ANALISIS Y DISEÑO DE UN PLAN DE MEJORAMIENTO PARA EL REAPROVISIONAMIENTO DE MATERIALES DE LA DIVISION DE COMPRAS DE ACERIAS PAZ DEL RIO S.A.

LAURA YALILE ALVAREZ CASTAÑEDA

UNIVERSIDAD PEDAGOGICA Y TECNOLOGICA DE COLOMBIA

SEDE SECCIONAL SOGAMOSO

ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

SOGAMOSO - 2016

ANALISIS Y DISEÑO DE UN PLAN DE MEJORAMIENTO PARA EL REAPROVISIONAMIENTO DE MATERIALES DE LA DIVISION DE COMPRAS DE ACERIAS PAZ DEL RIO S.A.

LAURA YALILE ALVAREZ CASTAÑEDA

Practica con proyección empresarial para optar el título de INGENIERO INDUSTRIAL

Director:

Ing. Fredy Alexander Alvarado Alvarado

UNIVERSIDAD PEDAGOGICA Y TECNOLOGICA DE COLOMBIA

SEDE SECCIONAL SOGAMOSO

ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

SOGAMOSO - 2016

NOTA DE ACEPTACION

_____

_____

_____

_____

_____

Firma presidente del jurado

_____

Firma jurado

_____

Firma jurado

Sogamoso, Octubre de 2016

CONTENIDO

INTRODUCCION

1. PLANTEAMIENTO EL PROBLEMA 11
1.1. DEFINICIÓN DE PROBLEMA 11
1.2. FORMULACION DEL PROBLEMA 13
2. OBJETIVOS 14
2.1. Objetivo general 14
2.2. Objetivos específicos 14
3. MARCO DE REFERENCIA 15
3.1. Marco teórico 15
3.2. MARCO CONCEPTUAL 17
3.2.1. Definición de compras 17
3.2.2. 18
3.2.3. Logística de aprovisionamiento 18
3.2.4. Seis sigma 20
3.3. MARCO LEGAL 23
4. METODOLOGIA 24
5. DESCRIPCION DE LA EMPRESA 26
5.1. Generalidades de la empresa 26
5.2. Estructura Organizacional 29
5.3. Proceso productivo 30
5.4. División de compras 37
5.4.1. Recurso humano 37
5.4.2. Indicadores 38
5.5. Suministro de materiales 39
5.6. Materiales. 40
5.6.1. Materiales de reaprovisionamiento 40

5.6.2. Materiales sin reaprovisionamiento 41
6. RESULTADOS DE LA DIVISION DE COMPRAS 42
6.1. Desarrollo De Mediciones 42
6.2. Identificación de causas de agotamiento de materiales de reaprovisionamiento MRO 44
6.2.1. Ingreso de materiales a reaprovisionamiento 44
6.2.2. Solicitud de pedido. 45
6.2.3. Orden de compra 45
6.2.4. Entrega 46
7. PLAN DE MEJORAMIENTO PARA EL REAPROVISIONAMIENTO DE MATERIALES 51
7.1. Clasificación de materiales 51
7.2. Estrategia de planeación para materiales de reaprovisionamiento 56
7.3. Pronósticos de demanda materiales MRO 57
8. MODELO PARA LA IMPLEMENTACIÓN 61
8.1. Directrices para una implementación 61
8.2. Modelo de implementación 62
8.3. Aspectos básicos para la implementación 63
8.4. Recurso humano. 63
8.5. Descripción del modelo de implementación 64
9. HERRAMIENTA DE CONTROL Y SEGUIMIENTO 68
10. CONCLUSIONES 71
11. RECOMENDACIONES 72
12. BIBLIOGRAFÍA E INFOGRAFIA 73

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1 POLITICA DE COMPRAS
ANEXO 2 CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO
ANEXO 3 EJEMPLO HERRAMIENTA SE CONTROL Y SEGUIMIENTO
ANEXO 4 MANUAL DE USO PARA EL DISEÑO DEL PLAN DE REAPROVISIONAMIENTO DE MATERIALES

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Indicadores de la División de Compras de APDR 38
Tabla 2 Materiales 40
Tabla 3 Resultados indicador OTIF 42
Tabla 4 Resultados indicador Nivel de servicio gestión mensual de materiales en reaprovisionamiento 43
Tabla 5 consumo de materiales 52
Tabla 6 Matriz de indicador ABC 53
Tabla 7 Tipo de material 53
Tabla 8 Grupo de artículos 55
Tabla 9 Clasificación de materiales 56
Tabla 10 estrategia de planeación 56
Tabla 11 Pronóstico de Suavización Simple Mensual 59
Tabla 12 Pronóstico de Suavización Simple Mensual bimestral 59
Tabla 13 Pronóstico de Suavización Simple trimestral 60
Tabla 14 herramienta de seguimiento de órdenes de compra 68
Tabla 15 herramienta de seguimiento de consumos 70

LISTA DE DIAGRAMAS

Diagrama1 Reporte OTIF (02 diciembre de 2015) 12
Diagrama 2 Etapas de la cadena de suministro de un detergente 15
Diagrama 3 Ejemplo etapas para la cadena de suministro de un material para MRO 16
Diagrama 4 organigrama de Acerías Paz del Rio S.A 29
Diagrama 5 Proceso productivo de Acerías Paz del Rio S.A. 30
Diagrama 6 Organigrama División de Compras de APDR 38
Diagrama 7 Procedimiento actual para la adquisición de materiales de la división de compras de APDR 39
Diagrama 8 grafica de resultados del indicador OTIF 42
Diagrama 9 Grafica de Resultados indicador Nivel de servicio gestión mensual de materiales en reaprovisionamiento 43
Diagrama 10 Ishikawa para la identificación de causas de materiales agotados 47
Diagrama 11 Diagrama de Pareto por categoría de causas 48
Diagrama 12 Diagrama de Pareto por causas 49
Diagrama 13 Ciclo PHVA para la implementación del diseño propuesto 62

RESUMEN

La división de compras de acerías paz del rio cuenta con un procedimiento de reaprovisionamiento de materiales, este procedimiento tiene unos resultados que son medidos por indicadores los cuales tienen unas metas establecidas que hasta el momento no se han cumplido.

Los objetivos más importantes de este procedimiento además de cumplir con unas metas, es cumplir con los inventarios mínimos solicitados por los usuarios para el cumplimiento de las actividades de mantenimiento programas. Con la implementación de la propuesta de diseño de mejora planeada se pretende llegar a cumplir con estos objetivos.

El diseño inicialmente propone la clasificación de los materiales, la criticidad en la operación, su rotación, familia de productos y procedencia, permite clasificar y establecer una estrategia de planeación y compra la cual pretende obtener mejores oportunidades de negociación.

Establecidas las estrategias de planeación y compra se propone realizar pronósticos de acuerdo al consumo de los materiales. Los pronósticos se establecen por mes, bimestre o trimestre de acuerdo a su rotación en el año.

Con la proyección de consumos mediante pronósticos, se generan solicitudes de pedido para todo un año, con estas solicitudes de pedido empieza una negociación de lo solicitado y se generan órdenes de compra al proveedor previamente seleccionado.

Como el proceso de reaprovisionamiento de un material no termina en la orden de compra enviada al proveedor es necesario realizar un seguimiento que garantice el cumplimiento de todas las condiciones de entrega pactadas con el proveedor.

INTRODUCCION

El análisis y diseño de un plan de mejora para el reaprovisionamiento de materiales para Acerías Paz del Rio, a cargo de la división de compras. Es una propuesta encaminada a obtener mejores resultados que aseguren la entrega oportuna de materiales necesarios en los trabajos programados de mantenimiento.

La metodología utilizada en el presente documento se divide en 5 etapas, en la primera etapa, se podrá observar las generalidades de la empresa, su proceso productivo y su organigrama, también se encuentra una información detallada de la división de compras, sus objetivos y funciones junto con el recurso humano el cual es el encargado de cumplimiento de dichos objetivos.

En la segunda y tercer etapa se puede observar el procedimiento actualmente implementado por la división de compras y sus resultados, medidos mediante los indicadores establecidos por la división, para el análisis de resultados se realizó un análisis de causas mediante diagrama de Ishikawa y diagrama de Pareto.

En la cuarta etapa se propone un diseño de un plan para la adquisición de materiales de reaprovisionamiento mediante la clasificación de materiales, estrategias de compra y pronósticos de consumos, y finalmente en la quinta etapa se propone una metodología de implementación del diseño junto con una herramienta que permita hacer el seguimiento de lo propuesto y el manual de uso de dicha herramienta.

1. PLANTEAMIENTO EL PROBLEMA

1.1. DEFINICIÓN DE PROBLEMA

En el proceso productivo de acero (alambrón trefilable, barras y rollos corrugados, acero figurado, malla electrosoldada y grafiles) y coproductos (fertilizantes, escorias, breas, alquitrán, naftalina, entre otros) de APDR[1] existen requerimientos de materiales MRO que son necesarios para el buen funcionamiento de la maquinaria que interviene en el proceso productivo del acero.

En el diagrama de flujo del Diagrama 7, se puede observar el procedimiento utilizado en APDR para la adquisición de un material.

El comprador cuenta con catorce días calendario para gestionar el abastecimiento de materiales, esta gestión incluye: preseleccionar a los proveedores, invitar a cotizar, negociar precios, validar materiales por especificaciones técnicas y generar la Orden de Compra garantizando las condiciones de calidad, precio, cantidad, lugar y tiempos de entrega, el nivel de servicio del comprador y de la división de compras se mide a través de un indicador el cual revela el porcentaje de solicitudes de Pedido que fueron realizadas en menos de 14 días.

La meta para el año 2016 es tener un indicador de nivel de servicio mayor al 95% (meta establecida por la dirección de compras se APDR).

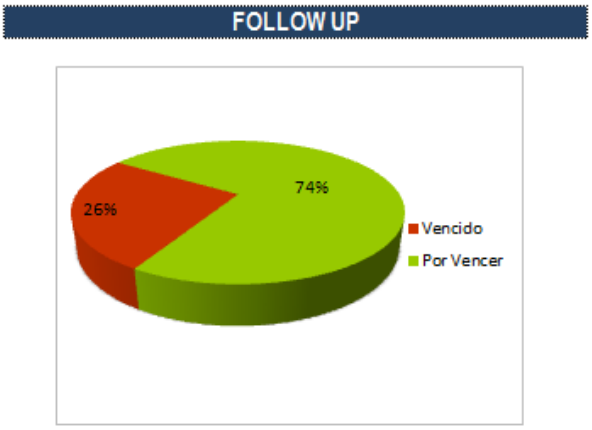
Las entregas a tiempo de los materiales en cada centro logístico se miden a través de un indicador (OTIF: ON TIME IN FULL) el cual permite ver el porcentaje de materiales entregados dentro de la fecha establecida en la Orden

[1] APDR de aquí en adelante para Acerías Paz del Rio S.A.

de Compra. Para este último indicador se cuenta con una herramienta en Excel, la cual a través de correos electrónicos les recuerda a los proveedores los materiales y cantidades que tienen pendientes por entregar con fecha vencida o a vencer. Ejemplo Anexo No.2.

Durante los 14 días calendario que se tienen para gestionar la compra de un material, la mayoría de veces se genera varias Solicitudes de Pedidos de diferentes materiales, hacia el mismo proveedor, al no ser solicitudes consolidadas estas generan mayor tiempo de operatividad para el área de compras, almacén facturación e incluso para el mismo proveedor.

Los incumplimientos de entrega corresponden al 26% del total de órdenes de compra con entregas pendientes (datos tomados del área de compras reporte de indicadores 02 diciembre de 2015) Diagrama 1, estos incumplimientos se deben principalmente por problemas de fabricación e importación del tangible por parte del proveedor, error del comprador a la hora de poner en el sistema la fecha de entrega real, error en el envío o recepción de las órdenes de compra al proveedor e información sin confirmar de comprador a proveedor o viceversa.



Status Ordenes de Compra	# Orden de Compra
Vencido	423
Por Vencer	1222
Total general	1645

Diagrama1 Reporte OTIF (02 diciembre de 2015)

La consecuencia de estos incumplimientos de entrega de materiales genera grandes pérdidas (las cuales suceden pero no están cuantificadas, ni se miden por medio de un indicador), como paradas del proceso productivo en las diferentes plantas, riesgo de seguridad de personal en la operación ya que dentro de los materiales de reaprovisionamiento se encuentran materiales de izaje de cargas y elementos de protección personal, Pérdida operacional de actividades no realizadas de mantenimiento, costos incurridos en nuevas compras, tiempo perdido por planeación y nueva planeación.

De acuerdo a lo que se ha descrito anteriormente es necesario analizar y diseñar un plan de mejoramiento para el reaprovisionamiento de materiales de APDR, esto con el fin de garantizar las entregas de los materiales comprados en cuanto a cantidad y tiempos de entrega.

1.2. FORMULACION DEL PROBLEMA

- ✓ ¿el diseño de un plan de mejoramiento para el reaprovisionamiento de materiales ayudará a optimizar el procedimiento de adquisición de materiales garantizando el oportuno suministro de estos?

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Analizar y diseñar un plan de mejoramiento para el reaprovisionamiento de materiales de Acerías Paz del Rio S.A.

2.2. Objetivos específicos

1. Realizar un diagnóstico del procedimiento actual para la adquisición de los materiales de reaprovisionamiento.

2. Plantear una mejora al procedimiento actual para la planeación y adquisición de materiales de reaprovisionamiento.

3. Definir la metodología de implementación del procedimiento planteado para la adquisición de materiales de reaprovisionamiento.

4. Diseñar una herramienta informática que permita llevar el control y seguimiento de las Órdenes de compra generadas bajo el procedimiento planteado para la adquisición de materiales de reaprovisionamiento.

3. MARCO DE REFERENCIA

3.1. Marco teórico

Cadena de abastecimiento.

Una cadena de suministro está formada por todas aquellas partes involucradas de manera directa o indirecta en la satisfacción de una solicitud de un cliente la cadena de suministro incluye no solamente al fabricante y al proveedor sino también a los transportistas, almacenistas, vendedores al detalle (o menudeo) e incluso a los mismos clientes. Dentro de cada organización, como la del fabricante, abarca todas las funciones que participan en la recepción y el cumplimiento de una petición del cliente. Estás funciones incluyen, pero no están limitadas al desarrollo de nuevos productos, la mercadotecnia las operaciones la distribución la finanza y el servicio al cliente. (Chopra, 2008).

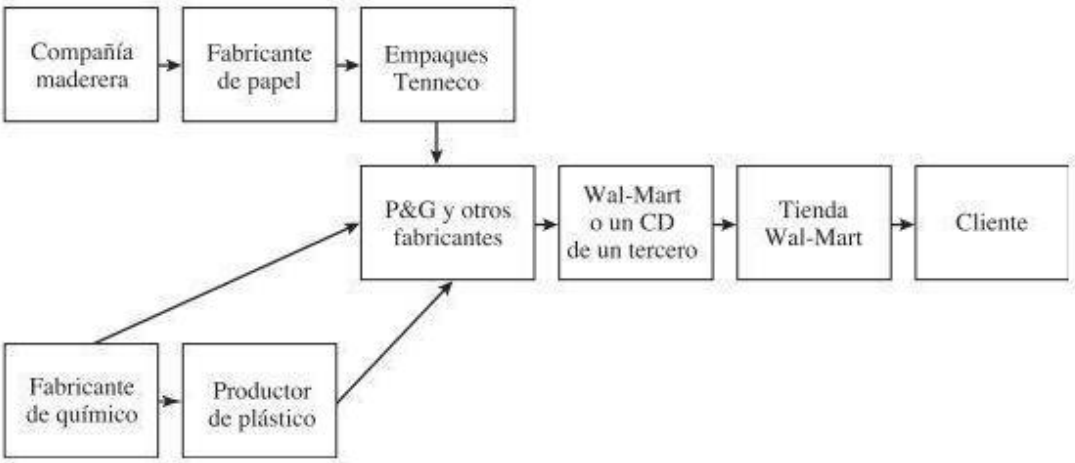


Diagrama 2 Etapas de la cadena de suministro de un detergente

Para el caso puntual de este proyecto las etapas se ilustrarían de la siguiente forma:

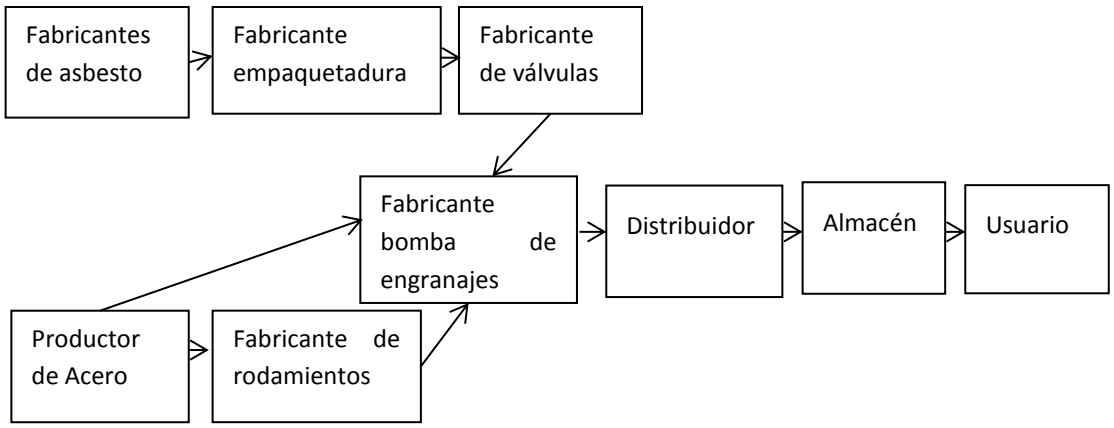


Diagrama 3 Ejemplo etapas para la cadena de suministro de un material para MRO

Pronósticos

Los pronósticos son vitales para toda organización de negocios, así como para cualquier decisión importante de la gerencia. El pronóstico es la base de la planeación corporativa a largo plazo. En las áreas funcionales de finanzas y contabilidad, los pronósticos proporcionan el fundamento para la planeación de presupuestos y el control de costos… El propósito del manejo de la demanda es coordinar y controlar todas las fuentes de la demanda, con el fin de poder usar con eficiencia el sistema productivo y entregar el producto a tiempo. (Richard B. Chase, 2009)

Tipos de pronósticos

El pronóstico se puede clasificar en cuatro tipos básicos: cualitativo, análisis de series de tiempo, relaciones causales y simulación.

Las técnicas cualitativas son subjetivas y se basan en estimados y opiniones. El análisis de series de tiempo, el enfoque primario de este capítulo, se basa en la idea de que es posible utilizar información relacionada con la demanda

pasada para predecir la demanda futura. La información anterior puede incluir varios componentes, como influencias de tendencias, estacionales o cíclicas, y se describe en la sección siguiente. El pronóstico causal, que se analiza utilizando la técnica de la regresión lineal, supone que la demanda se relaciona con algún factor subyacente en el ambiente. Los modelos de simulación permiten al encargado del pronóstico manejar varias suposiciones acerca de la condición del pronóstico. (Richard B. Chase, 2009)

3.2. MARCO CONCEPTUAL

3.2.1. Definición de compras

La definición de compras como una profesión dentro de la vida industrial y comercial de un conglomerado empresarial es la siguiente: comerciar es el acto de obtener el producto o servicio de la calidad correcta, al precio correcto, en el tiempo correcto y en el lugar correcto (Mercado, 2006) siendo hasta aquí la definición usada por los libros especializados, y, la palabra “correcto(a)”, se puede sustituir por las de “adecuado”, “justo” y/o “preciso”.

Sin embargo, en la actualidad compras como tal, ha evolucionado considerablemente y ha pasado en muchas empresas a ser parte de otros conceptos, como adquisiciones, aprovisionamiento o materiales, actividades que comprenden adquisiciones y otras tantas como control de inventarios y almacenes.

Por lo tanto, al dar una definición personalizada de compras, se puede afirmar que comprar supone el proceso de localización y selección de proveedores, adquisición de productos (materias primas, componentes o artículos terminados), luego de negociaciones sobre el precio y condiciones de pago, así como el acompañamiento de dicho proceso para garantizar su cumplimiento de

las condiciones pactadas; y, en términos de mercadotecnia, comprar es adquirir por un precio en dinero algún bien, derecho o mercancía. (Rojas, 2000).

3.2.2.

3.2.3. Logística de aprovisionamiento

Una efectiva gestión de aprovisionamiento permitirá reducir los costos y que el funcionamiento del sistema logístico sea efectivo.

"Puede decirse que APROVISIONAR es una función destinada a poner a disposición de la empresa todos los productos, bienes y servicios del exterior que son necesarios para su funcionamiento" (Pau, 1998)

La gestión de abastecimiento abarca las compras, la gestión de proveedores, almacenamiento y gestión de inventarios, todo esto con el fin de que contar y mantener los materiales, materias primas, productos correctos, en las cantidades correctas, en el tiempo correcto y con el mínimo costo.

La gestión de aprovisionamiento tiene gran importancia en la logística, porque:

- ✓ Impacta no solo en los costos, sino también afecta la calidad del producto y el servicio al cliente.
- ✓ La reducción de gastos y costos en esta área aportan grandemente en la maximización del beneficio en el sistema logístico.
- ✓ La gestión de aprovisionamiento presenta un gran potencial de mejora.

A continuación se listan los principales objetivos de la Gestión de aprovisionamiento:

- ✓ Mejorar el flujo continuo de materiales y así mejorar la calidad.
- ✓ Mantener unas normas de calidad adecuadas.

- ✓ Adquirir productos de acuerdo a las especificaciones o necesidades de la Empresa.
- ✓ Gestionar de forma efectiva los inventarios de mercancía o materiales.
- ✓ Encontrar y mantener proveedores confiables y competentes.
- ✓ Mantener relaciones gana-gana con los proveedores.
- ✓ Apoyar la consecución de los objetivos de la Organización.
- ✓ Minimizar el costo total de la gestión de aprovisionamiento.

Hoy día, es necesario que se integre la función compleja de aprovisionamiento al sistema logístico de la empresa. (UNAD Univesidad Nacional Abierta y a Distancia).

De la definición de aprovisionar, se deduce que en el campo de la

Compra, se distinguen:

Operaciones previas:

- ✓ Previsión de necesidades.
- ✓ Determinación de las compras a realizar.

Preparación:

- ✓ Investigación de mercado: mercado “producto” y mercado “proveedores”.
- ✓ Pre-selección de proveedores.

La realización de la compra:

- ✓ Comparación de ofertas:
- ✓ Análisis de precio.
- ✓ Análisis de plazo.
- ✓ Análisis de calidad.
- ✓ Negociación con los proveedores.
- ✓ Elección de los proveedores.
- ✓ Pedido.

Operaciones posteriores a la compra:

- ✓ Seguimiento y reclamación del pedido.
- ✓ Recepción de materiales:
- ✓ Cuantitativa
- ✓ Cualitativa.
- ✓ Confirmación de las facturas.
- ✓ Devolución a los proveedores.

Operaciones derivadas:

- ✓ Gestión de los stocks de productos y materiales
- ✓ Recuperación y enajenación de:
- ✓ Desperdicios
- ✓ Sobrantes
- ✓ Materiales en desuso. (Anonimo, Gestion de Compras y Aprovisionamiento, Modulo 2)

3.2.4. Seis sigma

El seis sigma es una filosofía gerencial que pretende mejorar la eficacia y la eficiencia. La eficacia es el grado en el cual una organización cumple y supera las necesidades y requisitos de sus clientes, la eficiencia se refiere a los recursos que consume para la obtención de la eficacia de los clientes. Por lo general, la eficiencia tiene que ver con el tiempo, costos de mano de obra o el valor que se utiliza para que haya eficacia. (Eckes, 2004).

Aunque los esfuerzos por elevar la calidad son de larga data en las empresas, el concepto de “Six Sigma" fue acuñado por Motorola a mediados de los '80, luego de que sus ejecutivos advirtieron que la supervivencia de la compañía,

estaba en juego, seriamente amenazada por competidores japoneses cuyos productos tenían un nivel de defectos significativamente menor. De hecho, la iniciativa que entonces pusieron en marcha—y que con el tiempo fue seguida por innumerables organizaciones de negocios apunta en ese sentido: reducir la variación en los procesos, a fin de que generen menos de 3,4 defectos por millón de oportunidades. (GESTION, 2003).

¿Qué es Six Sigma?

Six Sigma es la implementación rigurosa, focalizada y altamente eficaz de principios y técnicas de calidad probados. Al incorporar elementos del trabajo de muchos pioneros de la materia, Six Sigma apunta a un funcionamiento del negocio prácticamente sin errores. Sigma, la letra del alfabeto griego que representa a la “s”, es utilizada por los estadísticos para medir la variabilidad de un proceso. Y el funcionamiento de una compañía se mide según el nivel sigma de sus procesos de negocios. Tradicionalmente, las empresas aceptaron como norma niveles sigma tres o cuatro en sus procesos, a pesar de que generaban entre 6.200 y 67.000 problemas por millón de ocasiones. De allí que el estándar sigma seis (3,4 problemas por millón de ocasiones) sea una respuesta a las crecientes expectativas de los clientes y a la mayor complejidad de los productos y procesos modernos.

Pero, dicho sea de paso, la magia de Six Sigma no radica en complejidades estadísticas o de alcance de cualquiera desde hace décadas. Y deja de lado buena parte de la complejidad que caracterizó a la Gestión de Calidad Total (o TQM, sigla de Total Quality Management). En consecuencia, un programa de Six Sigma consiste en la adopción de un puñado de técnicas comprobadas,

para luego capacitar a un pequeño cuadro de líderes técnicos de la empresa, conocidos como “black belts” (cinturones negros), hasta que alcancen alto nivel de idoneidad en la aplicación de esas técnicas.

Sin duda, algunos de los métodos utilizados por los black belts son de avanzada (la última tecnología de computación, por ejemplo); pero las herramientas se aplican en el marco de un simple modelo de mejoras de desempeño, denominado DMAIC (sigla, en inglés, de Definir-Medir-Analizar-Mejorar Controlar), que puede describirse de siguiente modo:

Definir las metas de la actividad de mejoramiento. En el nivel más alto, las metas serán los objetivos estratégicos de la organización: un mayor retorno sobre la inversión (ROI) o una mayor participación de mercado, por ejemplo.

En el nivel operativo, una meta podría ser aumentar la producción de determinado departamento. Y, a escala de proyectos, reducir el nivel de defectos y aumentar el volumen de producción, entre otras. Para identificar potenciales oportunidades de mejoras, lo aconsejable es aplicar métodos de "data mining" (análisis automatizado de grandes conjuntos de datos, a fin de encontrar patrones y tendencias).

Medir el sistema existente. Establecer parámetros válidos y confiables para monitorear el avance hacia las metas definidas en el paso anterior. Se empieza por determinar la línea de base actual. Luego, el análisis exploratorio y descriptivo ayudará a entender los datos.

Analizar el sistema con el fin de identificar maneras de eliminar la brecha entre e desempeño actual del sistema o proceso y la meta deseada. Se Aplican herramientas estadísticas para guiar el análisis.

Mejorar el sistema. Ser creativo en la búsqueda de maneras de realizar mejor las cosas, más barato o más rápido. Se utiliza herramientas de gestión de procesos y de planificación para implementar el nuevo enfoque. Se usan métodos estadísticos para convalidar las mejoras.

Controlar el nuevo sistema. Institucionalizar el sistema mejorado, haciendo modificaciones en los sistemas de remuneraciones e incentivos, políticas procedimientos, planificación de requerimiento de materiales, presupuestos, instrucciones operativas y otros sistemas de gestión. Para asegurarse de que

esa documentación sea correcta, quizá le convenga utilizar normas como la ISO 9000. (Pyzdek, abril-mayo 2013).

3.3. MARCO LEGAL

Este proyecto será planteado bajo las políticas de Acerías Paz del Rio SA. Y la política y documentos normalizados de la división de compras. Anexo 1.

4. METODOLOGIA

El proyecto se desarrolló con base en la siguiente secuencia metodológica:

DMAIC		Objetivos Específicos	Actividades Metodológicas	Variables de Trabajo o elementos necesarios	Técnicas de tratamiento de la información	Resultados Esperados
Definir	**1**	Realizar un diagnóstico del procedimiento actual para la adquisición de los materiales de reaprovisionamiento.	Reconocer la organización y la división de compras.	Revisión del proceso productivo APDR	Análisis de la documentación interna de una institución.	Identificación de las actividades, procedimientos, patrones operacionales y gerenciales implementados según su misión, visión, patrones y políticas.
Medir			Recolectar la información de la metodología actualmente establecida para el reaprovisionamiento de materiales	Revisión de actividades, procedimientos.	Análisis de la documentación interna de una institución. -Entrevista no estructurada	Identificación de la base actual del procedimiento utilizado
			Analizar la información recolectada	Identificación del desempeño actual de procedimiento.	Análisis de la documentación interna de una institución.	Análisis del Sistema de Medición. Desempeño Actual del proceso. Indicadores del área de compras.
Analizar						Verificar la importancia de los factores que afectan el proceso. Filtrar causas potenciales
Mejorar	**2**	Plantear un procedimiento que optimice la adquisición de materiales de reaprovisionamiento	Identificar los materiales que se encuentran en reaprovisionamiento	Recolección información de sistemas de información de APDR	Análisis de la documentación interna de una institución.	Tabla de los materiales en reaprovisionamiento.
			Clasificar los materiales de reaprovisionamiento según su criticidad, rotación y familia de productos.	Conocimiento de las características con las que se quiere clasificar los materiales	Herramientas estadísticas	Tabla de materiales y su clasificación
			Determinar un pronóstico para un periodo de tiempo (mensual, bimensual, trimestral, semestral, anual).	Estudio de los diferentes tipos de pronostico que pueden aplicar en el procedimiento	Libros de pronósticos	Tipo de pronostico a utilizar el procedimiento
			Diseñar un plan de entrega de materiales según la clasificación.	planificación para un nuevo enfoque	Herramientas estadísticas	plan de entregas de materiales
	3	Definir la metodología de implementación del procedimiento planteado para la adquisición de materiales de reaprovisionamiento	Reconocer los recursos en el procedimiento planteado.	Estudio de funciones	Análisis de involucrados	Listado y funciones de los involucrados en el procedimiento
			Diseño de una metodología de implementación	Estudio formal de cada variable y su contextualización en la empresa	Estructuración de la metodología establecida en fases (5w2h)	Generación de una metodología estructurada.
Controlar	**4**	Diseñar una herramienta que permita llevar el control y	Seleccionar un software y diseñar una herramienta.	Estudio del software seleccionado	Estructuración del diseño.	Herramienta para el seguimiento de los materiales adquiridos bajo el nuevo procedimiento planteado

		seguimiento de las Órdenes de compra generadas bajo el procedimiento planteado para la adquisición de materiales de reaprovisionamiento.	Realizar un manual de uso Para las herramientas diseñadas	Estudio del paso a paso para el uso de la herramienta.	Estructuración del manual establecido en fases	Manual para el uso de la herramienta diseñada

5. DESCRIPCION DE LA EMPRESA

5.1. Generalidades de la empresa

Razón Social: Acerías Paz del Rio S. A
Nit: 8600299951
Dependencia: Vicepresidencia Supply Chain
División: Compras
Dirección: Kilometro 6 vía Nobsa - Belencito
Página Web: www.pazdelrio.com.co

Reseña Historica

Acerías Paz del Río, S.A. nació en 1948, por iniciativa del gobierno colombiano bajo el nombre de “Empresa siderúrgica Nacional Paz de Río”. El 17 de septiembre del mismo año inició la explotación de las minas de hierro y carbón en Boyacá, así como la construcción de la primera planta siderúrgica con alto horno y laminación del País.

Construida en los terrenos de la antigua hacienda Belencito, en el municipio de Nobsa, Boyacá, donde se ha mantenido hasta la actualidad.

La producción en pleno de la compañía se inició en 1954, año en el cual la empresa modificó sus estatutos y pasó a llamarse Acerías Paz del Río S.A. En 1955 el gobierno nacional aprobó la venta de acciones particulares con la que Acerías Paz del Río contaría con más de 400.000 accionistas.

Hoy, a sus 60 años es la única siderúrgica integrada del país.

El 16 de marzo del 2007 mediante una operación en la bolsa de Valores de Colombia, el grupo Votorantim de Brasil adquirió el 52.1% de las acciones de Acerías Paz del Río, entrando a formar parte de la unidad de Votorantim Metais. Un año después Votorantim aumentó su participación a 72.67%, mediante una Oferta Pública de adquisiciones de acciones formalizada en la Bolsa de Valores.

En junio del 2008, el grupo Votorantim redefinió su posicionamiento del Negocio del Acero y creó Votorantim Siderurgia (VS). La nueva unidad nació con cerca de 5.300 empleados, con operaciones en Brasil, Argentina y Colombia.

En agosto de 2010 Acerías Paz del Río, entró a formar parte de la unidad Votorantim Siderurgia y de esta manera cambia su imagen corporativa fusionando el logo

Actualmente Acerías Paz del Rio se encuentra en continuo crecimiento.

Misión

La Misión de Acerías Paz del Río, S. A es explorar, explotar y transformar los minerales de hierro, caliza y carbón en productos de acero y los derivados del proceso siderúrgico para su comercialización y uso a nivel industrial, metalmecánico, construcción y agrícola.

Visión

Acerías Paz del Río, S. A será una empresa estable y rentable, que genera valor a sus clientes, trabajadores, accionistas y a la comunidad, siendo competitiva con respecto al mercado abierto del acero a nivel nacional e

internacional, como la única siderúrgica integrada de Colombia, produciendo nuevos y mejores productos. Será una Organización renovada tecnológicamente en los principales procesos productivos, que aplica una gestión integral enfocada en la prevención de riesgos en calidad, medio ambiente, salud y seguridad y en la mejora continua de su desempeño

Valores

A todos los trabajadores de Acerías Paz del Río, nos identifica nuestro comportamiento, creencias, actitudes y valores. Estos últimos constituyen el eje fundamental sobre el cual se dirigen todas nuestras acciones.

- ✓ **Solidez:** Buscar el crecimiento sostenible con generación de valor.
- ✓ **Ética:** Actuar de forma responsable y transparente.
- ✓ **Respeto:** Respetar a todas las personas que nos rodean y estar en disposición de aprender.
- ✓ **Espíritu Emprendedor:** Crecer con el ánimo de hacer, innovar e invertir.
- ✓ **Unión:** El todo es siempre más fuerte. (Votorantim, 2014)

5.2. Estructura Organizacional

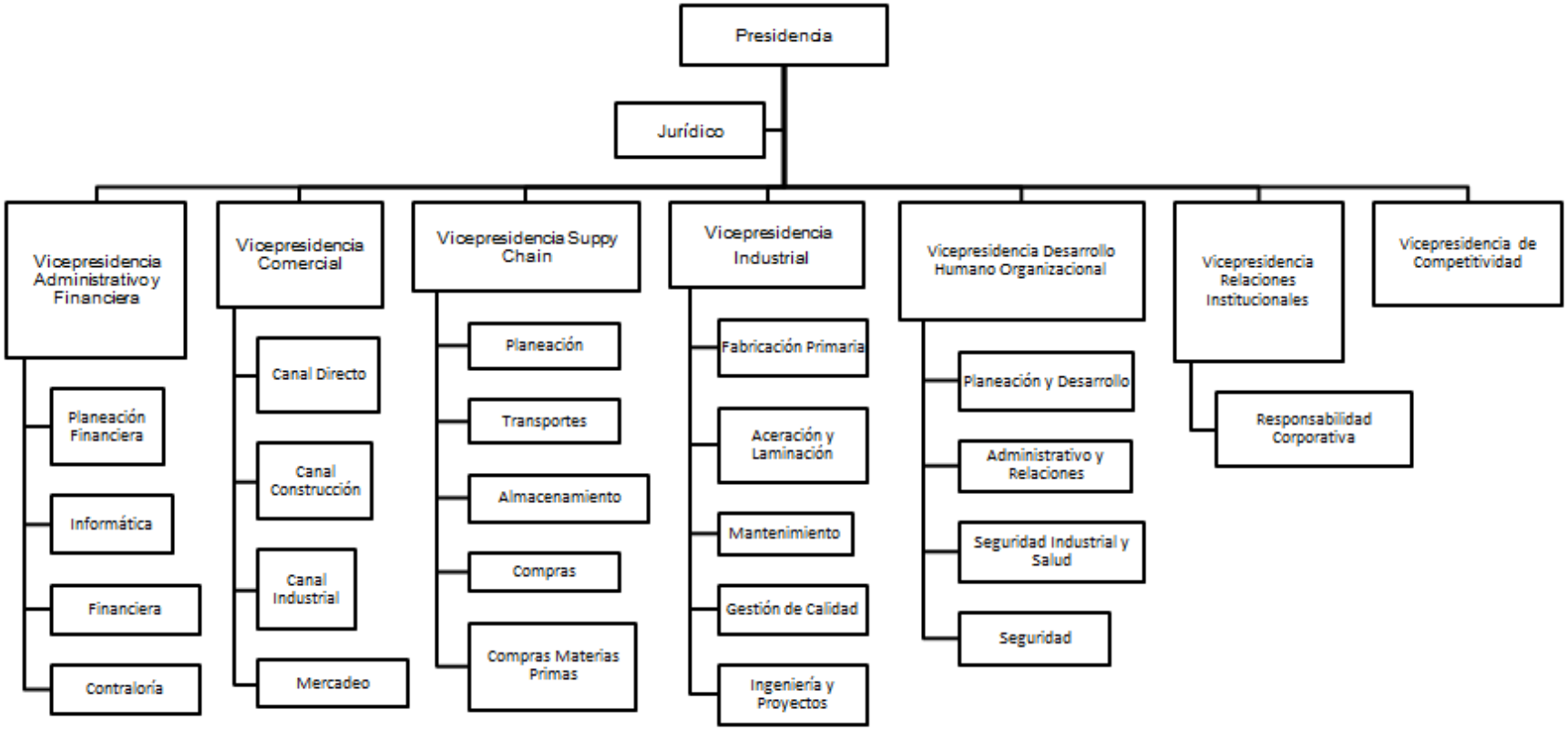


Diagrama 4 Organigrama de Acerías Paz del Rio S.A

5.3. Proceso productivo

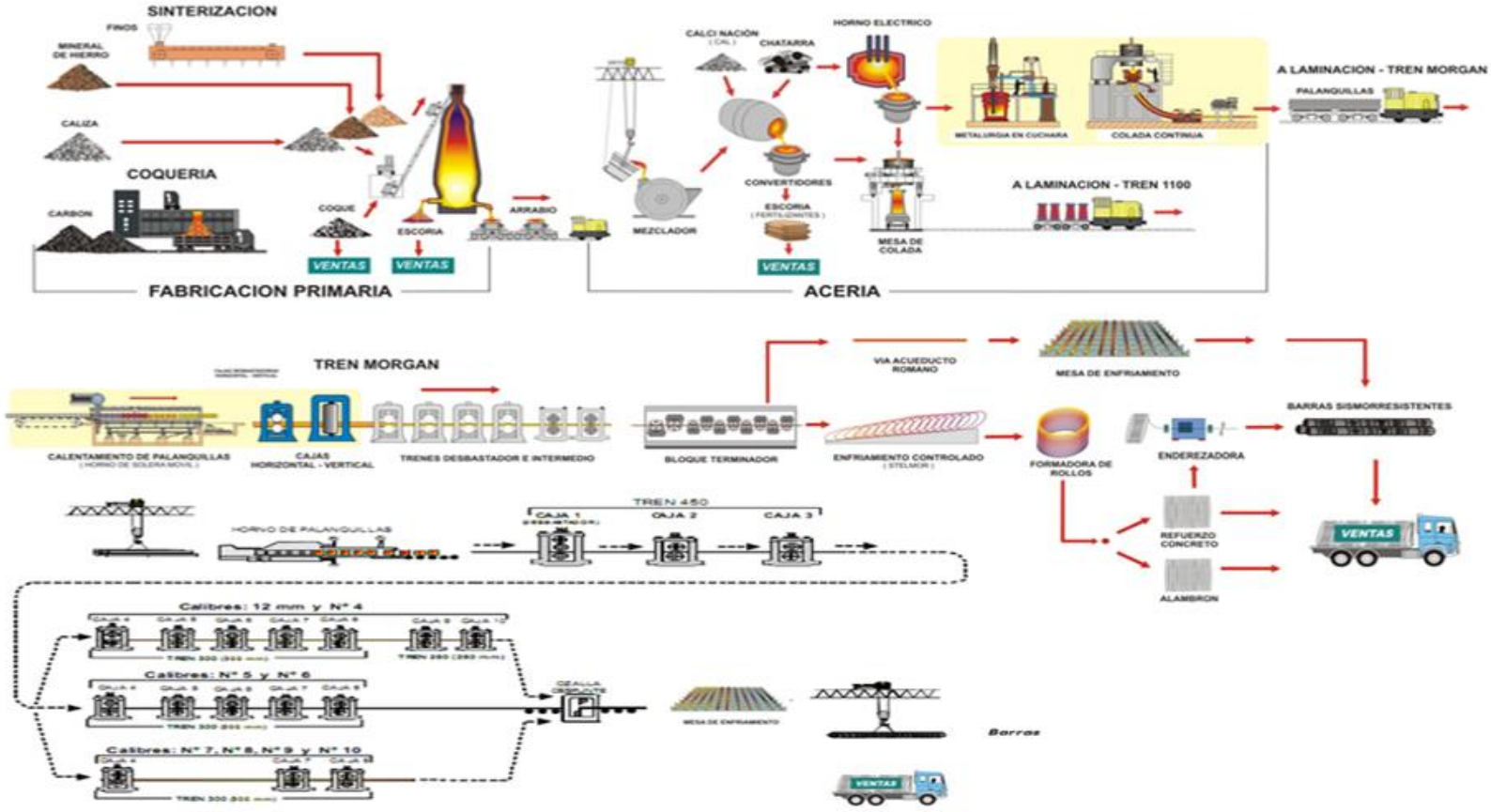


Diagrama 5 Proceso productivo de Acerías Paz del Rio S.A.

Coquería

Los carbones recibidos se mezclan, se adecuan al tamaño y humedad requerida y se cargan a los hornos Batería y a los Hornos de Solera para su coquización. Durante la coquización la mezcla de carbón se somete a un proceso de destilación en ausencia de aire, donde la materia volátil se retira en forma de gas y se obtiene como producto el coque. El coque se deshorna, se enfría en la torre de apagado, se tritura, se adecua al tamaño requerido y se envía al Alto Horno, a la Planta de Sinter y a Fundición.

El gas de coque obtenido se somete a un proceso de limpieza y se utiliza como fuente de energía en la Coquería, Calcinación, Manejo de Arrabio, Sinterización, Alto Horno, Laboratorio y Planta de Fuerza.

Como productos adicionales de la depuración del gas de coque y de procesos fisicoquímicos posteriores, se obtienen en la Planta de Carboquímicos el alquitrán, la brea, la naftalina, el aceite antracénico, el aceite pesado y el sulfato de amonio.

Sinterización

La producción de sinter inicia con la conformación de la mezcla de materias primas en dos pilas: pila de mezcla preliminar “en formación” y pila en consumo. Como materias primas para la formación de las pilas y dosificación de la mezcla a sinterizar se utiliza finos de mineral de hierro, de caliza, de coque, de sinter, cal y laminilla.

A la mezcla dosificada se le agrega agua y se pasa a la máquina sinterizadora donde se funde parcialmente a alta temperatura mediante la aspiración con aire.

El sinter obtenido se tritura, se enfría, se adecua al tamaño requerido y se envía por banda transportadora al Alto Horno.

Producción de Arrabio – Alto Horno

El coque, sinter, mineral de hierro, caliza y chatarra se cargan al Alto Horno mediante dos vagonetas llamadas skips. A medida que las materias primas descienden dentro del horno se calientan, se funden y reaccionan por intercambio de calor con los gases que ascienden como producto de la combustión del coque y de aire precalentado.

Durante el calentamiento los óxidos del mineral se reducen a hierro en estado metálico y se mezclan con el carbono del coque, obteniendo un producto metálico llamado arrabio y un producto no metálico conformado por diferentes tipos de óxidos llamado escoria.

El arrabio en estado líquido se evacúa por la parte inferior del horno retirando la escoria que flota sobre él. Las coladas de arrabio obtenidas se envían por vía férrea a la Acería en cucharas especiales.

La escoria se granula mediante un choque térmico con agua y se vende al sector cementero.

Aceración

Al arrabio proveniente del Alto Horno se le retira la escoria y, según se requiera, se le inyecta oxígeno para disminuir el contenido de silicio.

El arrabio se carga al convertidor LWS junto con la cal en roca y la chatarra, y mediante la inyección del oxígeno con cal por el fondo del convertidor se produce la oxidación de los elementos que se consideran impurezas formando la escoria. La escoria obtenida se retira y se envía a la Planta de fertilizantes para la producción de abono.

Como producto principal del proceso en el convertidor se obtiene el acero, el cual se envía del convertidor al horno cuchara donde se ajusta la composición química mediante la adición de desoxidantes y ferroaleaciones.

Posteriormente se envía a la máquina de colada continua donde es vaciado por el fondo de la cuchara a un distribuidor cuya función es repartir el acero líquido en las líneas de la máquina y solidificarlo rápidamente mediante enfriamiento.

El producto obtenido de este proceso es la palanquilla, la cual se corta a la longitud requerida, se conduce a través de una mesa de enfriamiento y se envía hacia el área de laminación de productos no planos.

Laminación No Planos

Las palanquillas provenientes de la Acería vía férrea se calientan en el Horno de Solera Móvil a la temperatura necesaria para ser laminadas en el Tren Morgan. En el Tren Morgan cada palanquilla se somete a deformación en caliente mediante el paso por las cajas Horizontal – Vertical, los trenes devastadores e intermedio, el bloque terminador, el enfriamiento controlado o sistema stelmor y la formadora de rollos, obteniendo como resultado el alambrón con características trefilables y los rollos corrugados para refuerzo de concreto con características sismorresistentes.

Cuando la palanquilla laminada se desvía a la salida del bloque terminador hacia la mesa de enfriamiento del tren 450 se obtienen las barras corrugadas para refuerzo de concreto.

También se obtienen barras corrugadas a partir del enderezado de rollos corrugados en las máquinas enderezadoras

Productos

- Alambrón Trefilable

Presentados en forma de rollos de acero con un peso promedio de 1.380 Kilogramos. Tiene diferentes calibres, calidades y contenidos de carbono. Se

utiliza como materia prima para fabricar alambres de púas, alfileres, clips, esponjillas, ganchos, tornillos, tuercas y esponjillas de acero, entre otros.

- Barras y Rollos para Refuerzo de Concreto

Las barras y rollos corrugados para refuerzo de concreto de Paz del Río cumplen con las exigencias de sismo resistencias vigentes en el país y con los más altos estándares de calidad para este tipo de productos; vienen en diferentes calibres y en longitudes estándar para suplir todas las necesidades de los constructores colombianos.

- Barras y Rollos para Refuerzo de Concreto

Las barras y rollos corrugados para refuerzo de concreto de Paz del Río cumplen con las exigencias de sismo resistencia vigentes en el país y con los más altos estándares de calidad para este tipo de productos; vienen en diferentes calibres y en longitudes estándar para suplir todas las necesidades de los constructores colombianos.

- Acero Figurado y Malla Electro soldada

Figuración de las barras y rollos corrugados de diferentes calibres y en la trefilación del alambrón para la fabricación de grafiles y mallas electro soldadas, productos y servicios dirigidos a la construcción. La canasta está constituida por:

- ✓ Flejes según requerimientos estructurales específicos de cada proyecto.
- ✓ Barras y rollo figurado según requerimientos estructurales específicos de cada proyecto
- ✓ Malla Electro soldada estándar y especial.
- ✓ Grafiles de diferentes calibres

Productos especiales

- Abono Paz del Río

Es el único fertilizante fosfórico térmico por inyección de oxigeno en el país. Fuente de fósforo, neutralizador de aluminio intercambiable, acondicionador de suelos, ideal para suelos ácidos, neutros y ligeramente alcalinos. Conocido como Fosfato Thomas, proviene de la purificación del acero. Es un producto rico en fósforo, soluble en citrato de amonio neutroy en óxido de calcio, oxido de magnesio, oxido de silicio y posee otros nutrientes como potasio, azufre, zinc, cobre, cobalto y molibdeno.

- Sulfato de Amonio

Fuente de Nitrógeno y Azufre ideal en suelos neutros y alcalinos dirigido a cultivos semestrales y perennes. También se usa como materia prima en la industria química y como mordiente de curtiembres.

- Coque metalúrgico

Agente reductor y combustible para la fabricación de arabio de Alto Horno, fundición de cubilote y otros procesos. Presenta gran resistencia a la compresión, abrasión y desgaste.

- Escoria granulada de alto horno

Mezcla de fundentes, ganga mineral y cenizas con excelentes resultados en la fabricación de cementos, vidrios y pavimentos.

- Alquitrán de Hulla

Co-Producto en la coquización del carbón. Solución negra viscosa, ligante en frio, resistente al agua, insoluble en aceites lubricantes y combustibles derivados del petróleo, soluble en éter, benceno, sulfuro de carbono, cloroformo y quinoleína, formado por compuestos alifáticos y naftalenicos que contiene hidrogeno, oxigeno, nitrógeno y azufre.

- Brea

La brea es un co-producto de la destilación de alquitranes. Es sólida a temperatura ambiente y está constituida por una mezcla compleja de muchos hidrocarburos. De las condiciones de este proceso dependerán las propiedades o prestaciones del material de carbón resultante. Las breas son también precursores de algunos tipos de fibras de carbono o de grafitos.

Otros Productos

- Oxígeno
- Naftalina
- Caliza
- Aceites antracénicos
- Nitrógeno
- Finos de mineral de hierro
- Aceites pesados.

5.4. División de compras

La división de compras como se puede observar en la estructura organizacional de APDR Diagrama 4, hace parte la vicepresidencia de supply chain, la división tiene como función administrar y gestionar los contratos de proyectos, servicios, insumos y tangibles de cada una de las plantas de APDR para estas contrataciones cuenta con una caracterización del proceso Anexo 2

El objetivo del procedimiento para la contratación es asegurar a todos los procesos de la Compañía la disponibilidad de bienes y servicios de manera oportuna, eficiente y al menor costo posible.

5.4.1. Recurso humano

El área de compras cuenta actualmente con 13 trabajadores así:

1 director, 2 coordinadores, 1 especialista, 5 analistas, 2 practicantes universitarios y un trabajador inplant, distribuidos de la siguiente forma:

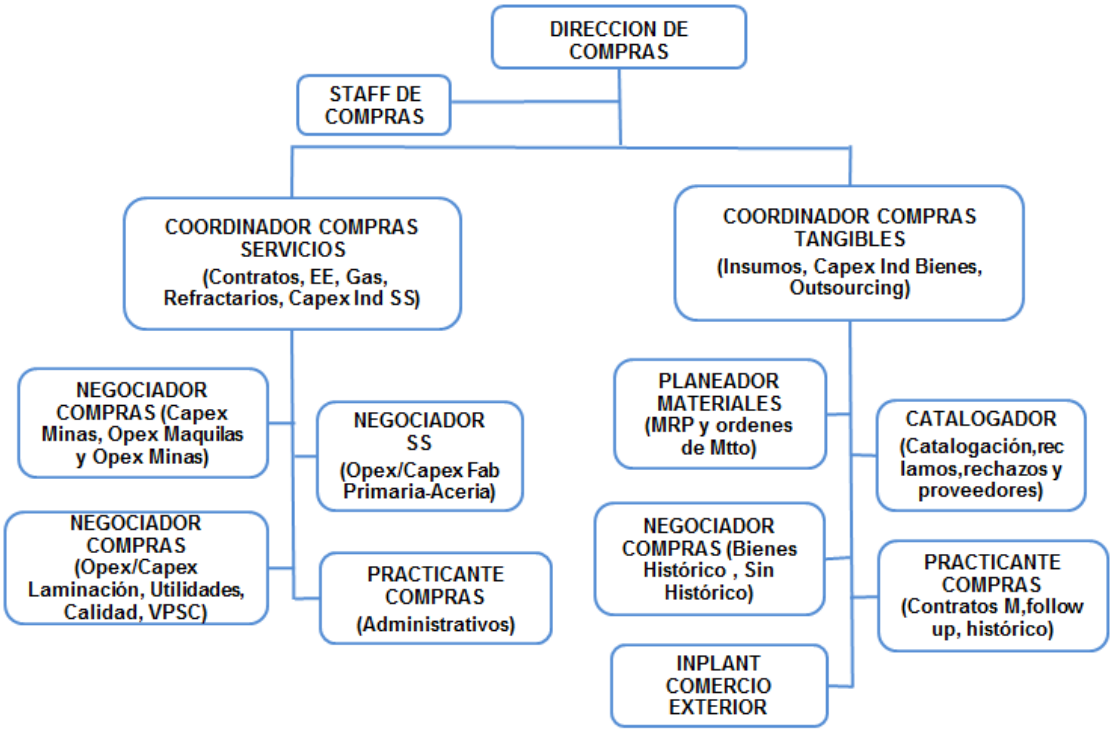


Diagrama 6 Organigrama División de Compras de APDR

5.4.2. Indicadores

La división de compras cuenta con 4 indicadores los cuales actúan como parámetros de control en el proceso de compras, semanalmente se genera un reporte de los indicadores y a final de mes un reporte que resume la gestión realizada por la división a través de dichos indicadores.

PARÁMETROS DE CONTROL			
Indicador	Formula	Meta	Frecuencia
NS: Nivel de Servicio	[N° Ordenes tramitadas NO superiores a 14 días / Total de Ordenes]	95%	Mensual
Índice De Precios	[Costo total / FORCAST 2014]	Menor a 100 %	Mensual
OTIF(Completo y a tiempo)	[N° Ordenes entregadas a tiempo / Total de ordenes entregadas en ese periodo]	85%	Mensual
Nivel De Servicio (Planificación de Reaprovisionamiento de Materiales)	[Ítems con stock / Total de ítems en MRP]	100%	Mensual

Tabla 1 Indicadores de la División de Compras de APDR

5.5. Suministro de materiales

El suministro de materiales es el objetivo principal de la división de compras y para este existe un procedimiento el cual se ilustra en el diagrama 7

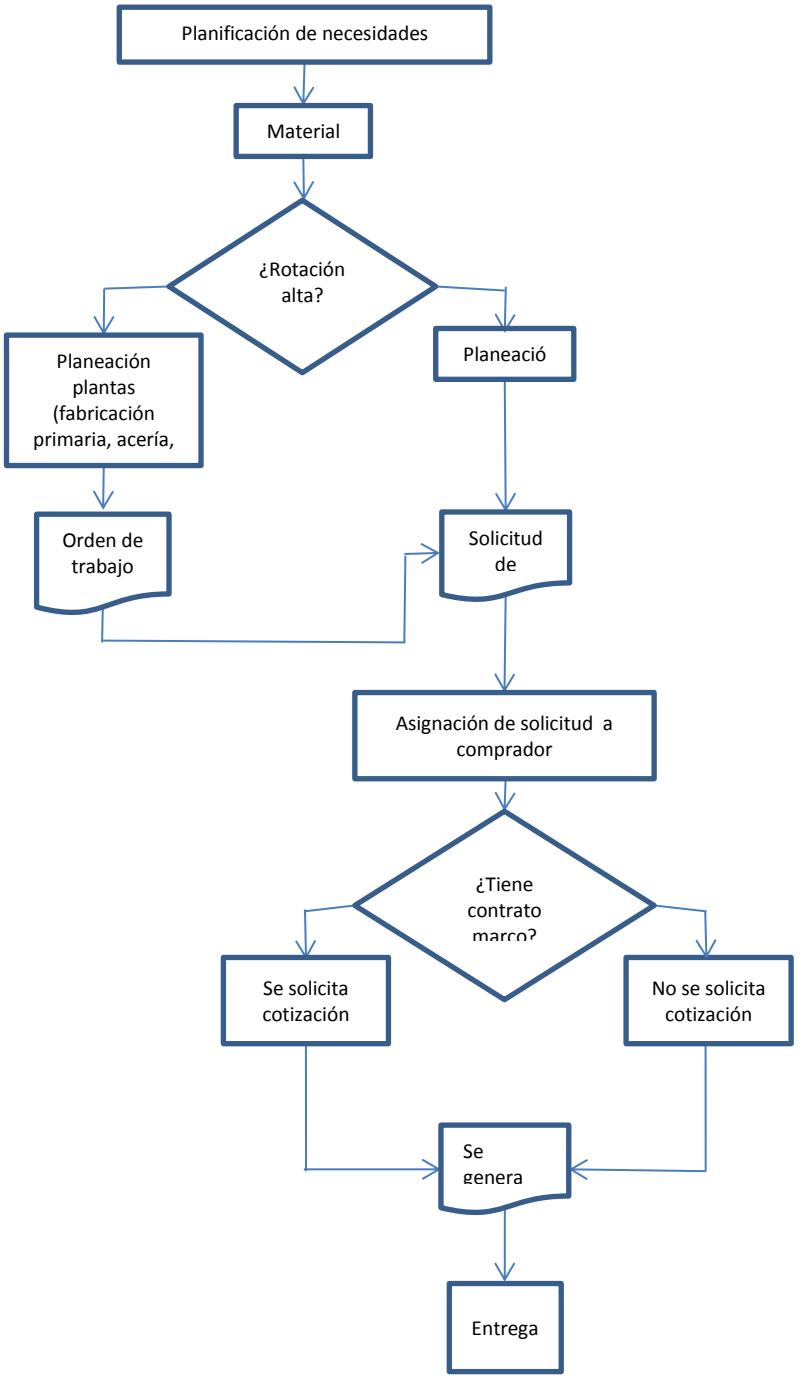


Diagrama 7 Procedimiento actual para la adquisición de materiales de la división de compras de APDR

5.6. Materiales.

La división de compras de APDR maneja 9388 materiales los cuales corresponden a materiales de MRO de la siguiente forma:

MATERIALES			
Materiales que maneja compras	9388	Materiales en reaprovisionamiento	1649
		Materiales sin reaprovisionamiento	7739

Tabla 2 Materiales

5.6.1. Materiales de reaprovisionamiento

Los materiales de reaprovisionamiento son aquellos que por solicitud de los usuarios de cada plata deben ser incluidos en el control y planeación de la división de compras por su consumo frecuente con el fin de que la división de compras garantice la disponibilidad de los materiales. La división de compras ingresa el material siempre y cuando tenga la autorización del coordinador o director del área.

Los parámetros actualmente establecidos para materiales de reaprovisionamiento son los siguientes:

Clasificación ABC

A: Criticidad alta.

B: Criticidad media.

C: Criticidad baja.

En este tipo de clasificación existe una tendencia por parte del usuario a la hora de clasificar el material, la tendencia es a clasificar casi siempre los materiales como de alta criticidad ya que para ellos es crítico que falte cualquier tipo de material, sin importar rotación costo o precio ya que podría aplazar un mantenimiento ya planeado y programado.

Punto de Pedido: El punto de pedido es el nivel de inventario que determina el momento en que se debe hacer la correspondiente solicitud de pedido del material.

Inventario de Seguridad: Es la cantidad de inventarios que se deben tener en existencia para absorber fluctuaciones al azar en la demanda o la utilización de los usuarios, durante el tiempo que transcurre entre la solicitud del pedido y su recepción en los almacenes.

Inventario Máximo: Es el nivel máximo permitido en inventario de un material, dicho nivel está directamente relacionado con sus características de criticidad, consumo y tamaño del lote de pedido.

5.6.2. Materiales sin reaprovisionamiento

Los materiales sin reaprovisionamiento corresponden a los materiales que aún no están identificados por rotación o criticidad, estos materiales son solicitados mediante órdenes de mantenimiento o solicitudes de pedido puntuales de cada planta.

6. RESULTADOS DE LA DIVISION DE COMPRAS

6.1. Desarrollo De Mediciones

Para el desarrollo de las mediciones y resultados en la división de compras, se han tenido en cuenta los datos desde el mes de junio de 2015 hasta el mes de mayo de 2016, arrojando los siguientes resultados:

OTIF (On Time In Full): este indicador nos muestra el Numero de Órdenes de compra entregadas a tiempo del total de órdenes entregadas en un periodo en este caso cada mes.

Año	2015							2016				
mes	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may
Entregas OTIF	1.105	1.479	1.916	1.771	1.620	1.448	1.362	1.510	1.936	2.380	2.320	2.690
Entregas Fuera de Tiempo	417	549	519	633	534	467	508	413	455	550	447	445
Total Entregas Mes	1.522	2.028	2.435	2.404	2.154	1.915	1.870	1.923	2.391	2.930	2.767	3.135
OTIF	73%	73%	79%	74%	75%	76%	73%	79%	81%	81%	83,8%	85,8%
Meta	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	85%	85%	85%	85%	85%

Tabla 3 Resultados indicador OTIF

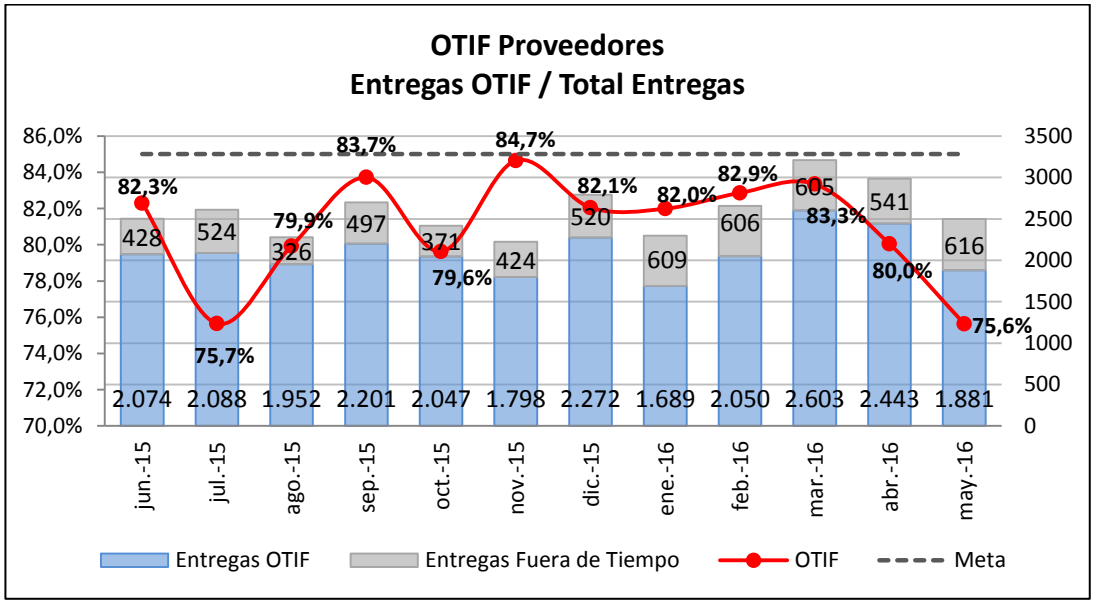


Diagrama 8 grafica de resultados del indicador OTIF

Nivel de servicio gestión mensual stock de materiales en reaprovisionamiento: este indicador nos muestra el número de materiales de reaprovisionamiento con stock del total de materiales de reaprovisionamiento.

Año	2015							2016				
Mes	**Ju**	**Jul**	**Ago**	**Sep**	**Oct**	**Nov**	**Dic**	**Ene**	**Feb**	**Mar**	**Abr**	**May**
Ítems con Stock	1082	1120	1141	1196	1199	1252	1253	1240	1203	1241	1329	1400
Ítems Agotados	112	90	137	102	99	78	103	139	176	238	194	166
Ítems en reaprovisionamiento	1194	1210	1278	1298	1298	1330	1356	1379	1379	1479	1523	1566
Nivel de Servicio	90,6%	92,6%	89,3%	92,1%	92,4%	94,1%	92,4%	89,9%	87,2%	83,9%	87,3%	89,4%
Meta	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Tabla 4 Resultados indicador Nivel de servicio gestión mensual de materiales en reaprovisionamiento

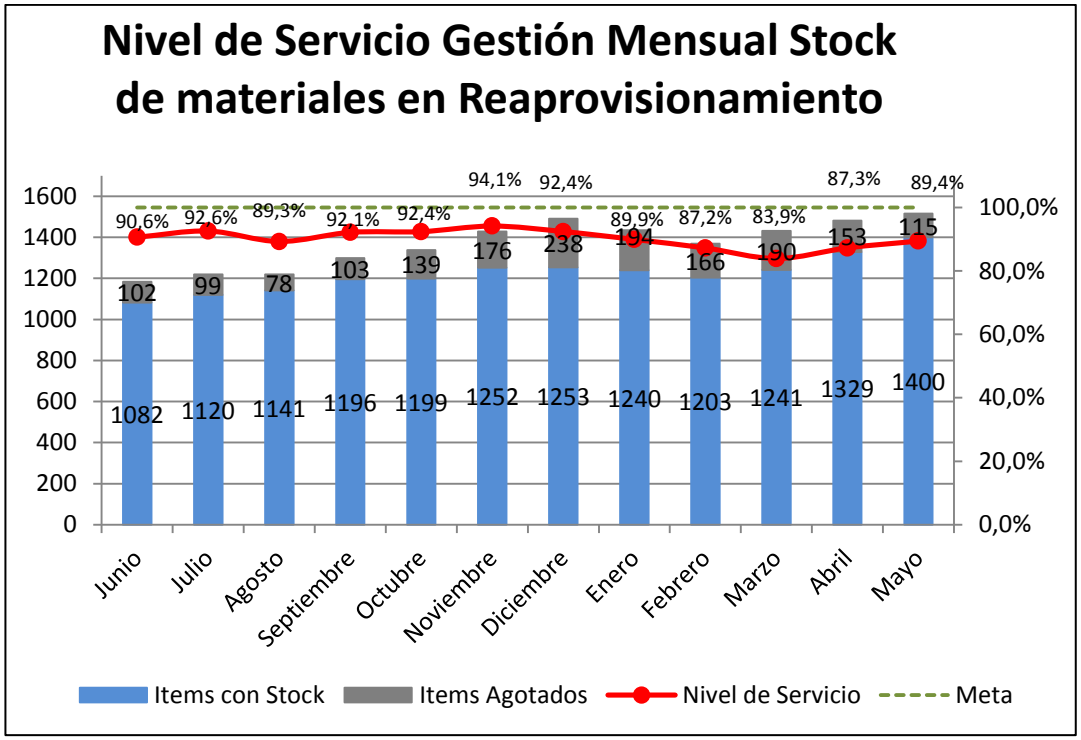


Diagrama 9 Grafica de Resultados indicador Nivel de servicio gestión mensual de materiales en reaprovisionamiento

6.2. Identificación de causas de agotamiento de materiales de reaprovisionamiento MRO

Para realizar la identificación de causas de agotamiento de materiales se tuvo en cuenta el reporte de agotados de las semana 10 (8 al 12 de marzo de 2016). Este reporte muestra 317 materiales en reaprovisionamiento agotados los cuales se analizaron uno a uno para registrar la causa asociada a la no existencia de stock.

Los materiales de reaprovisionamiento como está escrito en el punto 11.5.1, tienen unos puntos de control, entre estos puntos está el stock mínimo en almacén, esto quiere decir que ningún material en reaprovisionamiento tendría que estar agotado o sin stock, salvo materiales nuevos en reaprovisionamiento o materiales con stock 1-0.

6.2.1. Ingreso de materiales a reaprovisionamiento

Esta categoría hace referencia a todas las causas que están asociadas a la solicitud de ingreso de un material en reaprovisionamiento.

Materiales Stock 1-0: Son aquellos materiales que su nivel mínimo y máximo de inventario en almacén es uno (1), eso quiere decir que desde el momento en que se retira el material del almacén hasta su reposición el stock en almacén es de cero (0).

Materiales con stock cero: Son los materiales que ingresan al sistema de reaprovisionamiento con stock cero.

Puntos de pedido errados: la mayoría de los puntos de pedido son proporcionados por el usuario según un pronóstico empírico aproximado de lo que en su concepto predicen que se va a consumir.

Tiempos de entrega errado: la información en sistema de los tiempos de entrega previstos no son confiables y no se tienen en cuanta para calcular los puntos de pedido

6.2.2. Solicitud de pedido.

Esta categoría hace referencia a todas las causas que están asociadas a la elaboración o generación de las solicitudes de pedido.

No se genera solicitud de pedido a tiempo: no se genera documento en SAP de solicitud de pedido.

Cantidad mínima de pedido: Existen materiales que se suministran en cantidades mínima por costo o por embalaje.

Error en cantidad a pedir: no se pide lo suficiente según consumos.

6.2.3. Orden de compra

Esta categoría hace referencia a todas las causas que están asociadas a la elaboración o generación de las órdenes de compras.

Demora en solicitar la cotización: el comprador tiene 14 días para gestionar una compra, muchas veces no se solicita la cotización el primer día después de ser liberada.

Demora en entrega de cotización: el proveedor tiene 3 días hábiles para entregar la cotización, a veces se demoran más de 3 días dependiendo del tipo de material que se solicita y su procedencia.

Demora en validación técnica: se refiere al tiempo de respuesta que se toma el usuario para resolver alguna inquietud técnica del proveedor o en validación de las ofertas de lo que está ofertando el proveedor

Demora en aprobación y envío de OC: demora en el transito del portal de aprobaciones en el sistema para liberar una orden de compra y así enviarla al proveedor.

6.2.4. Entrega

Esta categoría hace referencia a todas las causas que están asociadas a la entrega de materiales por parte del proveedor.

Consolidación de pedidos: El proveedor espera a consolidar varios pedidos para enviarlos al mismo tiempo y reducir operatividad y costos

Demoras en importación: Tiempo adicional por mal cálculo de parte del proveedor del tiempo real de importación de un material.

Demoras en la fabricación: Tiempo adicional por mal cálculo de parte del proveedor del tiempo real de fabricación de un material.

Las categorías identificadas anteriormente se resumen a continuación, junto con las respectivas mediciones para cada causa.

Causas identificadas

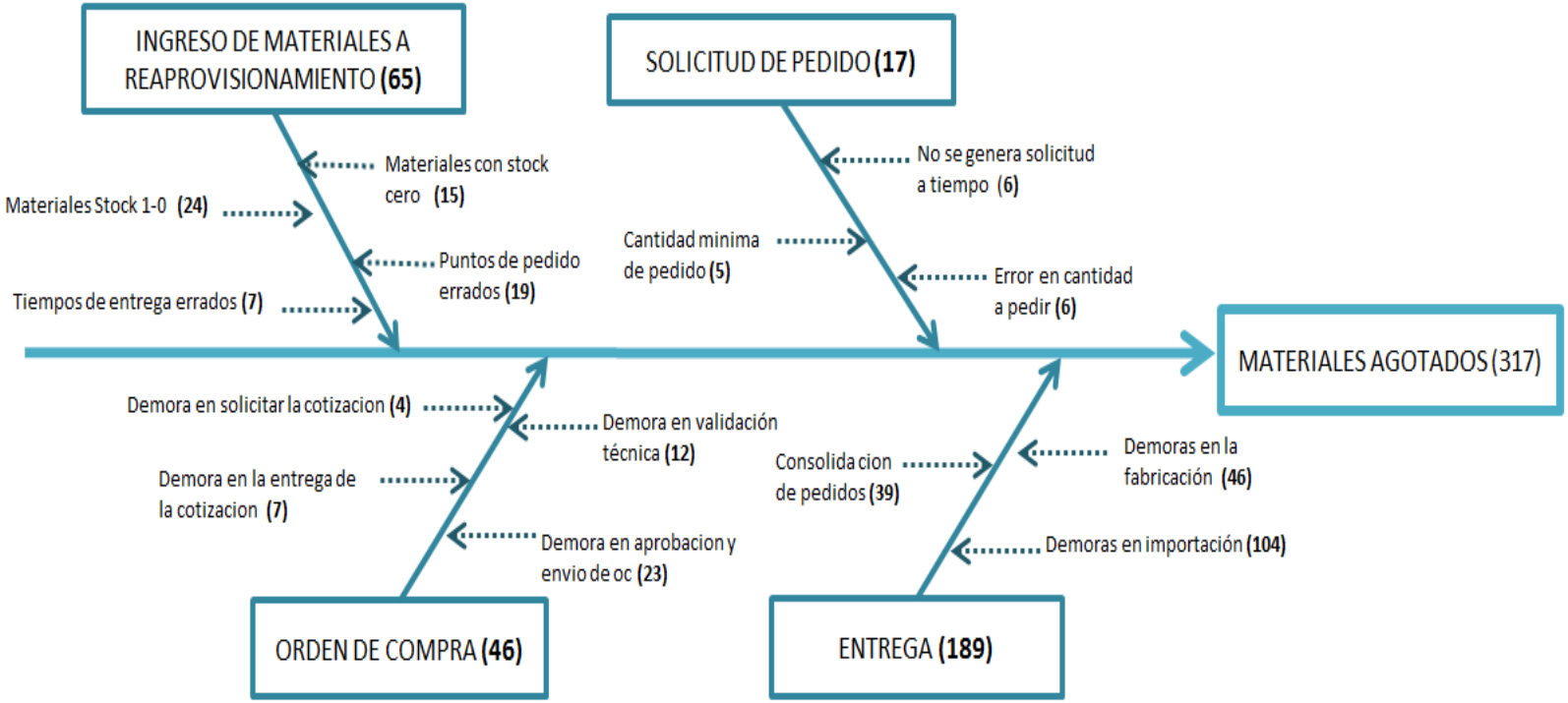


Diagrama 10 Ishikawa para la identificación de causas de materiales agotado

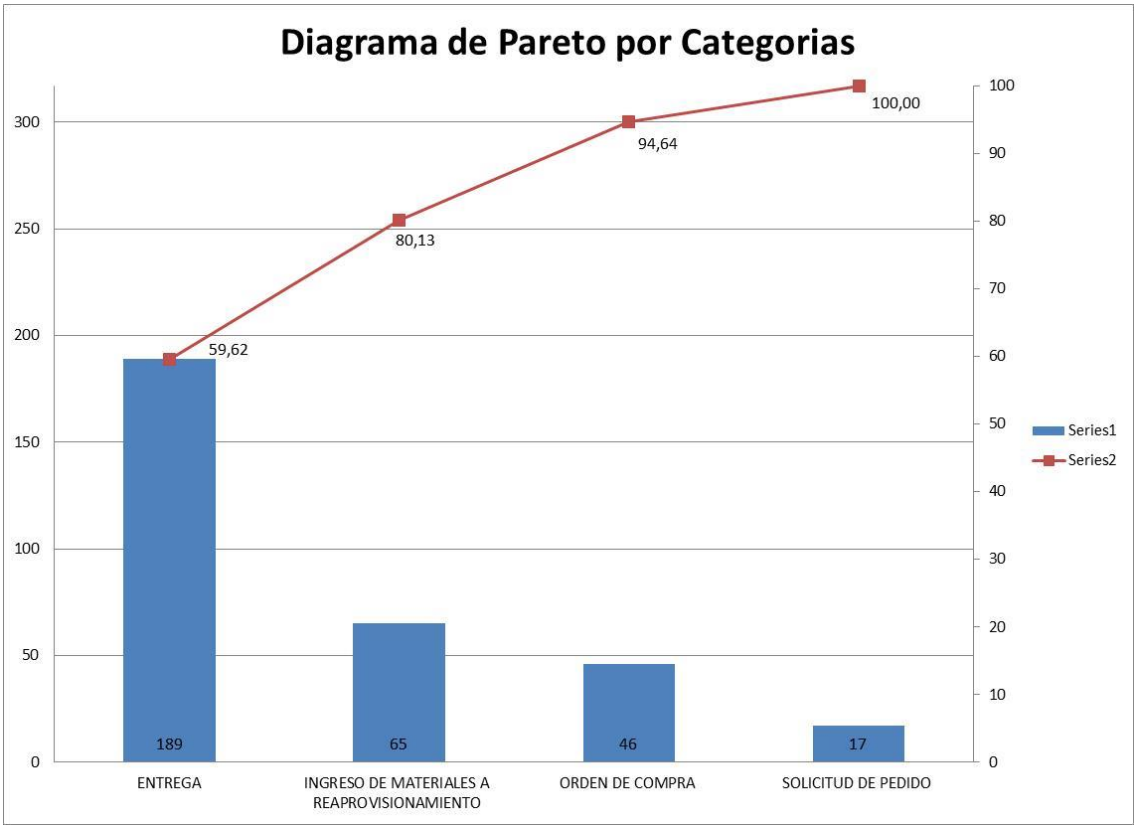


Diagrama 11 Diagrama de Pareto por categoría de causas

En este diagrama 11 se puede observar el impacto de causas por categoría, donde 189 de los materiales agotados corresponden a causas relacionadas directamente a la entrega y corresponde al 59,62 %.

En segundo lugar se tiene 65 materiales agotados relacionados a la categoría de ingreso de materiales a reaprovisionamiento con un porcentaje de 20,5%.

En tercer lugar se tiene 46 materiales agotados relacionadas a la categoría de Orden de compra con un porcentaje de 14,5%.

Y finalmente la categoría de solicitud de pedido corresponde al 5,4% de las causas con 17 materiales de reaprovisionamiento agotados.

A continuación el diagrama de Pareto por causas:

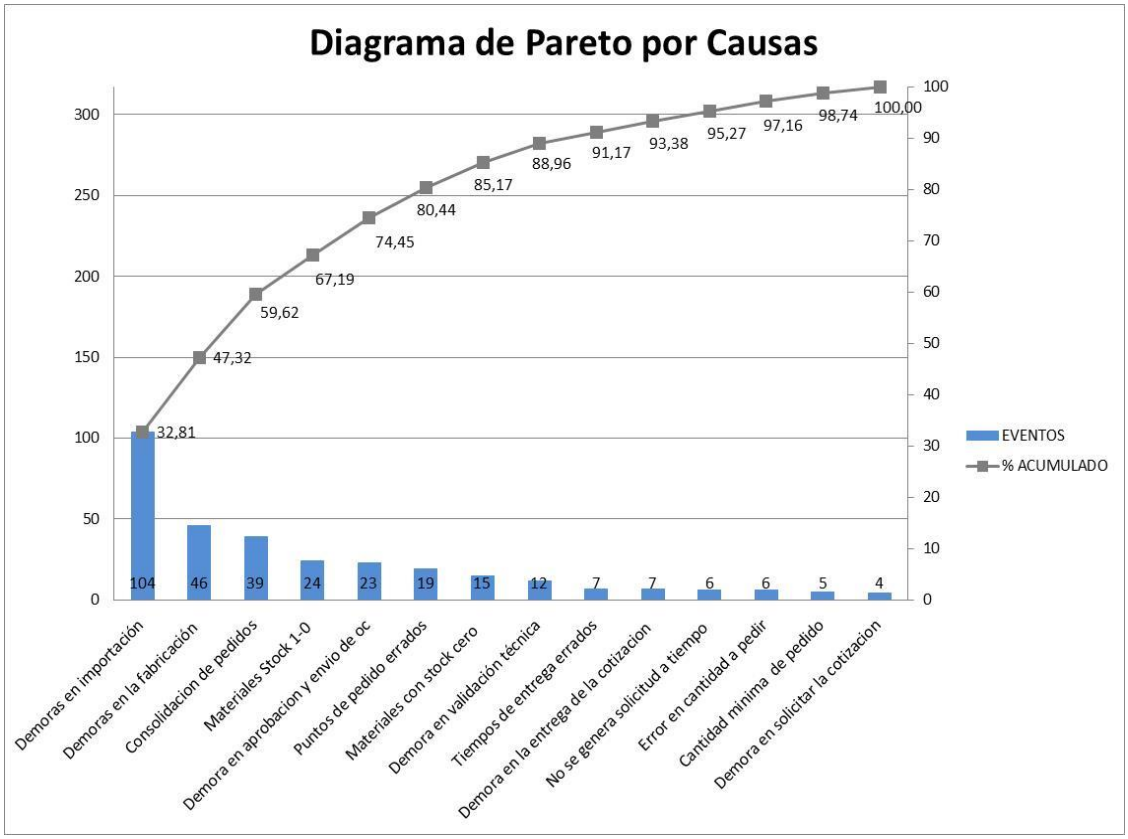


Diagrama 12 Diagrama de Pareto por causas

En este diagrama de causas podemos identificar los pocos vitales de los muchos triviales, dentro de los pocos vitales encontramos *demoras en importación* con 104 materiales agotados, que corresponde al 32,81%, *demoras en la fabricación* con 46 materiales agotados que corresponde al 14,51% y la *consolidación de pedidos* con 39 materiales agotados que corresponden al 12,30%, estas tres causas identificadas corresponden a la categoría de entrega, que como se observó en la gráfica anterior corresponden a 59, 62 %.

Dentro de los muchos triviales encontramos causas con sus respectivos porcentajes así:

24 materiales agotados que corresponden a Materiales Stock 1-0 con el 7,57%, 23 materiales agotados que corresponden a Demora en aprobación y envío de OC con el 7,25%, 19 materiales agotados que corresponden a Puntos de pedido errados con el 5,99%, 15 materiales agotados que corresponden a Materiales con stock cero con el 4,73%, 12 materiales agotados que corresponde a Demora en validación técnica con el 3,78%, 7 materiales agotados que corresponden a Tiempos de entrega errados con el 2,20%, 7 materiales agotados que corresponden a Demora en la entrega de la cotización con el 2,20%, 6 materiales agotados que corresponden a No se genera solicitud a tiempo con el 1,89%, 6 materiales agotados que corresponden a Error en cantidad a pedir con el 1,89%, 5 materiales agotados que corresponden a Cantidad mínima de pedido con el 1,57%, 4 materiales agotados que corresponden a Demora en solicitar la cotización 1,26%.

Conclusión

Como se observa en las causas identificadas estas ocasionan la falta de materiales en los inventarios del almacén, estos materiales son indispensables en la operación y los usuarios cuentan con estos materiales para la planeación de sus actividades, ya que la división de compras debe asegurar un stock mínimo en todo momento disponible en almacén.

De acuerdo al análisis de causas se propone un plan de mejoramiento para el reaprovisionamiento de materiales.

7. PLAN DE MEJORAMIENTO PARA EL REAPROVISIONAMIENTO DE MATERIALES

7.1. Clasificación de materiales

Como se observa anteriormente la clasificación dada por el usuario (ABC) solo tiene en cuenta una característica la cual es criticidad, pero esta no se encuentra alineada con el sistema de información de la empresa, a continuación se propone diferentes formas de clasificación de materiales con el fin de tener información más precisa de cada material

Clasificación por rotación y criticidad

El sistema SAP cuenta con un indicador ABC para clasificar los materiales de la siguiente forma:

E: estratégico

I: critico

A: alta importancia

B: media importancia

C: poca importancia

O: obsoleto

Para la nueva clasificación de materiales se utilizarían solo cuatro indicadores de la siguiente forma:

Materiales Críticos: Son todos aquellos materiales que debido a su incidencia (impacto) en el proceso y a su frecuencia de uso, es indispensable que siempre se encuentren disponibles para su uso.

Material Estratégico: Será clasificado como estratégico todo material y pieza de mantenimiento definido cómo crítico que cuente con un consumo de menos de 3 veces por año, en esta categoría entrarían los materiales 1-0.

Material de Media Importancia: Corresponde a un material clasificado como no crítico y que tiene rotación de más de 3 veces por año.

Material Obsoleto: Los materiales y piezas de mantenimiento que ya no son aplicables a la operación.

Poca importancia: Materiales con consumos menores a 3 unidades al año el cual no es estratégico, este material no puede ser incluido en la planeación de materiales de reaprovisionamiento ya que no cumple con los criterios de rotación ni de criticidad.

No se tiene en cuenta el indicador de alta, ya que el material de alta importancia vendría siendo de la misma clasificación del material crítico.

Para realizar la clasificación según SAP es necesario tener la información de consumos la cual se puede obtener y diligenciar en un formato Excel de la siguiente forma, como se muestra en la Tabla 5.

consumos																	
código	Texto material	UM	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	Número de salidas	¿Critico?	Indicador ABC

Tabla 5 consumo de materiales

La columna 14 contara con el criterio del usuario, mientras que la columna 15 se definirá mediante la tabla 6

Matriz de indicador ABC		rotación	
		0 a 3	3 a 6
critico	si	E	I
	no	C	B

Tabla 6 Matriz de indicador ABC

Clasificación por familia de productos

La clasificación de materiales por familia de productos permite conocer su procedencia y facilita al comprador identificar los proveedores con los cuales se puede abastecer la empresa.

El sistema informático SAP tiene la opción de marcar el material de dos formas, la primera corresponde al tipo de material y la segunda al grupo de artículos, esta última nos permite clasificar los materiales por familias de productos de la siguiente forma.

Tipo de material	
ERSA	Piezas de recambio/Repuestos de mantenimiento
HIBE	Materias aux. /combustibles

Tabla 7 Tipo de material

Grupo de artículos	
ER001	Acoplamientos y componentes.
ER002	Bombas de proceso y componentes.
ER003	Correas, Cadenas y Afines.
ER004	Equipamientos y componentes electrónicos.
ER005	Herramientas y accesorios para perforación mineral.
ER006	Filtros y elementos filtrantes.
ER007	Instrumentos de medición y control de procesos.
ER008	Materiales de aislamiento térmico.
ER009	Materiales y equipamientos hidráulicos y neumáticos.
ER010	Materiales eléctricos y motores.
ER011	Materiales para conducción de fluidos/gases.
ER013	Materiales de Cierre
ER014	Resortes Metálicos y Elastómeros.
ER015	Muebles y Utensilios.
ER016	Partes y piezas específicos.
ER017	Piezas y accesorios para lubricación.
ER018	Reductores, moto reductores y surtidores.
ER019	Rodamientos y afines.
ER020	Válvulas y componentes.
ER021	Partes y piezas específicos.
ER022	Modelos de fundición
ER023	Anillos industriales
ER024	Elementos para mec de transmisión y transformación de Mov
FH001	Correa transportadora y afines.
FH002	Accesorios de corte de productos acabados y semiacabados.
FH003	Refractarios y afines.
FH004	Materiales auxiliares para producción.
HI001	Abrasivos en general.
HI002	Accesorios automovilísticos.
HI003	Combustibles y lubricantes.
HI004	Construcción Civil.
HI005	Materiales para revestimientos y afines.
HI006	Consumibles para soldar.
HI007	Herramientas en general.

HI008	Gases de mantenimiento.
HI009	Materiales de Cocina.
HI010	Materiales de oficina y papelería.
HI011	Materiales de informática.
HI012	Materiales de higiene y limpieza.
HI013	Materiales para amarrar.
HI014	Materiales de Laboratorio.
HI015	Materiales para Publiciad, regalos.
HI016	Materiales para sostenimiento/transporte y afines.
HI017	Materiales de Telecomunicaciones.
HI018	Materiales de Ambulancia
HI019	Materiales y Equipamientos de seguridad.
HI020	Material para Pintura.
HI021	Pallets de movimiento interno.
HI022	Llantas, Cámaras y Accesorios.
HI023	Productos Alimenticios.
HI024	Materiales para construcción mecánica.
HI025	Ropa Profesionales y Uniformes.
HI026	Adhesivos y Colas.
HI027	Ítems Específicos.
HI029	Maderas
IN001	Combustibles derivados de Petróleos.
IN018	Gases

Tabla 8 Grupo de artículos

Clasificación por procedencia

Los materiales se pueden clasificar de acuerdo a la procedencia si el material se encuentra en el mercado nacional o del exterior.

Por medio de esta clasificación se obtiene información para la planificación de reaprovisionamiento de cada material además se puede identificar materiales que deberían estar en reaprovisionamiento ya que esta clasificación aplicaría para el total de materiales activos actualmente.

Esta información puede ser documentada en un formato como se muestra en la Tabla 9.

CLASIFICACION DE MATERIALES						
Código	Texto breve del material	Unidad de medida base	Indicador ABC	Tipo de material	Grupo de artículos	Procedencia

Tabla 9 Clasificación de materiales

7.2. Estrategia de planeación para materiales de reaprovisionamiento

Para definir una nueva planeación se propone tres estrategias para realizar la planeación, negociación y compra de materiales.

Por medio de la siguiente matriz se define la estrategia, teniendo en cuenta la clasificación anteriormente propuesta para cada material.

Estrategia de planeación		
Clasificación ABC	E	CP
	I	CM/ PE
	B	CM/ PE

Tabla 10 estrategia de planeación

Dónde:

Compra Puntual (CP): Se genera solicitud de pedido cuando baja el nivel de inventario, el comprador envía solicitud de pedido y realiza negociación de acuerdo a las cotizaciones enviadas por los proveedores.

Plan de entregas (PE): se genera un pronóstico de consumos mensual, bimestral o trimestral según consumos de los últimos 12 meses. Se genera solicitud de pedido para cubrir la demanda de los siguientes 12 meses, el comprador realiza una negociación basada en cantidades pronosticadas para un año. Al realizar este plan de entregas el proveedor tendrá un cronograma de entregas durante todo un año.

Contrato marco (CM): el contrato marco es una lista de precios fijos negociados durante un periodo de tiempo, esta estrategia anula el procedimiento de solicitar cotización cada vez que se genera una solicitud de pedido, este se debe generar con los precios negociados para el plan de entregas con el fin de mantener los precios si existe un consumo adicional durante el año.

7.3. Pronósticos de demanda materiales MRO

Por medio del sistema de información utilizado en la empresa es fácil identificar los movimientos que ha tenido cada material, tanto los ingresos al almacén como las salidas (consumos). Basados en los consumos de los últimos meses se propone realizar un pronóstico de demandas, este pronóstico se tendrá en cuanta solamente para materiales de clasificación critico o media importancia ya que como se menciona anteriormente los materiales de clasificación estratégico y poca importancia tienen una rotación muy baja(menos de 3 veces al año).

El pronóstico planteado se tendría en cuenta para realizar la planeación anual de los materiales, se plantea que sea anual para tener tiempo y capacidad de reacción ante los cambios de la demanda.

El pronóstico propuesto se basa en el Modelo de Suavización Exponencial Simple

El pronóstico de suavización exponencial simple es óptimo para patrones de demanda aleatorios o nivelados donde se pretende eliminar el impacto de los elementos irregulares históricos mediante un enfoque en períodos de demanda reciente, este posee una ventaja sobre el modelo de promedio móvil ponderado ya que no requiere de una gran cantidad de períodos y de ponderaciones para lograr óptimos resultados.

Estos pronósticos se pueden obtener mediante la siguiente formula:

$$\hat{X}_t = \hat{X}_{t-1} + \left(\alpha * \left(X_{t-1} - \hat{X}_{t-1}\right)\right)$$

Ecuación 1 pronóstico de suavización exponencial simple

Dónde:

$\hat{X}_t$: $Promedio\ de\ ventas\ en\ unidades\ en\ el\ período\ t$

$\hat{X}_{t-1}$: $Pronóstico\ de\ ventas\ en\ unidades\ del\ período\ t-1$

X_{t-1}: $Ventas\ reales\ en\ unidades\ en\ el\ período\ \ t-1$

α: $Coeficiente\ de\ suavización\ (entre\ 0{,}0\ y\ 1{,}0)$

De acuerdo a esta teoría y ecuación se diseñaron las tablas 11, 12 y 13, en las cuales se debe formular cada celda y así obtener el pronóstico según consumos.

PRONÓSTICO BASADO EN SUAVIZACIÓN EXPONENCIAL SIMPLE (MES)																											
a=	0,5																										
código	Texto breve del material	UM	consumos 2015												pronostico												
			mes 1	mes 2	mes 3	mes 4	mes 5	mes 6	mes 7	mes 8	mes 9	mes 10	mes 11	mes 12	mes 1	mes 2	mes 3	mes 4	mes 5	mes 6	mes 7	mes 8	mes 9	mes 10	mes 11	mes 12

Tabla 11 Pronóstico de Suavización Simple Mensual

PRONÓSTICO BASADO EN SUAVIZACIÓN EXPONENCIAL SIMPLE																											
a=	0,5																										
codigo	Texto breve del material	UM	consumos mensual												consumo bimestral						pronostico					
			mes 1	mes 2	mes 3	mes 4	mes 5	mes 6	mes 7	mes 8	mes 9	mes 10	mes 11	mes 12	1	2	3	4	5	6	bimestre 1	bimestre 2	bimestre 3	bimestre 4	bimestre 5	bimestre 6

Tabla 12 Pronóstico de Suavización Simple bimestral

PRONÓSTICO BASADO EN SUAVIZACIÓN EXPONENCIAL SIMPLE																							
a=	0,5																						
código	Texto breve del material	UM	consumos mensual												consumo trimestral				pronostico			
			mes 1	mes 2	mes 3	mes 4	mes 5	mes 6	mes 7	mes 8	mes 9	mes 10	mes 11	mes 12	1	2	3	4	trimestre 1	trimestre 2	trimestre 3	trimestre 4

Tabla 13 Pronóstico de Suavización Simple trimestral

8. MODELO PARA LA IMPLEMENTACIÓN

8.1. Directrices para una implementación

Un proceso de implementación de un plan de mejora requiere de unas condiciones iniciales que garanticen el éxito del mismo, generando un entorno apropiado de confianza, trabajo en equipo y compromiso.

Se recomiendan las siguientes directrices como estrategia de implementación:

- ✓ Compromiso visible y continuo por parte de la dirección junto con todos los involucrados.
- ✓ Planificar bien y con tiempo. La planeación y la organización del proyecto representan un gran esfuerzo, por lo que ello influye en gran medida sobre el uso de recursos, la transparencia del proceso y el nivel de satisfacción de los involucrados.
- ✓ Utilizar, en lo posible, lo que ya se tiene. Determinar lo que se necesita permite evaluar lo que se tiene para usar al máximo lo que funciona en forma adecuada.
- ✓ Documentar lo que se haga. Proporciona visibilidad del proyecto, una guía para el trabajo, una base de referencia para revisar el avance y un registro de lo realizado como referencia futura, aunque se debe evitar documentar lo innecesario.
- ✓ Flexibilidad para ajustar los planes a medida que se avanza. Realizar evaluaciones rutinarias del avance y hacer los cambios necesarios: una buena planeación del proyecto reducirá significativamente los ajustes en las etapas posteriores del mismo.
- ✓ Involucrar a los empleados. Su experiencia y saber aportan al proyecto; su participación en el análisis, redefinición y documentación de sus labores es esencial.

8.2. Modelo de implementación

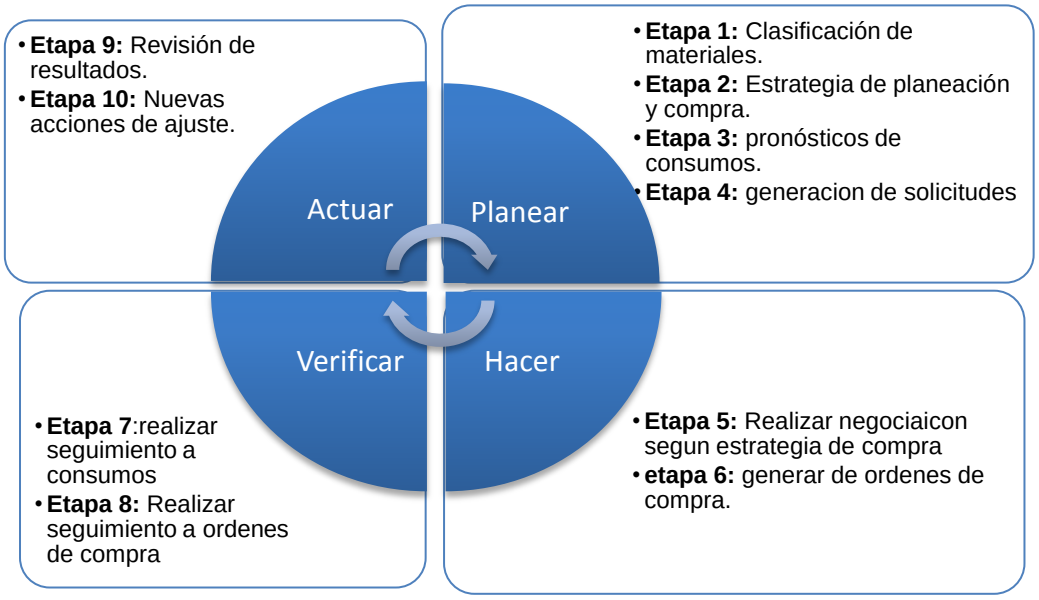


Diagrama 13 Ciclo PHVA para la implementación del diseño propuesto

Este modelo presenta las distintas etapas del ciclo de mejora continua PHVA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar).

La etapa 1 es tal vez la más importante, pues habrá mayores posibilidades de éxito en la implementación si se realiza una buena clasificación de materiales. De la etapa 1 a la 6 se realiza de manera secuencial, tras el resultado de cada etapa se implementa la siguiente. Las etapas 7 y 8 se pueden generar simultáneamente.

En las etapas 7 y 8 se necesita trabajar con mucho compromiso y detalle mientras se genera el nuevo cambio en el proceso de compra y entrega, los

involucrados saldrán de una zona de confort, y son en estas etapas donde se identificara las oportunidades de mejora mientras para ya en las etapas 9 y 10 se logre analizar resultados y realizar ajustes necesarios.

8.3. Aspectos básicos para la implementación

Existen algunas actividades y consideraciones que resultan importante tener en cuenta durante el proceso de implementación del plan de mejoramiento de reaprovisionamiento de materiales, tales como:

- ✓ Capacitación y educación. Se requiere que tanto el planeador como los compradores adquieran y desarrollen nuevos conocimientos y habilidades. También, la dirección necesitará comprender el plan de mejoramiento de la adquisición de materiales, su papel en la división de compras y en la empresa.
- ✓ Estrategia de comunicación. Se debe elaborar y establecer a todo nivel un programa de comunicación acerca del proceso de implementación, esto con el fin de que los involucrados como lo son el almacén y los usuarios conozcan el nuevo procedimiento.

8.4. Recurso humano.

Para la implementación del proyecto es necesario el siguiente Recurso humano:

Líder del proyecto

Funciones: Liderar, realizar seguimiento a la implementación y evaluar resultados.

Planeador

Funciones: clasificar materiales, establecer la estrategia de planeación, y compra y generar pronósticos y sus respectivas solicitudes de pedido. Realizar seguimiento de consumos.

Comprador

Funciones: negociar condiciones de compra de materiales, generar órdenes de compra, realizar seguimiento de órdenes de compra.

8.5. Descripción del modelo de implementación

Etapa 1: Clasificación de materiales.

Esta etapa es una de las más importantes ya que la información suministrada debe ser confiable de esta depende toda la planeación para cada material:

Actividades

- ✓ Clasificación por rotación y criticidad
- ✓ Clasificación por familia de productos
- ✓ Clasificación por procedencia

Etapa 2: Estrategia de planeación y compra.

En esta etapa se determina la forma en que el planeador debe pedir o solicitar los materiales:

La actividad de la etapa 2 es:

- Definir el tipo de estrategia de acuerdo al indicador ABC

Etapa 3: pronósticos de consumos.

En esta etapa el planeador debe determinar una proyección de consumos para los siguientes 12 meses.

La actividad de la etapa 3 es:

- ✓ Analizar si los consumos son mensuales, bimestrales o trimestrales
- ✓ Generar pronósticos de acuerdo al histórico de consumos.

Etapa 4: Generación de solicitudes

Teniendo el resultado de las etapas anteriores el planeador debe tener información de materiales y sus respectivas cantidades a pedir para los siguientes 12 meses.

La actividad de la etapa 4 es:

- ✓ Generar solicitudes de compra de acuerdo a la proyección arrojada por el pronóstico.

Etapa 5: Realizar negociación según estrategia de compra

El comprador tiene datos e información exacta de las cantidades que se necesitan, con esta información ya puede iniciar un negociación

La actividad de la etapa 5 es:

- ✓ El comprador debe solicitar cotizaciones a distintos proveedores con las solicitudes generadas por el planeador e informar a los proveedores invitados a cotizar las condiciones de entrega (mensual, bimestral o trimestral)
- ✓ El comprador debe negociar precios con los proveedores.

Etapa 6: generar de órdenes de compra.

Una vez negociados las condiciones de compra el comprador puede generar órdenes de compra para los siguientes 12 meses.

La actividad de la etapa 6 es:

- ✓ Generar el documento de compra por periodo (mes, bimestre, trimestre) y enviarla al proveedor.

Etapa 7: realizar seguimiento a consumos.

Los consumos pueden variar en algunos materiales es por eso que es necesarios monitorear los consumos

La actividad de la etapa 7 es:

- ✓ El planeador debe hacer un seguimiento mensual del consumo de materiales para tener el control de algún consumo atípico ya sea por un el incremento o decremento.
- ✓ Generar solicitudes de pedido adicionales por incremento de consumos
- ✓ Aplazar entrega de órdenes de compras por decremento de consumos

Etapa 8: Realizar seguimiento a órdenes de compra

En esta etapa es necesario verificar si el proveedor está cumpliendo con las condiciones de entrega establecidas en las órdenes de compra

La actividad de la etapa 8 es:

- ✓ El comprador realiza seguimiento de entregas.

Etapa 9: Revisión de resultados.

Para poder definir el éxito de la implementación de un proyecto es necesario revisar y analizar los resultados arrojados.

La actividad de la etapa 9 es:

- ✓ Los involucrados en cabeza del líder del proyecto deben analizar los resultados obtenidos mediante el antes y el después de la implementación, este se puede hacer mediante los indicadores, costos.
- ✓ Identificar fallas en el proceso de implementación

Etapa 10: nuevas acciones de ajuste.

En un proceso de mejora continua después de identificar las fallas en la implementación de la propuesta es necesario realizar ajustes.

La actividad de la etapa 10 es:

- ✓ Los involucrados deben proponer mejoras concertadas por todos.

9. HERRAMIENTA DE CONTROL Y SEGUIMIENTO

Para realizar la herramienta de control y seguimiento, se propone el programa de Microsoft, EXCEL, ya que APDR cuenta con la licencia para este programa, este programa es de fácil uso además de ser una de las mejores herramientas para programar y formular.

Esta herramienta incluye una base de datos la cual debe alimentarse desde el inicio del proceso, de acuerdo a la información suministrada esta nos arrojara la información necesaria para llevar un control y seguimiento de lo de implementado esto se puede observar en el ANEXO 4

A continuación se muestra en la tabla 14 y 15 el diseño para el seguimiento de órdenes de compra y consumos

No. De necesidad	fecha de entrega	orden de compra	Proveedor	código	Material	UM	Cantidad a entregar	Stock en almacén	Alcance en días	Estado de la OC

Tabla 14 seguimiento de órdenes de compra

En esta tabla podemos incluir la información puntual y necesaria para que el comprador pueda realizar el seguimiento de entrega a cada orden de compra, en la columna 1 incluimos y verificamos que es un orden de compra que corresponde a un PE, en la columna 2 no puede faltar la fecha pactada con el proveedor de entrega, de esta forma el comprador puede filtrar según el mes al cual quiera hacer el seguimiento, en la columna 3 está el número del documento de compra de SAP, columna 4 se podrá observar al proveedor al cual fue adjudicada la orden de compra , de la columna 5 a la 7 se tiene observara la información básica del material, columna 8 estará la cantidad que debe entregar el proveedor, en la columna 9 y 10 el comprador podrá observar información de planeación, con el fin de que se concientice de la importancia

de la entrega de estos materiales, finalmente en la columna 11 se mostrara el estado actual de la entrega, si esta Vencida (no entrego en el tiempo pactado) o está A tiempo(tiene aún tiempo para entregar).

No. De necesidad	fecha de entrega	orden de compra	Proveedor	código	texto breve del material	UM	Cantidad a entregar	Consumo Promedio (Mensual)	Máxima Salida	Stock	Stock de Seguridad	Punto de Pedido	Stock máximo	Alcance (días)	Estado

Tabla 15 seguimiento de consumos

La herramienta de seguimiento de consumos presenta en sus primeras 8 columnas junto con las columnas 15 y 16 la misma información que la tabla de seguimiento de entrega de órdenes de compra, adicionalmente en la columna 9 permite ver un promedio de consumo, en la columna 10 se puede observar cual ha sido el consumo más alto durante el año, de la columna 12 a la 14 se pueden observar los puntos de inventario los cuales se pueden comparar con el stock actual en planta de la columna 11.

Finalmente se realizó un manual para el uso de esta herramienta el cual se puede observar en el ANEXO 4

10. CONCLUSIONES

- La división de compras es un eslabón estratégico dentro de la cadena de abastecimiento de APDR, el no cumplimiento de sus principales funciones puede ocasionar grades perdidas en la operación como trabajos programados, los cuales implican tiempo de producción y de mano de obra.
- La división de compras no tiene establecida una estrategia que mitigue las causas potenciales del agotamiento de materiales en planificación de reaprovisionamiento, como se puede observar en la información actual de la división, estos materiales por tener información de posibles consumos, no pueden faltar ni estar por debajo del stock mínimo.
- Las principales causas del agotamiento de materiales de planeación está asociada a la entrega específicamente a los tiempos demasiados extensos de importación.
- Para tener un control y planeación apropiada de los materiales catalogados en APDR es necesario clasificarlos, ya que como se observa estos pueden ser agrupados y tratados de acuerdo a sus características.
- La ingeniería industrial aporta conocimientos como la teoría de pronósticos los cuales no solo pueden ser utilizados en las ventas, sino en cualquier eslabón de la cadena de suministros que atienda clientes de cualquier tipo.
- Implementar un mejora en cualquier proceso implica establecer un seguimiento que permita la correcta ejecución del mismo.

11. RECOMENDACIONES

- Las mejoras propuestas deben ser analizadas, evaluadas y priorizadas por cada parte involucrada en la mejora.

- La metodología de mejora propuesta se hizo para la planta de Belencito pero puede ser implementada para otras plantas como minas y maquilas.

- Para llevar a cabo las acciones de mejora propuestas es necesario que el equipo involucrado tenga claro el objetivo y este comprometido para así lograr los mejores resultados.

- Durante la implementación de la mejora es necesario que los involucrados estén atentos a las posibles fallas identificadas, con el fin de buscar una oportunidad de mejora en el proceso.

12. BIBLIOGRAFÍA E INFOGRAFIA

Anonimo. (s.f.). *Gestion de Compras y Aprovisionamiento, Modulo 2*. Obtenido de https://ostt.wikispaces.com/file/view/M%C3%B3dulo+2,+Gesti%C3%B3n+de+Compras+y+Aprovisionamiento.pdf

Anonimo. (s.f.). *Herramientas de calidad*. Obtenido de www.idea.edu.pe/herramientas/7taherramientadecalidad5W2H.doc

Chopra, S. (2008). *Administracion de la cadena de suministro.* Mexico: Prentice hall.

Eckes, G. (2004). *SEIS SIGMA Para Todos.* Bogota: Norma S.A.

GESTION. (2003). Tras la Meta del Cero Perfecto SEIS SIGMA. *GESTION*, 38-53.

Mercado, S. (2006). *Compras Principios y Aplicaciones.* Mexico: LIMUSA.

Ortegon, E., Pacheco, J., & Prieto, A. (julio de 2015). *Comisión Económica para América Latina y el Caribe CEPAL.* Obtenido de Metodología del Marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de los proyectos y programas: http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5607/S057518_es.pdf?sequence=1

Pau, J. y. (1998). *Manual de Logística integral.* Madrid: Editorial Díaz de Santos.

Pyzdek, T. (abril-mayo 2013). “Una revolución en marcha”. *GESTION Volumen 6*, 38-53.

Richard B. Chase, F. R. (2009). *Administracion de operaciones produccion y cadena de suministros.* Mexico: Mc Graw Hill.

Rojas, J. L. (2000). *Análisis de la Información de los Artículos Adquiridos por la Dirección de Compras para Controlar las Entradas y Salidas de los Productos.* Mexico: tesis UNITEC.

Ruiz, A., & Rojas, F. (Marzo de 2009). Obtenido de Herramientas de calidad. Modulo 7: http://web.cortland.edu/matresearch/HerraCalidad.pdf

Sampieri, R. (1991). *Metodología de la Investigación.* Mexico: McGRAW.

SPC Consulting Group. (30 de Mayo de 2014). Obtenido de Las 7 Herramientas Básicas de la Calidad: http://spcgroup.com.mx/7-herramientas-basicas/

Toral, A. C. (18 de 11 de 2013). *Problemas organizacionales como reto de toma de decisiones*. Obtenido de http://www.gestiopolis.com/problemas-organizacionales-como-reto-de-toma-de-decisiones/

UNAD Univesidad Nacional Abierta y a Distancia. (s.f.). Obtenido de http://datateca.unad.edu.co/contenidos/256594/256594_MOD/1logstica_de_aprovisionamiento.html

Villavicencio, j. (s.f.). *Instututo de Estadisticas de Puerto Rico.* Obtenido de Introducción a Series de Tiempo: http://www.estadisticas.gobierno.pr/iepr/LinkClick.aspx?fileticket=4_BxecUaZmg%3D

Votorantim, G. (2014). *Acerias Paz del rio - Grupo Votorantim*. Obtenido de http://www.pazdelrio.com.co/es-es/Institucional/Paginas/default.aspx

Walton, M. (2004). *El método Deming en la práctica.* Bogota: Norma.