroza, V., Wak-Pinilla, J., y Lombardo-Vargas, M. (2017). Implementación de las TIC'S en la gestión de inventario dentro de la cadena de suministro. *Journal of Undergraduate Research*.
- Gutiérrez, J. B. B., Olguín, I. J. C. P., & Limón, J. A. P. (2014). Herramientas de manufactura esbelta aplicadas en mejoramiento del flujo de materiales.
- Hay, E. (1998). *Justo a tiempo*. Grupo Editorial Norma.
- Hopeman, R. (1986). *Administración de La Producción y Operaciones*. McGraw-Hill Companies.
- Jimenez C., Jhordans V., Tapia L. (2025). *Optimización del proceso de la gestión de inventario para incrementar la rentabilidad en la empresa Insumos y Reactivos del Perú SASC*. Tesis de grado, Universidad peruana de ciencias aplicadas (UPC). Repositorio académico-UPC.
Edu.pe. Recuperado el 29 de agosto de 2025, de https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/683947/Jimenez_ChV.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Lopez, H. R. R. (2018). Pronóstico de las exportaciones del cacao ecuatoriano para el 2018 con el uso de modelos de series de tiempo. *INNOVA Research Journal*, 3(6), 9–20. <https://doi.org/10.33890/INNOVA.V3.N6.2018.713>
- Méndez Giraldu, G. A., & Lopez Santana, E. R. (2014). Metodología para el pronóstico de la demanda en ambientes multiproducto y de alta variabilidad. *Tecnura*, 18(40), 89. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.tecnura.2014.2.a07>
- Montes Mulato, J. E., & Huilca Huayhua, B. A. (2025). *Propuesta de mejora para incrementar el nivel de servicio de artículos MRO en el proceso de logística, mediante la implementación del análisis ABC, pronóstico de la demanda y VMI*

- en una planta de concreto de la ciudad de Lima*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC).
- Ojeda B., Cando L. (2025). *Gestión del proceso de compras para una bodega agrícola de químicos y fertilizantes*. Tesis de grado, Universidad técnica de Cotopaxi. Repositorio institucional-Universidad técnica de Cotopaxi. Edu.ec. Recuperado el 29 de agosto de 2025, de <https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/e0ac933b-e07e-487d-912c-9221868b7ec4/content>
- Parris-Albornoz, J., y Castro-Rojas, W. (2025). Evaluación y selección de un modelo de pronóstico para la planeación de la demanda y la requisición de compra en la comercialización de medicamentos oncológicos en la industria farmacéutica de Colombia. *Boletín de Innovación, Logística y Operaciones*, 7(2), 57–66. <https://doi.org/10.17981/bilo.7.2.2025.07>
- Cabrera Moriano R. K. y Vargas Zegarra J. E., *Diseño e Implementación de un Sistema de Abastecimiento para Reducir los Costos Operativos de una Empresa Distribuidora de Artículos de Limpieza*, Lima: UPC, 2020.
- Valencia, A., Ortiz, S. L., & Alexander, F. (s/f). *Propuesta de mejora para incrementar la rotación de inventarios mediante la aplicación de tecnología RFID y el Collaborative Demand Management en una empresa comercializadora de productos químicos agrícolas*. Edu.pe. Recuperado el 29 de agosto de 2025, de https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/685299/Adum_V_S.pdf?sequence=1&isAllowed=y