

**Universidad de Valparaíso
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil Industrial**



**Propuesta de Mejora en la Planificación y Control de la
Gestión Logística de Aprovisionamiento, aplicado a los
EPP en Steel Ferrovial Servicios**

Por

Romina Jacqueline Salinas Urtubia

Trabajo de Título para optar al Grado de
Licenciado en Ciencias de la Ingeniería y título de
Ingeniero Civil Industrial

Prof. Guía Hugo Zuloaga Orrego

Junio 2015

Dedico esta memoria a mis padres Jacqueline y Peniel que fueron y seguirán siendo el pilar fundamental en mi vida, a mis sobrinos, gemelos Mateo y Matías que se convirtieron en dos pequeños angelitos que miran desde el cielo y a ti mi pequeño Fernando Charles Andrés que cuando seas grande me dirás “¿nina porque sale mi nombre en este libro?”.

Agradecimientos

Quisiera agradecer en primer lugar a los profesores, compañeros y amigos que estuvieron presente en mi formación profesional. En especial a mi profesor guía Sr. Hugo Zuloaga que desde un principio acepto ser mi profesor guía, cuando todo el mundo se venía abajo, por recibirme siempre con una sonrisa en la cara cada vez que hacíamos revisión de los avances y tener la disposición de ayudarme en todo momento. Al profesor Héctor Carrillo, que a pesar de no tener obligación alguna conmigo, me brindo sus conocimientos en el área de prevención de riesgos, con consejos y críticas constructivas, a pesar de la distancia. Excelentes profesores, sin lugar a dudas. A mis compañeros Pamela, Natalia y José Miguel por ser excelentes personas y doy gracias por haber sido los compañeros que cualquiera quisiera tener. A mis amigos Consuelo que me daba consejos y guiaba en el desarrollo de la tesis y Sebastián, mi persona favorita, que fuiste un gran apoyo siempre ∞ .

Quisiera también agradecer a la empresa Steel, en especial a la Sra. Sandra Alfaro, por darme la oportunidad de desarrollar mi trabajo de título en la empresa. A los encargados de adquisiciones don Lenin, Raúl, Rubén quienes me mostraron la realidad de trabajar bajo constante presión en el trabajo que desempeñan.

Como no mencionar a Simón, quien hizo más agradable mi estadía en la empresa, con esas mañanas junto al café y excelente vista. Por su ayuda incondicional en la travesía de instalar el programa server sql. Eres el mejor informático.

Por último, agradecer a mi familia, quienes motivaron cada día que estuve en Santiago, fueron cinco años a distancia que por fin terminaron. Ningún día deje de sentir su apoyo. Gracias Mamá, Papá, Yayi, Maggi y a mi pequeño Fer que todos los días me recibía con una sonrisa y un beso al llegar a casa.

Índice

| | |
|--|----|
| Glosario | 7 |
| Lista de abreviaturas y siglas..... | 9 |
| Lista de figuras | 11 |
| Lista de tablas..... | 13 |
| Resumen | 14 |
| Introducción..... | 17 |
| | |
| Capítulo I. Antecedentes generales | 18 |
| 1.1 Descripción de la empresa | 18 |
| 1.1.1 Organigrama | 20 |
| 1.1.2 Steel y sus servicios | 21 |
| 1.2 Proveedores..... | 23 |
| 1.3 Sistema Unysoft..... | 25 |
| 1.4 Departamento de adquisiciones | 26 |
| 1.4.1 Descripción del proceso de compra | 26 |
| 1.4.2 Selección y evaluación de proveedores | 29 |
| 1.4.3 Recepción y despacho de productos en bodega..... | 31 |
| 1.4.4 Traslado y devolución de materiales..... | 33 |
| 1.5 Definición del problema | 34 |
| 1.5.1 Objetivo general y específicos | 35 |
| | |
| Capítulo II. Marco teórico | 36 |
| 2.1 Logística | 36 |
| 2.1.1 Orígenes de la logística..... | 36 |
| 2.2 Cadena de suministro..... | 39 |
| 2.3 Aprovisionamiento | 40 |
| 2.4 Gestión de compras..... | 41 |
| 2.4.1 Tipos de compras | 42 |
| 2.5 Análisis de criticidad | 43 |
| 2.6 Gestión de inventarios | 44 |
| 2.6.1 Sistemas de inventario ABC | 46 |
| 2.7 Sistemas de reposición..... | 50 |

| | |
|---|-----|
| 2.7.1 Sistema de revisión continua | 50 |
| 2.7.2 Sistema de revisión periódica | 51 |
| 2.7.3 Sistemas de revisión perfecta..... | 52 |
| 2.8 Sugerido de compras..... | 53 |
| 2.9 Abastecimiento continuo, Just in time..... | 56 |
| 2.10 Sistemas de previsión de demanda | 56 |
| 2.10.1 Métodos cualitativos | 57 |
| 2.10.2 Métodos de proyección histórica | 57 |
| 2.10.3 Métodos causales | 58 |
| 2.11 Minería de datos | 58 |
| 2.11.1 Algoritmos de minería de datos | 58 |
| 2.11.2 Cómo elegir el algoritmo correcto | 62 |
| 2.12 Sistema MRP | 64 |
| 2.13 Ciclo de mejora continua: PDCA | 65 |
| 2.14 Conclusiones capítulo II | 68 |
| | |
| Capítulo III. Metodología | 70 |
| 3.1 Análisis situación actual | 70 |
| 3.2 Análisis de criticidad | 71 |
| 3.3 Límites del proceso | 76 |
| 3.4 Ciclo PDCA | 76 |
| 3.5 Proyección de demanda usando minería de datos | 77 |
| 3.5.1 Microsoft SQL Server Management Studio | 77 |
| 3.5.2 Administración de configuración de SQL Server | 78 |
| 3.5.3 Microsoft Visual Studio | 79 |
| 3.5.4 Minería de datos en Excel..... | 84 |
| 3.6 Conclusiones capítulo III | 89 |
| | |
| Capítulo IV. Propuestas de Mejora..... | 90 |
| Paso 1: Planificar | 90 |
| 4.1 Causas del problema | 90 |
| 4.2 Oportunidad de mejora | 97 |
| 4.2.1 Justificación de la elección de EPP..... | 98 |
| 4.3 Pronóstico en minería de datos | 101 |

| | |
|--|-----|
| 4.3.1 Pronóstico 1 | 102 |
| 4.3.2 Pronóstico 2 | 104 |
| 4.3.3 Pronóstico 3 | 106 |
| 4.3.4 Resumen..... | 108 |
| 4.3.5 Validación de los resultados de pronóstico..... | 112 |
| 4.4 Detalle EPP | 114 |
| 4.5 Análisis en precios..... | 115 |
| 4.6 Análisis por contrato..... | 117 |
| 4.7 Planes de mejora | 121 |
| 4.7.1 En bodegas..... | 124 |
| 4.7.2 Procedimiento para entrega y frecuencia de EPP | 130 |
| 4.7.3 Encargados de adquisiciones | 132 |
| Paso 2: Hacer..... | 133 |
| 4.8 Sugerido de compras..... | 133 |
| 4.8.1 Inventarios requeridos..... | 134 |
| 4.8.2 Niveles y factores de servicios..... | 136 |
| 4.8.3 Desviación estándar | 136 |
| 4.8.4 Inventario de seguridad..... | 137 |
| 4.8.5 Sugerido de compras final | 140 |
| 4.9 Rediseño de proceso de compra | 141 |
| 4.10 Planilla entrega de EPP..... | 144 |
| Paso 3: Verificar | 146 |
| 4.11 Indicadores..... | 146 |
| 4.11.1 Cumplimiento en el control solped..... | 147 |
| 4.11.2 Cumplimiento en la inspección..... | 148 |
| 4.11.3 Aprobación OC | 149 |
| 4.11.4 Cumplimiento proveedores..... | 151 |
| Paso 4: Actuar..... | 152 |
| 4.12 Conclusiones capítulo IV..... | 152 |
| Capítulo V. Conclusiones y recomendaciones | 154 |
| 5.1 Conclusiones..... | 154 |
| 5.2 Recomendaciones | 157 |

| | |
|---|-----|
| Bibliografía..... | 158 |
| Anexos..... | 161 |
| Anexo N°1: FOR-18 (Formulario de solicitud de pedido)..... | 162 |
| Anexo N°2: Formato recolección de datos..... | 163 |
| Anexo N° 3: Listado de materiales de EPP..... | 164 |
| Anexo N°4: Análisis de criticidad..... | 166 |
| Anexo N°5: Subcategorías de productos..... | 170 |
| Anexo N°6: Variación de precios EPP críticos..... | 174 |
| Anexo N°7: Factor asignado a cada contrato..... | 179 |
| Anexo N°8: Porcentaje de distribución por contrato..... | 180 |
| Anexo N°9: Demanda esperada año 2015 según aumento de personal..... | 181 |
| Anexo N°10: Cálculo SLT..... | 182 |

Glosario

Candado de bloqueo: Dispositivo aislante de energía, que físicamente impide el flujo o movimiento de energía.

Chaleco geólogo: Chaleco fabricado de tela, sin manga que posee cintas reflectantes en pecho y espalda para mantener visible a quien lo utiliza durante la noche, posee bolsillos frontales con diversas utilidades.

Check List: Lista de chequeo.

Contrato: Servicio prestado por la empresa para la realización de trabajos específicos durante un tiempo determinado, estos servicios son adjudicados bajo licitación.

Lead Time: Tiempo de espera de un pedido.

Minería de datos: Complemento de Excel que posee herramientas para el análisis predictivo.

Pijama térmico: Pantalón y chaleco utilizado como segunda capa, especialmente recomendado para zonas de elevadas temperaturas.

Solped: Solicitud que recoge las necesidades o requerimientos a comprar, recepcionado por el Departamento de Adquisiciones.

SQL Server: Sistema de gestión de base de datos.

Unysoft: Corresponde al software utilizado en la empresa, se puede clasificar como un sistema ERP (planificación de recursos empresariales).

Watering: Palabra en inglés que se traduce como aspersión con agua o riego. Servicio empleado por Steel para el tratamiento de aguas residuales.

Lista de abreviaturas y siglas

ABC: Costeo basado en actividades. Método de categorización de inventario en tres categorías: A, B y C.

ARIMA: Algoritmo utilizado en la predicción de largo plazo.

ARTXP: Algoritmo utilizado en la predicción de corto plazo.

Chuqui: División Chuquicamata.

EPP: Elemento de protección personal.

ERP: Planificación de recursos empresariales.

D: Demanda.

DAND: División Andina, Codelco.

DMH: División Ministro Hales, Codelco.

DGM: División Gabriela Mistral, Codelco.

DS: Desviación estándar.

EOQ: Lote económico.

FC: Factor de servicio.

FOR-11A: Formato de evaluación de satisfacción del cliente interno.

FOR11B: Formato de evaluación de satisfacción del proveedor.

FOR-18: Formulario de solicitud de pedido.

FOR-121: Formulario control de materiales.

FOR-286: Formulario de registro de retiro de residuos en faena.

FOR-308: Formulario de evaluación proveedores.

JIT: Justo a tiempo.

LT: Tiempo de entrega usual del proveedor.

MDO: Mantos de Oro.

MMH: Mina Ministro Hales, Codelco.

MRP: Planificación de requerimiento de materiales.

RT: Rodomiro Tomic, Codelco.

OC: Orden de compra.

PDCA: planificar, hacer, verificar, actuar.

P. : Paginas

SCM: Supply Chain Management, Gestión de la cadena de suministro.

SI: Stock actual de existencias.

SLT: Stock para el tiempo de entrega usual del proveedor.

Solped: Solicitud de pedido.

SQL: Lenguaje de consulta estructurado.

SR: Stock requerido.

SS: Stock de seguridad.

UnyAdq: Modulo del sistema Unysoft que utiliza el departamento de adquisiciones.

VOP: Volumen óptimo de pedido.

Lista de figuras

| | |
|--|-----|
| Figura 1: Diagrama organizacional. Fuente: www.steelferrovial.com . Elaboración propia. | 20 |
| Figura 2: Servicios de Steel. Fuente: Elaboración propia | 21 |
| Figura 3: Proceso de compra. Fuente: Procedimiento de adquisiciones Steel. Elaboración propia | 27 |
| Figura 4: Proceso de recepción. Fuente: Elaboración propia | 31 |
| Figura 5: Evolución de la logística. Fuente [Mora 10]. Elaboración propia. | 37 |
| Figura 6: Dimensiones de la SCM. Fuente: [Chavez&Torres-Rabello12]..... | 40 |
| Figura 7: Flujos físicos del sistema logístico. Fuente [Marketing95]. Elaboración propia..... | 45 |
| Figura 8: Proceso gestión de stock. Fuente [Pau&Navascués98]. Elaboración propia..... | 49 |
| Figura 9: Sistema de revisión continua. Fuente: [Escudero11]. Elaboración Propia. | 51 |
| Figura 10: Sistema de revisión periódica. Fuente: [Escudero11]. Elaboración Propia. | 52 |
| Figura 11: Sistema de revisión perfecta. Fuente: [Escudero11]. Elaboración Propia. | 53 |
| Figura 12: Ciclo PDCA. Fuente: Elaboración propia..... | 66 |
| Figura 13: Etapas 5 S. Fuente: [GrupoBimbo14]. Elaboración propia | 67 |
| Figura 14: Conexión de SQL server management con el servidor. Fuente: SQL server management..... | 77 |
| Figura 15: Comprobación del estado de los componentes. Fuente: SQL server configuration manager | 78 |
| Figura 16: Creación de un proyecto de analysis services. Fuente: Microsoft visual studio..... | 79 |
| Figura 17: Establecer origen a los datos. Fuente: Microsoft visual studio..... | 80 |
| Figura 18: Elección de la técnica de minería de datos. Fuente: Microsoft visual studio | 81 |
| Figura 19: Selección y agrupación de datos. Fuente: Microsoft visual studio | 82 |
| Figura 20: Elección del porcentaje de datos de prueba. Fuente: Microsoft visual studio | 83 |
| Figura 21: Implementación del proyecto de analysis services. Fuente: Microsoft visual studio | 84 |
| Figura 22: Configuración de complemento de minería de datos. Paso 1. Fuente: Asistente para configuración de los complementos | 85 |
| Figura 23: Configuración de complemento de minería de datos. Paso 2. Fuente: Asistente para configuración de los complementos | 86 |
| Figura 24: Configuración de complemento de minería de datos. Paso 4. Fuente: Asistente para configuración de los complementos | 87 |
| Figura 25: Establecer conexión entre minería de datos y servidor. Fuente: Excel..... | 88 |
| Figura 26: Conexión exitosa. Fuente: Excel..... | 88 |
| Figura 27: Diagrama 1 de Ishikawa. Fuente: Elaboración propia | 91 |
| Figura 28: Diagrama 2 de Ishikawa. Fuente: Elaboración propia | 93 |
| Figura 29: Diagrama 3 de Ishikawa. Fuente: Elaboración propia | 95 |
| Figura 30: Distribucion mensual en la compra de EPP. Fuente: Elaboración propia | 101 |
| Figura 31: EPP considerados en pronóstico 1. Fuente: Minería de datos Excel | 103 |
| Figura 32: Grafica pronóstico 1. Fuente: Minería de datos Excel..... | 104 |
| Figura 33: EPP considerados en pronóstico 2. Fuente: Minería de datos Excel | 105 |
| Figura 34: Grafica pronóstico 2. Fuente: Minería de datos Excel..... | 106 |
| Figura 35: EPP considerados en pronóstico 3. Fuente: Minería de datos Excel | 107 |
| Figura 36: Grafica pronóstico 3. Fuente: Minería de datos Excel..... | 108 |

| | |
|--|-----|
| Figura 37: Diagrama de Pareto. Fuente: Elaboración propia | 124 |
| Figura 38: Criterio de decisión en la selección 5S. Elaboración propia..... | 126 |
| Figura 39: Formato de encuesta. Fuente: Profesor Héctor Carrillo..... | 130 |
| Figura 40: Proceso actual de compras. Fuente: Procedimientos Steel | 142 |
| Figura 41: Rediseño del proceso de compra. Fuente: [GrupoBimbo14]. Elaboración propia | 143 |
| Figura 42: Indicador cumplimiento en el control solped. Fuente: [Zuloaga0?]. Elaboración propia..... | 147 |
| Figura 43: Indicador cumplimiento en la inspección. Fuente: [Zuloaga0?]. Elaboración propia | 148 |
| Figura 44: Indicador aprobación OC. Fuente: [Zuloaga0?]. Elaboración propia | 150 |
| Figura 45: Indicador cumplimiento de proveedores. Fuente: [Zuloaga0?]. Elaboración propia | 151 |
| Figura 46: Formato de solicitud de pedido. Fuente: For-18 Steel Ferrovial | 162 |

Lista de tablas

| | |
|---|-----|
| Tabla 1: Monto compras años 2013-2014 | 34 |
| Tabla 2: Niveles de servicio usuales | 55 |
| Tabla 3: Ejemplos para elegir el algoritmo según diferentes tareas | 63 |
| Tabla 4: Comparación sistema EOQ v/s MRP | 64 |
| Tabla 5: Tasa de crecimiento 2013-2014 | 71 |
| Tabla 6: Criterio asignado según impacto operacional | 72 |
| Tabla 7: Criterio asignado según flexibilidad operacional | 73 |
| Tabla 8: Criterio asignado según impacto en la seguridad y/o medio ambiente | 73 |
| Tabla 9: Criterio asignado según frecuencia de falla | 74 |
| Tabla 10: Criterio asignado según Frecuencia | 75 |
| Tabla 11: Análisis de criticidad | 75 |
| Tabla 12: Proveedores año 2013 | 97 |
| Tabla 13: Proveedores año 2014 | 98 |
| Tabla 14: Agrupacion de compras | 99 |
| Tabla 15: Comparacion de montos en las compras de EPP | 100 |
| Tabla 16: Cantidad de EPP comprados por meses | 102 |
| Tabla 17: Cantidades estimadas con pronósticos 1, 2 y 3 | 109 |
| Tabla 18: Documentación del modelo de minería de datos | 111 |
| Tabla 19: Columnas del modelo de minería de datos | 112 |
| Tabla 20: Compras realizadas en Enero-Febrero del año 2015 | 113 |
| Tabla 21: Resultados del pronóstico v/s real | 113 |
| Tabla 22: EPP que registran mayores cantidades compradas en el año 2014 | 115 |
| Tabla 23: EPP con mayores variaciones de precio | 116 |
| Tabla 24: Factor asignado según monto | 117 |
| Tabla 25: Contratos con mayor cantidad en compras | 117 |
| Tabla 26: Cantidad de EPP compradas para cada contrato | 119 |
| Tabla 27: Cantidad de EPP comprados en años 2013 y 2014 | 122 |
| Tabla 28: Compras en exceso expresado en monto | 122 |
| Tabla 29: Clasificación ABC | 123 |
| Tabla 30: Código asignado a un EPP según clasificación XX-YY-ZZ | 128 |
| Tabla 31: Ejemplo de matriz de EPP por cargo | 132 |
| Tabla 32: Calculo entrega usual del proveedor | 134 |
| Tabla 33: Stock requerido | 135 |
| Tabla 34: Niveles de servicio | 136 |
| Tabla 35: Desviación estándar | 137 |
| Tabla 36: Stock de Seguridad | 138 |
| Tabla 37: Stock de seguridad distribuida por contrato | 138 |
| Tabla 38: Sugerido de compras | 140 |
| Tabla 39: Planilla entrega y devolución de EPP | 145 |
| Tabla 40: Semáforo indicadores | 146 |
| Tabla 41: Formato de recolección de datos del sistema unysoft | 163 |
| Tabla 42: Listado de EPP comprados | 164 |
| Tabla 43: Análisis de criticidad (completo) | 166 |

| | |
|---|-----|
| Tabla 44: Subcategorías de filtros | 170 |
| Tabla 45: Subcategorías de respiradores | 170 |
| Tabla 46: Subcategorías de buzos | 170 |
| Tabla 47: Subcategorías de zapatos..... | 171 |
| Tabla 48: Subcategorías de guantes..... | 171 |
| Tabla 49: Subcategorías de lentes | 172 |
| Tabla 50: Subcategorías de chalecos geólogos..... | 172 |
| Tabla 51: Subcategoría de candados de bloqueo..... | 173 |
| Tabla 52: Subcategorías de pijamas térmicos..... | 173 |
| Tabla 53: Subcategorías de camisas oxford | 173 |
| Tabla 54: Variación de precios en filtros..... | 174 |
| Tabla 55: Variación de precios en respiradores..... | 174 |
| Tabla 56: Variación de precios en buzos..... | 175 |
| Tabla 57: Variación de precios en zapatos | 175 |
| Tabla 58: Variación de precios en guantes..... | 176 |
| Tabla 59: Variación de precios en lentes..... | 177 |
| Tabla 60: Variación de precios de chalecos geólogos | 177 |
| Tabla 61: Variación de precios en candados de bloqueo..... | 178 |
| Tabla 62: Variación de precios en camisa oxford | 178 |
| Tabla 63: Factor asignado según monto gastado (completo) | 179 |
| Tabla 64: Porcentaje de distribución por contrato durante el año 2014 | 180 |
| Tabla 65: Demanda esperada para el año 2015 | 181 |
| Tabla 66: Stock para el tiempo de entrega usual del proveedor..... | 182 |

Resumen

La empresa Steel Ingeniería, se especializa en el mantenimiento industrial, aspira ser una empresa líder en servicios a la minería. A principios del año 2015 Steel posee 19 contratos distribuidos a lo largo del país en las diferentes divisiones de Codelco.

La presente memoria se desarrolla en el área de adquisiciones que coordina las compras de materiales y arriendos de equipos según las necesidades de los contratos vigentes, a través de tres encargados de adquisiciones distribuidos en las sucursales de Los Andes y Calama. Además de concretar la compra deben cotizar si es necesario, seleccionar proveedores y tener un seguimiento de la compra. El monto de las compras entre el año 2013 y 2014 considera un aumento del 40%, situación que no se ve reflejada por el aumento en la dotación de personal, ya que se esta fue de solo un 23% entre ambos años. Un 8,1% correspondiente al aumento (del 40%), avaluado en \$240.824.061 corresponde a EPP. Se propone una mejora en la planificación de la gestión logística del aprovisionamiento de EPP, con la finalidad de evitar un futuro aumento en el gasto de dichos materiales.

Se consideraron las mismas tendencias en el uso de los EPP del año 2013 para el año 2014, pero incluyendo el aumento del 23% en la dotación del personal. Se calculó entonces, el monto real gastado en el año 2014 y el monto que se esperaba haber gastado considerando el aumento de personal. Las pérdidas ascienden a un monto de \$111.244.158.

Se utilizó el ciclo PDCA para las propuestas de mejora. En la primera etapa de planificar, se determina la causa del problema, mediante 3 diagramas de Ishikawa, donde se llega a la conclusión que la causa más relevante se encuentra dentro de la categoría métodos, no se lleva un registro del consumo y la inexistencia de procedimientos para la entrega de EPP. Se utiliza la herramienta de minería de datos para realizar un pronóstico en los EPP.

En la segunda etapa de hacer, se trabaja con bodegas en el área de inventario, donde se calculan inventarios requeridos, inventarios de seguridad y el sugerido de compras según el factor de servicio. Se propone un rediseño en el proceso de compra para mejorar la planificación y control en los EPP junto con una planilla de control y entrega en la devolución de EPP.

El tercer paso del ciclo es verificar, donde se identifican 4 indicadores para medir los procesos: cumplimiento en el control solped, cumplimiento en la inspección, aprobación de OC y cumplimiento de proveedores. Se utiliza la herramienta del semáforo en los indicadores, utilizando color verde, amarillo y rojo para indicar el estado en el que se encuentra cada uno.

Finalmente el cuarto y último paso del ciclo es actuar, que dependiendo de los resultados de las propuestas de mejora, se toman acciones a seguir: si los resultados son satisfactorios se documentan y se implementa la propuesta, si hay posibilidades de incorporar nuevas mejoras se realiza nuevamente el ciclo y si los resultados son desfavorables se desecha la propuesta. Este último paso es parte de la labor que tendrá la empresa si adopta las propuestas de mejora.

Como conclusión se demostró mediante el análisis la necesidad de una planificación y control en el proceso actual de compra. Se indican ocho propuestas de mejora.

Palabras claves: *ciclo PDCA, departamento de adquisiciones, EPP, orden de compra, solped.*

Introducción

Según la real academia española define la planificación como un *“plan general, metódicamente organizado y frecuentemente de gran amplitud, para obtener un objetivo determinado...”* La planificación por tanto, es una herramienta que ayuda a la organización al establecimiento y logro de sus objetivos. Permite la toma de decisiones y el mejoramiento en los procesos que han sido planificados.

Steel ingeniería es una empresa especializada en el mantenimiento industrial que brinda servicios a la minería, posee tres sucursales, dos de ellas ubicadas en la ciudad de Los Andes y otra ubicada en la ciudad de Calama. A partir de marzo del año 2013 Steel pasa a ser parte de la filial ferroviaria servicios.

El desarrollo del trabajo se centra en el departamento de adquisiciones, que es el encargado de recibir solicitudes de pedido del personal de Steel, seleccionar proveedores, cotizar, realizar compras y tener un seguimiento de éstas. Una vez que los materiales llegan a Bodega, el departamento de Adquisiciones se encarga de enviar las solicitudes de pedido a las zonas norte y sur. El monto de las compras entre los años 2013 y 2014 aumento en un 40%, dentro de este aumento los EPP subieron en un 51% entre ambos años, tal aumento no se justifica por mayor cantidad de trabajadores, ya que la dotación de personal sufrió un aumento de tan solo un 23%.

En relación a lo anterior, se generaron pérdidas, debido a los aumentos que se produjeron en los montos asignados a EPP. En el desarrollo del trabajo se realiza un análisis de los costos reales y los costos que se deberían haber considerado de acuerdo al aumento en el personal para el año 2014, dejando de manifiesto la diferencia de dinero entre ambas situaciones.

El objetivo general de este trabajo de título se define como *“Proponer una mejora en la planificación y control de la gestión logística de aprovisionamiento, aplicado a los elementos de protección personal”*.

La metodología se basa en el ciclo PDCA, definiendo los cuatro pasos que completan el ciclo: planificar, hacer, verificar y actuar. Dentro de ellos se realizó una proyección de demanda utilizando minería de datos, se aplica la herramienta de 5S para implementar en bodegas, se establecen stock de seguridad y sugerido de compras, se propone un rediseño en el proceso de compra, utilizando indicadores que permitan controlar los procesos.

Capítulo I. Antecedentes generales

En el presente capítulo, se presenta la empresa, sus características y principales rubros en los cuales se trabaja. El problema se desarrolla dentro del área de adquisiciones, este departamento es el encargado de realizar la compra, tanto de EPP como de otros materiales, por ello, se detallan también los procedimientos que tiene vigente la empresa, que van desde la solicitud de un pedido de materiales hasta la entrega en bodegas centrales o de faena.

Para finalizar el capítulo, se establece la descripción del problema, el objetivo general y objetivos específicos.

1.1 Descripción de la empresa

Steel Ingeniería es una empresa especializada en el mantenimiento industrial, formada en 1995. Consolidada y en fase de expansión, como lo demuestran numerosas referencias de clientes del sector industrial. La empresa cuenta con un equipo de profesionales joven y dinámico, con una formación técnica y probada experiencia en la gestión de mantenimiento, ofreciendo un servicio de atención personalizada y un excelente tiempo de respuesta.

Desde Marzo del año 2013 Ferrovial Servicios compra el 70% de Steel Ingeniería. A partir de esta fecha Steel es una filial de Ferrovial Servicios, una de las compañías más grande del mundo, pasando a tomar el nombre de Steel Ferrovial Servicios.

La casa matriz se encuentra ubicada en Av. Argentina Oriente N°17 Oficina 401, Edificio Viracocha, Los Andes, Chile. Teniendo en el país dos sucursales:

- ✓ Los Aromos N°36, Jardines Familiares, Los Andes, Chile.
- ✓ Sucursal Calama: Parque APIAC, Camino Antofagasta s/n, Km. 2, Galpón 4, Calama, Chile.

MISION: “Steel Ferrovial Servicios se compromete en entregar servicios de calidad con altos estándares de control de riesgos operaciones y responsabilidad social, para que a través del mejoramiento continuo nos permita agregar valor a la gestión de nuestros clientes, garantizando la satisfacción plena y constante de sus necesidades y requerimientos”.

VISION: “Steel ingeniería aspira a posicionarse en forma sustentable en el tiempo como una empresa líder en servicios a la minería e industria a nivel nacional”.

La empresa reconoce como un pilar fundamental su sistema de gestión integrado, poniendo énfasis en los cumplimientos legales nacionales, que son:

Norma ISO 14001: Permite la identificación y evaluación sistemática de los aspectos ambientales asociados a la actividades contempladas en los servicios ofrecidos y el respectivo control de los impactos asociados, estableciendo las acciones necesarias para su control o mitigación. Empresa está certificada en ISO 14001.

Norma ISO 9001: Ha permitido comprometer a los clientes, además de la ejecución de servicios basados en una política clara y ampliamente difundida en el interior de la organización. Es por ello que se trabaja bajo la premisa que una correcta planificación de los trabajos, permite alcanzar y sostener de manera permanente en el tiempo, un trabajo de calidad que ha sido capaz de satisfacer las expectativas de los clientes. La empresa está certificada en ISO 9001.

Norma OHSAS 18001: Permite asegurar las actividades de mejoramiento continuo, es decir, evitar la ocurrencia de acontecimientos no deseados que puedan afectar la integridad física del personal, de las instalaciones o bienes y la salud de los trabajadores. La empresa está certificada según la norma OHSAS 18001.

Norma SA 8000: Es un estándar de certificación internacional que fomenta en las empresas el desarrollo, el mantenimiento y la aplicación de prácticas socialmente aceptables en el puesto de trabajo. La empresa las define de la siguiente manera:

- No utilizar ni apoyar el trabajo infantil.
- No utilizar ni apoyar el uso de trabajos forzados.
- Controlar la seguridad y salud ocupacional de los trabajadores.
- Respetar el derecho de libertad, de asociación y derecho de negociación colectiva.
- No efectuar ni apoyar ningún tipo de discriminación basada en la raza, origen, religión, discapacidad, género, orientación sexual, participación en sindicatos, afiliación política o edad, al contratar, remunerar, entrenar, promocionar, despedir, o jubilar a su personal.
- No utilizar ni apoyar el uso de castigos corporales, coerción mental o física ni abusos verbales.
- Garantizar que el horario de trabajo, las remuneraciones y beneficios sean otorgados, cumpliendo rigurosamente con todas las leyes vigentes en Chile.

La empresa se encarga de utilizar herramientas de mejoramiento continuo para lograr:

- Satisfacción del cliente.
- Controlar los riesgos operacionales.
- Controlar la salud operacional de los trabajadores.
- Proteger el medio ambiente.
- Promover la responsabilidad social al interior de la organización, con proveedores, contratistas, clientes y partes interesadas.
- Desarrollo sustentable de la empresa.
- Establecimiento y continua revisión de objetivos y metas para el mejor desempeño de sus procesos.

1.1.1 Organigrama

Esta memoria se desarrolla en una de las áreas que presenta Steel Ferrovia Services, el organigrama se presentan en la figura 1.

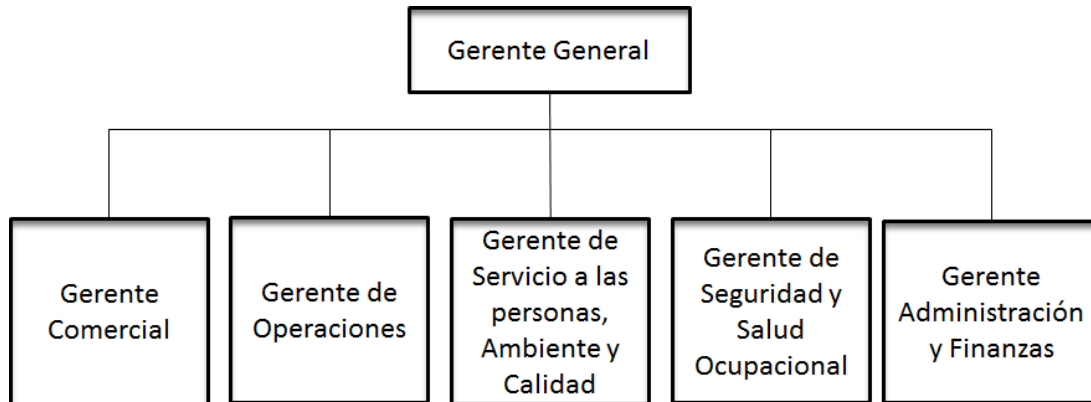


Figura 1: Diagrama organizacional. Fuente: www.steelferrovia.com. Elaboración propia.

El gerente general tiene a cargo 5 gerencias que se muestran en la figura 1, dentro de ellas se desglosan las áreas restantes. Dentro del área comercial se encuentra el Departamento de Adquisiciones, que será el área de estudio durante el desarrollo de esta memoria.

1.1.2 Steel y sus servicios

La empresa, dentro de su área, trabaja principalmente en el área de la minera, en los cuales entrega servicios, dentro de estos servicios se clasifican según la figura 2.



Figura 2: Servicios de Steel. Fuente: Elaboración propia

La descripción de los servicios que se presentan en la figura 2 se detallan a continuación, la información se obtuvo del sitio web de la empresa: www.steelferrovial.com/es/

Mantenimiento industrial y de infraestructura: el servicio está enfocado en el desarrollo de actividades y operaciones especializadas, que tienen el objetivo de mantener el correcto funcionamiento de los equipos, de las instalaciones y de las infraestructuras de los clientes.

Los trabajadores de Steel poseen experiencia y trayectoria en el área de mantenimiento industrial, lo que asegura la calidad en el servicio entregado.

Obras menores de construcción en minería: este servicio en su conjunto abarca el suministro, fabricación, desmontaje, montaje, excavaciones, demolición y colocación de hormigón,

soleras, tuberías, fortificación de taludes, retiro de roca y otros elementos definidos en Ingeniería de detalles.

Operación y arriendo de equipos móviles a tierra: este servicio consta del suministro de los equipos móviles a tierra.

Watering: este servicio está enfocado en el tratamiento de aguas residuales y el manejo de corte o residuos sólidos generados durante el proceso. El objetivo es facilitar la conversión de los subproductos en coproductos, a través de la reutilización de más del 90% del agua residual doméstica e industrial empleada en los procesos mineros.

Limpieza industrial y no industrial: el servicio consiste en el suministro de equipos de tecnología de última generación, además de personal especializado en el aseo industrial y no industrial requerido en las instalaciones industriales, y otras, como por ejemplo, oficinas y campamentos.

Arriendo y operación de equipos móviles de izaje: es el servicio de suministro y apoyo integral a las operaciones, por medio de grúas telescópicas y equipos de izaje, que son utilizadas en actividades como carga, descarga y manipulación de materiales, componentes o equipos.

Steel trabaja a través de contratos para la realización de determinados servicios en las divisiones de Codelco, ubicadas en la zona norte y sur del país. Estos contratos se adjudican mediante licitaciones públicas. Actualmente los contratos vigentes son 19:

1. Contratos zona norte

Codelco División Chuquicamata

Servicios mantención talleres y aseo
 Servicio de limpieza de boca en hornos
 Servicio de mantención, reparación y mejoramiento industrial de Gels
 Servicio de arriendo grúas varias, división Chuquicamata
 Arriendo equipos Chuquicamata
 Servicio mantención electromecánico
 Tranque Talabre Chuquicamata
 Mantención sistema eléctrico
 Manejo cancha de concentrado

Codelco División Gabriela Mistral

Arriendo equipos Gaby
 Aseo industrial DGM

Codelco División Ministro Hales

Corporativo DMH
 Equipos de enlace DMH
 Suministro apoyo equipos MMH

Codelco División Rodomiro Tomic

Equipo apoyo RT2

2. Contratos zona sur

Codelco División Andina

Aseo y mantención Andina
 Servicio integral de grúas telescópicas para DAND

Compañía Mantos de Oro

Limpieza industrial MDO

Anglo American

Equipos de invierno 2

Es importante mencionar que para el año 2015 se termina el contrato de Aseo y mantención División Andina. Sin embargo se adjudicaron nuevos contratos que son: Aseo y mantención Andina 2, Manipulación de cable y mantención infraestructura mina rajo dand para el sector zona sur. Mantención sistema de transporte y chancado y movimiento de tierras Gels en la zona norte.

1.2 Proveedores

Steel Ferrovia Services cuenta actualmente con 414 proveedores, de los cuales la empresa evalúa a aquellos que son considerados críticos.

El encargado de adquisiciones se encarga de realizar las evaluaciones, tanto evaluar a los proveedores como la evaluación de los proveedores hacia la empresa. Las evaluaciones son las siguientes:

FOR-308: formato para evaluar a los proveedores, donde se identifica al proveedor, realizando una evaluación en cuanto a la calidad de los productos, los servicios entregados y del personal de venta. Durante el segundo semestre del año 2014 se realizó evaluación a 24 proveedores.

FOR-11A: formato de evaluación de satisfacción del cliente interno, en el cual personal de Steel, correspondiente a los diferentes contratos evalúa el servicio. Para el segundo semestre del año 2014 los clientes internos que realizaron la evaluación fueron 8.

FOR-11B: formato de evaluación de satisfacción de proveedor. La encuesta se envía al proveedor para que evalúe a la empresa, por ejemplo en atención o plazos de pagos. Esta evaluación la realizaron 9 proveedores para el periodo evaluado.

FOR-173: formato de evaluación subcontratista. La cual se realiza a 3 empresas, en ella se evalúa a las empresas subcontratistas en aspectos como por ejemplo calidad, seguridad o cumplimiento legal.

Algunos de los proveedores que la empresa considera críticos, se mencionan a continuación:

NutrAndes: empresa dedicada al rubro alimenticio, provee de meriendas saludables entregadas a los trabajadores que se encuentran en faena. La empresa está ubicada en Circunvalación Juan Pablo II N°112 Los Andes.

Soin: es una empresa que se dedica a la comercialización de productos de aseo industrial, entre ellas se pueden mencionar: abrillantadoras, arriendos de maquinarias, aspiradoras, carros de aseo, cuidado y seguridad personal, barredoras, limpiadoras a vapor, mopas y trapero, químicos, entre otros. La empresa está ubicada en Av. Ossa 1624, Ñuñoa, Santiago, Chile.

SDN: Supermercado del Neumático, proveedor de neumáticos. Ubicada en España 72, Santiago, Chile.

Ferretería Santiago: es una empresa con más de 100 años de trayectoria, que abastece productos que una obra o proceso productivo involucre. La empresa está ubicada en Lira 919, Santiago, Chile.

Komatsu Cummins Chile Arrienda: es una empresa líder en el arriendo de maquinaria. También posee maquinarias y equipos semi nuevos a la venta. Dentro de los productos que arrienda la empresa se encuentran: Grúas horquillas, manipuladores telescópicos, plataformas articuladas, compresores, torres de iluminación y grupos generadores. La empresa está ubicada en Panamericana Norte Km. 22.5, Lampa, Santiago, Chile.

Spartan: es un fabricante internacional de productos en mantenimiento, limpiadores y desengrasantes industriales. La empresa está ubicada en Cerro Santa Lucía 9873, Quilicura, Santiago, Chile.

Distintec: es una empresa que desarrolla productos innovadores, seguros y con respaldo técnico para maniobras de izaje y amarre de cargas. La empresa está ubicada en El Quillay 520, Parque Industrial Valle Grande, Lampa, Santiago, Chile.

Imprenta Jenny Aguilera: empresa proveedora de talonarios, utilizados para realizar los formatos de Steel, por ejemplo formato solped. La empresa está ubicada en calle Membrillar 230, Los Andes.

1.3 Sistema Unysoft

Un ERP (Enterprise Resource Planning) o un sistema de planificación de recursos empresariales, es un sistema para planificar los recursos y gestionar la información. Es un software integrado que permite a la empresa gestionar las áreas funcionales de la organización. Los sistemas ERP se caracterizan por fácil adaptación e integración de información.

Uno de los principales objetivos de los ERP es satisfacer las necesidades de información requeridos por la empresa, para que distintos responsables puedan tomar decisiones en base a la información entregada por el sistema. [Muñiz04]

El sistema ERP que utiliza Steel Ferrovial es el sistema Unysoft. Unysoft ERP es un software especializado, una herramienta de colaboración, que posee alertas automatizadas e información centralizada en cada área de negocio, que mantiene a todos los usuarios informados en línea y estandariza los procesos.

El software entrega información a todos los usuarios que tienen acceso a dicha información. Para realizar el trabajo más eficiente, en varias dimensiones y sobre una base de datos se permite documentos de diferentes tipos, por ejemplo e-mail, .pdf .xls entre otros.

Toda la información que se encuentra en la base de datos está disponible para la revisión de los usuarios, que puede ser desplegada en pantalla o bien puede ser impresa. Además se pueden descargar reportes de resultados o gráficas.

Principales atributos

Dentro de los beneficios del software Unysoft, que se mencionan en catalogo técnico del software, se destacan los siguientes:

- Es un software equivalente a Sap, Sun System, pero con la diferencia de plazos y precios inferiores, que no requieren de servicios de localización o creación de interfaces.
- La metodología está probada, posee certificaciones de calidad en procesos de capacitaciones.
- Está pre configurado con una base de datos estándar, como por ejemplo, proveedores, documentos o cuentas.
- Fácil de usar, administrar y escalable, es decir pueden participar todos quienes están involucrados en el proyecto.
- Datos centralizados, es decir la información y datos de la empresa está centralizada, además se pueden tener múltiples bases de datos.

- Centro de almacenamiento de todos los archivos, es decir, todos los datos e información puede ser almacenada en archivos Microsoft u otro.
- Alertas automatizadas, que pueden mantener conectado con cuentas de e-mail o celulares.
- Se puede administrar sobre cualquier base de datos SQL server.
- Es una herramienta accesible desde pequeños a grandes negocios, a costos más bajos.

1.4 Departamento de adquisiciones

El departamento de adquisiciones está bajo el cargo de la gerencia comercial, con tres encargados de adquisiciones, dos de ellos trabajan desde la casa matriz y el otro en la oficina de Calama. Recientemente se incorporó un jefe de adquisiciones, quien está a cargo de personal de Los Andes y Calama.

Los encargados de adquisiciones son quienes reciben las solicitudes de pedido de parte del cliente interno, cotizan la solicitud con proveedores aprobados y luego generan la OC para oficializar la compra. El jefe del departamento es quien debe validar las OC y aprobarlas. Una vez aprobadas estas pueden ser enviadas al proveedor correspondiente.

1.4.1 Descripción del proceso de compra

El proceso que actualmente se realiza para comprar materiales e insumos, desde que existe el requerimiento, realizándose la solped, cotizaciones si es necesario y hasta la recepción se muestra en la figura 3.

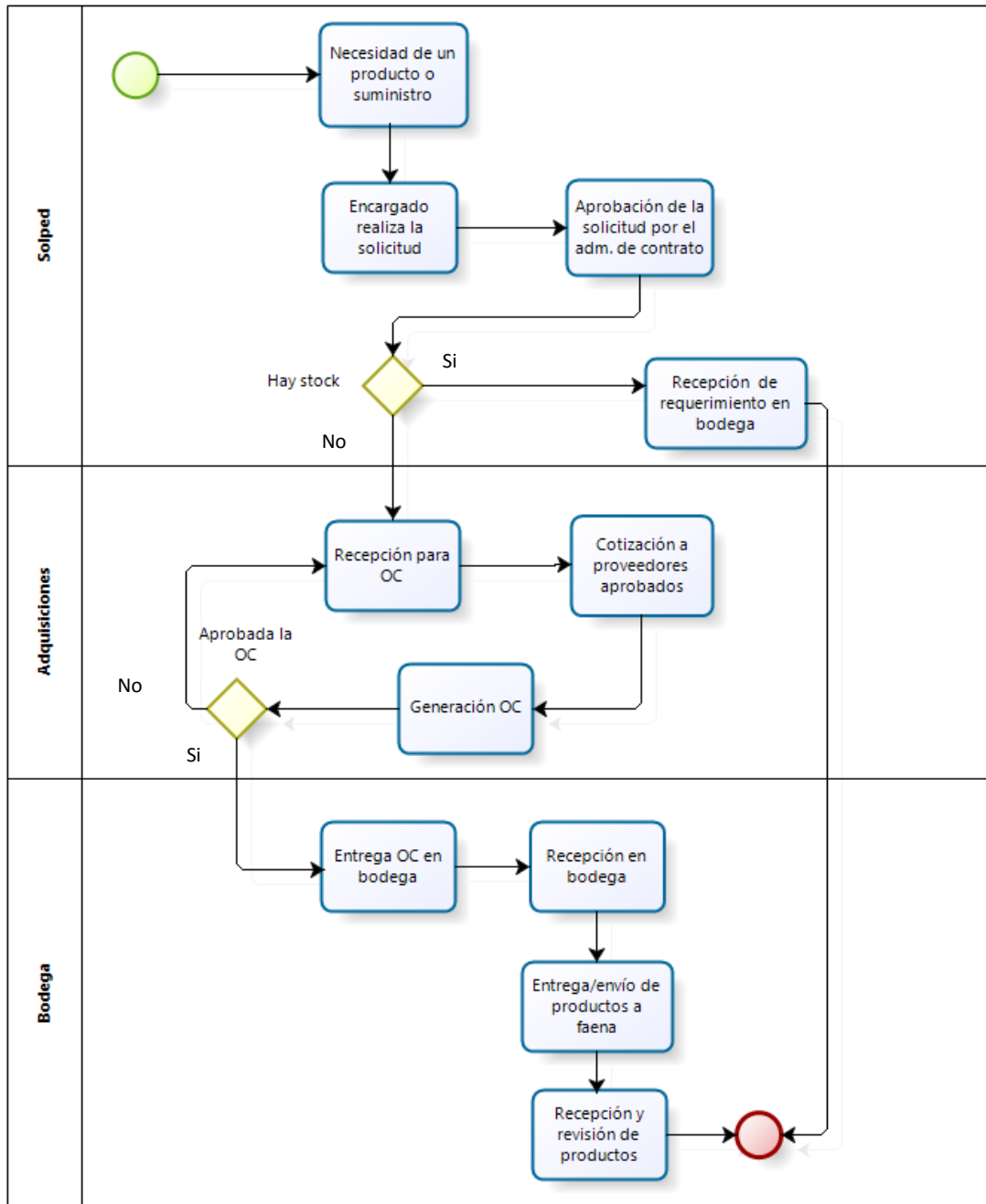


Figura 3: Proceso de compra. Fuente: Procedimiento de adquisiciones Steel. Elaboración propia

El encargado de adquisiciones debe emitir los procesos generados por:

1. Pedidos realizados en el sistema Unysoft mediante personal autorizado para crear dichas solicitudes.
2. Solicitudes de pedido realizadas por personal de faena.
3. Solicitudes de pedido realizadas por personal de bodega.
4. Solicitud que realiza gerencia.
5. A través de aprobación de capacitación a entidades externas o aprobación de cotización.
6. A través de una solicitud de responsable de centro de costo, con previa aprobación de la cotización.
7. Solicitud de pedido debido a urgencia justificada por responsable de faena y autorizada por el gerente de operaciones.

Las solped deben ingresar al sistema Unysoft, una vez cotizadas y aprobadas, se emiten las órdenes de compra OC, para su posterior aprobación y envío al proveedor, este proceso se realiza vía correo electrónico con el proveedor.

Los productos considerados como críticos son aquellos que afectan a la calidad del servicio. Por ejemplo, materiales específicos de un servicio, nuevas materias primas, pedidos a prueba o pedidos elaborados en forma especial.

Cuando se generan OC para los productos críticos, se consideran los proveedores aprobados vigentes, a excepción cuando la compra debe realizarse en forma urgente, autorizada por la gerencia de operaciones. Se entiende por solicitudes urgentes todas aquellas compras que se encuentren fuera de la planificación establecida y que sean consideradas con esta designación en la OC o solicitud de pedido.

Las compras que sean superiores a trescientos mil pesos, deben cotizarse a 2 o más proveedores, o dependiendo de los solicitado por el jefe de adquisiciones. Para aquellos proveedores a los cuales se realizan compras continuas o repetitivas, la cotización se realiza de forma esporádica, debido a que el proveedor abastece constantemente a la empresa.

Las OC deben ser aprobadas y firmadas previamente su envío al proveedor, por el jefe de adquisiciones o bien por el gerente general. En caso de ausencia de ambas personas la OC es autorizada por el gerente de administración y finanzas. Una vez autorizada y firmada la orden de compra el encargado de adquisiciones la envía al proveedor correspondiente.

El encargado o jefe de adquisiciones debe realizar el seguimiento de las OC con la finalidad de asegurar el cumplimiento de las entregas y coordinar el retiro de los productos o insumos.

Las solicitudes de pedido realizadas desde las faenas, llevan un control solped, donde se informa el cumplimiento y estado de las solicitudes. La comunicación es importante entre el

encargado de las solicitudes en faena y el encargado de adquisiciones, para controlar el avance de las solped.

La recepción de productos o servicios puede realizarse en bodega de la casa matriz o en faenas. Este procedimiento debe realizarse por la persona responsable. Cuando se trata de productos críticos, los controles correspondientes deben quedar registrados. Si bien los productos no críticos son controlados, no es obligación el registro de control.

1.4.2 Selección y evaluación de proveedores

Los proveedores considerados críticos, son evaluados continuamente, con la finalidad de asegurar la capacidad del proveedor para abastecer los productos o servicios contratados, de acuerdo con los requerimientos especificados y el cumplimiento en las fechas de entrega.

Los proveedores que se consideran como críticos (aquellos que pueden afectar a la calidad del servicio) se basan en las siguientes especificaciones:

1. Cumplimiento de características del producto o servicio.
2. Cumplimiento de las políticas de la empresa que hacen referencia a seguridad, salud, medio ambiente, y derechos humanos.
3. El precio debe estar dentro de lo planificado, estimado o aprobado.
4. Las referencias del proveedor.
5. Debe cumplir con alguno de los siguientes criterios:
 - ✓ Poseer la certificación ISO 9001 o en proceso de implementación.
 - ✓ Ser un proveedor que cuente con certificación de calidad en sus productos.
 - ✓ Ser el único proveedor para el producto o servicio considerado.
 - ✓ Ser fabricantes, representantes o distribuidores autorizados.
 - ✓ Por requisitos del cliente.
 - ✓ Por comportamiento histórico.
 - ✓ Con auditorias de calidad al sistema de gestión o al proceso productivo, según sea el caso.
 - ✓ Pedidos a pruebas con la previa autorización de gerencia.

Cuando se verifica que el proveedor cumple con alguno de los requisitos mencionados anteriormente, se selecciona al proveedor y este pasa a formar parte de los proveedores aprobados.

Cuando el proveedor no está en la lista de aprobados y existe alguna urgencia, es el gerente de operaciones quien brinda la autorización al responsable de adquisiciones para realizar la compra. El jefe de adquisiciones hace un seguimiento al proveedor en base a su comportamiento para evaluar la factibilidad de incorporarlo como un proveedor aprobado.

El jefe de adquisiciones es el encargado de realizar el seguimiento de los proveedores críticos, de acuerdo a los siguientes parámetros de evaluación:

- Evaluación de productos: se realiza en cuanto a presentación, embalaje, calidad e identificación o expectativas.
- Evaluación de servicio: se realiza en cuanto a agilidad de atención, stock de productos, condiciones de pago, cumplimiento de atención de retiro, tiempo de espera de despacho, facilidad de contactos y cotizaciones.
- Evaluación de asistente de ventas: se realiza en cuanto a sala de ventas, cortesía, confiabilidad, cotizaciones, conocimiento técnico y comunicación.
- Vendedores de terreno: se realiza en base a cortesía, confiabilidad, conocimiento técnico y comunicación.

Estos seguimientos se realizan con una periodicidad semestral, salvo en casos excepcionales pedidos por la gerencia. Estos informes de seguimientos son realizados por el jefe de adquisiciones y entregados para su análisis al jefe de calidad, quien podrá realizar acciones correctivas, preventivas o de mejora.

Se realiza una evaluación de satisfacción del proveedor que tiene la finalidad de obtener una retroalimentación en la relación con el proveedor. Dentro de la evaluación se incorporan puntos tales como comunicación efectiva, cumplimiento en los pagos, atención o aportes al servicio del proveedor. La periodicidad de esta evaluación es semestral, realizada para una muestra de proveedores. La muestra de los proveedores que realizarán la evaluación de satisfacción, se elige en base a aspectos como volumen de compra, ubicación, o proveedor de productos críticos.

En el informe que se prepara de seguimiento a proveedores, el jefe de adquisiciones debe incluir un cuadro estadístico que contenga los siguientes indicadores:

1. Número de proveedores claves evaluados.
2. Porcentaje de proveedores evaluados sobre el total de proveedores del año/semestre.
3. Número total de proveedores con incidencias en el año/semestre.
4. Número de proveedores evaluados en el año/semestre con incidencias no oficiales (son aquellas que no se encuentran en la evaluación).
5. Número de proveedores evaluados en el año/semestre con incidencias oficiales (son aquellas que están incorporadas en la evaluación).
6. Porcentaje de proveedores evaluados con incidencias sobre el total de proveedores evaluados en el año/semestre.
7. Número de incidencias relativas a proveedores.
8. Número de proveedores en situación “condicional por incidencia”.
9. Número de incidencias en actividades subcontratadas sobre aspectos medioambientales, de seguridad y/o salud.
10. Número de proveedores evaluados en criterios medioambientales de calidad.
11. Porcentaje de los principales distribuidos y subcontratista (de proveedores críticos) que han sido objeto de análisis en materia de recursos humanos.

Los productos críticos deben ser revisados y entregados a la persona que solicito el producto o una persona competente autorizada previamente. La revisión se registra en el formato FOR-121 de control de materiales con la firma de la persona quien realiza el control.

Cuando los productos llegan directamente a faena sin pasar antes por bodega de la casa matriz, el bodeguero de faena, o en caso de ausencia de éste, la persona designada por el administrador para la recepción, debe realizar lo descrito a continuación:

1. Revisar si los productos cumplen con lo solicitado, ya sea en calidad y en cantidad.
2. Revisar las condiciones del producto, estas deben estar de acuerdo a las especificaciones de cada producto.
3. Firmar la recepción del producto en la guía, factura o boleta según corresponda, indicando la aprobación o el rechazo del producto y nombre de la persona quien recibe los productos.
4. Enviar o entregar al encargado de adquisiciones todas las guías de despacho, facturas u otros documentos entregados al momento de la recepción.

Cuando los productos se reciben en software, se deben ingresar los datos al sistema Unysoft, en el área de UnyAdq/recepción de la siguiente forma:

1. Seleccionar el tipo de documento que se recibe.
2. Colocar el número del documento que se recibe.
3. Seleccionar la OC a la cual corresponde la recepción.
4. Ingresar la cantidad que se recibe en cada ítem de la OC desplegada en la pantalla.

Estos ingresos al sistema Unysoft deben realizarse de forma diaria. Lo óptimo es hacer los ingresos por recepción, se recomienda una vez al día, sin dejar ingresos pendientes para el día siguiente.

Todos los productos que se reciben en bodega se deben marcar o rotular, ya sea como producto para stock o como material de cargo directo de obra, la cual debe ser identificada por faena o centro de costo.

Cuando el supervisor de faena o encargado del área debe solicitar el producto requerido, lo hace mediante el documento FOR-18 de solicitud de pedido (ver anexo N°1). Este documento debe ser entregado en planificación para su posterior revisión y solicitud de entrega de stock o generación de la OC.

En lo que respecta a la entrega de productos se debe chequear y firmar de acuerdo a lo siguiente:

- Si es un producto de stock se debe completar con el formulario FOR-18, indicando al pie de página la persona que entrega y quien recibe en material, con sus respectivas firmas. Cuando el material es despachado a faena se debe completar una guía de despacho.

- Cuando el producto posee una OC, el producto es derivado a las faenas, debe incorporar la guía de despacho timbrada. El transportista es el encargado de pedir la firma al solicitante o quien recibe, para posteriormente ser devuelta a bodega.
- Cuando el producto es entregado directamente en obras y no pasan por bodega central, el bodeguero es quien debe solicitar el documento, ya sea guía de despacho o factura. Además debe realizar la revisión correspondiente incluyendo los datos necesarios como nombre, firma, calidad y cantidad. Esta debe ser recepcionado en el sistema Unysoft.

1.4.4 Traslado y devolución de materiales

El procedimiento que se debe cumplir para el tránsito en la vía pública en el traslado de materiales en cualquier medio de transporte de Steel Ferrovia Services es el siguiente.

1. Para el traslado de materiales desde la bodega central a las faenas, se debe entregar al conductor que efectuará el transporte la guía interna Steel original y tres copias donde se registra el detalle del producto que se traslada.
2. Para la devolución de materiales desde cualquiera de las faenas a bodega central, ya sean por termino de contrato, reparación, mantenimiento o devolución por termino de arriendo, se debe entregar al conductor del traslado una guía Steel donde se registra el tipo y la cantidad de material, este debe llevar el original y la copia para entregarlo en bodega central, tener tres copias para tránsito en la vía pública y cuatro cuando debe quedar una copia en faena.
3. El documento válido para la autoridad fiscalizadora de carabineros de Chile, Servicio de impuesto internos, frente a algún control rutinario en el traslado de materiales en la vía pública es la guía interna Steel. Al no contar que la guía Steel, se expone a requisar la carga y a multas tributarias.
4. En la guía Steel se debe especificar en forma detallada la descripción de materiales y la cantidad de cada uno de ellos. Si es necesario se debe adjuntar una hoja anexa con la descripción.
5. En caso que equipos de cualquier índole sean devueltos, se debe adjuntar un Check List del equipo. Si el equipo es arrendado, se deben adjuntar fotografías del estado de conservación del equipo.
6. Cuando los bodegueros de los contratos, realicen devoluciones de materiales contaminados en las faenas, deben adjuntar a la guía interna Steel el FOR-286 de registros de retiro de residuos en faena.
7. La conservación de los materiales o insumos trasladados, es responsabilidad de los administradores, supervisores y bodegueros de faena. La conservación conlleva asegurarse de:
 - Embalaje.
 - Afianzamiento de la carga.
 - Lugar de entrega.

- Horario de entrega.
- Coordinación con casa matriz.
- Método utilizado en la carga y descarga.
- Personal competente utilizado en el movimiento y carga.
- Chequeo de los equipos y de la condición de los mismos para ser entregados en bodega central.
- Registrar en forma clara el detalle de la carga a trasladar.
- Registrar cualquier otro detalle necesario para el desarrollo exitoso del traslado.

1.5 Definición del problema

El departamento de Adquisiciones es el encargado de recibir solicitudes de pedido del personal de Steel, seleccionar proveedores, cotizar, realizar compras y tener un seguimiento de éstas. Una vez que los materiales llegan a Bodega, el departamento de Adquisiciones se encarga de enviar las solicitudes de pedido a las zonas norte y sur. En la tabla 1 se presentan el monto de las compras realizadas durante los años 2013 y 2014.

Tabla 1: Monto compras años 2013-2014

| MONTO COMPRAS | |
|------------------|------------------|
| 2013 | 2014 |
| \$ 4.582.598.891 | \$ 7.555.735.449 |

Fuente: Elaboración propia

Según datos entregado por personal de recursos humanos, entre diciembre del año 2013 y diciembre del año 2014 la dotación de personal aumento en un 23%, sin embargo las compras como se observa en la tabla 1 han aumentado entre ambos años un 40%, tales cifras demuestran que en relación al aumento de personal el aumento en las compras fue mayor. Dentro de las compras que realiza Steel se encuentra las de elementos de protección personal, entre los años 2013 y 2014 el monto en la compras de EPP aumentó en un 51%.

La diferencia entre los montos comprados en los años 2013-2014 es:

$$Q = \$2.973.136.558$$

Donde los EPP representan un 8,1% de Q y es la cuarta causa con mayor aumento en Q, antecedido por un 9% correspondiente a transporte, 12% correspondiente a herramientas y accesorios y en primer lugar con un 34% que corresponde al arriendo de equipos y maquinarias.

1.5.1 Objetivo general y específicos

Objetivo general

Proponer una mejora en la planificación y control de la gestión logística de aprovisionamiento, aplicado a los elementos de protección personal.

Objetivos específicos

- Establecer una clasificación por categorías de los materiales o elementos adquiridos que sean del tipo EPP.
- Calcular la tasa de crecimiento del año 2014 en relación al año 2013.
- Establecer un análisis de criticidad por uso o precio de los EPP, con la finalidad de centrar el plan en aquellos considerados con mayor rotación y valor.
- Elaborar la planificación central para el aprovisionamiento de EPP en la recepción y entrega.

Capítulo II. Marco teórico

En capítulo II, se desarrolla el ámbito global de la gestión logística y el aprovisionamiento, para luego describir el proceso de compra y los tipos de compras en los cuales se clasifican según la bibliografía.

Los montos no serán expresados directamente, para resguardar los datos entregados por la empresa, por ello se analiza un método para la clasificación de estos sin directamente abordar valores, a través del análisis de criticidad.

Para abordar el problema, se estudia la perspectiva de inventarios, desde el punto de vista post compra, asociado a bodegas que es parte del proceso que debe supervisar el departamento de adquisiciones, pasando por diversas metodologías para clasificar los materiales como sistema ABC, sistemas de reposición EOQ o just in time.

Otra perspectiva se relaciona directamente con la planificación de las compras, se analizan metodologías como previsión de demanda o sistemas MRP.

Al finalizar el capítulo, se realizan las consideraciones finales, una vez analizadas las herramientas presentes en el capítulo.

2.1 Logística

2.1.1 Orígenes de la logística

El término de la logística proviene del griego *logistiké*, que se relaciona con el cálculo. Durante el imperio romano se utilizó la logística como término militar, con ello se hacía referencia al administrador del ejército. La logística se extendió por todos los ejércitos como *“el arte de la guerra que se ocupa de organizar el movimiento de las tropas en campaña, su alojamiento, transporte y avituallamiento”*. [Escudero13]

La logística comienza a usarse como expresiones logísticas numéricas cuando Francois Viète (1591) las introduce e utiliza para el cálculo numérico y alfabético. La logística se relaciona con la adquisición y suministro de equipos y materiales necesario para cumplir un fin. En la figura 5 se muestra un análisis a través de los años de la logística.

La logística permite coordinar el producto correcto, el cliente correcto, en el lugar y en el tiempo correcto.

Los objetivos de la logística son aumentar las ventajas competitivas, establecer relaciones con los clientes y proveedores de tal manera de generar un aumento en los beneficios económicos. Otro objetivo que busca la logística es reducir costos y contribuir a aumentar las utilidades de la empresa, a través de la racionalización y optimización de los materiales utilizados. [Mora10]

2.1.2 Indicadores de gestión logística

Los indicadores de gestión pueden ser valores, unidades o índices. Un indicador es una magnitud que da a conocer el desempeño o el comportamiento de un proceso, al medir un proceso se compara con un nivel de referencia, detectando posibles desviaciones que permiten tomar acciones correctivas o preventivas, según sea la situación. Se pueden medir muchos procesos, sin embargo se debe poner énfasis en aquellos que son consideradas variables críticas en el proceso, logrando así eficiencia y eficacia en la organización. [Labrador05]

Los indicadores de gestión son un medio no un fin, porque estos son un apoyo para la organización. El indicador muestra información, permite el control del proceso y por ende facilita la toma de decisiones.

Los indicadores deben ser cuantificables, consistentes y comparables. Sus principales objetivos son:

- Identificar y tomar las acciones correspondientes frente a problemas operativos.
- Lograr la satisfacción del cliente, a través de la reducción del tiempo de entrega y optimización en el servicio.
- Mejorar el uso de los recursos y activos, permitiendo aumentar la productividad y efectividad en las actividades.

Para lograr efectividad, los indicadores deben ser los mínimos, que indiquen la información relevante y la que se quiere medir. De la clasificación de los indicadores logísticos se encuentran:

- Indicadores financieros y operativos: que son los que miden el costo total de la operación logística.
- Indicadores de tiempo: son aquellos que miden la duración de los procesos logísticos de la empresa.
- Indicadores de calidad: corresponden a aquellos que muestran la eficiencia de los procesos, por ejemplo el % de pedidos perfectos.
- Indicadores de productividad: muestran la capacidad para realizar de manera eficiente las actividades con los recursos que se dispone.

2.2 Cadena de suministro

A través de la logística, la empresa integra las actividades de su producción con las actividades de los proveedores, es decir con la cadena de suministro (Supply Chain).

La cadena de suministro en la cual se encuentra inserta la empresa debe funcionar con eficacia y rapidez. La función desempeñada por la logística a la vez debe organizarse y gestionarse en los sistemas productivos con rapidez y eficacia. Por ello es importante la integración y la comunicación entre todas las áreas o departamentos que componen la cadena. [Cuatrecasas12]

El flujo de materiales se realiza en el sentido de suministro de la demanda, que se conoce como descendente ya que está dirigido hacia el consumidor, que se encuentra al final de la cadena.

Desde el punto de vista conceptual, se encuentra el flujo de información, que mediante enlaces como por ejemplo, fax, correo electrónico, teléfono u otros, se traspassa a través de la cadena para gestionar las actividades de gestión logística, ya sean en los lugares de recepción o en los lugares centrales. [Cuatrecasas12]

Al hablar de sistema, se refiere al conjunto de medios interrelacionados con la finalidad de lograr los objetivos fijados por la organización. Por lo tanto el sistema logístico es la combinación de la cadena de suministro incluyendo materiales, productos y servicios junto con el sistema de información.

2.2.1 Gestión de la cadena de suministro

SCM (Supply Chain Management) o la gestión de la cadena de suministro tiene su origen y fundamento en la logística. Hace décadas atrás, se avanza en la logística respecto al desarrollo de métodos y modelos para el abastecimiento, relación con proveedores, almacenamiento, gestión de stock, distribución y transporte. [Chavez&Torres-Rabello12]

La tecnología de información, es un elemento clave en la SCM, mediante el uso de internet, códigos de barra, mecanismos de rastreo u otros.

Una cadena de suministro abarca desde el proceso de abastecimiento, fabricación hasta la distribución.

Para el Supply Chain Council la gestión de la cadena de suministro abarca cada esfuerzo involucrado en producir el producto final, desde el proveedor proveedor hasta el cliente cliente. [Chavez&Torres-Rabello12]

La SCM incluye tres dimensiones: estratégica, táctica y operativa. Se ilustran en la figura 6.

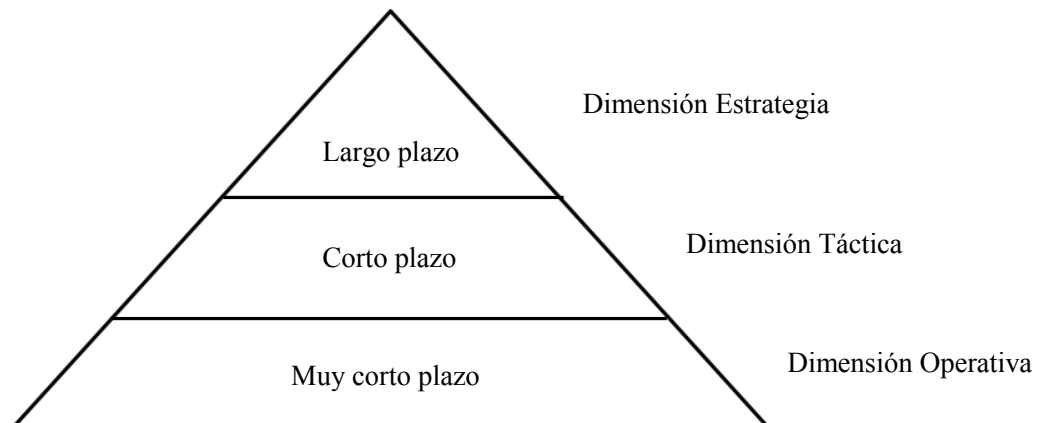


Figura 6: Dimensiones de la SCM. Fuente: [Chavez&Torres-Rabello12]

La dimensión estratégica se refiere al medio con el cual se logran las ventajas competitivas. Cada organización que compone la cadena de suministro debe tener una orientación estratégica, su carácter es de largo plazo. Una vez establecidas las estrategias se continúa con las decisiones tácticas.

La dimensión táctica, se refieren a decisiones de corto plazo. Por ejemplo entrega de servicios diferenciados a clientes que fluyen transversalmente en la cadena. Se deben mirar los flujos como procesos, entendiéndolos como secuencias de actividades.

Por último la dimensión operativa se refiere a decisiones de muy corto plazo. Por ejemplo traslado de materiales, que involucra tareas como almacenamiento o distribución que se realizan de forma interna en la organización.

2.3 Aprovisionamiento

Son todas las acciones que realiza la empresa con la finalidad de abastecerse con los materiales e insumos necesarios para lograr el funcionamiento y brindar los servicios prestados por la empresa. Es un proceso que comprende desde la planificación de las compras hasta la recepción y almacenaje de los materiales, asegurando la calidad y el mínimo costo. Los principales objetivos de la gestión de aprovisionamiento son: [Escudero11]

1. Adquirir materiales e insumos que son requeridos.
2. Gestionar la recepción y almacenaje de los productos.
3. Mantener stock mínimos de materiales en bodega.
4. Controlar los inventarios sus costos, utilizando las técnicas adecuadas.
5. Establecer un sistema de comunicación adecuado entre los departamentos de la empresa.

2.4 Gestión de compras

El departamento de compras es el encargado de adquirir, gestionar, cotizar y realizar la compra de los productos o servicios necesarios para que el funcionamiento de la empresa sea óptimo y lograr los objetivos propuestos por la organización.

Para conseguir una gestión, el departamento debe trabajar en conjunto con otras áreas y departamentos de la empresa, como por ejemplo, bodegas, proveedores, cliente interno. En la gestión se deben tener en cuenta algunos factores que pueden alterar el proceso: [Escudero11]

- Presupuesto anual de la empresa.
- Necesidades y requerimiento de materiales y suministros.
- Materiales que se encuentran en bodega.

La gestión de compras abarca las funciones de recibir las solicitudes de pedido, seleccionar a los proveedores, asegurarse que la compra se concrete y los productos lleguen en la fecha indicada a las bodegas centrales. Los principales objetivos del departamento de compra son: [Escudero11]

1. Analizar las tendencias de mercado, con la finalidad de anticiparse a posibles cambios, como fluctuaciones en los tipos de cambio.
2. Realizar un seguimiento de las solicitudes de pedido, asegurándose que sean entregados al solicitante.
3. Buscar proveedores competitivos, que entreguen los precios y calidad que cumpla con las expectativas de la empresa.
4. Realizar evaluaciones a los proveedores y mantener las relaciones eficientes que permitan obtener de manera rápida los materiales solicitados.

Proceso de compra

La compra es considerada como la primera función de la cadena de suministro. Las etapas que constituyen el proceso de compra se pueden resumir en las siguientes: [Escudero11]

1. Planificación de la compra: consiste en anticiparse a las necesidades.
2. Análisis de las necesidades: el departamento de adquisiciones recibe las solicitudes de todos los contratos, las personas encargadas son quienes deben priorizar las gestiones para su posterior orden de compra.
3. Solicitud de cotizaciones: se piden cotizaciones a los proveedores cuando las compras son de elevados costos. Esto evita tomar una mala decisión con respecto al proveedor.
4. Selección de proveedor: al elegir al proveedor se deben considerar el precio, la calidad, las condiciones y garantías que entrega el proveedor. Se debe elegir a quien ofrezca las mejores condiciones en el servicio.
5. Negociación en las condiciones: en esta etapa se deben realizar acciones en las cuales se gestionan las características específicas del servicio que son negociables, como por

ejemplo la cantidad mínima, forma de pago, fechas de entrega de materiales, traslado, entre otras.

6. Orden de compra: es un documento que se realiza una vez que concretada la compra y se pide al proveedor los materiales.
7. Seguimiento de pedido: se realiza para verificar que se entregó lo que realmente se compró, verificar las condiciones en la calidad y fechas acordadas con el proveedor.

Las empresas de servicios, tienen por objetivo satisfacer las necesidades del cliente, utilizando los medios disponibles para cumplir con las metas.

2.4.1 Tipos de compras

Como se mencionó anteriormente, las compras se desencadenan de una necesidad o un requerimiento, según ellos, las compras se pueden clasificar en las siguientes categorías:

Compras especiales: son aquellas que se realizan para la obtención de bienes de uso, como por ejemplo maquinarias, computadores, vehículos, entre otros. Estas compras generalmente requieren una inversión grande, por ello deben ser autorizadas por personal de la empresa, como el gerente comercial.

Compras anticipadas: estas compras se realizan antes de que se efectúe la necesidad, que pronto tendrá lugar de mediano o largo plazo. Esta estrategia se puede aplicar cuando se conocen las necesidades o se tiene una proyección de demanda de los materiales. Se puede aplicar a artículos básicos o de uso diario.

Compras estacionales: se realizan para productos de temporadas, por ejemplo en la época de verano es común que aumente la demanda de bloqueadores y protectores solares.

Compras rutinarias: son aquellas que se realizan en pequeñas cantidades, ya que su entrega es diaria. Se utiliza este tipo de compra para aquellos artículos de consumo constante.

Compras de oportunidad: son aquellas cuando se da la ocasión de comprar a bajos precios, se supone una inversión con cierto riesgo, pero si el resultado es positivo se obtendrá un beneficio.

Compras de urgencia: estas compras no suelen ser de gran volumen y se realizan cuando se requieren cubrir necesidades urgentes. Estas compras se realizan en forma rápida, por lo que no hay tiempo para realizar cotizaciones o pedir presupuestos.

2.5 Análisis de criticidad

Es una metodología que permite jerarquizar sistemas, instalaciones y equipos, en función del impacto global. En el análisis de criticidad se debe definir un alcance y un propósito para el análisis, establece los criterios de evaluación y seleccionar un método de evaluación para jerarquizar la selección de los sistemas que serán analizados. [Amendola06]

El objetivo de un análisis de criticidad es establecer un método que sirva de instrumento de ayuda en la determinación de prioridades. Desde el punto de vista matemático la criticidad se puede expresar como:

$$\text{Criticidad} = \text{Frecuencia} \times \text{Consecuencia}$$

La frecuencia se asocia al número de eventos que se presenten en el sistema evaluado, mientras que la consecuencia se define como:

$$\text{Consecuencia} = (\text{Impacto operacional} \times \text{Flexibilidad}) + \text{Impacto de seguridad y medio ambiente} + \text{Frecuencia de la falla}$$

Impacto operacional, se refiere a los efectos que causan en la producción.

Flexibilidad, corresponde a la posibilidad de realizar un cambio rápido para continuar con la producción sin incurrir en costos o pérdidas.

Impacto de seguridad y medio ambiente, se refiere a los posibles daños e inconvenientes que podría causar en las personas o el medio ambiente.

Frecuencia de falla, corresponde al número de veces que se repite un evento considerado como falla.

El análisis de criticidad se aplica a cualquier conjunto de procesos, plantas, sistemas, equipos y/o componentes que requieran ser jerarquizados en función de su impacto en el proceso. Se aplica a:

- Mantenimiento
- Inspección
- Materiales
- Disponibilidad de planta
- Personal

Si se refiere a la gestión de compras, la categoría que se utilizaría dentro de las señaladas anteriormente es la de materiales. La criticidad en el ámbito de los materiales se define como

aquella que ayuda sobre el control de equipos, repuestos, requerimientos de materiales o herramientas.

2.6 Gestión de inventarios

En el antiguo Egipto se presenta un ejemplo, cuando José le propone al faraón almacenar víveres en los años de abundancia con la finalidad de cubrir aquellos años en los que se presenta escasez, pronto se mostraron los resultados positivos de la decisión tomada. En la antigüedad se asociaba el inventario con el hecho de tener siempre disponible las existencias, hoy en día los stock de materiales se asocian con costos. [Mora10]

La eficiente gestión de los inventarios necesita medidas para asegurar el control y seguridad administrativa y contable. Se debe alcanzar un equilibrio entre la satisfacción del cliente y las inversiones en activos.

Funciones y objetivos de los inventarios

Algunas de las funciones de los inventarios son:

- Equilibrar la oferta y demanda.
- Proteger a la empresa de la inseguridad en la demanda y el abastecimiento.
- Los inventarios de materias primas facilitan la toma de decisiones en el corto plazo.
- Aprovechar economías de escala, se pueden abaratar costos con las compras en grandes cantidades.
- La demanda no es completamente predecible por lo que se requiere de inventario para satisfacer sus necesidades.

Algunos de los objetivos de los inventarios son:

- Apoyar la rentabilidad de la compañía.
- Disminuir las ventas perdidas.
- Entrega dentro de los plazos establecidos.
- Responder frente a la demanda ante imprevistos.

Al analizar la función logística de la empresa, se observa que los inventarios se relacionan con el área de finanzas, producción, marketing y ventas. En la figura 7 se ilustra el flujo físico del sistema logístico.

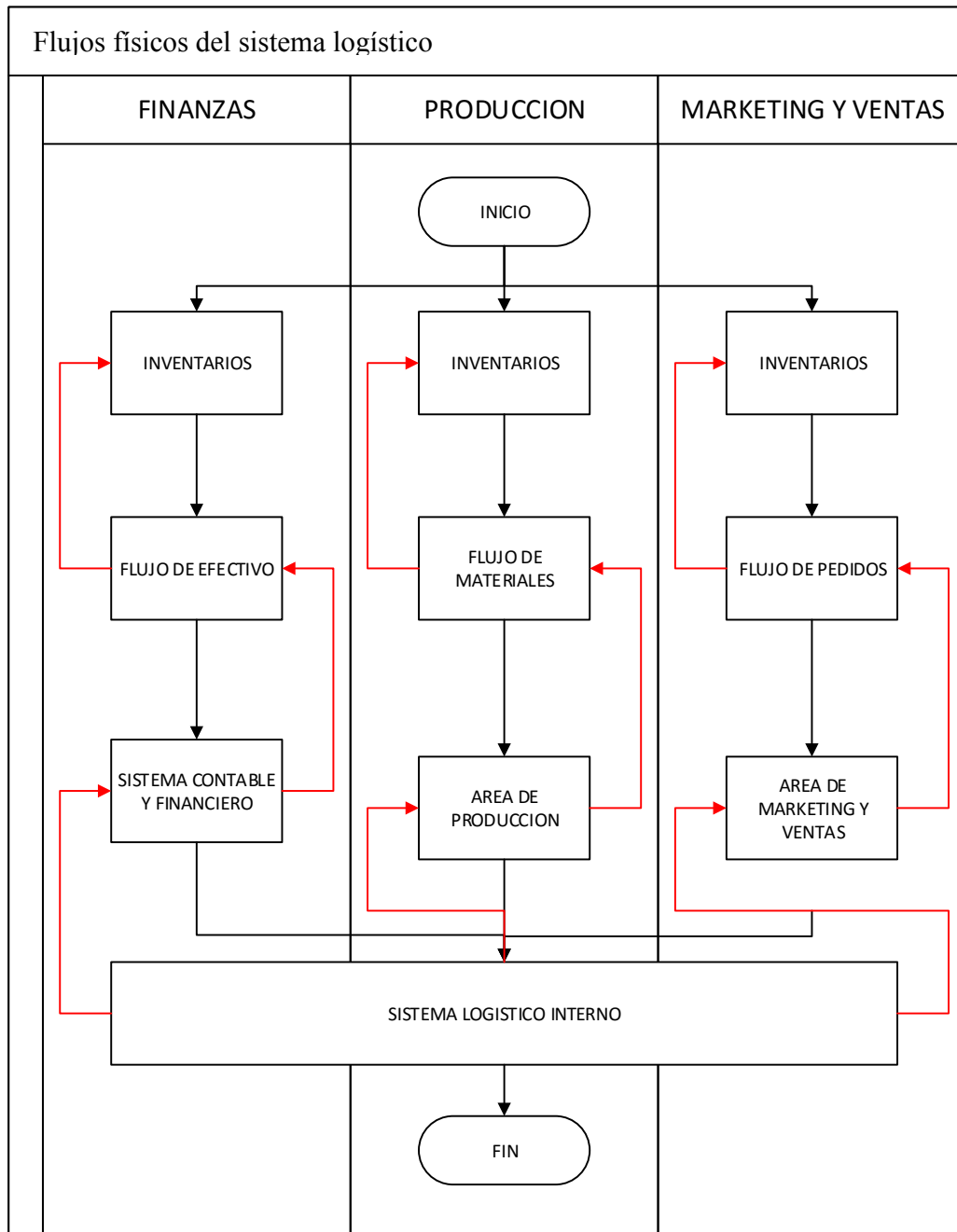


Figura 7: Flujos físicos del sistema logístico. Fuente [Marketing95]. Elaboración propia.

Las líneas de color negro representa aquella información que entra al sistema logístico proveniente de finanzas, producción, marketing y ventas que son: cobros, materias primas y órdenes de compra respectivamente. Esta información genera una retroalimentación a los departamentos, representada por líneas de color rojo, que son: desembolsos, productos y ventas respectivamente.

Tipos de inventarios

Los diferentes tipos de clasificación de stocks, se presentan de acuerdo a diferentes puntos de vista o según lo que controlan. En la empresa manufacturera se describen 4 tipos de inventarios: [Mora10]

Materias primas: son aquellas compradas por el fabricante y pueden ser sometidas a operaciones de transformación para pasar a ser un producto terminado.

Productos en proceso de fabricación: es la producción parcialmente manufacturada, dentro de esta categoría se encuentran los materiales, mano de obra y gastos indirectos de fabricación.

Productos terminados: son los productos finales que están listos para la venta.

Suministro de fábrica o fabricación: también es conocido como stocks de materiales, que puede asociarse al bien terminado.

Costos de inventarios

1. Costos de conservación o mantenimiento: son los costos que se deben cubrir cuando las existencias están un determinado tiempo en inventarios. Estos costos son de mantenimiento y propiedad de los inventarios, como por ejemplo el costo de oportunidad del dinero invertido, costo de almacenamiento, deterioro, obsolescencia, entre otros.
2. Costos de agotamientos: surgen cuando faltan existencias, son los costos en los que incurre la empresa al no satisfacer la demanda.
3. Costos de adquisición (producción): se refiere al costo directo asociado a la compra o adquisición de un bien.

2.6.1 Sistemas de inventario ABC

En esta categorización se clasifican los productos en tres categorías A B y C, en la cual se sigue el principio de Pareto, es decir, el 20% del número de artículos en stock representan el 80% del valor total de ese inventario. Cada categoría tiene características que las diferencian: [Mora10]

Productos categoría tipo A

- Se refieren a un porcentaje bajo de unidades físicas, en relación con el total de artículos inmovilizados.

- Se encuentra en esta categoría gran parte del capital inmovilizado, este capital puede recuperarse fácilmente y genera gran parte de la utilidad.
- Nunca deberían estar agotados, ya que representan un nivel de servicio superior al 99%.
- Poseen una rentabilidad alta.
- El nivel de inventario de estos productos suele ser elevado.
- El costo de venta es menor si se compara con los productos categorizados en B y C.
- Son bienes de alta rotación y su demanda suele ser predecible.
- El proceso productivo es predecible.
- Los proveedores de artículos están más desarrollados.

Productos categoría tipo B

- Tienen una representación mediana en cuanto a las unidades físicas con relación al total.
- Representan el segundo valor en relación al capital inmovilizado. Su tratamiento es intermedio, es decir, que no requieren una gran inversión.
- Poseen una rentabilidad intermedia.
- El nivel de inventario de estos productos suele ser medio.
- Son bienes con rotación media y al pronosticar la demanda no suele ser acertada.
- Tienen un costo de venta intermedio, en relación a los productos A y C.

Productos categoría tipo C

- Representa un alto porcentaje en cuanto a unidades físicas movilizadas, en relación con el total.
- Los productos del tipo C movilizan menor capital con respecto a la inversión total.
- La rentabilidad es baja.
- Son productos con baja rotación.
- En los stocks suelen tener pocas unidades.
- La demanda es poco predecible.
- Presentan el mayor costo de venta, en relación a los productos que se encuentran en las categorías A y B.
- Representan un alto costo de mantenimiento.

La clasificación de los productos pueden realizarse de acuerdo a diferentes puntos de vista, como por ejemplo: demanda, costo, rentabilidad, ventas o significado estratégico.

Principio del ABC

El principio del método ABC dice que el aporte de la clasificación a la rotación total es igual a su contribución en las ventas, entonces:

1. Los productos del tipo A contribuyen con el 80% de las ventas y con el 80% de la rotación total del inventario.
2. Los productos del tipo B contribuyen con el 15% de las ventas y con el 15% de la rotación total de inventario.
3. Los productos del tipo C contribuyen con el 5% de las ventas y con el 5% de la rotación total de inventario.

A través de la categorización de los artículos ABC de los inventarios, es posible establecer estrategias y políticas diferenciadas para la gestión y el control.

En los productos tipo A, se debe tener en consideración:

- Tener stock de seguridad.
- Proveedores confiables.
- Conocer el tiempo de reposición.
- Utilizar un sistema de pedidos ágil y seguro.

En los productos tipo B, se debe tener en consideración:

- Tener un stock de seguridad bajo.
- Proveedores con cierto grado de confianza.
- Conocer el tiempo de reposición.
- Utilizar un sistema de pedidos ágil y seguro.

En los productos tipo C, se debe tener en consideración:

- Es posible no mantener stock de seguridad.
- Se recomienda mantener un bajo volumen de productos en inventario.

Por lo tanto, se deben concentrar los esfuerzos en los bienes que generan el 80% de las ventas, ya que también influyen con el 80% de rotación total.

2.6.2 Gestión de Stock

El objetivo de la gestión de stock es lograr un equilibrio entre la calidad del servicio y los costos que se incurren al mantener un stock. Para lograr esta gestión es necesario que se apliquen dos conceptos: el sistema de reposición y el stock de seguridad. El proceso de gestión de stock se ilustra en la figura 8. [Pau&Navascués98]

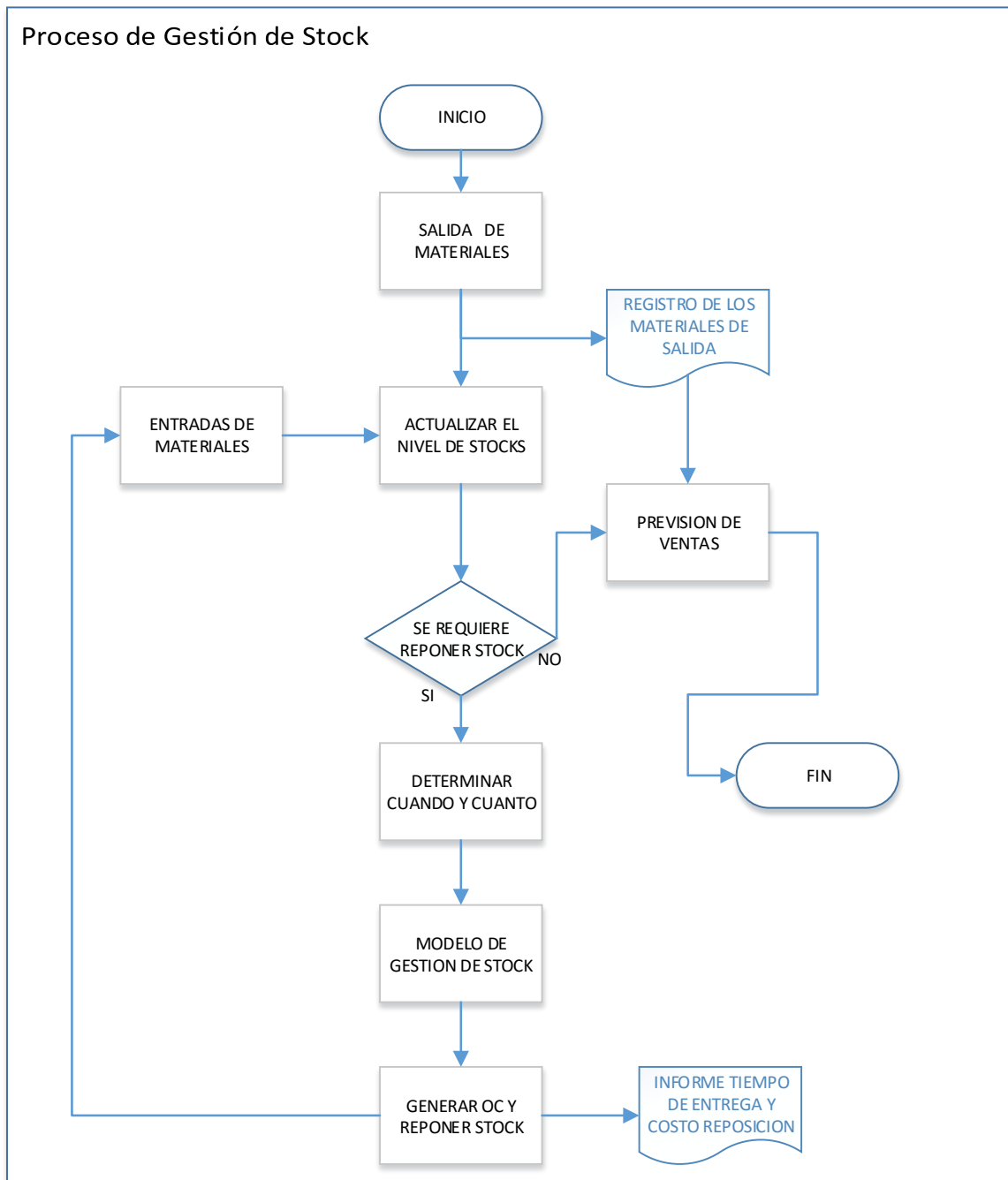


Figura 8: Proceso gestión de stock. Fuente [Pau&Navascués98]. Elaboración propia.

2.7 Sistemas de reposición

Los sistemas de reposición de stock determinan cuando se debe hacer una solped, en que cantidad y cuando. Se pueden clasificar en tres categorías. [Escudero11]

2.7.1 Sistema de revisión continua

También es conocido como EOQ, es un modelo para realizar el cálculo de compra de materiales. Este sistema consiste en revisar el stock de materiales o insumos cada vez que se produce una recepción o una venta. Esto permite tener un conocimiento constante de las existencias. La cantidad que se solicita es fija o igual al VOP (volumen óptimo de pedido).

Calculo del volumen óptimo de pedido

El EOQ no es un método que pueda cubrir las fluctuaciones que se presentan en la demanda y los tiempos de entrega. Por este motivo, el método se utiliza para aquellos productos que presentan una demanda estacional, donde las diferencias entre la demanda pronosticada y la demanda real de ventas son bajas.

$$VOP = EOQ = \sqrt{\frac{2 \times F \times S}{C \times P}}$$

Dónde:

F: Costo fijo de colocar y recibir una orden

S: Ventas anuales, expresadas en unidades

C: Costos anuales de mantenimiento, expresados como porcentaje del valor promedio del inventario

P: Precio de compra de los bienes

En la figura 9 se muestra un gráfico de sistema de revisión continua.

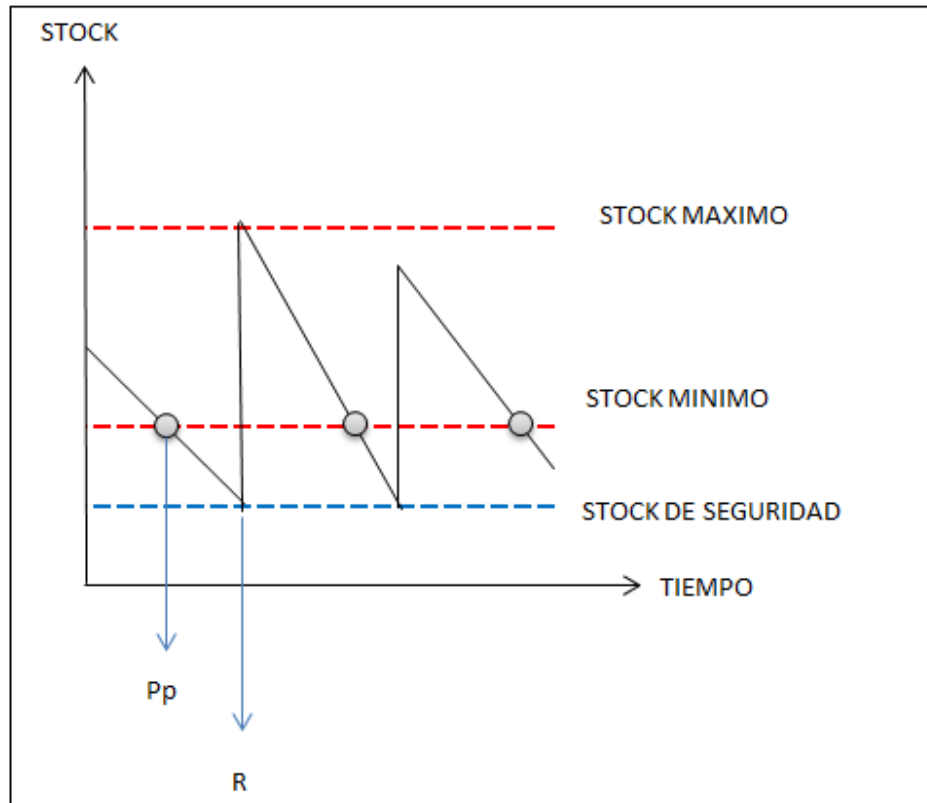


Figura 9: Sistema de revisión continua. Fuente: [Escudero11]. Elaboración Propia.

En la figura 9 se observa que la cantidad del pedido es la misma, determinada por el EOQ. La R es el momento de recepción de los pedidos y Pp es la fecha en que se emite el pedido.

2.7.2 Sistema de revisión periódica

También es conocido como sistema de revisión por cobertura, en el cual se realizan pedidos en fechas previamente establecidas y constantes, los inventarios no se revisan en forma continua.

La cantidad que se solicita en cada pedido puede ser variable, se compara el inventario disponible y la cantidad deseada que se requiere en el inventario, la diferencia entre ambos, es la cantidad a solicitar. [Mora10]

El inventario o revisión de stock se realiza en una fecha determinada, que es la fecha cuando se realizan los pedidos. Al observar las existencias se determina la cantidad necesaria de cada material para llegar al stock o nivel máximo de existencias.

Este sistema de revisión periódica se utiliza cuando la demanda de ciertos artículos son reducidas y lo más conveniente es juntar todas las solicitudes en un solo pedido, permitiendo posibles descuentos por volúmenes. El nivel objetivo o máximo de las existencias puede calcularse como la suma de la demanda durante el lead time, la demanda durante el periodo de revisión y el stock de seguridad. [Mora10]

En ocasiones el pedido que se realiza es diferente al lote económico de compra, por lo tanto en el sistema de revisión periódica los costos de inventarios son mayores que en el sistema de revisión continua. Por ello se aplica la revisión periódica solo cuando resulta difícil o costoso realizar una revisión continua, o bien cuando existan economías de escala al realizar pedidos de múltiples referencias. La gráfica del sistema de revisión periódica se muestra en la figura 10.

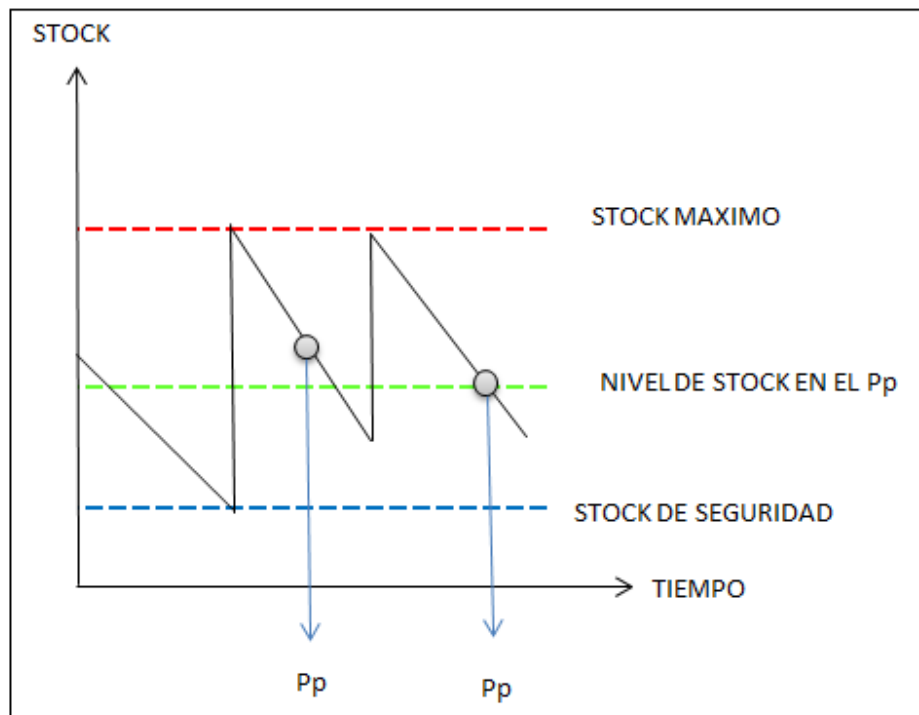


Figura 10: Sistema de revisión periódica. Fuente: [Escudero11]. Elaboración Propia.

Como se observa en la figura 10 las fechas del pedido P_p son establecidas, y la cantidad solicitada es variable.

2.7.3 Sistemas de revisión perfecta

Es un modelo mixto que consiste en conocer la previsión de demanda, con la finalidad de lograr saber el momento perfecto en que se agotaran las existencias.

En el momento que las existencias llegan al punto de pedido, se realiza la solicitud de reaprovisionamiento. Al igual que el sistema de revisión periódica la cantidad solicitada es

Stock requerido

Corresponde al requerimiento de materiales en inventario para cubrir la demanda durante el tiempo que se demora el proveedor en entregar los productos, una vez que la OC fue realizada.

$$SLT = D \times LT$$

SLT: Stock para el tiempo de entrega usual del proveedor

D: Demanda

LT: Tiempo de entrega usual del proveedor, expresado en días

Al calcular el stock para el lead time usual, se puede calcular el stock requerido:

$$SR = SLT - SI$$

SR: Stock requerido

SLT: Stock para el tiempo de entrega usual del proveedor

SI: Stock actual de existencias

Niveles y factores de servicio

Los niveles de servicio impactan en los índices de inventario o stock que se mantienen. Por lo tanto a cada segmento se debe asignar un nivel de servicio de acuerdo a la relevancia que tiene para la empresa, es decir, los clientes que tienen mayores aportes a los ingresos tendrán un nivel de servicio mayor y viceversa.

El nivel de servicio corresponde a la probabilidad que la empresa pueda cumplir con la demanda, ya sea en cantidad, referencias solicitadas, tiempos o lugares de entrega. El factor de servicio debe tener una equivalencia con un número entero, esta variable afectara directamente el nivel del tamaño del inventario de seguridad. La tabla 2 resume los niveles de servicio más usuales, que se calculan mediante una distribución de probabilidades normal y el resultado muestra el número de desviaciones estándar que se deben considerar como adicionales en el stock de seguridad.

Tabla 2: Niveles de servicio usuales

| Nivel de Servicio (%) | Factor de Servicio |
|-----------------------|--------------------|
| 75,00 | 0,70 |
| 85,00 | 1,00 |
| 90,00 | 1,30 |
| 95,00 | 1,70 |
| 98,00 | 2,10 |
| 99,00 | 2,30 |
| 99,99 | 3,10 |

Fuente: [Mora10]

Calculo de la desviación estándar

La desviación estándar permite identificar las fluctuaciones en la demanda y los tiempos de entrega. Para su cálculo se emplea la siguiente formula:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (Xi - \mu)^2}{N}}$$

σ : Desviación estándar

N: Tamaño de la población (número de muestras)

Xi: Valor de cada dato (demanda por ítem/días de entrega real por OC)

μ : Demanda promedio de artículos

Stock de seguridad

Es una variable que implica necesariamente costos de mantenimiento y de inventario, como consecuencia costos de almacenamiento. El stock de seguridad permite afrontar desviaciones de demanda.

$$\text{Stock de Seguridad} = \sqrt{[LT \times (DS)^2] + [D^2 \times (DS_{LT})^2]} \times FC$$

LT: Tiempo de entrega usual de proveedor, expresado en días

DS: Desviación estándar de la demanda

D: Demanda promedio por día

DS_{LT}: Desviación estándar del tiempo de entrega usual del proveedor

FC: Factor de servicio

Calculo final del sugerido de compras

Una vez que se han calculado las variables anteriores, se puede calcular el sugerido de compras. El valor del sugerido de compras corresponde a la cantidad de inventario que se ordenara al proveedor. La fórmula es:

$$Q = SR + SS + B - M - T + E$$

Q: Sugerido de compras

SR: Stock requerido

SS: Stock de seguridad

B: Unidades comprometidas por ventas

M: Unidades en pedido al proveedor

T: unidades en transito

E: Unidades para feria

2.9 Abastecimiento continuo, Just in time

JIT (justo a tiempo) fue un concepto que desarrollo la empresa Toyota. JIT es considerado una herramienta de inventario que permite eliminar el desperdicio. [Mora10]

El propósito de justo a tiempo es tener una producción en la cantidad mínima posible, utilizando el mínimo de recurso a último momento y evitar el desperdicio en el proceso. Los niveles de inventario deben ser los precisos para abastecer a la demanda. La estrategia consiste en realizar mayor cantidad de OC con cantidades pequeñas.

Se generan acuerdos con los proveedores, generalmente mediante contrato, en los cuales se compromete al proveedor a entregar los materiales solicitados y con la calidad especificada previamente, lo que elimina que la empresa inspeccione los productos, estableciendo también el tiempo o la fecha de entrega de los materiales.

2.10 Sistemas de previsión de demanda

El objetivo de los sistemas de previsión de demanda es mostrar información acerca de la cantidad y el momento en que se requerirán los materiales. [Pau&Navascués98]

Esta información es de gran importancia, ya que a través de ella se gestionan los stocks para la toma de decisiones. Un error en la previsión puede provocar una mala gestión o decisiones erradas.

Cuando la demanda es planificada y determinada bajo programa, no son necesarios los sistemas de previsión. La previsión se hace generalmente sobre el análisis de datos históricos de las ventas, junto con un estudio de mercado y capacidades de compra de la zona.

Con los datos reales se debe ir observando el sistema de previsión planteado, haciendo énfasis en los errores que se producen para analizar si dichos errores son aceptables y se encuentran dentro de un margen, de lo contrario se debe replantear el sistema.

Los métodos de pronósticos de demanda se agrupan en tres grupos: cualitativos, de proyecciones históricas y causales. [Ballou04]

2.10.1 Métodos cualitativos

Este tipo de métodos utilizan el juicio, intuición, encuestas o técnicas comparativas con la finalidad de obtener estimaciones cuantitativas del futuro. En estos casos, por lo general, la información de los factores que afectan al pronóstico es intangible y subjetiva. Estos métodos son los únicos que logran resultados cuando se trata de productos nuevos o impacto de una nueva tecnología por ejemplo. Este tipo de métodos se ajustan a pronósticos de mediano a largo plazo.

2.10.2 Métodos de proyección histórica

Si los datos están ordenados y muestran una indicación de los comportamientos de consumo, se puede decidir el sistema de previsión adecuado, según sea el caso.

El análisis de los datos históricos se realiza en dos fases: [Pau&Navascués98]

Fase 1: análisis de anomalías

Comienza con la revisión de los datos. Se aconseja la realización de gráficos que muestren los puntos que se alejan de los demás e investigar las causas.

Si las causas presentan anomalías o irregularidades, como por ejemplo errores en los datos, el punto será considerado como una anomalía y se debe desestimar. Si las anomalías corresponden a circunstancias justificables, no se debe descartar, ya que puede influir en los resultados y valores finales.

Fase 2: observar la evolución

Cuando se ha analizado la fase 1 se da inicio a la observación de la evolución real de los datos. Las evoluciones de demanda pueden ser de tipo estable (o constante), creciente, estacional (los valores se repiten según periodos de tiempo) o cíclica (los valores se repiten durante varios periodos de tiempo).

2.10.3 Métodos causales

El nivel de la variable pronosticada se deriva del nivel de otras variables relacionadas. Se describen relaciones de causa y efecto. Este tipo de modelos causales son buenos para anticipar cambios mayores en las series de tiempo y pronosticar periodos de mediano plazo. [Ballou04]

Dentro de los modelos causales se encuentran del tipo estadístico, como modelos de regresión o econométrico y del tipo descriptivos, por ejemplo modelos de entrada-salida o ciclo de vida. La validez del modelo se basa en datos históricos, que establecen la variación entre las variables para la predicción y la variable que se pretende pronosticar.

Una de las limitaciones de este método es que resulta difícil encontrar reales variables causales. En caso que se encuentre, la asociación suele ser baja.

2.11 Minería de datos

Minería de datos es un complemento de Excel. La minería de datos es el proceso de detectar la información a partir de grandes conjuntos de datos. Utiliza el análisis matemático para deducir tendencias y patrones existentes en los datos analizados.

2.11.1 Algoritmos de minería de datos

Estos algoritmos son un conjunto de cálculos y reglas heurísticos que permiten crear un modelo en minería de datos. En el modelo, primero se analizan los datos entregados para detectar patrones o tendencias, los resultados de este análisis se utilizan para definir los parámetros óptimos que utilizará el modelo. Los algoritmos son: [Microsoft¹2015]

Algoritmos de árboles de decisión de Microsoft

Este algoritmo se utiliza para la predicción de atributos discretos y continuos. En el caso de tener atributos discretos, las predicciones se basan en las relaciones existentes entre las columnas de entrada de los datos proporcionados. El algoritmo identifica las variables de entrada que se relacionan con los datos que se quieren predecir. [Microsoft²2015]

En caso de tener datos continuos, el algoritmo usa el método de regresión lineal para identificar donde se divide el árbol de decisión.

¿Cómo funciona?

El algoritmo de árboles de decisión de Microsoft genera un modelo de minería de datos, a través de divisiones en el árbol. Cada una de estas divisiones se presentan como nodos. El algoritmo agrega un nodo al modelo cada vez que encuentra en una columna de entrada alguna correlación significativa con la columna que se pretende predecir. La forma en que el

algoritmo determina una división varía en función de si predice una columna continua o una columna discreta.

Los datos necesarios para la creación de árboles de decisión en minería de datos son los siguientes:

- Tener una columna que se identifique como key o clave, donde cada dato tiene asociado un registro único.
- Tener al menos una columna de predicción, esta puede contener varios atributos, que a su vez, se pueden combinar entre continuos y discretos.
- Tener columnas de entrada, ya sean continuas o discretas

Algoritmo de Bayes Naive de Microsoft

La palabra naive (ingenuo en inglés) proviene a causa que el algoritmo utiliza los teoremas de bayes o técnicas bayesianas, pero no tiene en cuenta las relaciones de dependencia que pudiesen existir. Es considerado como un algoritmo menos complejo y se recomienda para realizar una exploración inicial de los datos para posteriormente aplicar otras técnicas de minería de datos. [Microsoft³2015]

Este algoritmo calcula la probabilidad de cada situación, en cada columna de entrada, dado cada posible estado de la columna de predicción.

Al igual que en el algoritmo anterior de árboles de decisión los datos necesarios son: una columna que sea key, columnas de entrada y al menos una columna de predicción.

Algoritmo de clústeres de Microsoft

Es un algoritmo de segmentación, donde se utilizan técnicas iterativas para agrupar los casos de un conjunto de datos dentro de clústeres que contienen características similares. Estas son útiles para exploración de datos, identificación de anomalías y predicciones. [Microsoft⁴2015]

Este modelo identifica relaciones que no se podrían derivar lógicamente a través de una observación casual. Al utilizar este modelo no es necesario designar una columna de predicción para realizar la agrupación de clústeres.

Los datos necesarios son: una columna de característica de clave, columnas de entrada y la columna de predicción son opcionales.

Algoritmo de clústeres de secuencia de Microsoft

Es un algoritmo de análisis de flujos. Se utiliza para analizar datos que pueden vincularse mediante rutas o secuencias. El algoritmo se encarga de encontrar las secuencias más comunes a través de la agrupación en clústeres, de las secuencias que son idénticas. Algunos de los escenarios en los cuales se utilizan clústeres de secuencia son: [Microsoft⁵2015]

- Rutas de clicks, por navegaciones en internet.
- Registros que enumeran eventos que preceden a un incidente.
- Registros de transacciones en las cuales se describe el orden de la compra en línea.
- Registros que siguen las interacciones del cliente en el tiempo, con la finalidad de predecir cancelación de citas.

Es un algoritmo híbrido, que utiliza técnicas de agrupación en clústeres con el análisis de cadenas de márkov, identificando así los clústeres y secuencias. Los datos de las secuencias representan una serie de eventos entre los estados de un conjunto de datos, donde el algoritmo analiza todas las probabilidades de transición, midiendo las diferencias o distancias entre todas las posibles secuencias del conjunto de datos.

Los datos que se requieren para utilizar este algoritmo son: una columna clave, una columna de secuencia y una columna de atributos opcionales que no tengan relación con la secuencia.

Algoritmo de red neuronal

Este algoritmo combina cada posible estado de entrada con cada posible estado del atributo de predicción. Se utilizan los datos de entrenamiento para calcular las probabilidades, para luego realizar predicciones en base a los atributos de entrada. [Microsoft⁶2015]

La creación de estos algoritmos puede contener varias redes, dependiendo del número de columnas que se requieran en la entrada y la predicción. Algunos de los casos en los cuales se puede utilizar un algoritmo de red neuronal son:

- Análisis de comercialización y promoción, por ejemplo medir el éxito de una promoción vía correo electrónico.
- Predecir movimiento de acciones, fluctuaciones de moneda u información financiera que posea información acerca de datos históricos.
- Análisis de procesos industriales y de producción.
- Predicciones que analicen relaciones complejas entre muchas entradas y pocas salidas.

¿Cómo funciona?

Este algoritmo crea una red que posee hasta tres niveles de neuronas, estas son:

1. Nivel de entrada: las neuronas de entrada son las que definen todos los valores de atributo en la entrada del modelo.
2. Nivel oculto: estas neuronas reciben entradas de las neuronas de entradas y proporcionan salidas a las neuronas de salida. En este nivel se asignan valor a las probabilidades de entrada, estos valores pueden también ser negativos, lo que significa que la entrada puede desactivar un resultado.
3. Nivel de salida: son los valores que se utilizaran para la predicción en la minería de datos.

Algoritmo de asociación de Microsoft

Este algoritmo se utiliza para los motores de recomendación, en la cual se recomienda productos a los clientes, basándose en los productos que ya han adquirido o en aquellos en los cuales tienen interés. [Microsoft⁷2015]

Estos modelos de asociación se generan de acuerdo a los datos y elementos de cada caso. Un modelo de asociación se compone de una serie de conjunto de elementos (grupo de elementos de un caso) y también de las reglas que relacionan a los elementos de cada grupo. El algoritmo utiliza los parámetros de soporte y probabilidad, para describir los elementos y las reglas.

En este tipo de algoritmo las reglas de asociación se basan en confianza, por este motivo las reglas deben tener un alto grado de confianza para que el algoritmo entregue información de interés.

Algoritmo de regresión lineal de Microsoft

Este algoritmo es una variación del algoritmo de árboles de decisión, donde calcula una regresión lineal entre una variable dependiente y otra independiente, para luego utilizar la relación establecida en la predicción. [Microsoft⁸2015]

Los datos se agrupan en una línea de datos (o puntos) en forma de ecuación que mejor los represente. Cada uno de estos puntos posee un error asociado en relación a la distancia con la línea de regresión. La ecuación posee dos coeficientes a y b , que son los encargados de ajustar el ángulo y la ubicación de la recta de regresión.

La regresión lineal se puede utilizar para encontrar una relación entre dos columnas. La ventaja de utilizar regresión lineal en minería de datos es que al calcular las relaciones entre las posibles variables también se prueban estas relaciones.

Este algoritmo es un caso especial del algoritmo de árboles de decisión, donde hay parámetros que restringen el comportamiento del algoritmo y parámetros de entrada.

Algoritmo de regresión logística de Microsoft

Esta herramienta se utiliza para modelar resultados binarios, el algoritmo de regresión logística, es una variación al algoritmo de red neuronal. Dentro de las ventajas se pueden mencionar: [Microsoft⁹2015]

- Se pueden usar datos demográficos para la predicción de resultados.
- Explorar y ponderar factores que contribuyen a un resultado.
- Clasificar documentos que tengan muchos atributos.

Se logra determinar la contribución de varios factores en el resultado, donde usa una red neuronal modificada para modelar las relaciones de entrada y resultados. En este método se mide el efecto que tiene cada una de las entradas en el resultado y estas entradas se ponderan

en el modelo. Su nombre hace referencia a que la curva de los datos se hace mediante una transformación logística, logrando así una minimización en el efecto de los datos extremos.

Al igual que los algoritmos anteriores de Microsoft es necesario tener una columna clave con identificación única, al menos una columna de entrada y una de predicción.

Algoritmo de serie temporal de Microsoft

Esta herramienta proporciona algoritmos de regresión que se optimizan con el tiempo de valores continuos, como por ejemplo la venta de productos. Un modelo de serie temporal puede predecir tendencias que se basan en los datos que se utilizan para crear el modelo. Este modelo consta de dos partes, una en la cual se muestra la información histórica en la otra la información que entrego la predicción. [Microsoft¹⁰2015]

El algoritmo de serie temporal puede realizar predicciones cruzadas, es decir, se integran dos series independientes, pero relacionadas, entonces el modelo entrega un resultado de una de las serie, pero basándose en la otra. Este modelo se pueden utilizar dos tipos de algoritmos: ARTXP para predicciones de corto plazo, ARIMA para predicciones de largo plazo o una combinación de ellos. Ambos algoritmos pueden detectar estacionalidad en los datos, para ello se puede proporcionar una sugerencia de periodicidad o bien especificar que el algoritmo detecte la periodicidad.

Los requisitos necesarios para utilizar un algoritmo de serie temporal de Microsoft son los siguientes:

- Una columna clave de tiempo, esta columna debe contener datos del tipo numérico o de fechas, que definen los intervalos de tiempo que se utilizaran en el modelo, estos valores deben ser únicos para cada serie, la serie temporal debe estar almacenada solamente en una columna.
- Una columna para predecir en la cual el modelo se basará, los datos que debe contener esta columna deben ser continuos.
- Opcionalmente se puede tener una columna clave, para identificar a una serie, los valores deben ser únicos.

2.11.2 Cómo elegir el algoritmo correcto

Se pueden utilizar algoritmos diferentes para una misma tarea, pero cada uno entregara resultados diferentes. La tabla 3 representa ejemplos en los cuales se pueden utilizar los diferentes algoritmos de Microsoft. [Microsoft¹2015]

Tabla 3: Ejemplos para elegir el algoritmo según diferentes tareas

| Ejemplo de tareas | Algoritmos de Microsoft que se pueden usar |
|--|--|
| <p>Predecir un atributo discreto:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Marcar los clientes de una lista de posibles compradores, como buenos o malos • Calcular probabilidades de que un servidor genere error durante un determinado periodo de tiempo • Clasificar la evolución de los pacientes y explorar los factores que lo relacionan | <p>Algoritmo de árboles de decisión</p> <p>Algoritmo Bayes naive de Microsoft</p> <p>Algoritmo de clústeres de Microsoft</p> <p>Algoritmo de red neuronal de Microsoft</p> |
| <p>Predecir un atributo continuo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pronosticar ventas del próximo año • Predecir los visitantes del sitio a partir de tendencias históricas y estacionales • Generar una puntuación de riesgo a partir de datos demográficos | <p>Algoritmo de árboles de decisión de Microsoft</p> <p>Algoritmo de serie temporal de Microsoft</p> <p>Algoritmo de regresión lineal de Microsoft</p> |
| <p>Predecir una secuencia:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Predecir un análisis en el sitio de una empresa • Analizar factores que dan como resultado errores en el servidor • Capturar y analizar secuencias de actividades durante las visitas de pacientes | <p>Algoritmo de clústeres de secuencia de Microsoft</p> |
| <p>Buscar grupos de elementos comunes en las transacciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Usar el análisis del carrito de compras para determinar la posición del producto • Sugerir la compra de productos a clientes • Analizar datos de una encuesta de los visitantes a algún evento, con la finalidad de encontrar actividades relacionadas y programas futuros eventos | <p>Algoritmo de asociación de Microsoft</p> <p>Algoritmo de árboles de decisión de Microsoft</p> |
| <p>Buscar grupos de elementos similares:</p> | |

| | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Crear grupos de pacientes con perfiles de riesgo en función de atributos como por ejemplo datos demográficos o comportamientos • Analizar usuarios mediante patrones de búsqueda y compra de productos • Identificar servidores con características similares | <p>Algoritmo de clústeres de Microsoft</p> <p>Algoritmo de clústeres de secuencia de Microsoft</p> |
|---|--|

Fuente: [Microsoft¹2015]. Elaboración propia.

2.12 Sistema MRP

El MRP (material requirement planning) o planificación de requerimiento de materiales surgió en respuesta a aquellas empresas que producían una gran variedad de productos. A finales de los años 60 el avance de la tecnología permitió proporcionar capacidad para el tratamiento de grandes volúmenes. Las aplicaciones del MRP tuvieron su origen en la industria, luego se extendió a todas las actividades, en la cual es necesario realizar una planificación detallada.

El sistema MRP se utiliza para el cálculo de las necesidades netas y la gestión de los componentes necesarios para fabricar ciertas cantidades de productos finales. La tabla 4 muestra una comparación entre los sistemas de MRP y EOQ.

Tabla 4: Comparación sistema EOQ v/s MRP

| EOQ | MRP |
|--|---|
| Orientado a cada artículo aislado | Orientado a productos o componentes |
| Demanda independiente | Demanda dependiente |
| Demanda continua | Demanda discreta |
| Demanda continua durante el plazo de entrega | No hay demanda durante el plazo de entrega |
| Basado en la demanda histórica | Basado en la predicción futura |
| Sistema basado en la cantidad | Sistema basado en la cantidad-tiempo |
| Satisface las necesidades del cliente | Satisface las necesidades de manufactura |
| Stock de seguridad para todos los artículos | Stock de seguridad para los productos finales |

Fuente: [Companys&Fonollosa88]. Elaboración propia.

El punto fundamental del MRP es reconocer el tipo de demanda de productos industriales, que se clasifican en dos formas: [Anaya07]

Demanda independiente: son los productos terminados, esta generada directamente por órdenes de los clientes, es decir la demanda exterior a la empresa. Como está determinada por la demanda de los clientes, no puede ser anticipada.

Demanda dependiente: es aquella que se deriva de políticas de gestión de stocks. Es decir surge al elaborar ciertos productos que generan nuevas necesidades.

La demanda continua es aquella que se prevé como una función continua a lo largo del tiempo. La demanda discreta es aquella que se representa por periodos de tiempos.

Plan maestro de producción

El plan maestro de producción es lo que refleja las cantidades que se necesitan para cada artículo final junto con los periodos de tiempos para su fabricación. Los tres pilares en lo cual se basa el plan maestro de producción son: [Anaya07]

- ¿Qué producir?
- ¿Cuánto producir?
- ¿Cuándo producir?

Estas interrogantes determinan el plan de necesidades de materiales. El documento que se genera ayuda a la planificación de otras áreas de unidades productivas.

2.13 Ciclo de mejora continua: PDCA

El ciclo de mejora continua PDCA conocido también como ciclo de Deming o ciclo de Shewhart en honor a sus gestores. Entre los años 1930 y 1940 Williams Shewhart comienza a organizar el trabajo y seguimiento de proyectos, luego en 1950 Edwards Deming es quien lo difunde en Japón como una herramienta para la mejora de los procesos.

PDCA es una guía para lograr la mejora continua de una forma sistemática y estructurada para la resolver problemas. Se constituye por cuatro fases: Plan, Do, Check y Act, por sus iniciales en inglés PDCA o bien PHVA, planificar, hacer, verificar y actuar. [Cuatrecasas10]

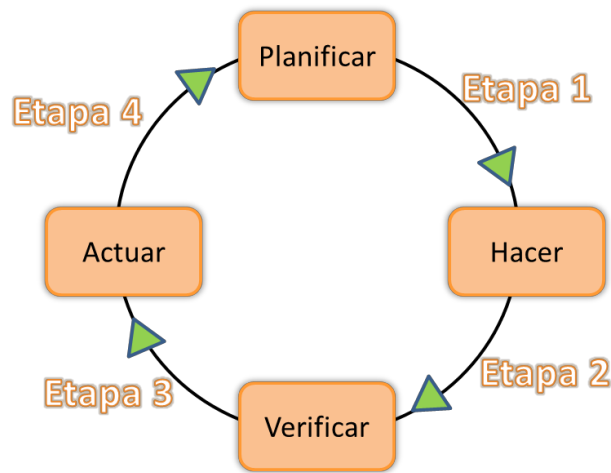


Figura 12: Ciclo PDCA. Fuente: Elaboración propia

1. **Planificar:** es la primera fase, donde se debe tener en claro los objetivos que se pretenden lograr y los medios que se utilizarán para conseguirlos. Se debe conocer el problema, los datos, información y antecedentes que se tienen del problema, se debe realizar un estudio de las causas que desencadenan el problema. Se desarrollan las alternativas de solución.
2. **Hacer:** en esta segunda etapa se lleva a cabo el plan de trabajo en conjunto con las acciones correctivas establecidas en la etapa anterior. Para lograr el objetivo se debe considerar a las personas, es decir se debe poner énfasis en su formación y educación en relación a las actividades a desarrollar por el plan. Se puede llevar un control de la implementación por ejemplo a través de lista de verificación de tareas.
3. **Verificar:** en esta tercera etapa se comprueban y controlan todos los resultados que surgen del plan, se analiza si los resultados esperados y objetivos se cumplieron. Se deben realizar las verificaciones a través de indicadores de resultados, que sean capaces de medir los resultados para mejorarlos.
4. **Actuar:** en esta etapa final, se documentan todos los cambios, describiendo lo aprendido, asegurando así la continuidad de los beneficios. En caso que los resultados no sean los esperados se deben re-plantear los objetivos establecidos en la etapa 1, comenzando nuevamente con el ciclo.

El círculo de la calidad es un proceso de mejora continua cuando se utiliza de manera sistemática, es decir, se establece un proceso permanente de planificar, hacer, verificar y actuar, este ciclo se realiza cuantas veces sea necesario para la consecución de los objetivos planteados.

2.13.1 5 S

5S, son cinco principios japoneses, que comienzan con la letra S para mejorar la limpieza, la organización y la utilización de las áreas de trabajo, con ello se logra incrementar el aprovechamiento del tiempo. En la figura 13 se muestran los procedimientos.

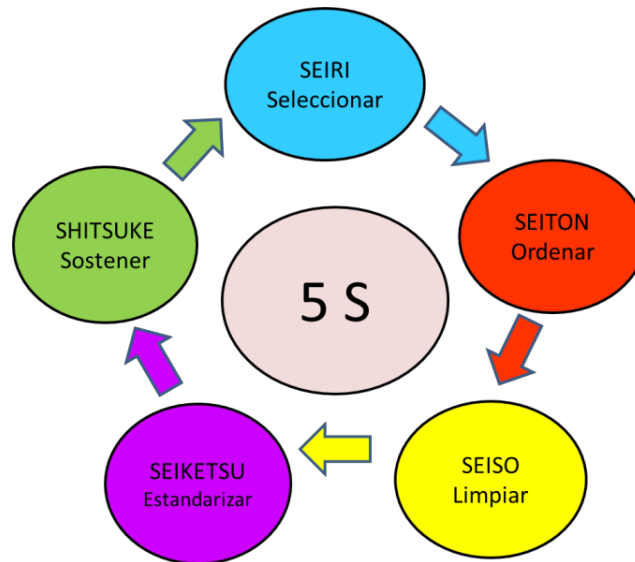


Figura 13: Etapas 5 S. Fuente: [GrupoBimbo14]. Elaboración propia

- **Selección:** consiste en separar todos los materiales y clasificarlos según si sirven o no, de esta manera se mantienen los materiales y elementos necesarios, reduciendo las necesidades de espacio.
- **Ordenar:** durante la etapa de selección se identificaron los materiales que no sirven, los cuales deben ser eliminados o desechados. Se establece un método de organización para todos los materiales, de manera que cada uno de ellos se pueda encontrar con facilidad.
- **Limpiar:** con la limpieza se elimina la suciedad, se trata de que el trabajador sepa cómo mantener la limpieza en su lugar de trabajo. La limpieza debe ser parte del trabajo diario en el área de trabajo.
- **Estandarizar:** es lograr que los procedimientos se ejecuten consistentemente y de manera regular, para mantener la limpieza y el orden.
- **Sostener:** también conocido como disciplina, es convertir en hábito todas las actividades anteriores de las 5 S.

Beneficio de las 5 S

Dentro de los beneficios que proporcionan al implementar las cinco etapas en la organización se encuentra: [GrupoBimbo14]

- Mejora la imagen general del área de trabajo.
- Promueve que las áreas de trabajo sean más seguras.
- Contribuye al uso eficiente de los recursos, en especial un mayor aprovechamiento del tiempo.
- Aumenta la productividad.
- Brinda organización y limpieza en el área del trabajo.
- Facilita el acceso y retorno de los materiales al lugar donde deben estar.
- Reduce el desperdicio y permite la identificación de éste.
- Promueve la estandarización de actividades.
- Permite la detección de anomalías y problemas.
- Promueve un mayor control en el área de trabajo.
- Facilita el control visual.
- Fomenta la satisfacción de los trabajadores.

2.14 Conclusiones capítulo II

Después de analizar las herramientas expuestas, considerando además que la demanda que se trata es del tipo independiente, ya que los EPP son productos terminados y está relacionado directamente con el cliente interno, que es personal de Steel. Se realizará una planificación de las compras de EPP, en relación a ello podemos destacar lo siguiente:

1. La clasificación de inventario del tipo ABC se podría aplicar a todos los proveedores con los que trabaja la empresa, con la finalidad de establecer aquellos artículos o materiales en los cuales se ocupa grandes inversiones de dinero, como por ejemplo maquinarias y equipos. En este aspecto se establecerán las categorías de los materiales (EPP) que se utilizan de acuerdo al monto utilizado en ellos. Se utilizara una clasificación de los materiales críticos del tipo ABC, representando los materiales que se consideran dentro cada categoría A, B o C.
2. Para utilizar un sistema de revisión (reposición) continua EOQ o lote económico de compra es necesario que se cumplan 4 supuestos, según lo dice Jorge H. Chávez (2009):
 1. La demanda debe ser constante, es decir, que siempre se requiere la misma cantidad. Para este caso la demanda es variable, ya que dependerá de la cantidad de personal que se encuentre trabajando.

2. El Lead Time es constante, es decir, los proveedores demoran siempre el mismo tiempo en entregar las solicitudes. Como los proveedores con los que se trabaja Steel son distintos, estos trabajan con diferentes tiempos de entrega, por lo tanto el lead time es variable.
3. El costo de hacer un nuevo pedido es constante, esta situación refleja que comprar independiente de la cantidad y el medio, el costo será el mismo, en el caso de Steel las mayorías de las compras se realizan mediante internet.
4. El precio del producto es constante, esto es que el precio no tiene variaciones, situación contraria a lo que sucede con los EPP, al realizar el análisis de los datos se observó que los precios varían constantemente de un mismo proveedor.

Por los cuatro supuestos mencionados anteriormente, se descarta también utilizar un sistema de revisión continua, ya que no se ajustan a las condiciones.

3. Se descarta una planificación de requerimiento de materiales (MRP) ya que para aplicar esta metodología la demanda debe ser dependiente, busca calcular la demanda para artículos (o partes) que formaran conjuntamente con otros un producto final. Esta situación es contraria a la que se presenta.
4. La metodología aplicada a inventarios de Just in time se descarta, porque en relación a los EPP es necesario mantener en stock estos materiales, en bodega se consideran críticos, ya que no pueden hacer esperar a un trabajador por la espera de estos materiales de seguridad. Por este motivo se considera que el justo a tiempo no se ajusta con los requerimientos de EPP.
5. Se utilizara la metodología de análisis de criticidad para identificar los materiales que son considerados críticos de acuerdo a su frecuencia y consecuencia, los mayores valores serán considerados para la planificación.
6. En relación a la previsión de demanda, se utilizara la herramienta de minería de datos (complemento Excel) para realizar un pronóstico en las cantidades a comprar, basándose en los datos históricos que facilita la empresa, a través del sistema unysoft.
7. Para la propuesta de mejora se utilizara la metodología del ciclo de Deming o PDCA, que se enfoca en la mejora continua de los procesos.

Capítulo III. Metodología

El presente capítulo describe cómo se abordará el problema. Se describen todos los pasos que se realizaron para lograr la planificación en los EPP (que se realizara en el capítulo IV). La metodología que se utilizara en la realización de esta memoria será la siguiente:

- Recolección de datos desde el sistema unysoft correspondiente a los años 2013 y 2014 de todas las compras realizadas.
- Análisis de la situación actual de las compras realizadas por la empresa.
- Análisis de criticidad.
- Establecer los límites del proceso.
- Establecer una planificación en los EPP basada en el ciclo PDCA.
- Realizar una proyección de demanda, basada en minería de datos.

3.1 Análisis situación actual

Para comenzar el desarrollo de esta memoria, se realizó un análisis de la situación actual de la empresa en el área de adquisiciones, en relación a todas las compras realizadas en el año 2014. Una vez terminado con el año 2014 se realiza el mismo procedimiento para el año 2013.

El archivo de datos que se utiliza se descarga del sistema Unysoft, donde está el registro de todas las OC que se realizaron durante un tiempo establecido, en este caso se acotó desde el primer día del mes de enero, al último día del mes de diciembre del año correspondiente. El formato del archivo que se descarga del sistema se adjunta en el anexo N°2.

Se comienza a trabajar con el archivo para diagnosticar la situación que genera problemas y puede ser mejorada. Lo primero fue cuantificar el total de proveedores registrados durante el año, una vez terminado esto, se registraron el total de órdenes de compra y monto que se compró a cada proveedor.

Cada proveedor trabaja con diferentes medios de pago, como por ejemplo cheques, facturas, pago al contado, entre otras. Los valores de las cotizaciones que se ingresan al sistema unysoft pueden estar en diferentes unidades, la gran mayoría de los proveedores trabaja en unidad de peso, otros en UF, dólar y euro, se registran en el sistema con esta moneda. Por este motivo, se realizó la conversión a peso de estas compras, con la finalidad de obtener el monto total de compras en una misma unidad de medida, el peso.

Una vez registrado todos los proveedores se realiza un orden personalizado de los proveedores en orden descendente, a fin de conocer los que registran mayores montos en compras.

Como los proveedores con los que trabaja Steel son de diferentes áreas, estos se agruparon por áreas de compras, donde a continuación en la tabla 5 se muestra la tasa de

crecimiento de las familias de compras correspondientes al año 2014 en comparación al año 2013.

Tabla 5: Tasa de crecimiento 2013-2014

| Ítem | Tasa de crecimiento en relación al año anterior |
|--|---|
| Talonarios u otros | 63% |
| Herramientas y Accesorios | 56% |
| Transporte | 54% |
| EPP | 51% |
| Arriendo de equipos | 45% |
| Artículos de oficina | 43% |
| Arriendo de camionetas | 41% |
| Pasajes | 37% |
| Confección ropa | 34% |
| Neumáticos | 34% |
| Servicios (reparaciones, mantenciones) | 32% |
| Alimentación | 10% |
| Productos de aseo | 3% |
| Contenedores | 0% |
| Certificaciones y capacitación | 0% |
| Repuestos | -49% |

Fuente: Elaboración propia

El orden propuesto anteriormente está asociado a los % de aumento en relación a lo comprado el año 2013 y 2014, en orden descendente. Donde se observa que el aumento en los EPP corresponde a un 51%.

El listado completo con la descripción de todos los productos que se compran se encuentra en el anexo 3.

3.2 Análisis de criticidad

El análisis de criticidad de los materiales se establece para dar prioridad a aquellos materiales que obtengan un mayor índice de criticidad, la ecuación que determina el índice de criticidad es:

$$\text{Criticidad} = \text{Frecuencia} \times \text{Consecuencia}$$

Para calcular la consecuencia, se integran los varios componentes:

$$\text{Consecuencia} = (\text{Impacto operacional} \times \text{Flexibilidad}) + \text{Impacto de seguridad y/o medio ambiente} + \text{Frecuencia de la falla}$$

Las consideraciones que se utilizan para calcular la consecuencia son los siguientes:

- Impacto operacional
- Flexibilidad operacional
- Impacto en seguridad y/o medio ambiente
- Frecuencia de falla

Impacto operacional

El impacto operacional corresponde a los efectos causados en la producción, en este caso, aplicados a las compras, el impacto operacional se aplicará a los costos anuales que se generan en la compra de los materiales, se definen en la tabla 6.

Tabla 6: Criterio asignado según impacto operacional

| Impacto Operacional | Criterio |
|----------------------------|-----------------|
| 0 < 99.999 | 1 |
| 100.000 > 199.999 | 2 |
| 200.000 > 399.000 | 3 |
| 400.000 > 599.999 | 4 |
| 600.000 > 899.000 | 5 |
| 900.000 > 1.999.999 | 6 |
| 2.000.000 > 3.999.999 | 7 |
| 4.000.000 > 5.999.999 | 8 |
| 6.000.000 > 9.999.999 | 9 |
| > 10.000.000 | 10 |

Fuente: Elaboración propia

Se utilizaran los valores expresados en la tabla 6, donde el criterio se calculó en relación al monto de las compras, otorgándole un valor dependiendo de la categoría, el criterio va desde una 1 que corresponde a montos bajos y 10 que corresponde a montos elevados.

Flexibilidad operacional

La flexibilidad corresponde a la posibilidad de cambio rápido para continuar con la producción, para el caso de las compras, este ítem se aplica en caso que un proveedor falle con la entrega, cuál será la dificultad de buscar rápidamente a otro proveedor que cuente con el mismo servicio. El criterio se muestra en la tabla 7.

Tabla 7: Criterio asignado según flexibilidad operacional

| Flexibilidad operacional | Criterio |
|---|-----------------|
| Existe proveedor disponible con entrega inmediata | 1 |
| Existe proveedor disponible sin entrega inmediata | 2 |
| Hay dificultades de encontrar otro proveedor | 3 |
| No hay posibilidad de otro proveedor | 4 |

Fuente: Elaboración propia

Los criterios utilizados en la tabla 7 se basan en la disponibilidad de stock que tienen los proveedores usuales a los cuales se compran los materiales y la facilidad de encontrar de manera rápida un nuevo proveedor.

Impacto en seguridad y/o medio ambiente

En el impacto en la seguridad y/o el medio ambiente, se establecen criterios de acuerdo al daño que podría generar no tener disponible un elemento de protección personal, como el análisis se utiliza en EPP que protegen la seguridad de las personas, se espera el criterio de calificación sea alto. Se muestra en la tabla 8.

Tabla 8: Criterio asignado según impacto en la seguridad y/o medio ambiente

| Impacto en seguridad y/o medio ambiente | Criterio |
|---|-----------------|
| Afecta a la seguridad de las personas y/o medio ambiente gravemente | 3 |
| Afecta a la seguridad de las personas y/o medio ambiente levemente | 2 |
| No afecta a la seguridad de las personas y/o medio ambiente | 1 |

Fuente: Elaboración propia

Los criterios que se utilizaron para la realización de la tabla 8 se consideran ponderaciones que van desde el 1 (no genera daño o no afecta a la seguridad y/o medio ambiente) hasta 3 que si afecta a la seguridad de las personas y/o medio ambiente.

Frecuencia de falla

Se considera dentro de la consecuencia la frecuencia de la falla, ya que los datos son entregados por el sistema unysoft, los datos ingresados al sistema son realizados por las personas encargadas, por ejemplo la función del encargado de bodega es ingresar si la recepción fue completa o parcial, situación la cual está sujeta a errores. Si el proveedor no entrega los materiales a tiempo, también se considera como falla. El criterio se muestra en la tabla 9.

Tabla 9: Criterio asignado según frecuencia de falla

| Frecuencia de falla | Criterio |
|---------------------|----------|
| 0 > 4 | 1 |
| 5 > 9 | 2 |
| 10 > 19 | 3 |
| 20 > 49 | 4 |
| 50 > 99 | 5 |
| 100 > 199 | 6 |
| 200 > 399 | 7 |
| 400 > 599 | 8 |
| 600 > 999 | 9 |
| > 1.000 | 10 |

Fuente: Elaboración propia

Una vez asignado el criterio para el impacto operacional, flexibilidad operacional, impacto en seguridad y/o medio ambiente y frecuencia de falla, que son parte de la consecuencia, se calcula entonces la frecuencia, para calcular la criticidad.

Frecuencia

Para calcular la frecuencia se utilizarán los siguientes valores expresados en la tabla 10. La frecuencia utilizada para el caso de las compras es la cantidad comprada durante el año 2014, ya que la cantidad que se compra influye directamente si el material es de uso frecuente.

Tabla 10: Criterio asignado según Frecuencia

| Frecuencia | Criterio |
|---------------|----------|
| 0 < 99 | 1 |
| 100 < 199 | 2 |
| 200 < 299 | 3 |
| 300 < 399 | 4 |
| 400 < 499 | 5 |
| 500 < 599 | 6 |
| 600 < 999 | 7 |
| 1.000 < 9.999 | 8 |
| > 10.000 | 9 |

Fuente: Elaboración propia

El valor asignado a cada categoría va desde 1 que corresponde a cantidades pequeñas hasta 9 que corresponde a grandes cantidades.

La fórmula para obtener el cálculo de la criticidad es la siguiente:

$$\text{Criticidad} = \text{Frecuencia} \times \text{Consecuencia}$$

El cálculo para todos los materiales se detalla en el anexo N°4. Se presentan los 10 materiales que son considerados según la metodología de análisis de criticidad en la tabla 11.

Tabla 11: Análisis de criticidad

| | Descripción | Frecuencia | Impacto operacional | Flexibilidad operacional | Impacto en la seguridad y/o medio ambiente | Frecuencia de falla | Criticidad |
|----|--------------------|------------|---------------------|--------------------------|--|---------------------|------------|
| 1 | Filtro | 9 | 10 | 2 | 3 | 9 | 288 |
| 2 | Respirador | 8 | 10 | 2 | 3 | 6 | 232 |
| 3 | Buzo | 9 | 9 | 1 | 3 | 10 | 207 |
| 4 | Zapatos | 9 | 10 | 1 | 3 | 6 | 171 |
| 5 | Guantes | 8 | 10 | 1 | 3 | 7 | 160 |
| 6 | Lentes | 9 | 10 | 1 | 3 | 4 | 153 |
| 7 | Chaleco Geólogo | 8 | 10 | 1 | 3 | 5 | 144 |
| 8 | Candado de Bloqueo | 8 | 10 | 1 | 3 | 4 | 136 |
| 9 | Pijama Térmico | 8 | 10 | 1 | 3 | 3 | 128 |
| 10 | Camisa Oxford | 8 | 10 | 1 | 2 | 2 | 112 |

Fuente: Elaboración propia

3.3 Límites del proceso

Para comenzar se realizó un análisis general a todos los proveedores de la empresa, con la finalidad de enfocarse en algunos de ellos. Luego se agruparon en categorías o familias de productos, estableciéndose que los EPP serían el caso de estudio para la planificación.

La planificación se centrará en el correcto aprovisionamiento de los EPP, como la lista de materiales es extensa, se centra el estudio en aquellos materiales considerados críticos, entregados por el análisis de criticidad. Para una revisión del listado completo de los EPP ver anexo N°3.

3.4 Ciclo PDCA

Para la propuesta de mejora se utilizara la metodología del ciclo de Deming o ciclo PDCA, la mejora se centra en 4 puntos fundamentales:

1. Planificar

En esta etapa se identifica la causa raíz del problema, mediante la realización de tres diagramas de Ishikawa. Se establece la oportunidad de mejora y la justificación en la elección de los EPP. Dentro de los planes de mejora que se establecen en esta primera etapa, se encuentran:

- Bodega, utilizando metodología 5S
- Procedimiento para entrega y frecuencia de EPP
- Encargados de adquisiciones

2. Hacer

En esta segunda etapa, se realizara un sugerido de compras, considerando inventarios requeridos, niveles de servicio, y stock de seguridad. Además se realiza una propuesta de rediseño en el proceso de compra.

3. Verificar

En esta etapa se evalúan los resultados una vez aplicada la etapa 1 y 2. Además se establecen indicadores que permitirán medir el proceso.

4. Actuar

Es la última etapa del ciclo, si los resultados obtenidos son los esperados, estos se documentan, estandarizando los procesos, de lo contrario se comienza nuevamente el ciclo con nuevos planes de mejora.

En la primera etapa de planificar, se realiza una proyección de demanda utilizando minería de datos, un complemento de Excel, para realizar la proyección es necesario la

instalación de SQL server y minería de datos, a continuación se muestra la metodología para obtener la proyección.

3.5 Proyección de demanda usando minería de datos

Para utilizar minería de datos, complemento de Excel, es necesario tener el programa SQL server, por ello se instala la versión 2008. Los pasos para la instalación del programa se detallan a continuación.

3.5.1 Microsoft SQL Server Management Studio

El primer paso es conectarse desde Microsoft SQL server management studio con un servidor. Este servidor debe haberse registrado previamente en la instalación del programa y dejarlo como administrador de server SQL, otorgándole así, por ejemplo permiso de lectura. Una vez conectado al servidor se debe crear la base de datos que se registrará en el sistema para posteriormente trabajar con ella. En este caso, el servidor SQL es “BODEGACALAMA-PC\SYSTEM” y el nombre de la base de datos es “compras”. Esto se observa en la figura 14.

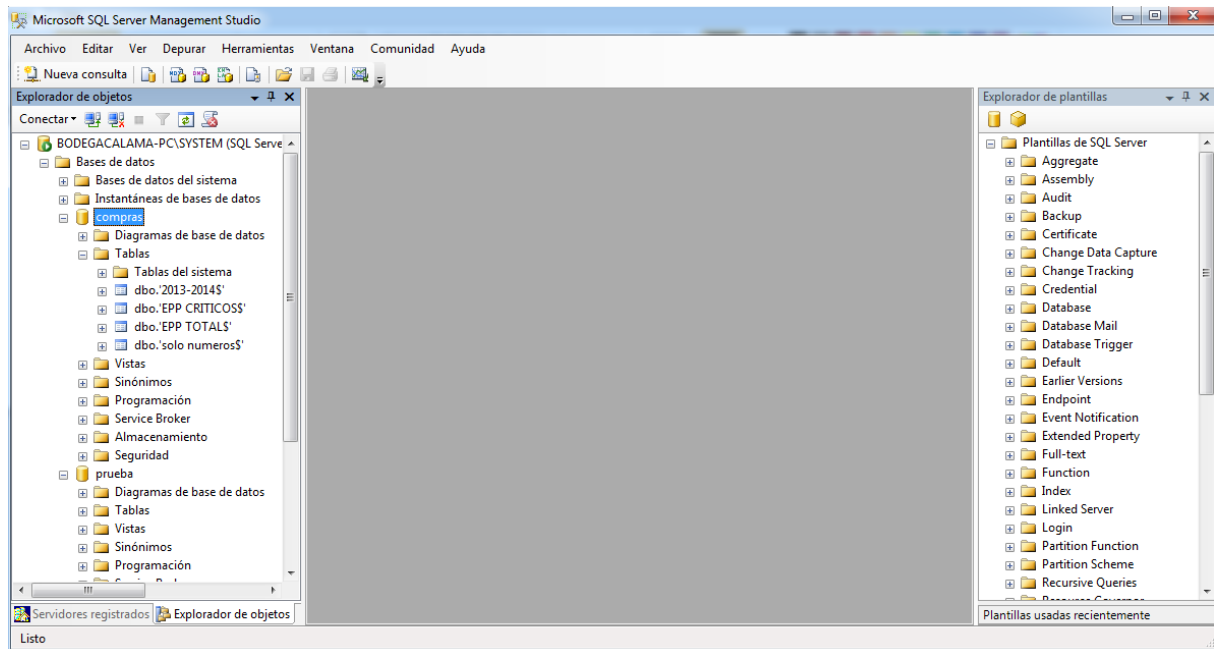


Figura 14: Conexión de SQL server management con el servidor. Fuente: SQL server management

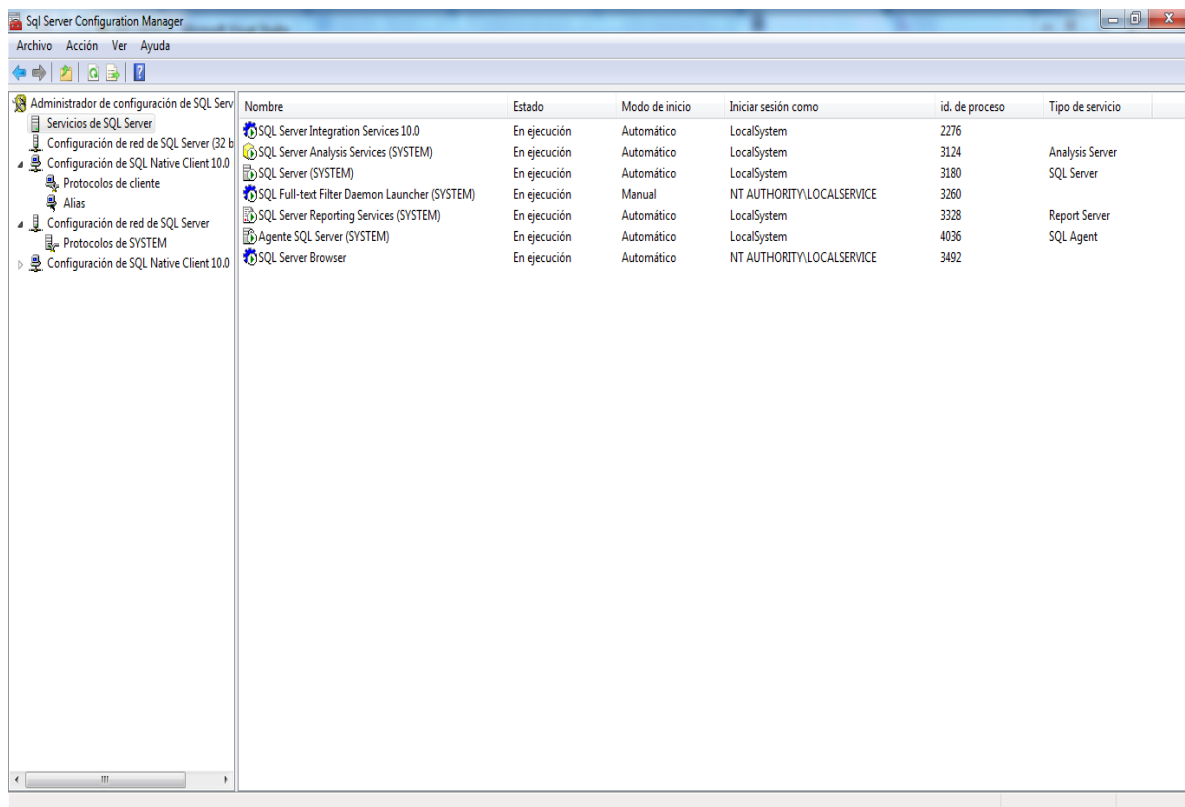
La recolección de datos que se realizó desde el sistema unysoft se registra en una planilla Excel, para pasarla a una base de datos, se deben importar los datos desde Excel a la base de datos. Para probar que la importación de datos se realizó exitosamente, se debe hacer clic en el nombre de la base de datos, luego en tablas, si el nombre de los datos que se importaron se encuentra, entonces la importación fue exitosa, de lo contrario se debe revisar

errores que podrían estar evitando la creación de la tabla en la base de datos. El nombre de la tabla que en este caso se importó desde Excel se denomina “EPP críticos”.

3.5.2 Administración de configuración de SQL Server

Para acceder al administrador de configuración de SQL server, se debe ingresar a Microsoft SQL server 2008 R2, luego herramientas de configuración, donde se encuentra el administrador.

En ocasiones SQL server no se ejecuta porque no están habilitados todos los componentes necesarios, situación que ocurrió al intentar ejecutar el programa desde Excel. El problema radica en que el browser se encontraba inactivo, el cual debe estar en ejecución, junto con todos los demás componentes, como se muestra en la figura 15.



| Nombre | Estado | Modo de inicio | Iniciar sesión como | id. de proceso | Tipo de servicio |
|---|--------------|----------------|---------------------------|----------------|------------------|
| SQL Server Integration Services 10.0 | En ejecución | Automático | LocalSystem | 2276 | |
| SQL Server Analysis Services (SYSTEM) | En ejecución | Automático | LocalSystem | 3124 | Analysis Server |
| SQL Server (SYSTEM) | En ejecución | Automático | LocalSystem | 3180 | SQL Server |
| SQL Full-text Filter Daemon Launcher (SYSTEM) | En ejecución | Manual | NT AUTHORITY\LOCALSERVICE | 3260 | |
| SQL Server Reporting Services (SYSTEM) | En ejecución | Automático | LocalSystem | 3328 | Report Server |
| Agente SQL Server (SYSTEM) | En ejecución | Automático | LocalSystem | 4036 | SQL Agent |
| SQL Server Browser | En ejecución | Automático | NT AUTHORITY\LOCALSERVICE | 3492 | |

Figura 15: Comprobación del estado de los componentes. Fuente: SQL server configuration manager

Antes de comenzar, asegurarse del estado de los componentes, al igual que el nombre del servidor “SYSTEM” sea el mismo con el cual se ejecute Microsoft SQL server management studio.

3.5.3 Microsoft Visual Studio

Una vez creada la base de datos, entonces ya se puede crear un proyecto de analysis services. Para ello el programa da la opción de varios proyectos, entre ellos el de analysis services, se establece un nombre para el nuevo proyecto y asegurarse que se encuentre conectada con el mismo servidor que se utilizó previamente en Microsoft SQL server management studio, para que estos tengan acceso a la conexión con la base de datos. El nombre del proyecto es “EPP críticos” mismo nombre que tiene la tabla creada.

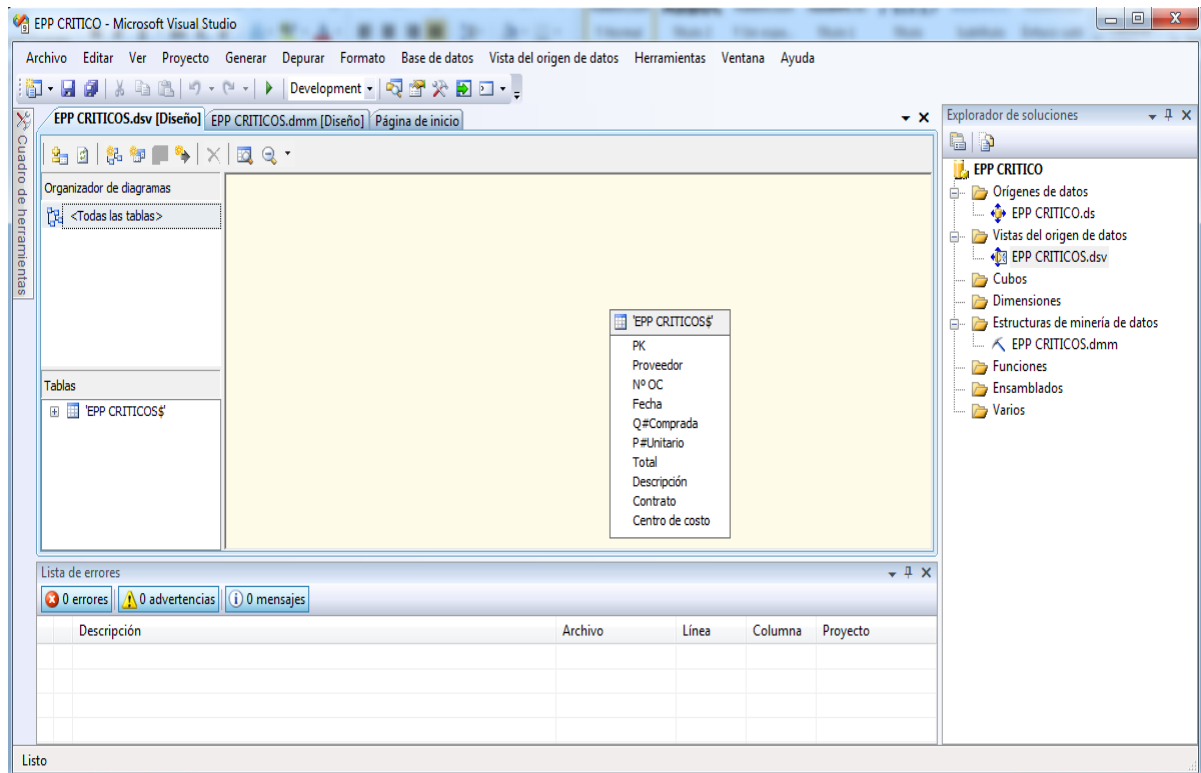


Figura 16: Creación de un proyecto de analysis services. Fuente: Microsoft visual studio

Ahora se debe dar un origen a los datos, es decir, desde donde se sacaran los datos para implementar el modelo, en este caso será desde la base de datos creada anteriormente llamada compras, en caso que no aparezca este origen, se debe crear un nuevo origen.

La vista de los datos, se refiere a que tabla dentro de la base de datos será la que se utilizara para el modelo, donde aparecerá en el lado izquierdo de la pantalla una lista con todas las tablas que existen en la base de datos, como se muestra en la figura 17.

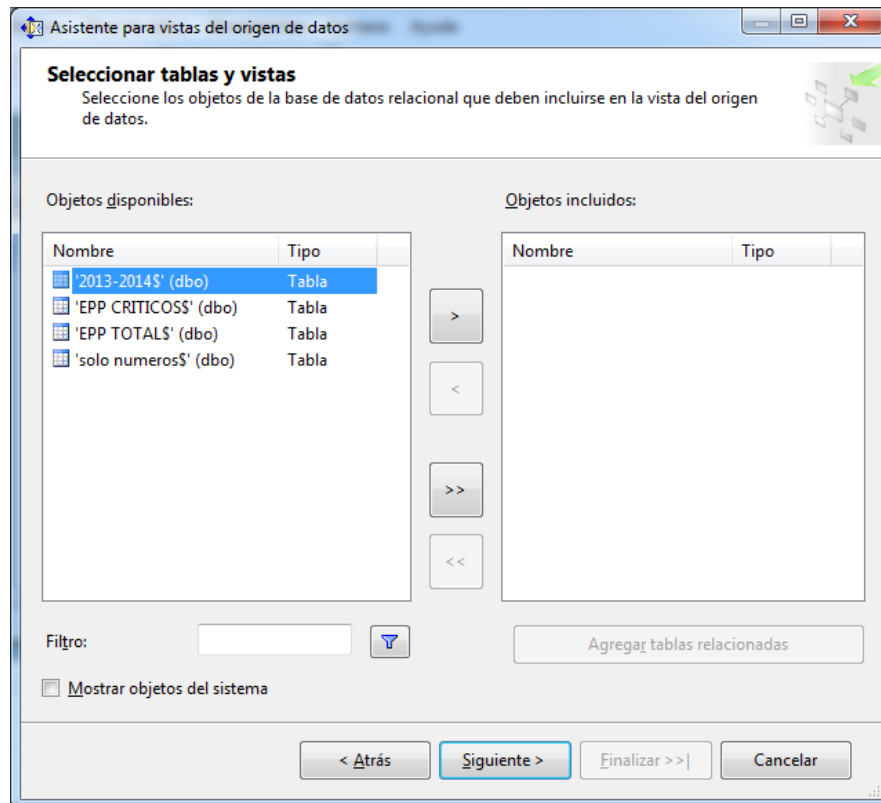


Figura 17: Establecer origen a los datos. Fuente: Microsoft visual studio

La tabla que se agregó en un comienzo se llama “EPP críticos” entonces se debe seleccionar la tabla y traspasarla hacia el lado derecho de la figura 17. Para finalizar esta sección se debe dar un nombre a la vista de los datos, el nombre asignado es “EPP critico.dsv”.

El último paso consiste en asignar una estructura de minería de datos, para realizar la proyección se utilizara red neuronal de Microsoft.

¿Por qué elegir redes neurales?

Las redes neuronales son modelos matemáticos que adaptan su comportamiento en respuesta a ejemplos, su comportamiento depende de acontecimientos ocurridos en el pasado. *“Chatfield (1994) comenta que las redes neuronales se comportan bien en la predicción de largo plazo con componentes no lineales, no estando claras las mejorías observadas en series cortas y estacionales, como las típicas en las predicciones de ventas.”* [Flores&Fernández]

En un trabajo de investigación y desarrollo sobre redes neuronales y series temporal de [Rabasta&Colaboradores] se destaca la siguiente acotación del párrafo introducción de dicho trabajo. *“En problemas de predicción a partir de series temporales, las de componente lineal puedes ser tratadas con modelos estadísticos clásicos (como el modelo ARIMA) obteniendo*

unos resultados muy buenos¹, sin embargo, cuando la serie a tratar tiene una componente no-lineal considerable, las redes neuronales se presentan como una alternativa más precisa a la hora de predecir el comportamiento futuro de dicha serie².

En el caso de las compras de EPP éstas no son lineales, ya que la cantidad a solicitar varía de acuerdo a los requerimiento de los solicitantes, por este motivo y según estudios que señalan una mejor predicción utilizando redes neuronales para series de componente no lineal, se decide aplicar redes neuronales para la aplicación de un pronóstico en las compras.

Al momento de la elección de la técnica de minería de datos, se selecciona red neuronal de Microsoft, como muestra la figura 18.

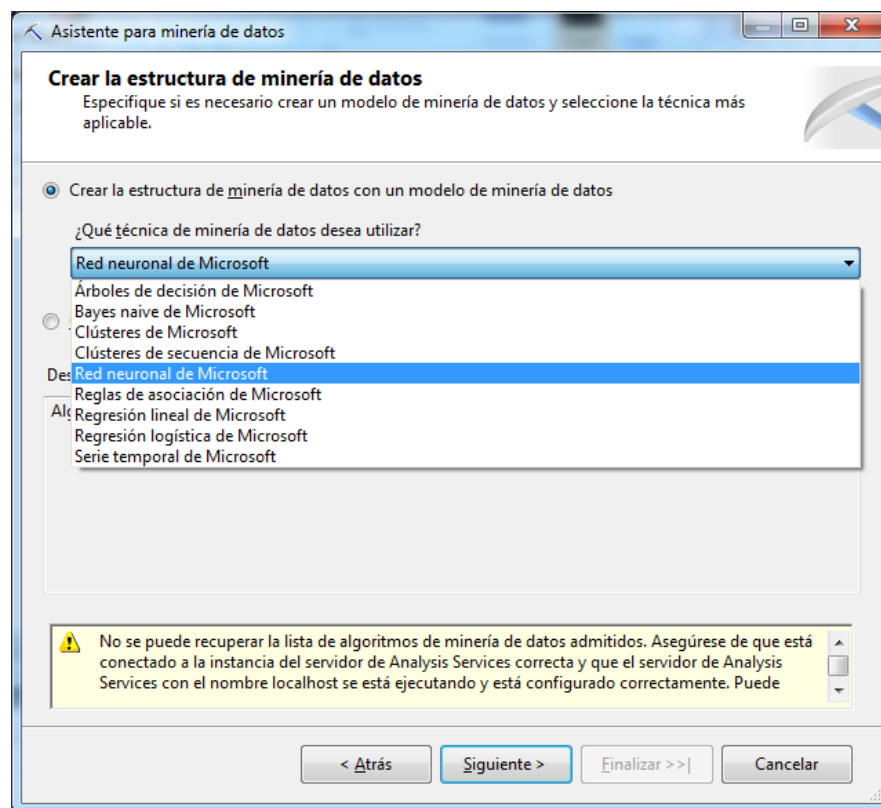


Figura 18: Elección de la técnica de minería de datos. Fuente: Microsoft visual studio

Una vez que se ha elegido el algoritmo para la estructura de minería de datos, se deben seleccionar entre todas las columnas que tiene la tabla, aquellas que serán utilizadas como clave, datos de entrada y columna de predicción. Los detalles se muestran en la figura 19.

¹ 2. Nansen, J.V.; Nelson, R.D. (2002). Data mining of time series using stacked generalizers. *Neurocomputing*, 43, 173-184

² . Sfetsos, A.; Siriopulos, C. (2004). Combinational time series forecasting based on clustering algorithms and neural networks. *Neural Computation and Applications* 13

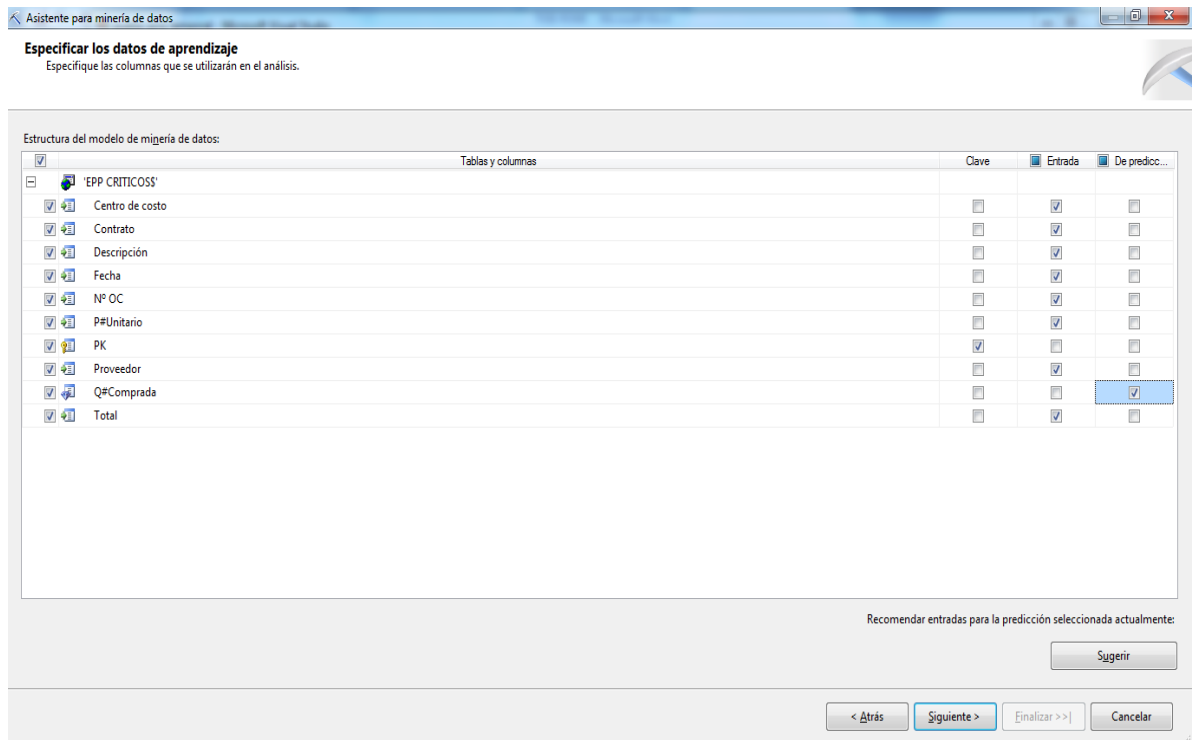


Figura 19: Selección y agrupación de datos. Fuente: Microsoft visual studio

Posteriormente el asistente para minería de datos de forma predeterminada, separa los datos proporcionados en un 30% para prueba del modelo y el restante 70% para entrenar el modelo, esta proporción predefinida es la que se utiliza generalmente para el uso de minería de datos, por ello se adopta esta proporción para el modelo. Esta situación se ilustra en la figura 20.

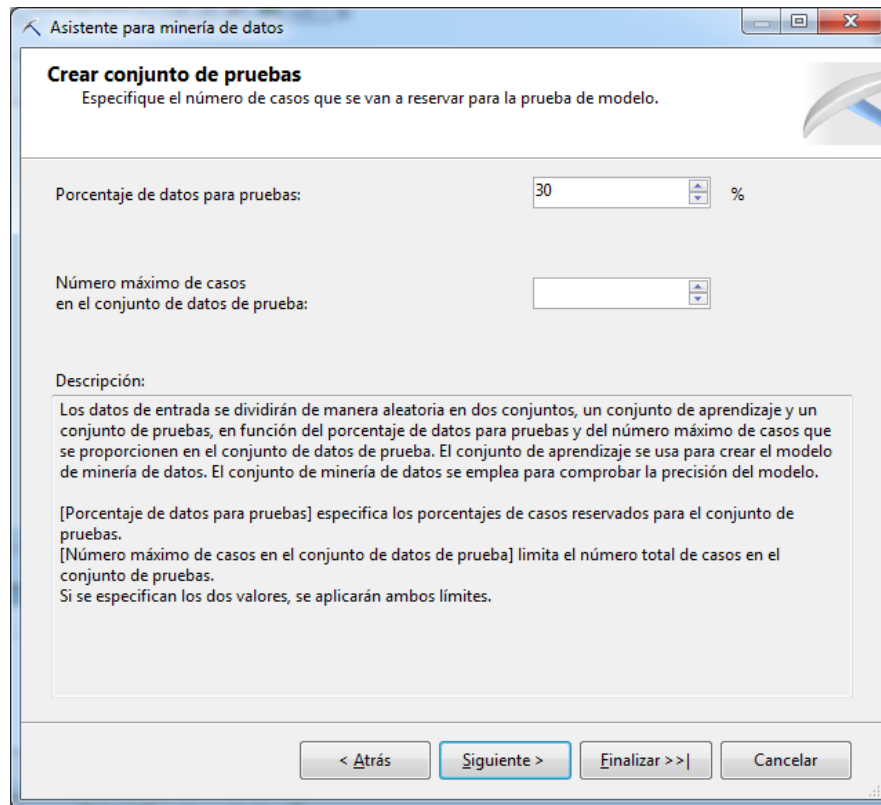


Figura 20: Elección del porcentaje de datos de prueba. Fuente: Microsoft visual studio

Una vez finalizado este proceso, están listos todos los datos requeridos para formar el modelo de minería de datos, solo queda dar inicio a la implementación, en caso que existan errores en la creación del modelo, no se podrá ejecutar correctamente, situación por la cual se debe revisar todos los pasos anteriores en busca del error arrojado. Cuando la implementación ha sido exitosa, se muestra como indica la figura 21.

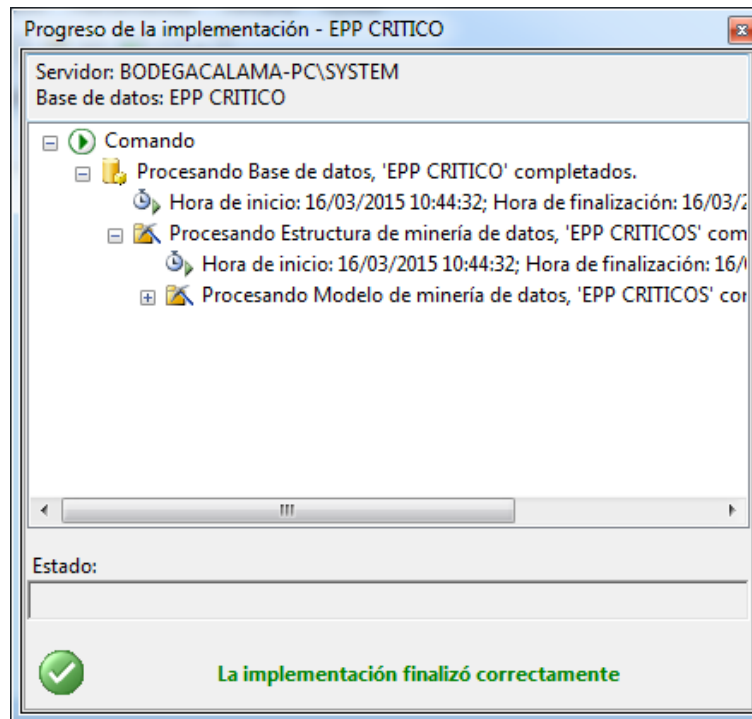


Figura 21: Implementación del proyecto de analysis services. Fuente: Microsoft visual studio

3.5.4 Minería de datos en Excel

El complemento de minería de datos se debe instalar en el computador, es un complemento gratuito, en este caso se instaló el complemento para Excel 2010 de 64 bits. Una vez instalado se debe administrar los complementos en Excel para que se habilite la pestaña de minería de datos.

Para trabajar en Excel, se deben configurar los complementos de minería de datos en “Utilidad de configuración del servidor” icono que se muestra en la figura 22.

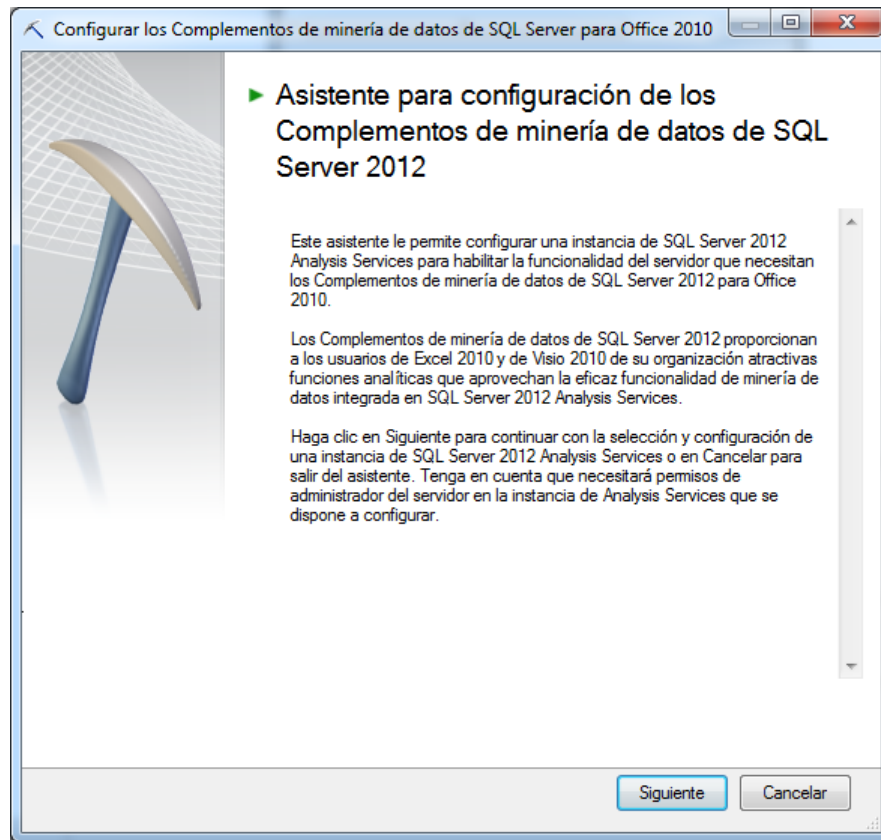


Figura 22: Configuración de complemento de minería de datos. Paso 1. Fuente: Asistente para configuración de los complementos

El complemento instalado como lo dice la figura 22 está configurado para trabajar con SQL server 2012, sin embargo es compatible con SQL server 2008. Para comenzar con la configuración hacer clic en siguiente y escribir el nombre del servidor con el cual se ha trabajado en todos los pasos anteriores.

Si la conexión con el servidor se realiza correctamente entonces se pasa al siguiente paso, como lo indica la figura 23.

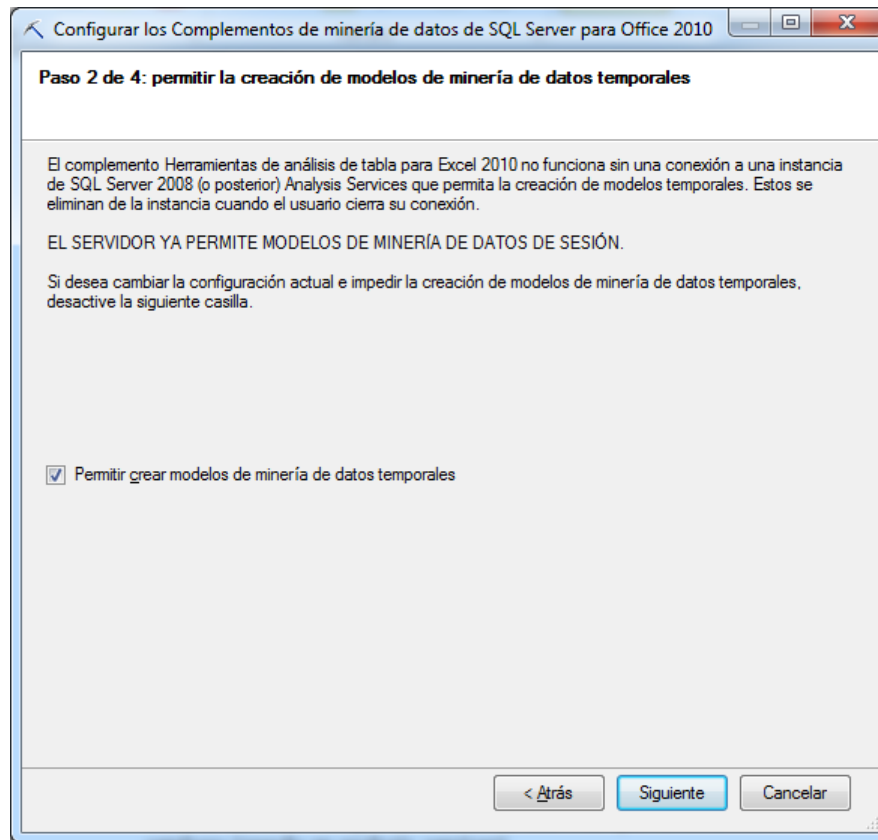


Figura 23: Configuración de complemento de minería de datos. Paso 2. Fuente: Asistente para configuración de los complementos

La conexión se debe realizar con el nombre de la base de datos que se ha creado con anterioridad y en el último paso, se autorizan los permisos adecuados para trabajar con minería de datos, como se muestra en la figura 24.

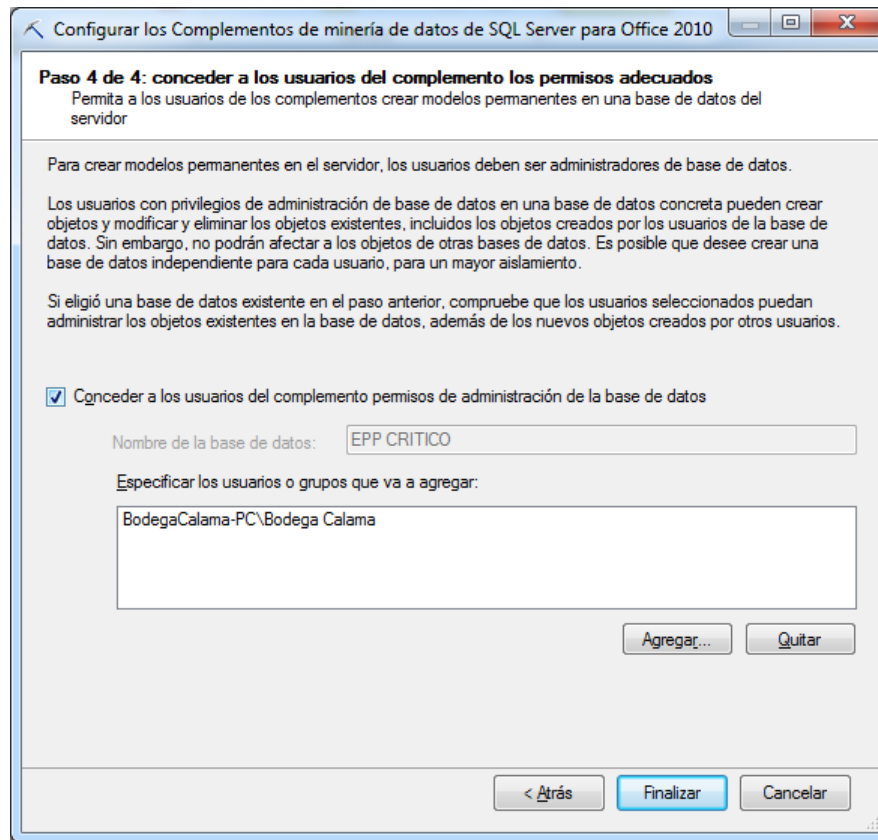


Figura 24: Configuración de complemento de minería de datos. Paso 4. Fuente: Asistente para configuración de los complementos

Para comenzar a trabajar en Excel con minería de datos, se debe observar en Excel, si la pestaña minería de datos está conectada al servidor, en esta oportunidad, la conexión no estaba realizada, por ello fue necesario hacer la conexión con analysis services, donde previamente se ha creado el proyecto de analysis services.

Para comenzar con la conexión se debe ingresar en la pestaña de minería de datos, luego en conexión, una vez que se estableció el nombre del servidor y el catalogo (creado en analysis services) se debe mostrar como la figura 25.

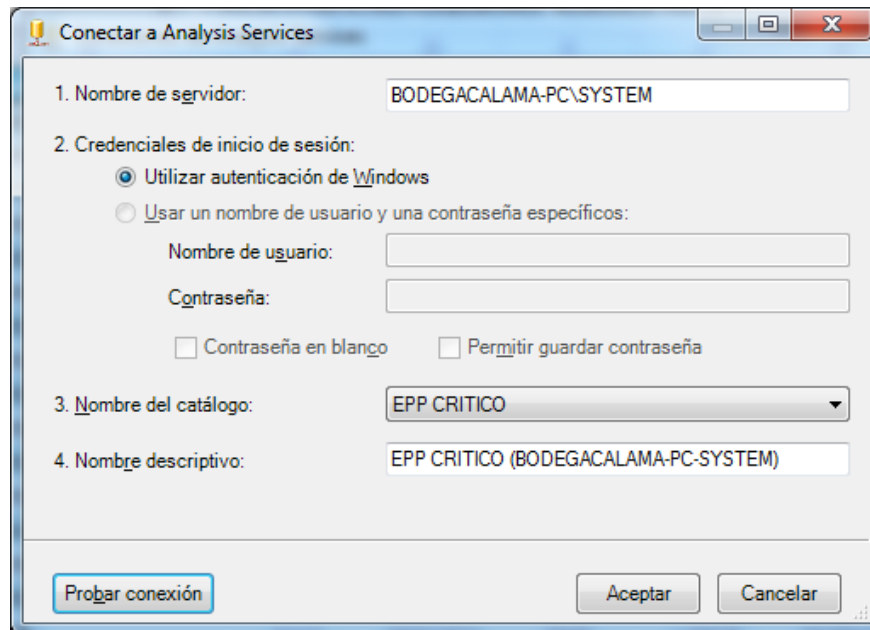


Figura 25: Establecer conexión entre minería de datos y servidor. Fuente: Excel

Se prueba la conexión para verificar que no existen problemas con el servidor especificado, si no hay errores, deberá aparecer el siguiente icono en la pestaña de minería de datos que se muestra en la figura 26, lo que indica que la conexión fue un éxito.

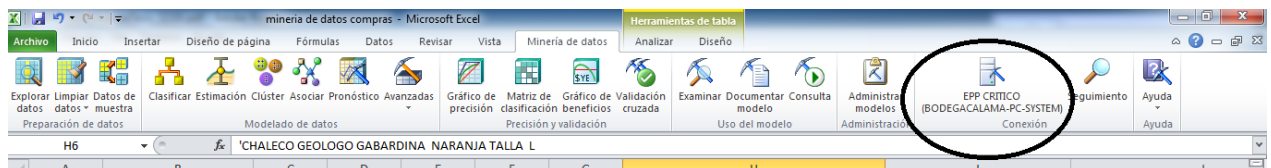


Figura 26: Conexión exitosa. Fuente: Excel

La conexión se realizó con “EPP crítico” en el servidor “BODEGACALAMA-PC\SYSTEM”. Ahora está todo listo para trabajar con minería de datos en Excel.

Una vez que se establece conexión como indica la figura 26, se puede comenzar a trabajar con minería de datos y las variables que se van a utilizar en el pronóstico.

Los resultados que se esperan mediante minería de datos es obtener una proyección de las cantidades que se esperan comprar para los siete primeros meses del año 2015, basado en datos históricos, y así, tener mayor claridad sobre las compras que se podrían realizar.

3.6 Conclusiones capítulo III

Se realizó la recolección de datos, en relación a las compras desde el sistema unysoft correspondiente a los años 2013 y 2014. Una vez ordenados los datos por familias de compras, es decir, compras de productos o materiales similares, se calcula la tasa de crecimiento para el año 2014 en relación al año 2013. En primer lugar se encuentra el grupo o familia denominado talonarios y otros, que aumentaron en un 63%, herramientas y accesorios aumentaron en un 56%, transporte aumentó en un 54% y en cuarto lugar se encuentran los EPP con un aumento del 51%.

Se presenta el análisis de criticidad, que tiene la finalidad de centrar la planificación en aquellos materiales que presentan mayor valor y rotación. Los criterios que se utilizan son consecuencia y frecuencia (correspondiente a la cantidad comprada del material). De acuerdo a la consecuencia los criterios son: impacto operacional, flexibilidad operacional, impacto en seguridad y/o medio ambiente y frecuencia de falla. Por lo tanto los límites del proceso se establecen para los EPP críticos.

Se describe cómo utilizar el ciclo PDCA para las propuestas de mejora. Dentro de la etapa de planificar del ciclo se realiza una proyección de demanda utilizando minería de datos. Para utilizar el programa es necesario instalar server SQL donde se describe paso a paso el actuar para que la instalación sea correcta, una vez instalado dicho programa se debe instalar el complemento de Excel minería de datos y se describe como conectar con el servidor.

Capítulo IV. Propuestas de Mejora

En el presente capítulo se utiliza lo desarrollado en el capítulo III de la metodología para hacer la planificación acorde con las herramientas analizadas en el capítulo anterior.

Se comienza con el primer paso del ciclo PDCA, planificar, donde se busca la causa raíz del problema, se realiza el pronóstico en minería de datos, para realizar la proyección de materiales que se clasifican en tres pronósticos. Luego se realiza un análisis en relación al detalle de los EPP, por ejemplo dentro de la categoría de filtros existen filtros para gases otros para polvos, se establece prioridades en relación a las mayores cantidades compradas el año 2014.

Posteriormente se realiza un análisis de precios de cada EPP, indicando el precio menor que se compró un material y el mayor, especificando el proveedor que asigno tales precios, con la finalidad de conocer los materiales que presentan mayores variaciones en los precios. Se establecen los planes de mejora en relación a bodegas, entrega y frecuencia de EPP y departamento de adquisiciones.

El segundo paso del ciclo es hacer. En el cual se desarrollan sugerido de compras, rediseño del proceso de compra y un diseño de una planilla de entrega y devolución de EPP. Par finalizar el capítulo se procede con el tercer y cuarto paso, verificar y actuar respectivamente.

Paso 1: Planificar

El primer paso del ciclo consiste en planificar para lograr el o los objetivos. Por ello es necesario identificar los objetivos que se persiguen, estos son:

- Determinar las causas que generan el problema.
- Realizar análisis con respecto a la compra de EPP.
- Establecer planes de mejora para evitar el uso de EPP en mayores cantidades a las requeridas.

4.1 Causas del problema

Las causas que generaron el aumento del monto gastado en EPP pueden ser diversas. Para ello se realizó un diagrama de Ishikawa para buscar las posibles causas que habrían generado el problema. El análisis se realizó de acuerdo a opiniones de personal de adquisiciones que son quienes compran, además de la propia experiencia en el área de adquisiciones y la opinión de expertos en prevención de riesgos.

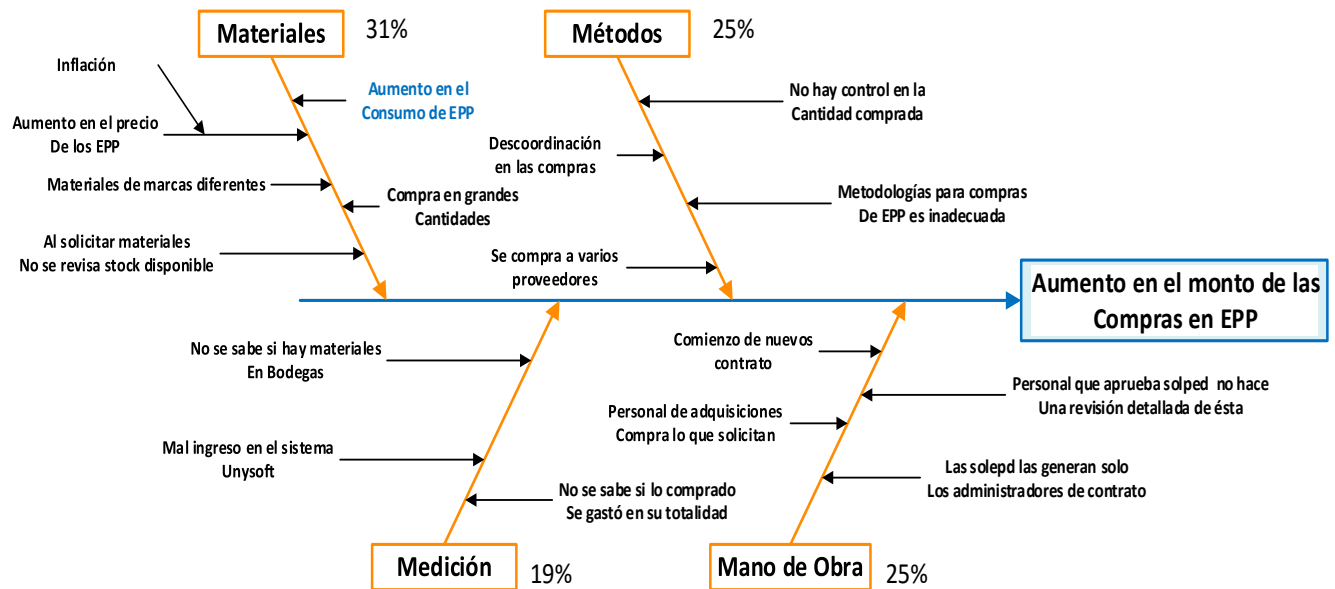


Figura 27: Diagrama 1 de Ishikawa. Fuente: Elaboración propia

El problema se ha establecido en el diagrama como el aumento en el monto de las compras de EPP. Los datos entregados en relación a los costos evidencian este problema. Las categorías que se utilizaron para agrupar las posibles causas son: Mano de obra, medición, métodos y materiales.

- 1. Mano de obra:** Según la clasificación pondera un 25%. Dentro de esta categoría, una de las causas que harían aumentar el monto gastado en EPP es el comienzo de nuevos contratos, durante el año 2014 comenzaron 2 nuevos contratos: Tranque Talabre Chuquicamata y Corporativo DMH, mientras que terminaron 2 contratos: Limpieza Industrial MDO y Suministro equipo apoyo MMH. Otra causa que generaría un aumento el monto se relaciona con personal que genera y aprueba las solped, este personal debe saber la cantidad requerida para solicitar o aprobar. Una última causa, se traslada al momento de comprar, donde personal de adquisiciones, recibe muchas solped, no solamente de EPP por lo tanto se dedica solamente a comprar.
- 2. Medición:** Según la clasificación pondera un 19%. Lo primero que se debe considerar es un mal ingreso, ya sea del recurso o del precio en el sistema unysoft donde se generan las OC que posteriormente son enviadas al proveedor. Personal de adquisiciones compra los materiales y estos son considerados para fines contables como consumidos, por ello una vez comprado, los EPP son consumidos, pero no se sabe si estos se gastaron en su totalidad o aún hay stock del material entregado. Esta última es otra posible causa, que no se realizan mediciones en las bodegas, para saber

los materiales que hay y los que no. Puede suceder que no se encuentre el material y se pida comprar más, sin embargo, dicho material estaba disponible en bodegas.

- 3. Métodos:** El método se refiere a la manera de actuar, pondera en la clasificación un 25%. En esta categoría se considera primero que no hay control en la cantidad comprada, es decir se solicitan materiales, y no hay revisión si corresponde comprar realmente la cantidad que se solicita. La metodología para realizar las compras puede ser inadecuada, este es un factor importante que puede estar afectando al proceso, por ejemplo algunos contratos realizan compras mensuales, donde generalmente piden las mismas cantidades todos los meses y eso se compra, pero ¿se necesitaran todos los meses la misma cantidad? Esto se relaciona con la mano de obra, se mencionaba por ejemplo, al personal que solicita y quien aprueba las solped.

Una descoordinación en las compras puede generar duplicidad en las compras, ya que son 3 los encargados de adquisiciones, este factor es poco probable en Steel, ya que cada comprador tiene asignados contratos específicos. Una cuarta causa hace referencia a los proveedores, al tener varios proveedores, la calidad de los materiales puede cambiar, lo que haría comprar una mayor cantidad para cumplir con los requerimientos de los contratos.

- 4. Materiales:** Esta clasificación pondera un 31%. Una de las causas que se relaciona también con la medición es que al solicitar materiales no se revisa el stock, si esto sucede, se compra “a ciegas”. Por otra parte se considera un aumento en el precio, si el precio aumenta, entonces el costo total de las compras será mayor. Una de las causas es el efecto de la inflación, sin embargo el análisis de las compras del año 2013 y 2014 se realizó en base a los precios reales de ambos años.

Otra alternativa es que se compren grandes cantidades de materiales para aprovechar mejores precios o bien que se compren materiales variados en diferentes marcas, estas pueden variar en calidad de acuerdo al uso requerido en cada contrato.

Una última causa considerada en color azul, es el aumento en el consumo de EPP, esta causa será analizada con un nuevo diagrama de Ishikawa con la finalidad de indagar más sobre la(s) causa(s) del problema.

La figura 28 muestra el diagrama de Ishikawa donde se establece en la punta de la espina de pescado el aumento en el consumo de EPP, una de las causas encontrada en el diagrama anterior de Ishikawa ahora se transforma en el problema.

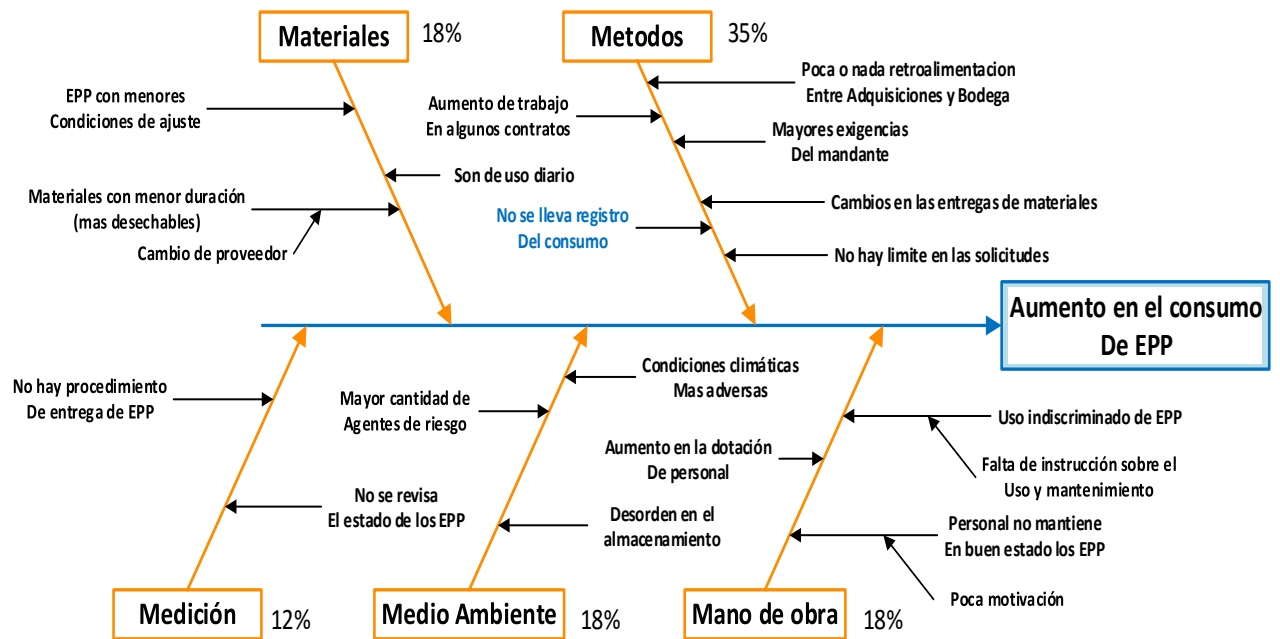


Figura 28: Diagrama 2 de Ishikawa. Fuente: Elaboración propia

- 1. Mano de obra:** Según la clasificación pondera un 18%. En esta categoría se considera en primer lugar un posible aumento en la dotación del personal durante el año 2014, lo que podría justificar un aumento en el consumo de EPP. Según datos entregados por el departamento de recursos humanos, la dotación de personal ha aumentado entre los años 2013 y 2014. Sin embargo, la dotación de personal entre ambos años aumentó en un 23% mientras que el consumo aumento en un 51%.

Una segunda causa es que el personal no está capacitado o no mantiene en buen estado los EPP, una sub-causa es que tienen poca o nada motivación en el lugar de trabajo. Una tercera causa considera el uso indiscriminado de EPP, es decir, que los trabajadores consumen los materiales cada vez que ellos consideran, sin razón aparente, agotando los stock disponibles, como una sub-causa puede considerarse que nadie les da instrucciones sobre el uso y mantenimiento de los EPP para que estos estén en las condiciones deseadas durante un determinado tiempo.

- 2. Medio Ambiente:** Al igual que en la categoría de mano obra, esta pondera un 18%. Dos de las causas que se presentan en esta categoría que son condiciones climáticas más adversas y mayor cantidad de agentes de riesgos, que se relacionan con el ambiente en el que se trabaja, en periodo de invierno las condiciones del clima son más extremas en comparación a otros periodos del año que pueden aumentar el consumo de EPP, por ejemplo climas de nieve o lluvia afectara al deterioro de los zapatos, lo que podría acelerar el recambio de estos, sin embargo esto sucede todos los años. Un desorden en el almacenamiento de los materiales también puede ser causa del aumento

en el consumo, si el trabajador no sabe dónde deja sus implementos de seguridad, o simplemente los pierde, necesitara pedir nuevos materiales.

3. **Medición:** Esta categoría pondera un 12%. Al momento de entregar los EPP no hay un procedimiento donde se registre al personal que está solicitando los materiales, esto puede generar que el trabajador al saber que no se lleva registro pida materiales cada vez que lo estime. Otra de las causas que se derivan de la categoría medición es que no existe una revisión del estado de los EPP, por lo tanto no se conoce si los EPP se están utilizando de la forma correcta y además da la libertad al trabajador para que decida cuando cambiarlos porque ya han terminado su vida útil.
4. **Métodos:** Esta categoría pondera un 35%. En esta categoría se considera la poca o inexistencia de retroalimentación entre personal de bodega y adquisiciones. Puede suceder que adquisiciones compre una cierta cantidad materiales para un determinado contrato, mientras que bodega entregue al mismo contrato mayor cantidad, utilizando stock de bodega. Como no existe límite en las solicitudes para cada contrato, personal solicita lo que estima se utilizara. Otra causa que se muestra en la figura con color azul (que posteriormente será analizada en otro diagrama de Ishikawa) es que no se lleva registro del consumo, es decir, si personal de adquisiciones compra cierta cantidad un mes y al otro mes se solicita la misma cantidad, si alguien solicitara información sobre quienes o de qué forma se distribuyeron los materiales comprados el mes anterior, no se obtendrá respuesta, a menos que personal de bodega tenga muy buena memoria para recordar, situación que es muy poco probable.

Un cambio en el formato de las fichas de entrega para personal nuevo puede generar dudas en personal de bodega que entrega los EPP, sin embargo, en la empresa se continúa utilizando los mismos formatos de entrega de material para personal que se incorpora por primera vez a la empresa.

El aumento de trabajo en algunos contratos puede acelerar el desgaste de los EPP y con ello aumentar el consumo, si se genera un aumento en la cantidad de trabajo de un contrato, esto debería verse reflejado en un aumento de personal para no sobre cargar con trabajo adicional al establecido en el contrato de trabajo. Con respecto a las mayores exigencias del mandante, se refiere a que la empresa quien contrata los servicios de Steel, en este caso Codelco, realice exigencias con respecto en el uso de EPP. Hay exigencias por parte de Codelco en relación a tipo o marca de un determinado EPP, pero en relación al uso de ellos, menciona en el Reglamento especial de seguridad y salud ocupacional, título IV: Obligaciones de las empresas contratistas o subcontratistas menciona que estas tienen la obligación de *“proveer a los trabajadores en forma gratuita los equipos de protección personal necesarios para prevenir accidentes profesionales y accidentes de trabajo de acuerdo a los estándares definidos por la corporación”* es decir que Steel es la encargada de entregar a sus trabajadores los EPP que requieran, por ejemplo, Codelco posee estándares de control de fatalidades, donde se define dentro de este documento se detallan las condiciones necesarias que debe poseer tanto el trabajador como el lugar de trabajo y la empresa para realizar trabajos en altura física (sobre 1.80 metros).

5. Materiales: esta clasificación pondera un 18%. La primera causa considerada es que los EPP pueden ser de uso diario, incluso más de una unidad por cada trabajador al día, la cantidad debe ser informada a los trabajadores a manera de optimizar los materiales que tienen a su disposición, sin utilizar más de lo debido. La segunda causa es comprar materiales con menor duración o más desechables, si la calidad es baja, los materiales se deteriorarían con mayor rapidez, lo que conllevaría a un aumento en su consumo, una razón de la baja en la calidad puede ser el cambio de un proveedor a otro. Sin embargo los proveedores analizados en ambos años en estudio son los mismos, que además deben entregar las especificaciones técnicas de los productos.

Las menores condiciones de ajuste hace referencia a la comodidad, por ejemplo talla de guantes, si se utiliza guantes de talla pequeña que no es la adecuada para una persona, estos se podrían romper con mayor facilidad. Steel compra en diferentes tallas para brindar la mayor comodidad al trabajador.

Para seguir con el análisis de encontrar la causa raíz del problema, se establece en la cabeza de espina de pescado el problema de que no se lleva registro del consumo. Se analiza la situación a través de un nuevo diagrama de Ishikawa presentado en la figura 29.

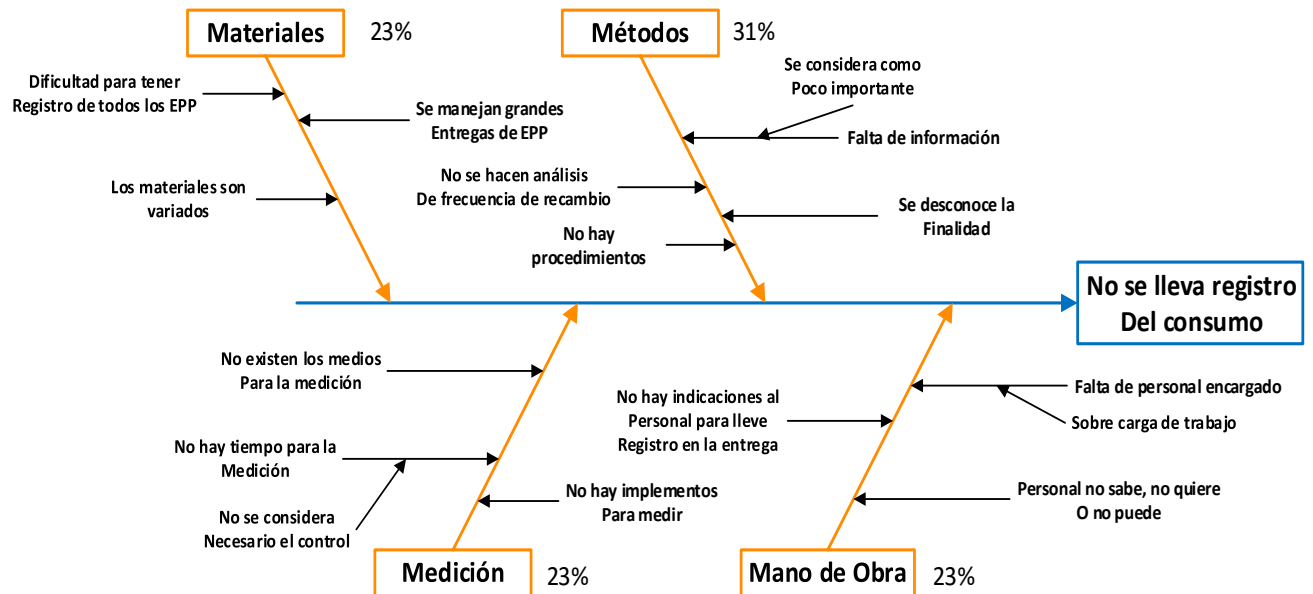


Figura 29: Diagrama 3 de Ishikawa. Fuente: Elaboración propia

1. **Mano de obra:** esta categoría representa el 23%. Las acciones sub estándar son aquellos actos que comete una persona que no sigue el procedimiento habitual, considerado como estándar. Las causas básicas que generan las acciones sub estándar se denominan factores personales cuando las personas no saben realizar la actividad, las personas no están motivadas para realizar el trabajo y cuando las personas no tienen las aptitudes para realizar la actividad. No sabe, no quiere, no puede. Otra causa se puede derivar debido que falta personal que se dedique a la labor de llevar registro del consumo o bien no existen las indicaciones correspondientes al personal para llevar el registro del consumo, si la tarea no se deja explícita, simplemente no se realiza. La sobrecarga de trabajo es un aspecto que puede influir en no alcanzar dentro de la jornada laboral a realizar el registro, sin embargo si se diera esta situación el jefe de personal debe designar a otra persona para cumplir con los requerimientos.
2. **Medición:** representa el 23%. La primera causa que surge en esta categoría es que no hay tiempo para realizar mediciones, ya que se podría considerar innecesario, porque se desconoce la finalidad y la importancia que brinda a los procesos medirlos, con ello se observan problemas que pueden ser solucionados, si no se mide, los problemas probablemente no tendrán solución. Otra causa se relaciona con que no existen los medios ni los implementos para la medición. Por ejemplo, un implemento necesario para el control digital es el computador, mientras que el medio será saber utilizar algún programa para lograr la finalidad.
3. **Métodos:** esta categoría pondera un 31%. Dentro de esta categoría se considera la inexistencia de procedimientos para llevar a cabo el registro, puede pasar que existan procedimientos, pero si estos no se dan a conocer a los trabajadores, nunca lograran cumplir con su finalidad. Algo similar sucede cuando se desconoce la finalidad del proceso, si la gerencia implanta un nuevo procedimiento, necesariamente debe explicar la importancia de este y los resultados que se esperan. Por lo tanto la información es fundamental para el correcto funcionamiento de los procesos, una causa de la falta de información es que se considera como poco importante. Si en análisis de años anteriores no se revisaron las compras de EPP en relación a cantidad y monto, es posible que el problema se desconocía.
4. **Materiales:** esta categoría pondera un 23%. Dentro de las causas encontradas en esta categoría se encuentra que las cantidades de EPP que se manejan son muchas, sobre todo en bodegas centrales, donde también los materiales son variados, diferentes tipos, tamaños, colores, lo que dificulta llevar un registro de ellos. Otra de las variables que puede influir en la dificultad del registro es que el procedimiento sea difícil de entender para el trabajador y por ello mismo no lo realice de manera continua.

Después de analizar los tres diagramas de Ishikawas, donde la finalidad es encontrar la causa raíz del problema que se presenta como un aumento en el nivel de las compras de EPP, se puede considerar lo siguiente:

Con respecto a los métodos, la causa que genera el aumento en el consumo es que no se lleva registro en el consumo individual del personal, solamente se lleva registro de las compras y las entregas desde bodega a cada contrato, pero sin considerar personal que recibe los materiales. Una característica que se suma a que no se lleva registro es la mano de obra, es decir los trabajadores, al no mantener registro de sus entregas ellos pueden solicitar material cuando lo estimen.

En conclusión se determinó que la causa raíz es que no se lleva registro del consumo, donde las causas más relevantes se agrupan con un 31% en los métodos, entre ellos se menciona que no hay procedimientos.

4.2 Oportunidad de mejora

Como se observó, el monto de las compras totales ha aumentado, en un 40% con respecto al año anterior, mientras que las compras de EPP aumentaron en un 51%. Para tener estimaciones de los próximos periodos se propondría una planificación en la gestión del aprovisionamiento. Los proveedores con los que trabaja Steel son variados, para abordar esta memoria, se realizara un análisis que va de lo general a lo particular, con la finalidad de establecer los límites de la planificación y así enfocarse en un grupo específico de materiales.

Para el año 2013 y 2014 se realizó un ranking en orden descendente en relación a los montos más relevantes y elevados con su respectivo proveedor. Los montos no se detallan por privacidad de la empresa.

La tabla 12 resume los 11 proveedores en los cuales se realizaron mayores compras durante el año 2013.

Tabla 12: Proveedores año 2013

| | Proveedores 2013 |
|----|---|
| 1 | Aramark Serv. Mineros y Remotos Ltda. |
| 2 | Salinas y Fabres S.A. |
| 3 | Komatsu Cummins Chile Arrienda S.A. |
| 4 | SKC Rental Ltda. |
| 5 | Transportes Transmac Ltda. |
| 6 | Buses Ahumada Ltda. |
| 7 | Coalfa S.A |
| 8 | Apro LTDA. |
| 9 | The Rental Store Chile S.A. |
| 10 | Ingeniería, Montaje y Servicios Patagonia Ltda. |
| 11 | Enrique Desmandryl y Cía. Ltda. |

Fuente: Elaboración propia

Los mayores montos que se realizaron en el año 2013 corresponden a: Aramark, empresa del rubro alimenticio; Salinas y Fabres, empresa que provee de repuestos y mantenciones a maquinarias; y Komatsu Cummins Chile Arrienda que corresponde al arriendo de equipos y maquinarias.

Para el año 2014, el ranking se realiza de la misma manera que el año anterior, en orden descendente por monto. Esto se refleja en la tabla 13.

Tabla 13: Proveedores año 2014

| Proveedores 2014 | |
|-------------------------|-------------------------------------|
| 1 | Ameco Chile S.A. |
| 2 | Komatsu Cummins Chile Arrienda S.A. |
| 3 | Roberto Collado Valverde |
| 4 | Apro Ltda. |
| 5 | Coalfa S.A |
| 6 | Enrique Desmandryl y CIA LTDA |
| 7 | Transportes Transmac Ltda. |
| 8 | Ferretería Santiago S.A. |
| 9 | Sociedad Casa Blanca Tours Ltda. |
| 10 | Finning Chile S.A. |
| 11 | Pedro Godoy Briceño |

Fuente: Elaboración propia

Las compras con valores elevados corresponden a arriendo de equipos y maquinarias como por ejemplo los proveedores Ameco, komatsu Chile Arrienda, Roberto Collado Valverde o Enrique Desmadryl. Estos gastos son indispensables para la entrega del servicio en los contratos que requieren del uso de los equipos y maquinarias.

4.2.1 Justificación de la elección de EPP

Se realizó un análisis agrupando a los proveedores por familias de compras, es decir se agrupan todos los proveedores que disponen de servicios o materiales similares. Una vez realizada la agrupación se calcula un porcentaje en relación al total de compras anuales. Por ejemplo para los EPP el indicador es el siguiente:

$$\text{Porcentaje compras EPP} = \frac{\text{Compras de EPP}}{\text{Total compras anuales}} \times 100$$

$$\text{Porcentaje compras EPP} = \frac{477.254.514}{7.555.735.449} \times 100 = 6,3\%$$

Y así sucesivamente para el resto de las familias de proveedores. La tabla siguiente muestra las familias de proveedores que agrupan el 77,4% del total de compras, el porcentaje que muestra la tabla 14 se realizó al comparar el monto de la familia respectiva con el total de compras anuales, como ya se mencionó, los montos no serán evidenciados.

Tabla 14: Agrupacion de compras

| Ítem | Porcentaje |
|--|-------------------|
| Arriendo de maquinaria y equipos | 30,2% |
| Transporte | 8,9% |
| Alimentación | 8,6% |
| EPP | 6,3% |
| Herramientas y Accesorios | 6,1% |
| Repuestos | 4,5% |
| Pasajes | 3,0% |
| Servicios (reparaciones, mantenciones) | 2,3% |
| Confección ropa | 1,5% |
| Artículos de oficina | 1,4% |
| Productos de aseo | 1,2% |
| Contenedores | 0,9% |
| Talonarios u otros | 0,9% |
| Neumáticos | 0,7% |
| Arriendo de camionetas | 0,5% |
| Certificaciones y capacitación | 0,4% |
| Total | 77,4% |

Fuente: Elaboración propia

En primer lugar con un 30,2% se encuentra el arriendo de maquinarias y equipos, que son costos inherentes asociados al cumplimiento del servicio, porque hay contratos en los cuales se trabaja con maquinarias, como por ejemplo, camiones, grúas, entre otras, algunas son arrendadas, mientras que otras se compran.

En segundo lugar con un 8,9% están los costos que corresponden a transporte, el transporte se asocia al transporte de personal, arriendo de buses, traslado de maquinarias, pasajes aéreos para el personal que viaja por ejemplo desde Los Andes, casa matriz, hasta Calama.

En tercer lugar con un 8,6% se encuentra la categoría de alimentación, que abarca a todos los trabajadores, esta categoría es considerada como crítica ya que la alimentación es primordial y el servicio debe entregarse inevitablemente, independiente si existen cambios en precios u otros. Por ejemplo hay faenas en los cuales la empresa que contrata los servicios de

Steel especifica el proveedor de alimentación, siendo este un monopolio, donde las empresas deben aceptar sus precios sin poder de negociación.

Por último y en cuarto lugar se encuentran la clasificación de los EPP, el indicador refleja que el 6,3% del total de compras corresponde a EPP. Por esta razón, de encontrarse en el cuarto lugar se justifica que la planificación se centra en estos materiales.

Al realizar un análisis en los principales proveedores de EPP, se encuentran: Apro Ltda., Comercial Andes Security Ltda., Safe seguridad S.A y Garmendia Macus S.A.

La comparación en la compra estos materiales, durante los años 2013 y 2014 se muestra en la tabla 15.

Tabla 15: Comparacion de montos en las compras de EPP

| Proveedor | Año 2013 | Año 2014 |
|--------------------------------|--------------------|--------------------|
| Apro Ltda. | 124.940.526 | 287.656.740 |
| Comercial Andes Security Ltda. | 63.169.690 | 104.428.390 |
| Safe Seguridad SA. | 26.246.091 | 48.382.891 |
| Garmendia Macus S.A. | 21.703.567 | 36.786.493 |
| Total | 236.059.874 | 477.254.514 |

Fuente: Elaboración propia

La distribución mensual de consumo de los 4 proveedores del año 2014 mencionados en la tabla 15, considerando desde Enero a Diciembre, se muestra en la figura 30.

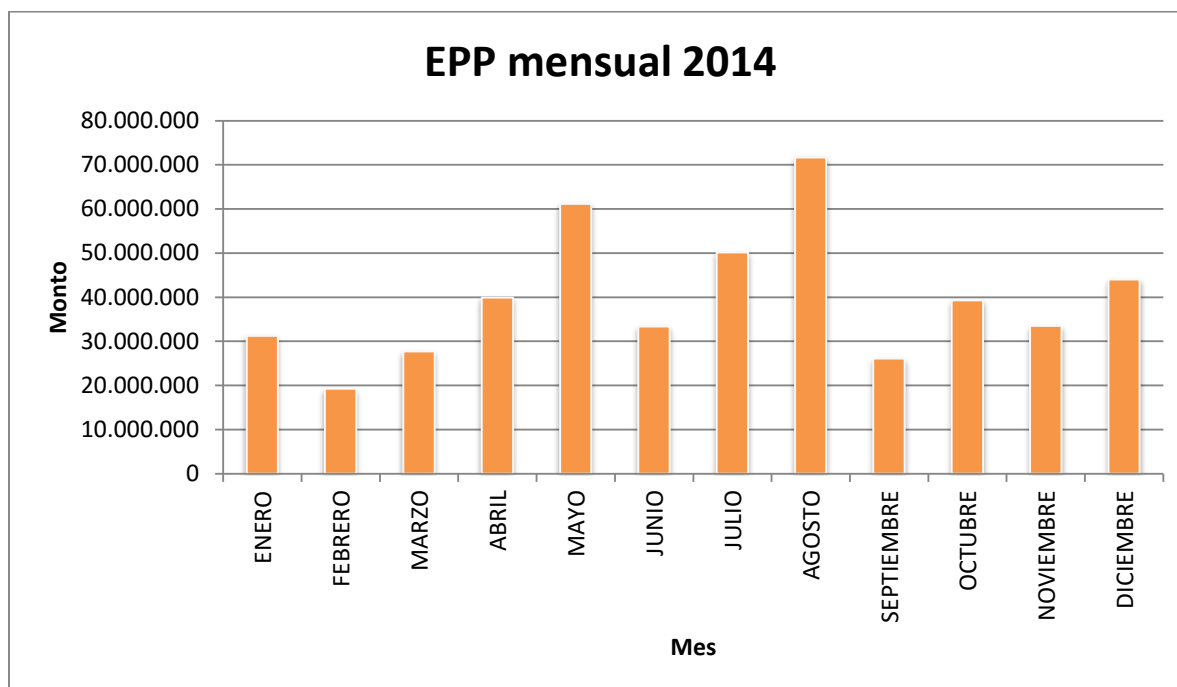


Figura 30: Distribucion mensual en la compra de EPP. Fuente: Elaboración propia

Se observa que el mayor consumo de EPP se concentra en el segundo y tercer trimestre del año 2014.

4.3 Pronóstico en minería de datos

Después de tener instalado y en ejecución el complemento de minería de datos, descrito en el capítulo anterior, se comienza con la proyección. La descripción que se tiene en la tabla de los EPP críticos se debe ordenar, ya que los recursos que utiliza el sistema unysoft son variados. Por ejemplo, si se alude a los zapatos, en la descripción se encontrará zapato número 42, zapato número 43, etc. Para ordenar los datos estos se agruparon en conjuntos generales, es decir sin considerar talla, tamaño o color. La tabla 16 muestra el resumen por mes, cantidad y la descripción de cada uno de los EPP que se establecieron en el análisis de criticidad.

Tabla 16: Cantidad de EPP comprados por meses

| Fecha | Filtro | Respirador | Pijama | Zapatos | Candado de Bloqueo | Geólogo | Buzo | Guantes | Lentes |
|---------|--------|------------|--------|---------|--------------------|---------|-------|---------|--------|
| 01-2013 | 329 | 190 | 6 | 187 | 60 | 70 | 2.360 | 1.496 | 1.161 |
| 02-2013 | 845 | 170 | 43 | 88 | 52 | 2 | 703 | 1.450 | 324 |
| 03-2013 | 800 | 40 | 115 | 137 | 0 | 0 | 2.025 | 1.164 | 710 |
| 04-2013 | 50 | 65 | 119 | 139 | 100 | 152 | 189 | 508 | 340 |
| 05-2013 | 1.230 | 212 | 45 | 33 | 13 | 100 | 2.318 | 2.160 | 807 |
| 06-2013 | 302 | 82 | 199 | 70 | 66 | 21 | 816 | 1.004 | 228 |
| 07-2013 | 614 | 82 | 146 | 170 | 28 | 50 | 1.616 | 1.730 | 614 |
| 08-2013 | 772 | 136 | 32 | 102 | 41 | 98 | 1.185 | 1.227 | 838 |
| 09-2013 | 620 | 40 | 73 | 53 | 18 | 63 | 1.585 | 1.870 | 663 |
| 10-2013 | 1.107 | 117 | 0 | 108 | 113 | 211 | 2.075 | 1.628 | 986 |
| 11-2013 | 650 | 136 | 67 | 77 | 71 | 125 | 900 | 867 | 2.000 |
| 12-2013 | 436 | 145 | 30 | 65 | 32 | 76 | 1.471 | 1.682 | 1.172 |
| 01-2014 | 1.638 | 208 | 29 | 229 | 142 | 111 | 1.811 | 2.050 | 820 |
| 02-2014 | 71 | 131 | 0 | 19 | 52 | 86 | 1.760 | 1.639 | 1.130 |
| 03-2014 | 990 | 73 | 115 | 170 | 194 | 196 | 980 | 1.800 | 880 |
| 04-2014 | 1.377 | 294 | 289 | 242 | 219 | 256 | 3.341 | 2.451 | 1.165 |
| 05-2014 | 1.576 | 398 | 352 | 324 | 38 | 62 | 3.989 | 1.626 | 726 |
| 06-2014 | 880 | 56 | 136 | 222 | 112 | 213 | 1.330 | 1.954 | 664 |
| 07-2014 | 1.610 | 494 | 56 | 49 | 0 | 206 | 3.759 | 2.881 | 1.734 |
| 08-2014 | 1.475 | 509 | 203 | 376 | 351 | 385 | 4.708 | 3.286 | 1.855 |
| 09-2014 | 1.180 | 140 | 73 | 19 | 38 | 114 | 1.980 | 2.104 | 943 |
| 10-2014 | 2.315 | 146 | 74 | 108 | 193 | 230 | 2.200 | 3.009 | 1.434 |
| 11-2014 | 541 | 85 | 0 | 267 | 91 | 34 | 3.065 | 1.504 | 524 |
| 12-2014 | 2.030 | 124 | 0 | 183 | 64 | 335 | 2.100 | 2.177 | 740 |

Fuente: Elaboración propia

Con los datos presentados en la tabla, extraídos de la base de datos “compras” de server SQL se realiza el pronóstico para los materiales descritos anteriormente, el pronóstico consta de tres partes, con la finalidad de no sobre cargar un mismo gráfico con todos los pronósticos.

4.3.1 Pronóstico 1

Para el primer pronóstico se consideraron 3 materiales, que son: filtro, respirador y pijama térmico. Al seleccionar la tabla en Excel, desde la pestaña de análisis el elemento que se utiliza es el denominado “pronósticos”. Al seleccionar pronósticos, se arroja la ventana que muestra la figura 31.

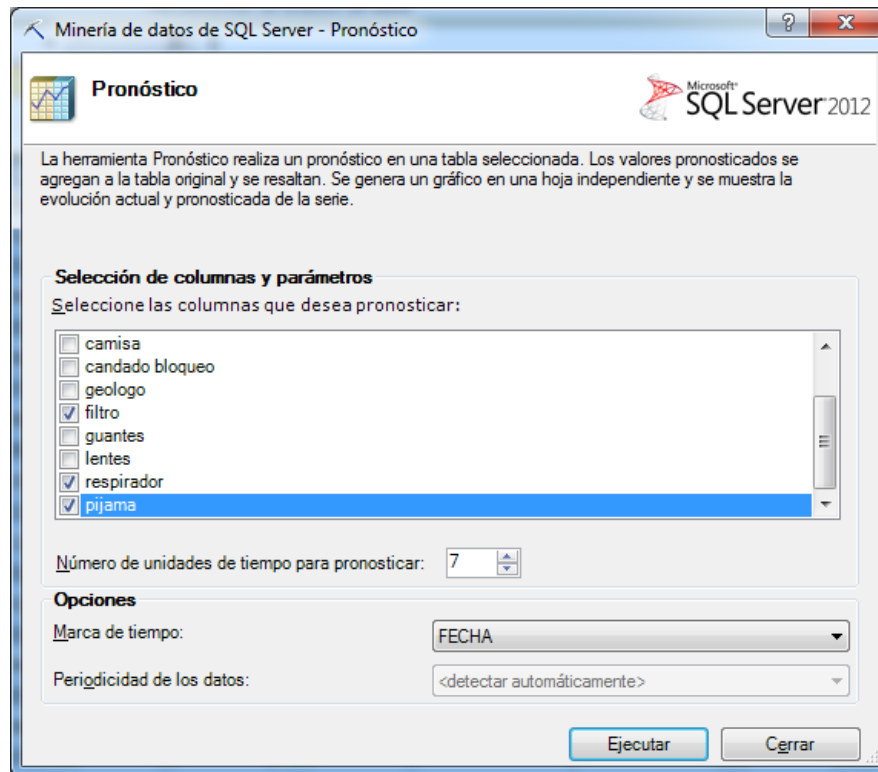


Figura 31: EPP considerados en pronóstico 1. Fuente: Minería de datos Excel

Como se mencionó, en el pronóstico 1 se seleccionan las columnas de filtro, respirador y pijama, estos materiales serán los pronosticados. El número de unidades de tiempo a pronosticar es de 7, es decir desde enero a julio del 2015 y la marca de tiempo es la fecha (que se incluye en la tabla). Al ejecutar, el programa arroja el gráfico representado en la figura 32.

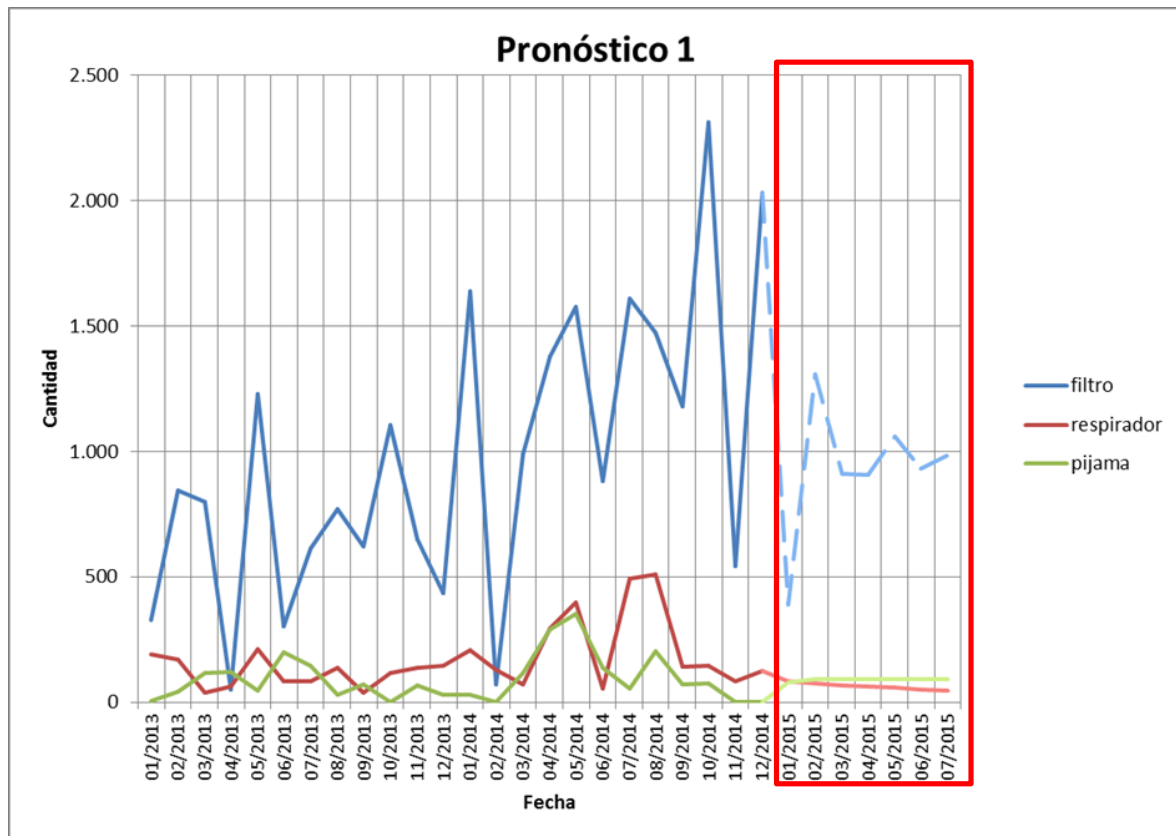


Figura 32: Grafica pronóstico 1. Fuente: Minería de datos Excel

Las líneas punteadas del grafico son las correspondientes al pronóstico, enmarcadas en el rectángulo, como se observa el algoritmo evaluó 7 valores que fueron las unidades de tiempo colocadas al comienzo. Los valores exactos son registrados automáticamente en la tabla de inicio de la planilla Excel.

4.3.2 Pronóstico 2

Para el segundo análisis de pronóstico se consideran otros tres materiales que son: zapatos, candado de bloqueo y geólogo. El procedimiento es igual al del pronóstico 1, iniciar en la pestaña datos, luego pronósticos, en este caso, la selección de las columnas cambia por los materiales a analizar en esta ocasión, como lo muestra la figura 33.

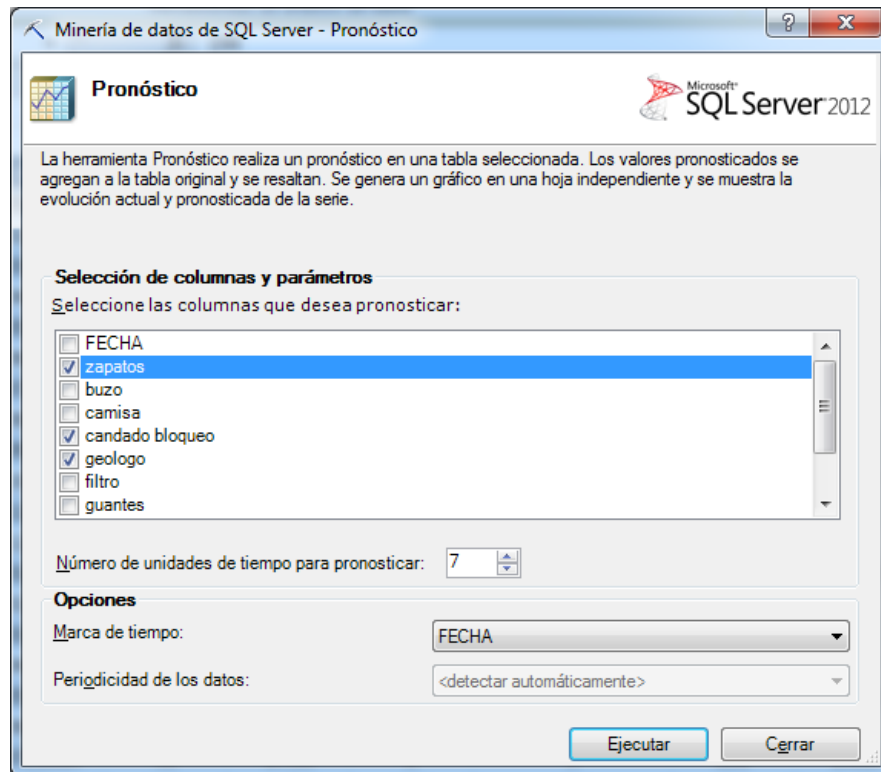


Figura 33: EPP considerados en pronóstico 2. Fuente: Minería de datos Excel

El número de unidades de tiempo a pronosticar será igual en el primer pronóstico, también la marca de tiempo, que rige a los tres pronósticos. Al ejecutar el gráfico y los resultados se muestran en la figura 34.

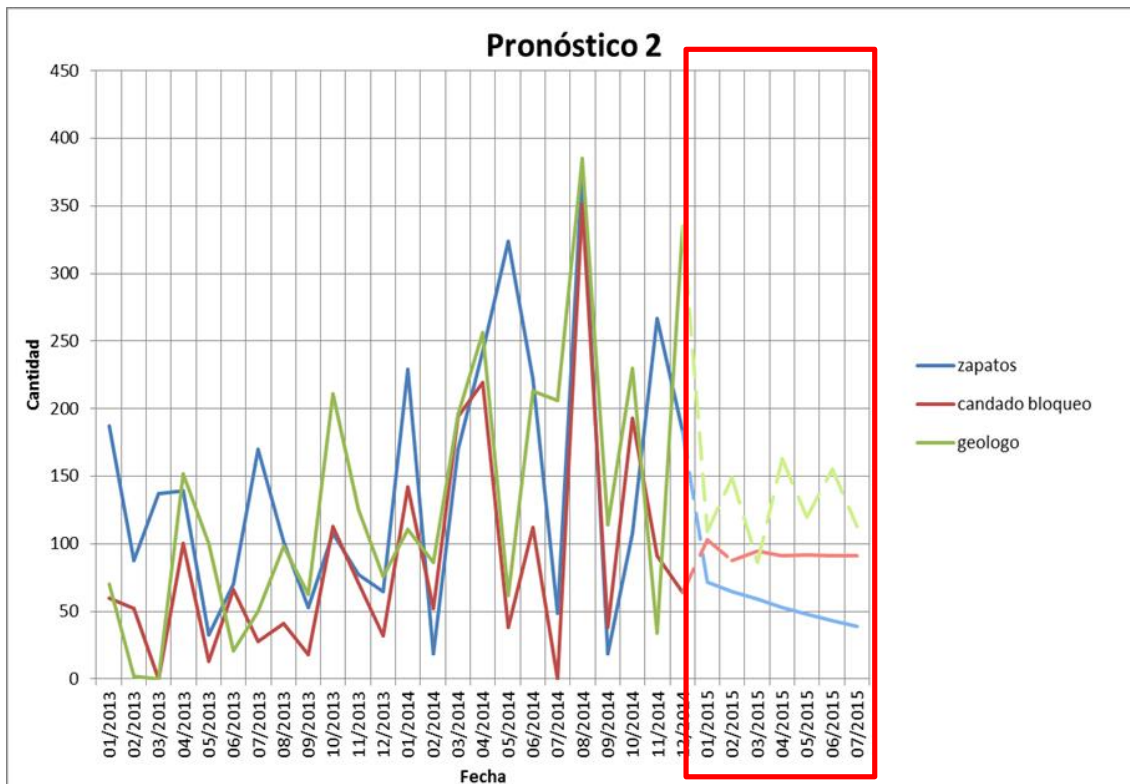


Figura 34: Grafica pronóstico 2. Fuente: Minería de datos Excel

El modelo entrega el pronóstico con líneas punteadas, al ser tantos los valores presentados en el grafico no se aprecia la característica de punteada de los zapatos y candado de bloqueo, sin embargo el pronóstico se enmarca en el rectángulo.

4.3.3 Pronóstico 3

El tercer y último pronóstico que se realizó, fue para los materiales correspondientes a buzos, guantes y lentes. Se decidió dejar de lado las camisas, ya que estos materiales son comprados esporádicamente y en los últimos meses no se generó compra, enfocando los pronósticos entonces en los 9 materiales. Al igual que los casos anteriores, se selecciona la tabla, luego datos, pronósticos y se eligen las columnas, según figura 35.

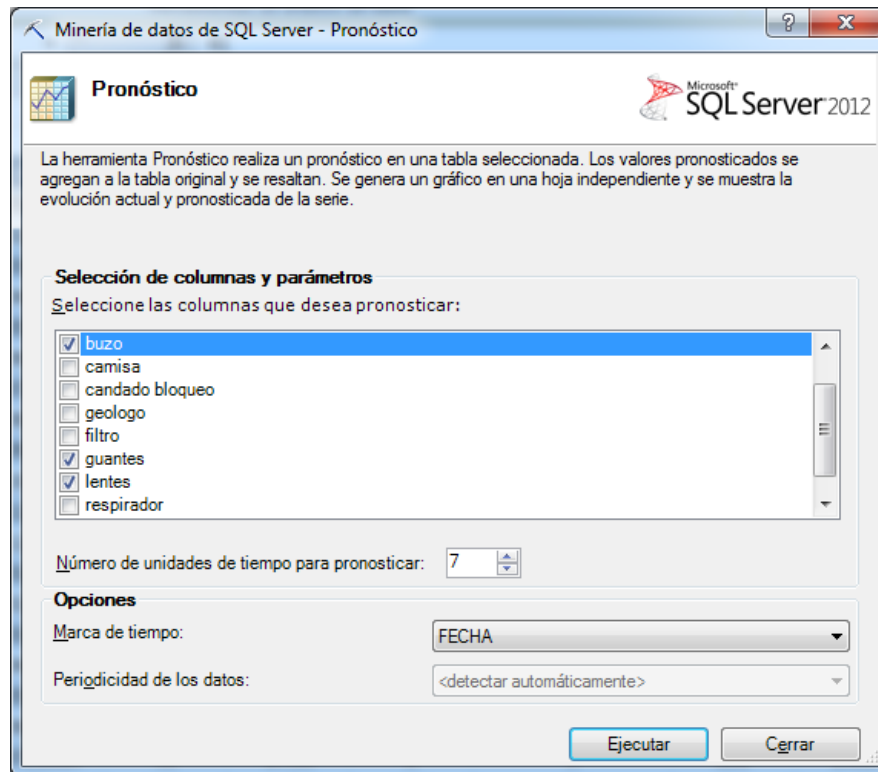


Figura 35: EPP considerados en pronóstico 3. Fuente: Minería de datos Excel

Una vez ejecutado el pronóstico 3, se muestra el gráfico en una nueva pestaña de Excel, donde como se indica se pronostican los 7 periodos siguientes, representado en la figura 36.

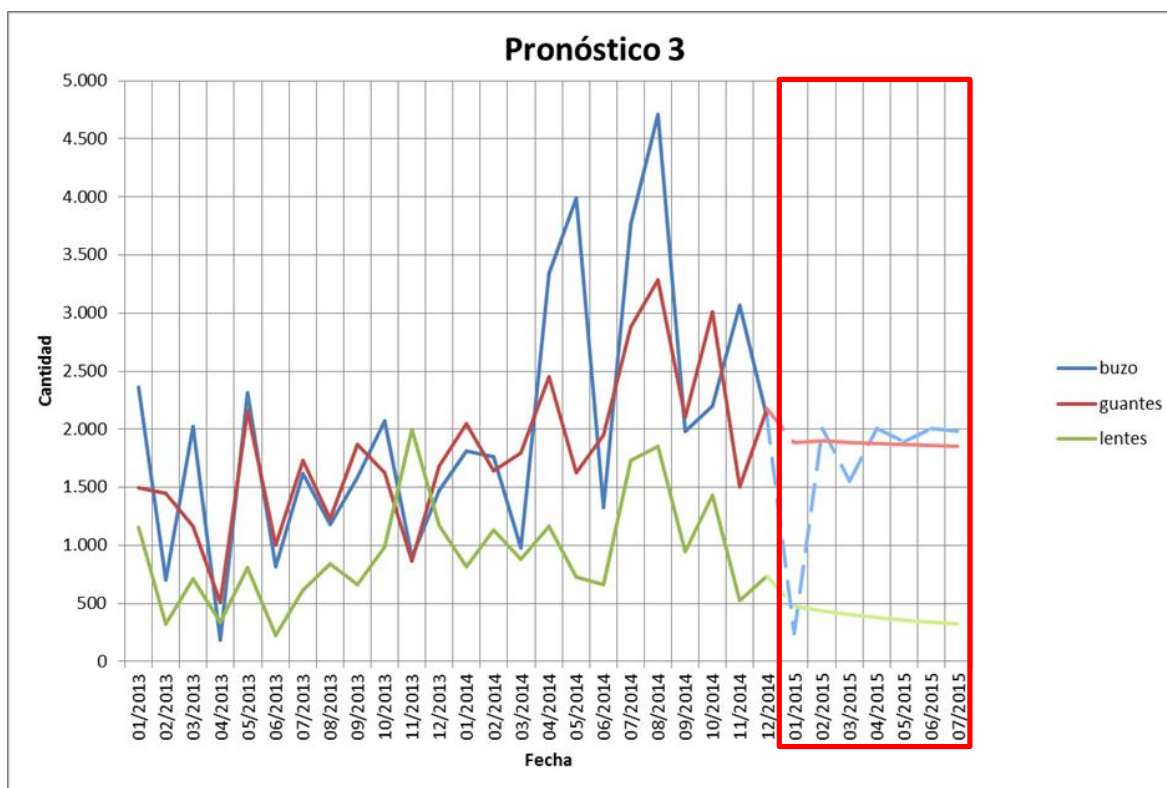


Figura 36: Grafica pronóstico 3. Fuente: Minería de datos Excel

Este pronóstico para los últimos materiales se muestra en la figura 36. Los datos pronosticados son los enmarcados en el rectángulo.

4.3.4 Resumen

Cada vez que se realizó una predicción automáticamente en la hoja de la planilla Excel se completan los valores de las cantidades entregados por el pronóstico (pronóstico 1, 2 y 3). En la tabla 17 se muestran los resultados.

Tabla 17: Cantidades estimadas con pronósticos 1, 2 y 3

| Fecha | Pronóstico 1 | | | Pronóstico 2 | | | Pronóstico 3 | | |
|----------------|--------------|------------|-----------|--------------|--------------------|------------|--------------|--------------|------------|
| | Filtro | Respirador | Pijama | Zapatos | Candado de bloqueo | Geólogo | Buzo | Guantes | Lentes |
| 01-2013 | 329 | 190 | 6 | 187 | 60 | 70 | 2.360 | 1.496 | 1.161 |
| 02-2013 | 845 | 170 | 43 | 88 | 52 | 2 | 703 | 1.450 | 324 |
| 03-2013 | 800 | 40 | 115 | 137 | 0 | 0 | 2.025 | 1.164 | 710 |
| 04-2013 | 50 | 65 | 119 | 139 | 100 | 152 | 189 | 508 | 340 |
| 05-2013 | 1.230 | 212 | 45 | 33 | 13 | 100 | 2.318 | 2.160 | 807 |
| 06-2013 | 302 | 82 | 199 | 70 | 66 | 21 | 816 | 1.004 | 228 |
| 07-2013 | 614 | 82 | 146 | 170 | 28 | 50 | 1.616 | 1.730 | 614 |
| 08-2013 | 772 | 136 | 32 | 102 | 41 | 98 | 1.185 | 1.227 | 838 |
| 09-2013 | 620 | 40 | 73 | 53 | 18 | 63 | 1.585 | 1.870 | 663 |
| 10-2013 | 1.107 | 117 | 0 | 108 | 113 | 211 | 2.075 | 1.628 | 986 |
| 11-2013 | 650 | 136 | 67 | 77 | 71 | 125 | 900 | 867 | 2.000 |
| 12-2013 | 436 | 145 | 30 | 65 | 32 | 76 | 1.471 | 1.682 | 1.172 |
| 01-2014 | 1.638 | 208 | 29 | 229 | 142 | 111 | 1.811 | 2.050 | 820 |
| 02-2014 | 71 | 131 | 0 | 19 | 52 | 86 | 1.760 | 1.639 | 1.130 |
| 03-2014 | 990 | 73 | 115 | 170 | 194 | 196 | 980 | 1.800 | 880 |
| 04-2014 | 1.377 | 294 | 289 | 242 | 219 | 256 | 3.341 | 2.451 | 1.165 |
| 05-2014 | 1.576 | 398 | 352 | 324 | 38 | 62 | 3.989 | 1.626 | 726 |
| 06-2014 | 880 | 56 | 136 | 222 | 112 | 213 | 1.330 | 1.954 | 664 |
| 07-2014 | 1.610 | 494 | 56 | 49 | 0 | 206 | 3.759 | 2.881 | 1.734 |
| 08-2014 | 1.475 | 509 | 203 | 376 | 351 | 385 | 4.708 | 3.286 | 1.855 |
| 09-2014 | 1.180 | 140 | 73 | 19 | 38 | 114 | 1.980 | 2.104 | 943 |
| 10-2014 | 2.315 | 146 | 74 | 108 | 193 | 230 | 2.200 | 3.009 | 1.434 |
| 11-2014 | 541 | 85 | 0 | 267 | 91 | 34 | 3.065 | 1.504 | 524 |
| 12-2014 | 2.030 | 124 | 0 | 183 | 64 | 335 | 2.100 | 2.177 | 740 |
| 01-2015 | 391 | 85 | 81 | 72 | 103 | 109 | 241 | 1.888 | 475 |
| 02-2015 | 1.308 | 77 | 91 | 65 | 88 | 149 | 2.008 | 1.905 | 438 |
| 03-2015 | 913 | 69 | 92 | 59 | 95 | 86 | 1.550 | 1.886 | 407 |
| 04-2015 | 907 | 63 | 92 | 53 | 91 | 163 | 2.007 | 1.880 | 381 |
| 05-2015 | 1.059 | 57 | 92 | 48 | 92 | 120 | 1.896 | 1.869 | 358 |
| 06-2015 | 931 | 51 | 92 | 43 | 91 | 155 | 2.009 | 1.861 | 339 |
| 07-2015 | 985 | 47 | 92 | 39 | 91 | 113 | 1.983 | 1.853 | 324 |

Fuente: Elaboración propia

Este pronóstico se podría considerar como válido, siempre y cuando no se inicien nuevos contratos, ya que al suceder tal situación las compras de todos los EPP se elevan, estas situaciones suceden solo una vez (que es al inicio de la adjudicación de un nuevo contrato).

Al observar los valores de la tabla 17, según la predicción realizada con el algoritmo de redes neuronales, se puede concluir lo siguiente:

- Los filtros se mantendrían en cantidades elevadas como era su tendencia, con excepción del primer valor pronosticado.
- Los respiradores, bajan en cantidad según el pronóstico entregado, reduciéndose la cantidad a menos de 100 unidades por cada mes.
- Los pijamas térmicos son unos de los pronósticos que se presentan más estables en cuanto a cantidades, considerando que los valores reales son dispersos.
- Los zapatos tendrían una baja en relación a la cantidad de los meses anteriores, y se mantendrían en valores estables en el periodo evaluado.
- Los candados de bloqueo tendrían una tendencia a la baja según el modelo, situándose en una cantidad similar en los últimos periodos pronosticados.
- Los chalecos geólogos se podrían calificar dentro de un mismo rango de cantidades, ya que son similares, en comparación con los datos reales que son más alejados unos de otros.
- Los buzos se mantendrían en cantidades similares a las reales, sin embargo, el valor que llama la atención es el valor del primer periodo de tiempo, que es una cantidad menor en relación a las demás. Misma situación que se presenta con los filtros.
- Los guantes son los materiales que presentarían una estabilidad en los valores, sin embargo, los valores pronosticados son elevados.
- Los lentes, si bien en los datos reales habían meses en los cuales aumentaba el consumo de estos, en la predicción se mantendrían estables, pero, en cantidades menores a las presentadas en los datos históricos.

Dentro de la pestaña de minería de datos, se seleccionó documentar el modelo, donde se muestra la información de la tabla 18 relacionada al modelo que se utilizó, recordando que el modelo utiliza el 70% para la creación del modelo y el 30% restante se utiliza como prueba.

Tabla 18: Documentación del modelo de minería de datos

| Documentación del modelo de minería de datos para EPP CRITICOS | |
|---|--------------------------|
| Información del modelo | |
| Nombre del modelo | EPP CRITICOS |
| Descripción del modelo | |
| Algoritmo | Microsoft_Neural_Network |
| Procesado por última vez | 14/03/2015 18:58:25 |
| Número de nodos de entrada | 147 |
| Número de nodos de salida | 1 |
| Número de nodos ocultos | 48 |
| Información de la columna de resultados para 'Q# Comprada' | |
| Tipo de contenido | Continuo |
| Promedio | 300 |
| Mín. | 0 |
| Máx. | 600 |
| Error cuadrático medio | 2924,670166 |
| Desviación media | 153,6062927 |
| Logaritmo | -335,8234253 |

Fuente: Modelo de minería de datos

Los datos de la tabla 18 corresponden a los valores calculados por el algoritmo utilizado, red neuronal de Microsoft. En la tabla 19 se muestra la información que se relaciona con las columnas que se ingresaron para el modelo.

Tabla 19: Columnas del modelo de minería de datos

| Columnas del modelo de minería de datos | | | | |
|--|----------------------|----------------------|--------------------------|---|
| Nombre de columna | Uso | Tipo de datos | Tipo de contenido | Valores |
| Centro De Costo | Entrada | Text | Discreta | BODEGA CENTRAL BODEGA OFICINA CALAMA SISTEMA ELÉCTRICO CHUQUI ... |
| Contrato | Entrada | Text | Discreta | ARRIENDO EQUIPOS CHUQUI ARRIENDO EQUIPOS GABY ... |
| Descripción | Entrada | Text | Discreta | BOTIN AMERICAN SHOES N°43 ... |
| Fecha | Entrada | Date | Continuo | 1/7/2013 12:00:00 AM - 12/29/2014 12:00:00 AM |
| N° OC | Entrada | Double | Continuo | 31123 – 43132 |
| P# Unitario | Entrada | Double | Continuo | 480 – 65690 |
| PK | Entrada | Double | Clave | |
| Proveedor | Entrada | Text | Discreta | APRO LTDA. COMERCIAL ANDES SECURITY LTDA GARMENDIA MACUS S.A. SAFE SEGURIDAD SA |
| Q# Comprada | Entrada y predicción | Double | Continuo | 0 – 600 |
| Total | Entrada | Double | Continuo | 0 – 3811800 |

Fuente: Modelo de minería de datos

En la tabla 19 los tres puntos (...) representan que continúa la descripción, para evitar tener una lista con todos los contratos, se muestra una representación de algunos de ellos.

4.3.5 Validación de los resultados de pronóstico

Pronosticar valores futuros es difícil, debido a que las variables suelen cambiar constantemente, ya sean por cambios internos o externos que afecten la situación que se espera en un futuro. En ocasiones las condiciones a las cuales se someterán en un futuro son impredecibles y pueden cambiar rápidamente, por ello es importante identificar los factores potenciales que pueden afectar al cambio. Las condiciones de mercado, es una característica que influye en las condiciones futuras, por ejemplo, las variaciones en los precios de proveedores puede influir en que se compre en mayor o menor cantidad.

Con el objetivo de comprobar la validez de los datos entregados por el modelo de pronóstico utilizando minería de datos, se analizaron los meses de Enero y Febrero del 2015. Los datos recolectados se muestran en la tabla 20.

Tabla 20: Compras realizadas en Enero-Febrero del año 2015

| Fecha | Pronóstico 1 | | | Pronóstico 2 | | | Pronóstico 3 | | |
|---------|--------------|------------|--------|--------------|--------------------|---------|--------------|---------|--------|
| | Filtro | Respirador | Pijama | Zapatos | Candado de bloqueo | Geólogo | Buzo | Guantes | Lentes |
| 01-2015 | 1.550 | 50 | 3 | 148 | 108 | 60 | 600 | 2.679 | 585 |
| 02-2015 | 1.909 | 183 | 7 | 88 | 207 | 395 | 2.160 | 1.963 | 770 |

Fuente: Elaboración propia

Se debe establecer que durante los meses de Enero y Febrero, se consideraron los mismos proveedores utilizados en el pronóstico, es decir, Apro, Comercial Andes, Safe Seguridad y Garmendia. Además se debe considerar que entre Enero y Febrero de 2015 comenzaron tres contratos nuevos, dos en Calama y uno en Los Andes, el dar inicio a un nuevo contrato conlleva compras para equipar a todo el personal, se generan grandes compras de EPP que son materiales necesarios para la seguridad de los trabajadores, por este motivo estos contratos fueron excluidos en el análisis que se realizó.

Al comprar las cantidades de los meses de Enero y Febrero de 2015 (compra real) y la estimación realizada en Excel con minería de datos, los resultados se muestran en la tabla 21.

Tabla 21: Resultados del pronóstico v/s real

| | Pronóstico 1 | | | Pronóstico 2 | | | Pronóstico 3 | | |
|----------------------------------|--------------|------------|--------|--------------|--------------------|---------|--------------|---------|--------|
| | Filtro | Respirador | Pijama | Zapatos | Candado de bloqueo | Geólogo | Buzo | Guantes | Lentes |
| Pronóstico | 1.699 | 162 | 172 | 137 | 191 | 258 | 2.249 | 3.793 | 913 |
| Real | 3.459 | 233 | 10 | 236 | 315 | 455 | 2.760 | 4.642 | 1.355 |
| Diferencia | 1.760 | 71 | 162 | 99 | 124 | 197 | 511 | 849 | 442 |
| % diferencia pronóstico v/s real | 51% | 30% | 1620% | 42% | 39% | 43% | 19% | 18% | 33% |

Fuente: Elaboración propia

El porcentaje de diferencia entre lo pronosticado v/s lo real en los EPP son en la mayoría menores al 50%, con excepción del pijama térmico, que como se observó en los meses de noviembre y diciembre del año 2014 las cantidades a comprar de estos eran nulas, posiblemente se pretenden reemplazar por otro o bien dejar de utilizarlos, esto explica que las cantidades compradas son menores y la gran variación en el porcentaje que se muestra. Debido al gran porcentaje de diferencia entre los valores se considera no valido para realizar una estimación en futuras compras.

Para realizar un análisis completo del modelo de predicción propuesto y así evaluar los errores en la predicción, sería recomendable analizarlo una vez terminado el año 2015. Esto porque hay compras que se generan durante el año, en diferentes épocas. Las compras para stock de bodegas, por ejemplo, se concentraron los meses de Enero y Febrero en el año 2015,

probablemente esto se debe al comienzo de los nuevos contratos que agotaron el stock de las bodegas y por ende, la necesidad de reabastecimiento.

El abastecimiento en los stock de bodegas, son una de las variables que influyen en el cambio de las cantidades compradas. El pronóstico se realizó de manera global, incluyendo a todos los contratos y considerando solamente las cantidades que se compraron.

Se deduce después de este análisis que los centros de costos (compras que se hacen para cada contrato) son las variables más influyentes dentro de las compras, cada uno posee requerimientos diferentes que afectan al global. Por lo tanto se descarta una proyección de EPP en torno a los requerimientos globales, mejores resultados podrían esperarse al realizar pronósticos para cada contrato por separado, situación que esta fuera del análisis de esta memoria.

Como la predicción de series temporales se calcula a través de datos históricos y la predicción se basa en el comportamiento de dichos datos, es un punto a favor para sostener que el pronóstico tendría menos porcentaje de error aplicada a cada contrato por separado, ya que el comportamiento de un mismo trabajo se puede asociar a un patrón repetitivo de compra, es decir, si el servicio que presta cada contrato es el mismo durante los años por los cuales se adjudicó el contrato, la compra de materiales se basara en torno a cierto tipo de materiales. Por ejemplo, si analizamos un servicio de aseo, se puede deducir que dentro de los EPP que se utilizan con mayor cantidad serían los guantes, necesarios para cumplir con las labores de limpieza.

Los materiales que se requieren en cada contrato cambiaran dependiendo del trabajo a realizar y las condiciones del clima, que pueden influir en que el recambio de EPP. Por ejemplo en lugares húmedos, el desgaste de zapatos de seguridad será mayor que en lugares de clima seco, donde la vida útil esperada de uso será mayor.

4.4 Detalle EPP

Cada uno de los EPP que fueron analizados se pueden a su vez subdividir en categorías, este análisis se realizó en base a los datos del año 2014. Se pueden observar en la tabla 22, donde se muestran aquellos que corresponden a los materiales de mayor consumo, el orden de los materiales en la tabla se rige de acuerdo al análisis de criticidad. El detalle desglosado para cada EPP se encuentra en el anexo N°5.

Tabla 22: EPP que registran mayores cantidades compradas en el año 2014

| Descripción | Cantidad 2014 | Precio promedio | Monto app. |
|--|---------------|-----------------|------------|
| Filtro Mixto 3M 7093C Para Vapores Y Gases | 8.656 | 8.127 | 70.342.984 |
| Filtro 3M Polvos 7093 P100 | 4.904 | 7.063 | 34.636.952 |
| Respirador Silicona 2Vias | 2.188 | 13.200 | 28.881.600 |
| Respirador 3M 6800-6900 Full Face | 348 | 60.890 | 21.189.720 |
| Buzo De Papel 3M 4510 | 17.130 | 1.855 | 31.776.150 |
| Buzo Tyveck Dupont | 13.965 | 1.930 | 26.952.450 |
| Botín De Seguridad Nt300 | 1.146 | 15.445 | 17.699.970 |
| Botín Antiácido 5586 | 425 | 30.600 | 13.005.000 |
| Guante Cabritilla | 9.891 | 1.725 | 17.061.975 |
| Guante Cuero C/Corto | 4.444 | 1.200 | 5.332.800 |
| Lente Eco Line In/Out | 4.620 | 1.295 | 5.982.900 |
| Lente De Seguridad Libus | 4.580 | 1.195 | 5.470.810 |
| Chaleco Geólogo Gabardina Naranja | 1.839 | 7.500 | 13.792.500 |
| Chaleco Geólogo Algodón Naranja | 298 | 9.950 | 2.965.100 |
| Candado De Bloqueo Gris | 1.386 | 6.100 | 8.454.600 |
| Candado De Bloqueo Abus 74/40 | 474 | 6.295 | 2.983.830 |
| Pijama Térmico Primera Capa | 1.254 | 8.400 | 10.533.600 |
| Pijama Térmico | 252 | 10.445 | 2.632.140 |

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla 22 se sigue especificando la planificación de EPP, en este caso se observa cada tipo de compra de materiales clasificados, ya sea diferentes colores, tamaño, marca, funcionalidad, entre otros. Esta descripción ayuda a enfocarse en aquellos materiales que son comprados en mayor cantidad, para tener en consideración futuras negociaciones con proveedores, por ejemplo compras por cantidad. Se observan también aquellos materiales que tienen mayor influencia en los costos, como lo son filtros, respiradores y buzos.

4.5 Análisis en precios

Con la finalidad de observar la variación de los precios, se realizó una tabla donde se establece el precio mínimo y máximo de los materiales que se compraron durante el año 2014. En la tabla 23 se muestran los EPP que se registraron con mayores cambios en los precios, para el detalle completo de los EPP ver anexo N°6.

Tabla 23: EPP con mayores variaciones de precio

| Descripción | Precio Mínimo | Proveedor | Precio Máximo | Proveedor | Promedio precio | % variación |
|---|---------------|-----------|---------------|-----------|-----------------|-------------|
| Filtro 3M Polvos 7093 P100 | 4.226 | APRO | 9.900 | C. ANDES | 7.063 | 57% |
| Bota De Agua Punta De Fierro | 5.490 | SAFE | 15.900 | C. ANDES | 10.695 | 65% |
| Guante Cabritilla | 1.200 | APRO | 2.250 | C. ANDES | 1.725 | 47% |
| Guante Pvc | 480 | APRO | 890 | APRO | 685 | 46% |
| Guante Showa | 2.670 | SAFE | 11.500 | C. ANDES | 7.085 | 77% |
| Guantes Quirúrgicos | 2.800 | APRO | 7.700 | APRO | 5.250 | 64% |
| Lentes De Seguridad Uvex Astro Otg 3001 | 2.690 | SAFE | 4.590 | GARMENDIA | 3.640 | 41% |
| Chaleco Geólogo Algodón Naranja | 7.000 | SAFE | 12.900 | APRO | 9.950 | 46% |

Fuente: Elaboración propia

Este análisis de precios es útil para conocer los materiales que poseen una mayor variación en los precios. Los presentados en la tabla son los que poseen un % de variación mayor al 40%. Algunas conclusiones que se obtiene de la tabla 23 son:

- La mayor variación de precio se observa en los guantes showa con más de un 70% de diferencia.
- De los ocho materiales propuestos con mayores porcentaje de variación en los precios, el 50% de ellos corresponden a tipos de guantes (cabritilla, pvc, showa y quirúrgicos), por lo que podemos deducir que estos materiales varían constantemente en relación a precios.
- Según la tabla, al sumar la cantidad de proveedores que se encuentran en la columnas de precios mínimos y máximos, se concluye que el proveedor que posee los precios menores es Safe, seguido de Apro, mientras que el proveedor que posee los precios más altos es comercial Andes seguido de Apro.
- De lo anterior se observa que el proveedor Apro se encuentra en ambas situaciones, es considerado en algunas ocasiones como el proveedor que entrega el mínimo precio en otras entrega el máximo precio.
- En dos ocasiones (guantes de pvc y quirúrgicos) el menor y mayor precio corresponde al mismo proveedor, Apro. Para este caso se puede considerar estrategias con el proveedor con la finalidad de mantener los precios constantes y fijando por parte de la empresa una cierta cantidad a comprar mensual.

4.6 Análisis por contrato

Como se describió en el capítulo I, se mantienen vigentes una cantidad de contratos o servicios que se licitan, donde cada uno de ellos realiza trabajos diferentes y sus requerimientos y necesidades son variadas. Por este motivo se realizara un análisis de las compras de EPP para cada contrato, el objetivo es observar aquellos en los cuales se registran mayores compras para poner énfasis en estos.

Para cuantificar el monto que se utilizó en cada contrato se utilizara un factor que refleje los montos gastados, con la finalidad de no indicar valores reales asociados, para resguardar la privacidad en los costos. El factor se muestra en la tabla 24.

Tabla 24: Factor asignado según monto

| Monto | Factor |
|-------------------------|--------|
| 0 > 99.999 | 1 |
| 100.000 > 999.000 | 2 |
| 1.000.000 > 4.999.999 | 3 |
| 5.000.000 > 9.999.999 | 4 |
| 10.000.000 > 14.999.999 | 5 |
| 15.000.000 > 19.999.999 | 6 |
| 20.000.000 > 39.999.999 | 7 |
| 40.000.000 > 99.999.999 | 8 |
| > 100.000.000 | 9 |

Fuente: Elaboración propia

El listado completo con la clasificación de la cantidad y factor asignado se encuentra en el anexo N°7. En la tabla 25 se considerarán los factores mayores a 7 que consisten en montos superiores a los veinte millones de pesos.

Tabla 25: Contratos con mayor cantidad en compras

| Obra o contrato | Cantidad Total | Factor |
|-------------------------------|----------------|--------|
| Mantenimiento Electromecánico | 29.264 | 9 |
| Bodega Calama | 15.927 | 8 |
| Bodega Central | 13.263 | 7 |
| Aseo industrial DGM | 8.573 | 7 |

Fuente: Elaboración propia

Para el año 2015 se debiera mantener un control del contrato de mantenimiento electromecánico, en relación a las compras.

En segundo y tercer lugar se encuentran ambas bodegas: Calama y Central (Los Andes) respectivamente. Las bodegas mantienen stock de seguridad en lo que respecta a elementos de protección personal y ropa institucional, estos pedidos son programados con anticipación, una vez el stock llega a un límite mínimo, se debe generar una solped para que el departamento de adquisiciones gestione la compra.

En cuarto lugar de la tabla 25 se encuentra el contrato de aseo industrial división Gabriela Mistral, ubicado en la zona norte del país, sin embargo, las compras son aproximadamente un 70% menores en comparación con el contrato de mantención electromecánico ubicado en primer lugar.

Para observar la cantidad de EPP que se utilizaron en cada contrato durante el año 2014, se ha creado la tabla 26 para ilustrar dichas cantidades.

Tabla 26: Cantidad de EPP compradas para cada contrato

| Contrato/Obra | Filtro | Respirador | Buzo | Zapatos | Guantes | Lentes | Chaleco Geólogo | Candado De Bloqueo | Pijama Térmico | Camisa Oxford | Total Cantidad |
|------------------------------------|--------|------------|-------|---------|---------|--------|-----------------|--------------------|----------------|---------------|----------------|
| Mantenión Electromecánico | 10.417 | 570 | 9.385 | 74 | 6.529 | 1.580 | 261 | 428 | 20 | 0 | 29.264 |
| Bodega Calama | 892 | 892 | 3.294 | 927 | 2.730 | 5.210 | 767 | 0 | 0 | 1.215 | 15.927 |
| Bodega Central | 340 | 200 | 6.650 | 330 | 2.694 | 2.140 | 135 | 58 | 101 | 615 | 13.263 |
| Aseo industrial DGM | 1.560 | 168 | 3.655 | 169 | 1.757 | 590 | 90 | 344 | 240 | 0 | 8.573 |
| Aseo y Mantenión DAND | 85 | 51 | 40 | 69 | 4.745 | 210 | 21 | 206 | 317 | 0 | 5.744 |
| Equipos de apoyo RT2 | 130 | 140 | 1.070 | 93 | 1.583 | 250 | 240 | 270 | 81 | 0 | 3.857 |
| Manejo Cancha de Concentrado | 190 | 83 | 2.150 | 17 | 857 | 194 | 20 | 28 | 30 | 0 | 3.569 |
| Arriendo de equipos Gaby | 40 | 25 | 1.630 | 77 | 779 | 345 | 62 | 168 | 124 | 0 | 3.250 |
| Gels Chuquicamata | 771 | 86 | 460 | 51 | 883 | 670 | 20 | 197 | 0 | 0 | 3.138 |
| Mantenión Sistema Eléctrico Chuqui | 195 | 145 | 225 | 189 | 855 | 310 | 374 | 250 | 100 | 0 | 2.643 |
| Corporativo DMH | 216 | 100 | 680 | 80 | 492 | 290 | 70 | 63 | 40 | 0 | 2.031 |
| Tranque Talabre Chuqui | 100 | 50 | 330 | 47 | 616 | 430 | 80 | 120 | 107 | 0 | 1.880 |
| Mantenión Talleres y Aseo Chuqui | 200 | 32 | 200 | 8 | 600 | 56 | 38 | 0 | 0 | 0 | 1.134 |
| Limpieza en boca de hornos | 401 | 31 | 50 | 40 | 250 | 108 | 56 | 28 | 46 | 0 | 1.010 |

| | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|----|----|-----|----|-----|-----|----|----|----|---|-----|
| Equipos de Enlace DMH | 40 | 42 | 254 | 0 | 280 | 125 | 30 | 0 | 33 | 0 | 804 |
| Grúas Telescópicas DAND | 0 | 0 | 0 | 4 | 223 | 42 | 25 | 86 | 59 | 0 | 439 |
| Taller Calama | 0 | 0 | 225 | 0 | 204 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 429 |
| Limpieza Industria MDO | 0 | 0 | 300 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 308 |
| Arriendo Grúas Chuqui | 10 | 5 | 50 | 0 | 198 | 0 | 0 | 13 | 0 | 0 | 276 |
| Suministro Apoyo Equipo MMH | 60 | 30 | 75 | 0 | 56 | 40 | 8 | 0 | 0 | 0 | 269 |
| Arriendo de equipos chuqui | 16 | 8 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 0 | 0 | 244 |
| Equipos de Invierno 2 | 20 | 0 | 100 | 5 | 60 | 0 | 7 | 0 | 29 | 0 | 221 |
| Drenaje RT | 0 | 0 | 0 | 18 | 90 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 128 |
| Obras Varias Pelambres | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| Gerencia | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |

Fuente: Elaboración propia

Al analizar la tabla 26 se observa que el contrato que presenta mayor consumo y en consecuencia mayor monto (asociado al factor) es el contrato de mantención electromecánico, ubicado en la división Chuquicamata. En este contrato se deben restringir o bien justificar la compra en grandes cantidades. De la tabla, se puede concluir:

- El contrato de mantención electromecánico concentra las mayores cantidades de filtros, buzos, guantes y candados de bloqueo. Como se observó en la tabla 25 es también el que registra mayores montos, según el análisis de criticidad.
- Bodega Calama concentra la mayor cantidad de lentes, camisa Oxford, respiradores y chalecos geólogos. La bodega compra para abastecer a los contratos cuando estos no poseen los materiales necesarios. En relación a las cantidades compradas para la bodega Calama, se puede deducir que los contratos a los cuales abastece dicha bodega (contratos zona norte) son los que consumieron los EPP comprados. Se desconoce el procedimiento de bodega para la entrega de materiales, es recomendable que al realizar la entrega se establezca un procedimiento donde se indique la cantidad y fecha de la persona que retira EPP o bien el contrato que retira, con la finalidad de llevar un control en las salidas de los materiales y evitar que se produzca consumo indiscriminado de ellos.

4.7 Planes de mejora

Dentro de los objetivos planteados para este trabajo de memoria estaba establecer límites en el uso de los EPP, indicar cuanto tiempo debiera tener en uso un material es difícil de conocer, independiente de las indicaciones que realiza el proveedor de fábrica, que dicen la vida útil depende de las condiciones en las cuales se encuentran los materiales, sin indicar tiempo estimado, lo que es totalmente correcto, ya que las condiciones ambientales influyen en el desgaste de los EPP y en el recambio de estos.

Según la tabla 27 se muestran las cantidades de EPP que se compraron entre ambos años, considerando que el aumento de personal fue de un 23%. Sin embargo la proporción de uso de EPP fue mayor. El estudio en esta memoria se centra en cuatro proveedores (Apro, Safe Seguridad, Comercial Andes y Garmendia) pero en ambos años había proveedores de EPP que no tienen gran incidencia en las compras, pero a pesar de ello, se consideran en la columna llamada “todos los proveedores”.

Tabla 27: Cantidad de EPP comprados en años 2013 y 2014

| Descripción | APRO-SAFE-ANDES-GARMENDIA | | TODOS LOS PROVEEDORES | |
|--------------------|---------------------------|---------------|-----------------------|---------------|
| | Año 2014 | Año 2013 | Año 2014 | Año 2013 |
| | Cantidad | Cantidad | Cantidad | Cantidad |
| Filtro | 15.683 | 7.755 | 15.953 | 8.235 |
| Buzo | 31.023 | 17.243 | 36.972 | 20.256 |
| Respirador | 2.658 | 1.415 | 2.752 | 1.431 |
| Zapatos | 2.208 | 1.229 | 2.471 | 1.399 |
| Guantes | 26.481 | 16.786 | 27.166 | 19.724 |
| Lentes | 12.615 | 9.843 | 12.776 | 9.883 |
| Chaleco Geólogo | 2.304 | 1.265 | 3.607 | 1.674 |
| Candado de Bloqueo | 2.279 | 859 | 2.299 | 871 |
| Pijama Térmico | 1.327 | 875 | 1.327 | 875 |
| Camisa Oxford | 1.830 | 105 | 1.830 | 298 |
| TOTAL | 98.408 | 57.375 | 107.153 | 64.646 |

Fuente: Elaboración propia

Considerando el aumento en el personal, los mismos parámetros utilizados para el consumo del año 2013 se realizó la tabla 28, del consumo esperado para el año 2014 siguiendo las tendencias del año anterior y su contraste con el real consumido el año 2014.

Tabla 28: Compras en exceso expresado en monto

| Descripción | Cantidad año 2013 | Cantidad año 2014 esperada | Cantidad real año 2014 | Gasto esperado 2014 | Gasto real 2014 | Diferencia |
|--------------------|-------------------|----------------------------|------------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|
| Filtro | 7.755 | 10.079 | 15.683 | \$60.647.687 | \$94.367.284 | -\$33.719.597 |
| Buzo | 17.243 | 22.411 | 31.023 | \$47.794.384 | \$66.161.860 | -\$18.367.476 |
| Respirador | 1.415 | 1.839 | 2.658 | \$34.838.008 | \$50.351.420 | -\$15.513.412 |
| Zapatos | 1.229 | 1.597 | 2.208 | \$35.690.861 | \$49.336.017 | -\$13.645.156 |
| Guantes | 16.786 | 21.817 | 26.481 | \$37.043.275 | \$44.963.117 | -\$7.919.842 |
| Lentes | 9.843 | 12.793 | 12.615 | \$26.872.985 | \$26.499.370 | \$373.615 |
| Chaleco Geólogo | 1.265 | 1.644 | 2.304 | \$13.238.333 | \$18.551.760 | -\$5.313.427 |
| Candado de Bloqueo | 859 | 1.116 | 2.279 | \$6.591.089 | \$13.454.520 | -\$6.863.431 |
| Pijama Térmico | 875 | 1.137 | 1.327 | \$10.266.844 | \$11.980.080 | -\$1.713.236 |
| Camisa Oxford | 105 | 136 | 1.830 | \$689.955 | \$9.252.150 | -\$8.562.195 |
| TOTAL | 57.375 | 74.570 | 98.408 | \$273.673.420 | \$384.917.578 | -\$111.244.158 |

Fuente: Elaboración Propia

Al considerar los mismas tendencias en el consumo de los EPP durante el año 2013 y según el aumento en dotación de personal, mediante una sencilla regla de tres, se estimó la cantidad esperada para el año 2014, considerando un aumento en la cantidad del 23% (mismo aumento que aumento el personal).

Para calcular el gasto esperado se realizó el siguiente procedimiento:

1. Se conoce el gasto real y la cantidad real del año 2014, por lo tanto para efectos de considerar la inflación se utilizan al estimar el monto esperado del año 2014 los precios reales del año.
2. Para calcular el precio promedio de los EPP del año 2014 se divide el monto real del año 2014 por la cantidad real comprada el año 2014.
3. Se multiplica la cantidad esperada por el precio promedio.

Según el análisis el monto gastado en EPP para el año 2014 debiera haber rondado los \$273.673.420. Sin embargo, el monto se elevó más de esperado, según estimaciones de la tabla el total que se gastó en compras innecesarias fue de \$111.244.158. Por lo que se hace necesaria una planificación para los años siguientes, y junto con ello un control del plan.

Con los datos de la tabla 28 se realiza una clasificación ABC en relación al monto extra que se gastó en la comparación con lo real y lo esperado, el orden coincide con los materiales que mayores cantidades de dinero se invirtieron durante el año 2014, se muestran en la tabla 29.

Tabla 29: Clasificación ABC

| Descripción | Diferencia | Monto extra | % | % Acumulado |
|-----------------|------------|--------------|-----|-------------|
| FILTRO | 5.604 | \$33.719.597 | 30% | 30% |
| BUZO | 8.612 | \$18.367.476 | 17% | 47% |
| RESPIRADOR | 819 | \$15.513.412 | 14% | 61% |
| ZAPATOS | 611 | \$13.645.156 | 12% | 73% |
| CAMISA OXFORD | 1.694 | \$8.562.195 | 8% | 81% |
| GUANTES | 4.664 | \$7.919.842 | 7% | 88% |
| CHALECO GEOLOGO | 660 | \$6.863.431 | 6% | 94% |
| CANDADO BLOQUEO | 1.163 | \$5.313.427 | 5% | 99% |
| PIJAMA TERMICO | 190 | \$1.713.236 | 2% | 100% |
| LENTES | -178 | -\$373.615 | 0% | 100% |

Fuente: Elaboración Propia

Los productos que abordan el 80% se consideran en la categoría A, representados en la tabla en color rojo. Los productos que componen el siguiente 15% se clasifican dentro de la categoría B, representada en la tabla en color verde. Por último el 5% restante son los

productos del tipo C, que se presentan en color amarillo. El diagrama de Pareto de la figura 37 representa los materiales analizados.

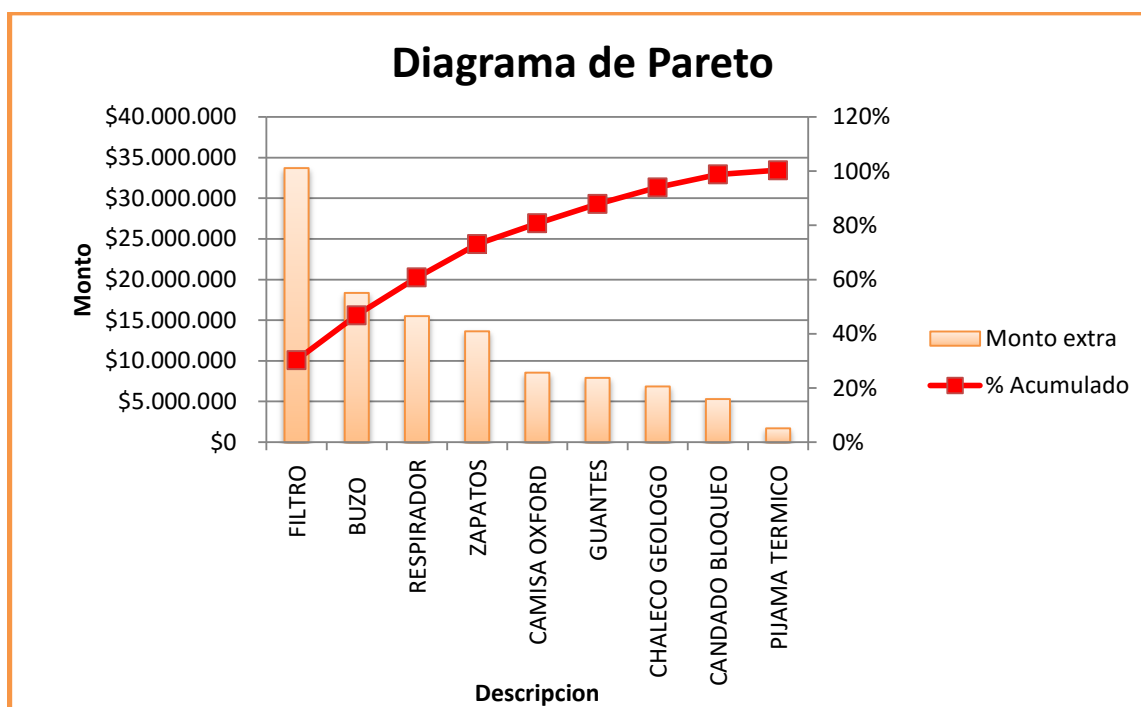


Figura 37: Diagrama de Pareto. Fuente: Elaboración propia

El diagrama de Pareto muestra que los mayores montos gastados son en filtros, buzos, respiradores y zapatos de seguridad, que en porcentaje acumulado representan cerca del 80% de los costos totales gastados.

Para el correcto aprovisionamiento de los EPP y que el consumo de estos sea el adecuado, es importante que se consideren los siguientes puntos:

4.7.1 En bodegas

Personal de bodega debe llevar un registro del personal que pide EPP, con el objetivo de tener un recuento de la cantidad que pide cada trabajador. Si un trabajador pide materiales y al día siguiente pide nuevamente (situación que no debería suceder, a menos que la vida útil del material así lo indique) es muy poco probable al día siguiente el bodeguero recuerde quien solicitó material y quien no, ya que está constantemente en contacto con trabajadores, para ello se hace indispensable llevar un registro.

Propuesta de mejora N°1

Bodega debe entregar informes mensuales o semestrales (según el tiempo que estime la gerencia) al encargado de prevención de cada contrato para llevar el control en la entrega de EPP, con ello se busca que se evalúe el comportamiento de los EPP, evaluar la calidad,

comodidad e higiene. Si se observan tendencias de un recambio más acelerado de lo esperado hay que buscar posibles causas, como por ejemplo una baja en la calidad entregada por el proveedor, o cambio de proveedor.

4.7.1.1 5 S

Para un mayor orden en bodega con respecto a los EPP (también se puede aplicar a todos los materiales), se aplicara la metodología 5S, que es una técnica para mejorar la limpieza, la organización y la óptima utilización de las áreas de trabajo, con ello se logra incrementar el aprovechamiento del tiempo.

1. Seleccionar

En esta primera etapa se retiran del lugar de trabajo, en este caso de la bodega, todo el material u artículos que no son necesarios para el desarrollo de las actividades productivas.

Al reconocer el área de oportunidad, se debe hacer una revisión del espacio disponible en la bodega, con la finalidad de optimizar el espacio y obtener un fácil acceso a los materiales. Al seleccionar los materiales necesarios, son los que se ocuparan, sin embargo se encuentran materiales que no son necesarios.

Dentro de la bodega existirá la zona roja, esta zona es un área delimitada de color rojo, donde se colocan todos los materiales u artículos que no se están utilizando o no se sabe qué hacer con ellos, sin embargo, no se desechan porque presentan valor.

Al seleccionar los materiales, se procederá según el diagrama representado en la figura 38, con la finalidad de que todo el personal de bodega conozca el procedimiento.

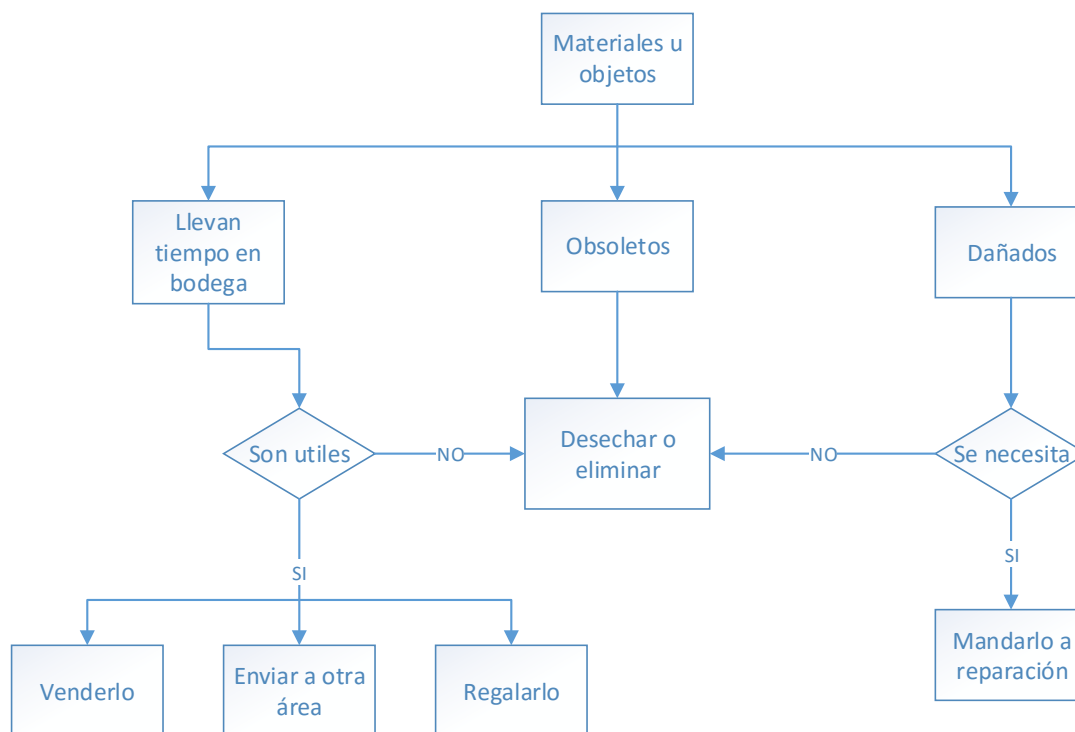


Figura 38: Criterio de decisión en la selección 5S. Fuente: [GrupoBimbo14]. Elaboración propia

Como se observa en la figura 38 los materiales que no son necesarios para el proceso productivo, pueden ser enviados a reparación, venderlos, regalarlos, o bien si son útiles en otras áreas de la empresa, son transferidos.

2. Ordenar

En esta segunda etapa se establece el método de organización a los materiales que son necesarios. Al tener un lugar específico para cada material, facilita la tarea de buscar al momento de necesitar dicho material.

En las estanterías de las bodegas se establecerán los lugares específicos para cada EPP, utilizando colores dependiendo si los materiales son utilizados para la protección del tronco, cara, cabeza, manos, pies, protección contra caída, u otro que sea requerido. Cada lugar tendrá un letrero donde se señale los materiales que deben estar en ese lugar. De esta manera, en caso que llegase a faltar personal de bodega, los materiales podrán ser identificados y encontrados por cualquier persona.

Dependiendo del espacio disponible en cada bodega se asignaran las cantidades a mantener. Según los stocks de bodega requeridos para cada EPP se asignaran los lugares para cada material, considerando el tamaño que ocupan y la cantidad.

Además los materiales al momento de entrar en bodega, serán etiquetados según la clasificación XX-YY-ZZ donde:

XX: representa la clase de seguridad que brinda el material, es decir si cumple su función de seguridad para manos, pies, cabeza, protección en altura, protección auditiva, protección ocular, entre otros.

YY: representa el modelo del material asociado a su función específica, muchas veces un mismo material posee características que lo diferencian y son utilizados para diferentes trabajos.

ZZ: representa la marca con la que se trabaja.

Por ejemplo para el caso de los filtros, encontramos:

- Filtro mixto 3M 7093C para vapores y gases
- Filtro 3M para polvos 7093 P100
- Filtro mixto 3M 60923 para gases ácidos y particulados
- Filtro mixto masprot
- Filtro 3M 2091 P100
- Filtro 3M 2096 para gases ácidos y particulados

Para el caso de los buzos, encontramos:

- Buzo de papel 3M 4510
- Buzo tyvek dupont
- Buzo kapler antiácido
- Buzo tyvek coveral

Según la clasificación XX

01: protección respiratoria

02: protección del cuerpo

Según la clasificación YY

01: protección contra polvo

02: protección contra gases ácidos y particulados

03: protección contra gases ácidos y vapores

04: protección contra ácidos

05: protección contra partículas secas

Según la clasificación ZZ

01: 3M

02: Masprot

03: Dupont

04: Kapler

05: Coveral

Según los datos de las tres clasificaciones mencionadas anteriormente se puede desglosar la tabla 30.

Tabla 30: Código asignado a un EPP según clasificación XX-YY-ZZ

| Descripción | Código |
|--|----------|
| Filtro mixto 3M 7093C para vapores y gases | 01-03-01 |
| Filtro 3M para polvos 7093 P100 | 01-01-01 |
| Filtro mixto 3M 60923 para gases ácidos y particulados | 01-02-01 |
| Filtro mixto masprot | 01-03-02 |
| Filtro 3M 2091 P100 | 01-01-01 |
| Filtro 3M 2096 para gases ácidos y particulados | 01-02-01 |
| Buzo de papel 3M 4510 | 02-01-01 |
| Buzo tyvek dupont | 02-05-03 |
| Buzo kapler antiácido | 02-06-04 |
| Buzo tyvek coveral | 02-05-05 |

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla 30 hay dos códigos que se repiten como por ejemplo 01-01-01 y 01-02-01 estos presentan las mismas características de protección, función y misma marca. Sin embargo presentan características internas que pueden ser consultadas en la ficha técnica de cada material. Una estrategia para estos códigos iguales es situarlos en bodega en un mismo lugar, en caso de ausencia de uno de ellos, consultar con el encargado de prevención si es posible utilizar el otro.

3. Limpiar

El tercer paso es limpiar el área, es decir eliminar la suciedad y al mismo tiempo evitar ensuciar, teniendo en consideración que cada vez que se limpia a la vez se inspecciona lo que se limpia.

Dependiendo del espacio físico disponible en cada bodega se crearán programas de limpieza, donde se establecerán las responsabilidades del personal de limpieza y la frecuencia con la que se debe llevar a cabo la limpieza. El proceso de limpieza termina con la documentación de la actividad(es) realizada(s) y la fecha en que fueron hechas.

Será responsabilidad del personal de limpieza asegurarse que los implementos y materiales necesarios para la limpieza se encuentren disponibles el día que se realiza la limpieza. Cuando hagan falta este tipo de materiales, serán solicitados mediante una solped y enviados al departamento de adquisiciones.

4. Estandarizar

Esta cuarta etapa consiste en lograr que los procedimientos, prácticas y actividades se ejecuten de manera regular, logrando así que los tres pasos anteriores, selección, orden y limpieza sean mantenidos y mejorados continuamente. Además se debe considerar:

- Realizar evaluaciones de desempeño 5S, es decir, medir el desempeño de cada bodega donde se implementó 5S, con la finalidad de encontrar falencias y mejorar.
- Las actividades 5S serán publicadas y conocidas por todo el personal, tanto de bodega, como personal de Steel.
- Los resultados de las evaluaciones de desempeño serán publicadas en un panel, junto con una tabla comparativa del resultado de las otras bodegas.

5. Sostener

El quinto y último paso es sostener, esto implica lograr un hábito de las actividades 5S, se deben mantener los procesos establecidos, lo que requiere el compromiso de todos los miembros de la organización.

Cuando un trabajador sea desvinculado de la empresa y hace devolución de los EPP a bodega, el procedimiento debe ser registrado por el bodeguero, entregando copia al trabajador. En ocasiones hay trabajadores que son desvinculados rápidamente cuando han sido contratados, independiente de las razones, personal de bodega será encargado de revisar los EPP devueltos y establecer si estos pueden ser reutilizados o dados de baja.

Los EPP poseen instructivos sobre su uso, o una ficha técnica. Estas deben encontrarse en todas las bodegas, centrales y de faenas, disponibles para los trabajadores, en caso de duda en el uso de ellos, debe consultar con personal competente. Al tener a disposición de cualquier persona la ficha técnica se educa a los trabajadores en cómo utilizar de manera adecuada los EPP y mantenerlos en las condiciones deseadas para cumplir correctamente con su función.

Cuando se solicite a bodegueros EPP para personal de visita o accesorios que serán utilizadas de manera temporal, el encargado del personal de visita o administrador de contrato debe completar en bodega antes de retirar los materiales el formulario de entrega de materiales, especificando los materiales que se requieren y durante cuánto tiempo serán utilizados (en caso que estos sean devueltos a bodega).

4.7.2 Procedimiento para entrega y frecuencia de EPP

Los contratos con los que cuenta actualmente la empresa son de diversas áreas, por este motivo el uso y la frecuencia debe ser especificada por el tipo de trabajo que se realiza, en coordinación del administrador de contrato y el encargado de prevención.

Propuesta de mejora N°2

Se sugiere que se realice una encuesta en relación a la vida útil que tienen los EPP desde el punto de vista de los trabajadores, ya que ellos son quienes trabajan directamente con los materiales y pueden dar su opinión, sin embargo, es importante destacar que la encuesta la deben realizar en cada uno de los contratos, ya que las condiciones son diferentes y pueden generar un recambio más o menos frecuente. El modelo de la encuesta a realizar se muestra en la figura 39.

ENCUESTA DE OPINION

| CARGO | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|-----------------------|--------------------------------|---------------|---|--------------------------|---------------|--|---------------------------|--|
| CONTRATO / OBRA | | | | | | | | | |
| OPINION ELEMENTO | Le entregan y utiliza | Fácil de postura o instalación | Ajuste cómodo | Permite el libre movimiento en los trabajos | Práctico y fácil de usar | Protege bien | Permite tener buenas condiciones de higiene y aseo | Duración promedio en días | |
| | Si / No | Si/Regular/No | Si/Regular/No | Si/Regular/No | Si/Regular/No | Si/Regular/No | Si/Regular/No | | |
| 1 Bota de agua | | | | | | | | | |
| 2 Botin de seguridad | | | | | | | | | |
| 3 Buzo de papel | | | | | | | | | |
| 4 Buzo termico | | | | | | | | | |
| 5 Camisa corporativa | | | | | | | | | |
| 6 Chaleco Geologo | | | | | | | | | |
| 7 Filtros | | | | | | | | | |
| 8 Guantes de cuero | | | | | | | | | |
| 9 Guantes de PVC | | | | | | | | | |
| 10 Guantes quirurjicos | | | | | | | | | |
| 11 Guantes showa | | | | | | | | | |
| 12 Lentes | | | | | | | | | |
| 13 Pijama termico | | | | | | | | | |
| 14 Respirador | | | | | | | | | |

Figura 39: Formato de encuesta. Fuente: Profesor Héctor Carrillo

Es importante destacar que la encuesta que se presenta se utilizara en caso que para la planificación en la frecuencia de entrega de los EPP se opte por considerar la opinión de los trabajadores.

Propuesta de mejora N°3

Es tarea del encargado en prevención o jefe directo de cada contrato inspeccionar los EPP de los trabajadores con una frecuencia especificada, por ejemplo realizar una revisión dos veces por semana. La persona encargada de prevención es quien debe autorizar el recambio de los materiales, la solicitud se debe dejar por escrito. Con esto se pretende que cuando el trabajador pida recambio de los materiales, ya sea por mal estado de ellos, por haber terminado su vida útil u otro motivo, esté avalado por personal de prevención, y que el momento en que se solicitan sea cuando realmente se necesite y no por mero juicio del trabajador.

El administrador de contrato (u otra persona designada por éste) junto con el experto en prevención deben generar un listado de EPP que se requieran comprar tanto para entrega inmediata o para stock de bodegas de faena, esta lista debe ser generada en una solped, con respaldo de firmas de ambas personas. Esta solped quedara de respaldo en adquisiciones.

El trabajador debe usar obligatoriamente sus elementos de protección personal, cuando este considere que es necesario un recambio debe acudir al responsable de prevención para que inspeccione dichos materiales, si es necesario se le entregaran nuevos EPP. El trabajador no se quedara sin utilizar sus elementos de protección personal. Como los materiales son personales e intransferibles en caso de olvido o extravío de ellos, debe comunicárselo de manera inmediata al encargado de prevención o jefe directo, para una nueva entrega, dejando registro de ello, en ningún momento se negará de implementos de seguridad a los trabajadores.

En caso que el trabajador acuse deterioro antes de la fecha prevista de cambio de algún material, este debe hacer entrega del material en mal estado a personal de bodega para la nueva entrega, de esta manera se justifica la entrega de nuevos materiales. Cuando el recambio se realice de acuerdo a lo planificado no será necesario hacer entrega del EPP a personal de bodega, salvo excepciones.

Para aquellos materiales que está establecido una frecuencia de entrega durante el año, el jefe directo de los trabajadores, será la persona encargada de asignar la frecuencia de los EPP junto con la opinión del experto en prevención, dependiendo del trabajo que desempeñen las personas. Realizando la matriz de necesidades de EPP, además de la cantidad entregada y los EPP que deben utilizar según cada cargo, considerar también la frecuencia de cambio asociado a cada cargo, esto permitirá conocer un estimado en los stock de bodega. Un ejemplo de ella es la que se muestra en la tabla 31.

Tabla 31: Ejemplo de matriz de EPP por cargo

| EPP | Mantenedores | | Soldadores | | Operadores | |
|--------------------|--------------------|------------|--------------------|------------|--------------------|------------|
| | Cantidad entregada | Frecuencia | Cantidad entregada | Frecuencia | Cantidad entregada | Frecuencia |
| Parka corporativa | | | | | | |
| Botas de agua | | | | | | |
| Casco de seguridad | | | | | | |
| Pantalón | | | | | | |
| Lámpara minera | | | | | | |
| Camisa corporativa | | | | | | |
| Cabo de vida | | | | | | |
| Candado de bloqueo | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia

Para mayor especificación aun, la tabla 31 se puede modificar y especificar los EPP que se utilizan en cada contrato, como se mostró anteriormente cada categoría de EPP posee subcategorías. Los cargos también variaran dependiendo del servicio que preste el contrato. La frecuencia puede ser especificada por ejemplo en años, es decir cuántas veces al año se debe entregar a un mantenedor camisa corporativa.

Será responsabilidad de cada trabajador cuidar y dar buen uso a los elementos de protección personal, mientras que será responsabilidad de personal de adquisiciones comprar productos de la calidad deseada y que cumplan con las expectativas de los trabajadores.

Los EPP por ser implementos de seguridad que protegen al trabajador en determinadas situaciones, deben poseer necesariamente la certificación de calidad de los materiales proporcionados por el proveedor.

Con la finalidad de asegurarse del correcto uso de los EPP, trimestralmente o semestralmente según los requerimientos, el encargado de prevención de la casa central, realizara una inspección de manera aleatoria y sin previo aviso a los contratos, realizando una elección al azar de trabajadores para inspeccionar que los EPP se encuentren en buenas condiciones.

4.7.3 Encargados de adquisiciones

Son quienes compran y abastecen a los contratos, no solamente en EPP sino que en toda necesidad que sea aprobada por el administrador de contrato.

Propuesta de mejora N°4

En el caso de los EPP será responsabilidad de personal de adquisiciones asegurarse que la solped tenga la firma del administrador y la del encargado en prevención para realizar la compra.

En caso que el encargado de adquisiciones tenga dudas con respecto a alguna compra realizada para cualquier contrato, puede solicitar a bodega el control de entrega de EPP, para evitar comprar más de lo necesario.

Es fundamental la comunicación efectiva entre personal de adquisiciones, bodegueros y administradores de contrato, ya que en conjunto deben propiciar comprar, entregar y solicitar las cantidades necesarias.

Personal de adquisiciones deben generar indicadores de consumo anual de EPP y representar su equivalente en el costo, para evitar aumento en las cifras como se muestra en los datos del año 2013-2014.

Analizar con algún proveedor de EPP la posibilidad de establecer acuerdos marco, donde, después de realizar la matriz de EPP indicando tipo de EPP y la frecuencia, la empresa se comprometa a comprar una cierta cantidad como mínimo, mientras que el proveedor se compromete a mantener los stock disponibles cuando el cliente lo requiera. Es importante que en el acuerdo se especifiquen los tiempos de entrega, por ejemplo, para compras urgentes plazo de 2 días, mientras que para compras planificadas el plazo será de 5 días. De igual forma, si el proveedor no cumple, se debe tener en consideración un segundo proveedor para cumplir con la entrega de EPP. Dentro de las cláusulas del contrato se debe indicar los pasos a seguir en caso que el proveedor no cumpla con las entregas, por ejemplo, al juntar 5 atrasos inmediatamente se dará por finalizado el contrato.

Paso 2: Hacer

4.8 Sugerido de compras

Propuesta de mejora N°5

El sugerido de compras es un modelo que se expresa en relación a variables como las fluctuaciones de la demanda, tiempos de entrega de los proveedores y niveles de servicio ofrecido por las empresas. Posee cinco componentes que serán calculados posteriormente:

- Inventarios requeridos
- Niveles y factores de servicio
- Desviación estándar
- Inventario de seguridad
- Sugerido de compras

Es importante mencionar que el desarrollo de los componentes se realiza en torno a los EPP que fueron considerados como críticos, fueron 10 los establecidos, sin embargo, el desarrollo se centra en 9 de ellos, debido a que los pijamas térmicos se estaban dejando de comprar y los niveles de compra disminuyen.

Se realizara el análisis para todos los contratos. Se realizó una proyección sobre la cantidad esperada de materiales para el año 2015, considerando el supuesto que durante el año

2015 la dotación de personal aumentara en un 20% (por adquisición de licitaciones de nuevos contratos). Según los datos reales de consumo del año 2014 se calculó un porcentaje de distribución por cada contrato, es decir, en relación al total consumido en el 2014 cuanto se designó a cada contrato, en relación a este cálculo se distribuye el aumento de materiales estimado para el año 2015. En el anexo N°8 se muestra el porcentaje distribuido por contrato y anexo N°9 la demanda esperada para el año 2015.

4.8.1 Inventarios requeridos

Corresponde al requerimiento de inventario requerido para cubrir la demanda durante el tiempo que se demora el proveedor en entregar los productos, una vez puesta la OC. Se calculó para cada material asignado a cada contrato el SLT (ver anexo N°10), considerando que la estimación de demanda para el año 2015 diaria y el tiempo de entrega usual de proveedor se calculó como un promedio, según la tabla 32.

Tabla 32: Calculo entrega usual del proveedor

| Proveedores | Tiempo de entrega (días) |
|-----------------|--------------------------|
| Apro | 7 |
| Safe | 5 |
| Garmendia | 4 |
| Comercial Andes | 3 |
| PROMEDIO | 5 |

Fuente: Elaboración propia

$$SLT = D \times LT$$

SLT: Stock para el tiempo de entrega usual del proveedor

D: Demanda diaria

LT: Tiempo de entrega usual del proveedor, expresado en días

Al calcular el stock para el lead time usual, se puede calcular el stock requerido:

$$SR = SLT - SI$$

SR: Stock requerido

SLT: Stock para el tiempo de entrega usual del proveedor

SI: Stock actual de existencias

El stock requerido se muestra en la tabla 33, considerando el supuesto que de las cantidades reales compradas el año 2014 hay en bodegas un 20% de las existencias.

Tabla 33: Stock requerido

| SR: STOCK REQUERIDO | | | | | | | | | |
|------------------------------------|--------|------------|------|---------|---------|--------|-----------------|--------------------|---------------|
| Contrato/Obra | Filtro | Respirador | Buzo | Zapatos | Guantes | Lentes | Chaleco Geólogo | Candado De Bloqueo | Camisa Oxford |
| Mantenión Electromecánico | 108 | 6 | 109 | 1 | 87 | 26 | 3 | 3 | 0 |
| Bodega Calama | 9 | 10 | 38 | 11 | 36 | 85 | 9 | 0 | 1 |
| Bodega Central | 4 | 2 | 77 | 4 | 36 | 35 | 2 | 0 | 1 |
| Aseo industrial DGM | 16 | 2 | 43 | 2 | 23 | 10 | 1 | 3 | 0 |
| Aseo y Mantenión DAND | 1 | 1 | 0 | 1 | 63 | 3 | 0 | 2 | 0 |
| Equipos de apoyo RT2 | 1 | 2 | 12 | 1 | 21 | 4 | 3 | 2 | 0 |
| Manejo Cancha de Concentrado | 2 | 1 | 25 | 0 | 11 | 3 | 0 | 0 | 0 |
| Arriendo de equipos Gaby | 0 | 0 | 19 | 1 | 10 | 6 | 1 | 1 | 0 |
| Gels Chuquicamata | 8 | 1 | 5 | 1 | 12 | 11 | 0 | 2 | 0 |
| Mantenión Sistema Eléctrico Chuqui | 2 | 2 | 3 | 2 | 11 | 5 | 4 | 2 | 0 |
| Corporativo DMH | 2 | 1 | 8 | 1 | 7 | 5 | 1 | 0 | 0 |
| Tranque Talabre Chuqui | 1 | 1 | 4 | 1 | 8 | 7 | 1 | 1 | 0 |
| Mantenión Talleres y Aseo Chuqui | 2 | 0 | 2 | 0 | 8 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Limpieza en boca de hornos | 4 | 0 | 1 | 0 | 3 | 2 | 1 | 0 | 0 |
| Equipos de Enlace DMH | 0 | 0 | 3 | 0 | 4 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| Grúas Telescópicas DAND | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| Taller Calama | 0 | 0 | 3 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Limpieza Industria MDO | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Arriendo Grúas Chuqui | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Suministro Apoyo Equipo MMH | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |

| | | | | | | | | | |
|----------------------------|-----|----|-----|----|-----|-----|----|----|---|
| Arriendo de equipos Chuqui | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Equipos de Invierno 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Drenaje RT | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Obras Varias Pelambres | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Gerencia | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TOTAL | 162 | 30 | 361 | 26 | 352 | 206 | 27 | 18 | 2 |

Fuente: Elaboración propia

4.8.2 Niveles y factores de servicios

Los niveles de servicio corresponden a la probabilidad que la empresa pueda cumplir con la demanda, en relación a nivel de servicio se asigna el factor de servicio, como se muestra en la tabla 34.

Tabla 34: Niveles de servicio

| Nivel de Servicio (%) | Factor de Servicio |
|-----------------------|--------------------|
| 75,00 | 0,70 |
| 85,00 | 1,00 |
| 90,00 | 1,30 |
| 95,00 | 1,70 |
| 98,00 | 2,10 |
| 99,00 | 2,30 |
| 99,99 | 3,10 |

Fuente: Elaboración propia

Para Steel es de gran importancia el servicio que brinda a sus clientes internos sean de calidad, y con mayor razón siendo si estos son elementos de seguridad que cuidan su bienestar. Por ello el nivel de servicio que se utilizara es de 98% correspondiente a un factor de servicio de 2,1.

4.8.3 Desviación estándar

La desviación estándar permite identificar las fluctuaciones de la demanda y los tiempos de entrega, para ello se utiliza la siguiente formula:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \mu)^2}{N}}$$

σ : Desviación estándar

N: Tamaño de la población (número de muestras)

ξ : Valor de cada dato (demanda por ítem/días de entrega real por OC)

μ : Demanda promedio de artículos

La tabla 35 muestra los valores para cada material de la desviación estándar, al calcularla según la fórmula anterior.

Tabla 35: Desviación estándar

| Materiales | Desviación estándar |
|--------------------|---------------------|
| Filtro | 2,47 |
| Respirador | 0,43 |
| Buzo | 5,26 |
| Zapatos | 0,38 |
| Guantes | 5,09 |
| Lentes | 3,03 |
| Chaleco Geólogo | 0,39 |
| Candado de Bloqueo | 0,26 |
| Camisa Oxford | 0,03 |

Fuente: Elaboración propia

Se calculó un valor de desviación estándar para cada material analizado. El tamaño de la población fue considerado como la cantidad de contratos, que son 25.

4.8.4 Inventario de seguridad

El stock de seguridad tiene la finalidad de afrontar desviaciones de la demanda, para tener disponibles en bodega los materiales que son más utilizados y tenerlos a disposición de los trabajadores. Para el cálculo del inventario u stock de seguridad se utiliza la fórmula:

$$\text{Stock de Seguridad} = \sqrt{[LT \times (DS)^2] + [D^2 \times (DS_{LT})^2]} \times FC$$

LT: Tiempo de entrega usual de proveedor, expresado en días

DS: Desviación estándar de la demanda

D: Demanda promedio por día

DS_{LT} : Desviación estándar del tiempo de entrega usual del proveedor

FC: Factor de servicio

La desviación estándar del tiempo de entrega usual del proveedor se calculó en relación a los días de entrega de los cuatro proveedores con los que se trabaja: Apro, Safe Seguridad, Comercial Andes y Garmendia, como se muestra en la tabla 36.

Tabla 36: Stock de Seguridad

| EPP | LT | DS | DS ² | D (ANUAL) | D (DIARIA) | D ² | DS LT | (DS LT) ² | FC | SS |
|-----------------------|----|-----|-----------------|--------------|---------------|----------------|----------|-------------------------|-----|-----|
| Filtro | 5 | 5,1 | 25,9 | 12094,9 | 33,60 | 1128,8 | 1,5 | 2,1875 | 2,1 | 107 |
| Respirador | 5 | 0,4 | 0,2 | 2206,9 | 6,13 | 37,6 | 1,5 | 2,1875 | 2,1 | 19 |
| Buzo | 5 | 5,3 | 27,7 | 26892,7 | 74,70 | 5580,4 | 1,5 | 2,1875 | 2,1 | 233 |
| Zapatos | 5 | 0,4 | 0,1 | 1916,8 | 5,32 | 28,3 | 1,5 | 2,1875 | 2,1 | 17 |
| Guantes | 5 | 5,1 | 25,9 | 26179,9 | 72,72 | 5288,5 | 1,5 | 2,1875 | 2,1 | 227 |
| Lentes | 5 | 3,0 | 9,2 | 15351,4 | 42,64 | 1818,4 | 1,5 | 2,1875 | 2,1 | 133 |
| Chaleco Geólogo | 5 | 0,4 | 0,1 | 1972,9 | 5,48 | 30,0 | 1,5 | 2,1875 | 2,1 | 17 |
| Candado de Bloqueo | 5 | 0,3 | 0,1 | 1339,7 | 3,72 | 13,8 | 1,5 | 2,1875 | 2,1 | 12 |
| Camisa Oxford | 5 | 0,0 | 0,0 | 163,8 | 0,45 | 0,2 | 1,5 | 2,1875 | 2,1 | 1 |

Fuente: Elaboración propia

La tabla 36 detalla los valores del stock de seguridad para los EPP. Para distribuir a los contratos el stock de seguridad que cada uno debe tener en sus bodegas, se utilizó el porcentaje de distribución por contrato, donde el valor total de los materiales considerado en SS debe coincidir con la suma del material distribuido a todos los contratos. Esto se representa en la tabla 37.

Tabla 37: Stock de seguridad distribuida por contrato

| Stock de Seguridad | | | | | | | | | |
|---------------------------------|--------|------------|------|---------|---------|--------|--------------------|--------------------------|------------------|
| Contrato/Obra | Filtro | Respirador | Buzo | Zapatos | Guantes | Lentes | Chaleco Geólogo | Candado De Bloqueo | Camisa Oxford |
| Mantenión Electromecánico | 71 | 4 | 32 | 1 | 56 | 17 | 2 | 2 | 0 |
| Bodega Calama | 6 | 6 | 11 | 7 | 23 | 55 | 6 | 0 | 1 |
| Bodega Central | 2 | 1 | 23 | 2 | 23 | 23 | 1 | 0 | 0 |
| Aseo industrial DGM | 11 | 1 | 13 | 1 | 15 | 6 | 1 | 2 | 0 |
| Aseo y Mantenión DAND | 1 | 0 | 0 | 1 | 41 | 2 | 0 | 1 | 0 |
| Equipos de apoyo RT2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 14 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| Manejo Cancha de Concentrado | 1 | 1 | 7 | 0 | 7 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| Arriendo de equipos Gaby | 0 | 0 | 6 | 1 | 7 | 4 | 0 | 1 | 0 |

| | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-----|----|-----|----|-----|-----|----|----|---|
| Gels Chuquicamata | 5 | 1 | 2 | 0 | 8 | 7 | 0 | 1 | 0 |
| Mantenión Sistema Eléctrico Chuqui | 1 | 1 | 1 | 1 | 7 | 3 | 3 | 1 | 0 |
| Corporativo DMH | 1 | 1 | 2 | 1 | 4 | 3 | 1 | 0 | 0 |
| Tranque Talabre Chuqui | 1 | 0 | 1 | 0 | 5 | 5 | 1 | 1 | 0 |
| Mantenión Talleres y Aseo Chuqui | 1 | 0 | 1 | 0 | 5 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Limpieza en boca de hornos | 3 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Equipos de Enlace DMH | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Grúas Telescópicas DAND | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Taller Calama | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Limpieza Industria MDO | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Arriendo Grúas Chuqui | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Suministro Apoyo Equipo MMH | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Arriendo de equipos chuqui | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Equipos de Invierno 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Drenaje RT | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Obras Varias Pelambres | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Gerencia | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Total | 107 | 19 | 107 | 17 | 227 | 133 | 17 | 12 | 1 |

Fuente: Elaboración propia

4.8.5 Sugerido de compras final

Finalmente para conocer el sugerido de compras, se consideran todos los valores que se calcularon anteriormente. Es importante destacar que en este cálculo se utilizó el supuesto de inventario, donde se establece un supuesto de stock requerido, este cambiará dependiendo de los inventarios que queden en bodegas al momento de analizar la situación.

$$Q = SR + SS + B - M - T + E$$

Q: Sugerido de compras

SR: Stock requerido

SS: Stock de seguridad

B: Unidades comprometidas por ventas

M: Unidades en pedido al proveedor

T: Unidades en tránsito

E: Unidades para feria

Se considera que no existen unidades comprometidas por ventas, unidades en pedido al proveedor, unidades en tránsito, ni tampoco unidades para feria. Por lo tanto, la fórmula se simplifica, donde el sugerido de compra es la suma del stock requerido y el stock de seguridad. El sugerido de compras desglosado para cada contrato se muestra en la tabla 38.

Tabla 38: Sugerido de compras

| Sugerido de Compras | | | | | | | | | |
|---------------------------------|--------|------------|------|---------|---------|--------|-----------------|--------------------|---------------|
| Contrato/Obra | Filtro | Respirador | Buzo | Zapatos | Guantes | Lentes | Chaleco Geólogo | Candado De Bloqueo | Camisa Oxford |
| Mantenimiento Electromecánico | 179 | 10 | 142 | 1 | 143 | 43 | 5 | 6 | 0 |
| Bodega Calama | 15 | 16 | 50 | 18 | 60 | 140 | 15 | 0 | 2 |
| Bodega Central | 6 | 4 | 100 | 6 | 59 | 58 | 3 | 1 | 1 |
| Aseo industrial DGM | 27 | 3 | 55 | 3 | 38 | 16 | 2 | 4 | 0 |
| Aseo y Mantenimiento DAND | 1 | 1 | 1 | 1 | 104 | 6 | 0 | 3 | 0 |
| Equipos de apoyo RT2 | 2 | 3 | 16 | 2 | 35 | 7 | 5 | 4 | 0 |
| Manejo Cancha de Concentrado | 3 | 2 | 32 | 0 | 19 | 5 | 0 | 0 | 0 |
| Arriendo de equipos Gaby | 1 | 0 | 25 | 1 | 17 | 9 | 1 | 2 | 0 |
| Gels Chuquicamata | 13 | 2 | 7 | 1 | 19 | 18 | 0 | 3 | 0 |
| Mantenimiento Sistema Eléctrico | 3 | 3 | 3 | 4 | 19 | 8 | 7 | 3 | 0 |

| | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|-----|----|-----|----|-----|-----|----|----|---|
| Chuqui | | | | | | | | | |
| Corporativo DMH | 4 | 2 | 10 | 2 | 11 | 8 | 1 | 1 | 0 |
| Tranque Talabre Chuqui | 2 | 1 | 5 | 1 | 13 | 12 | 2 | 2 | 0 |
| Mantenimiento Talleres y Aseo Chuqui | 3 | 1 | 3 | 0 | 13 | 2 | 1 | 0 | 0 |
| Limpieza en boca de hornos | 7 | 1 | 1 | 1 | 5 | 3 | 1 | 0 | 0 |
| Equipos de Enlace DMH | 1 | 1 | 4 | 0 | 6 | 3 | 1 | 0 | 0 |
| Grúas Telescópicas DAND | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| Taller Calama | 0 | 0 | 3 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Limpieza Industria MDO | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Arriendo Grúas Chuqui | 0 | 0 | 1 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Suministro Apoyo Equipo MMH | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Arriendo de equipos Chuqui | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Equipos de Invierno 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Drenaje RT | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Obras Varias Pelambres | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Gerencia | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TOTAL | 270 | 49 | 468 | 42 | 579 | 339 | 44 | 30 | 4 |

Fuente: Elaboración propia

4.9 Rediseño de proceso de compra

Propuesta de mejora N°6

El proceso de compra actual de la empresa se presenta en la figura 40, con las propuestas presentadas se realizó un rediseño del proceso que se presenta en la figura 41. Los cambios surgen principalmente en el área de la creación de la solped y en bodega.

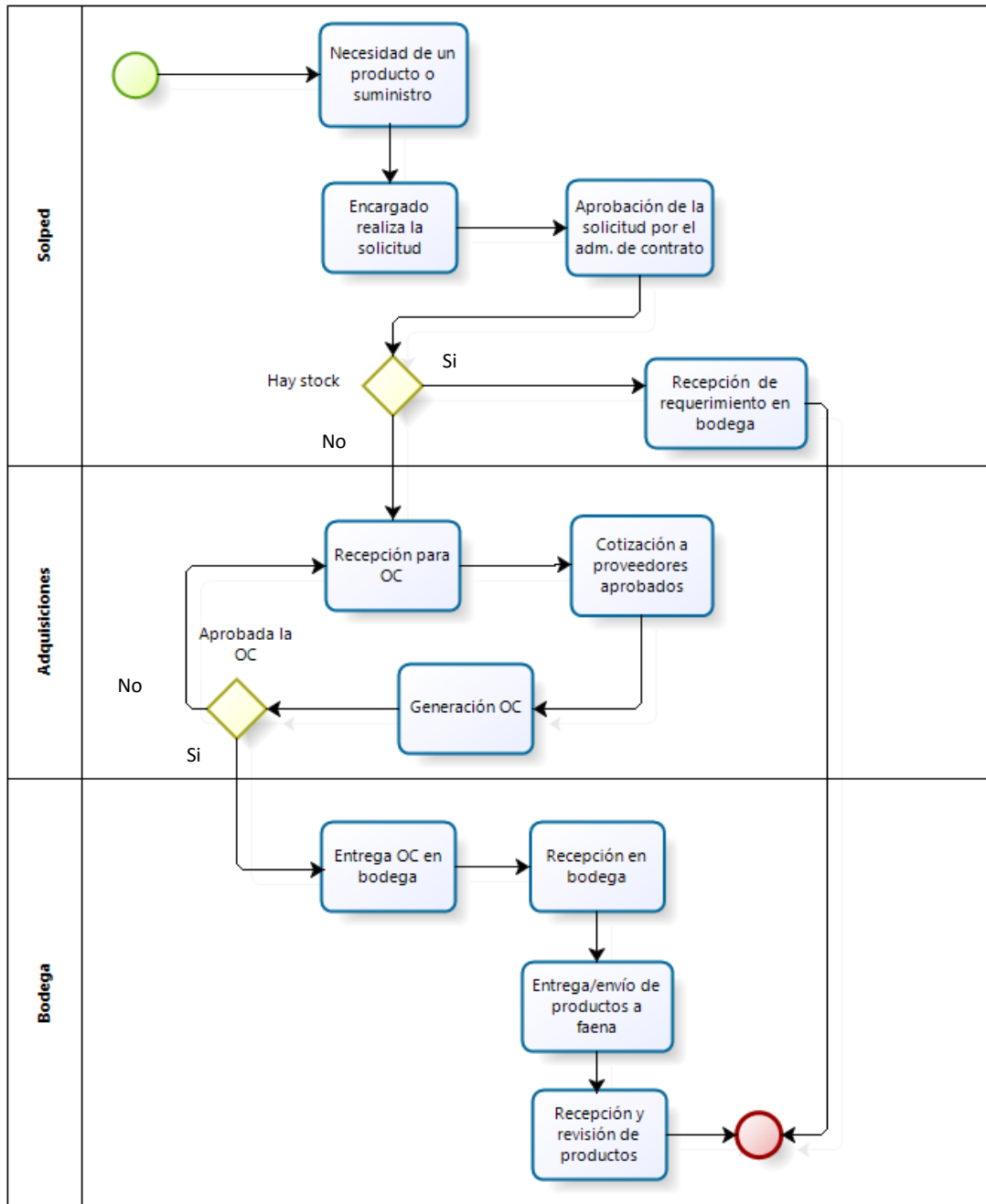


Figura 40: Proceso actual de compras. Fuente: Procedimientos Steel

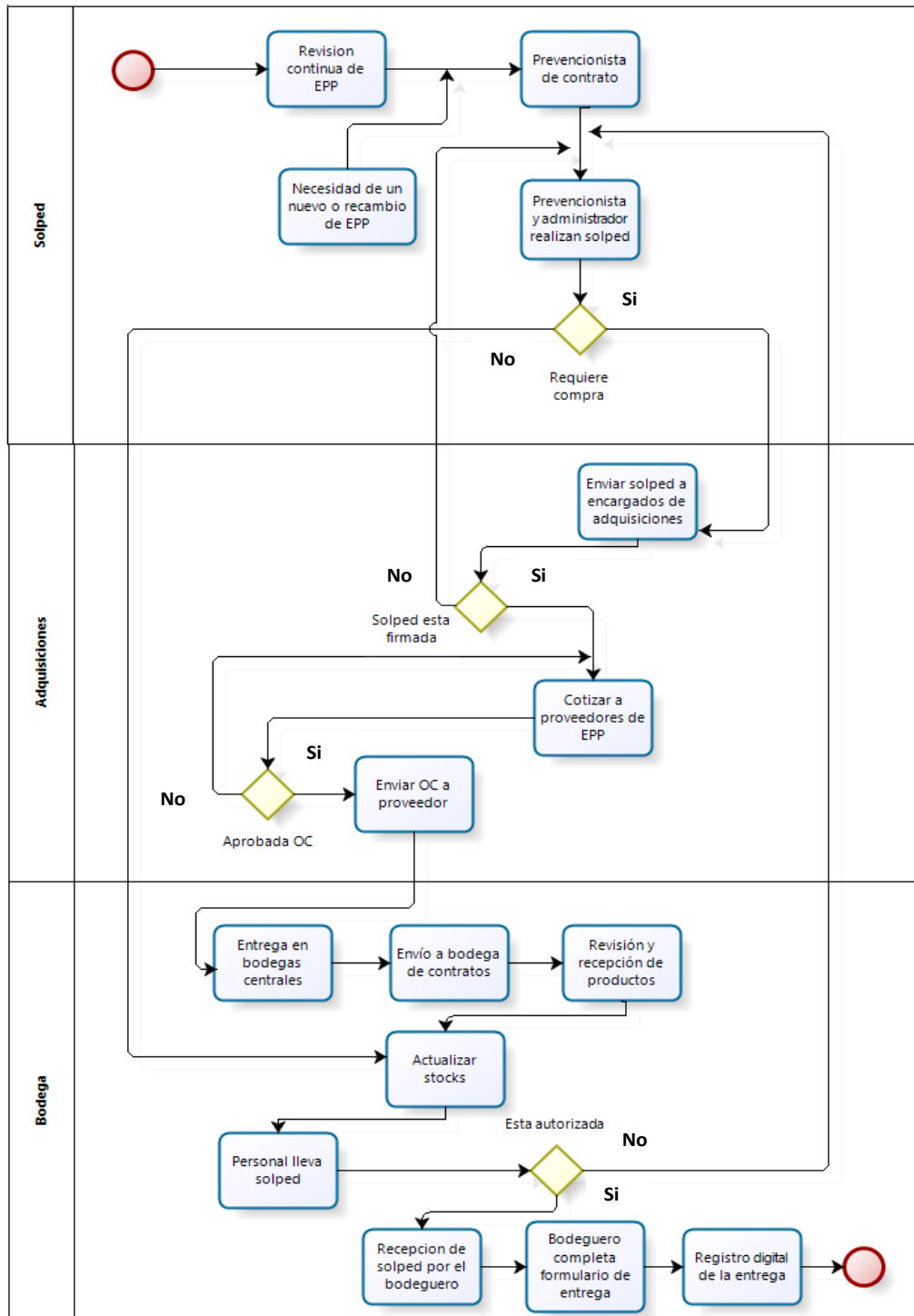


Figura 41: Rediseño del proceso de compra. Fuente: Elaboración propia

4.10 Planilla entrega de EPP

Propuesta de mejora N°7

Para poder llevar un registro de la entrega de EPP y con ello el registro del trabajador que utiliza el material, se ha creado la planilla de control de entrega y devolución de elementos de protección personal presentado en la tabla 39, esta será un tipo de talonario duplicado, donde una copia quedara para el trabajador y la otra en bodega. La misma planilla puede ser completada de manera digital, para llevar el registro en el computador.

Esta planilla de entrega y devolución se utilizara en las bodegas de cada contrato, las copias que queda en bodega serán archivadas por apellido del trabajador, de tal forma cuando un trabajador solicite nuevos EPP se tendrá el registro de su última entrega o devolución.

Paso 3: Verificar

Propuesta de mejora N°8

4.11 Indicadores

Los indicadores son instrumentos de medición, los cuales permiten llevar un control de los procesos. En relación al rediseño del proceso de compra, se establecen 4 indicadores:

1. Cumplimiento en el control solped
2. Cumplimiento en la inspección
3. Aprobación OC
4. Cumplimiento de proveedores

Con la finalidad de establecer límites y controlar los resultados de los indicadores, se indican los valores que serán aceptables para cada indicador, utilizando el semáforo (verde, amarillo y rojo), es una herramienta que permite mostrar el estado del indicador dependiendo de su color. El criterio será el que se muestra en la tabla 40.

Tabla 40: Semáforo indicadores

| | |
|--|--|
| | Verde: Si el valor calculado es igual o mayor al valor esperado |
| | Amarillo: Si el valor calculado es mayor que el valor crítico, pero menor que el esperado |
| | Rojo: Si el valor esperado es menor que el valor crítico |

Fuente: Elaboración propia

4.11.1 Cumplimiento en el control solped

El indicador que se calculará para medir el cumplimiento del control solped se muestra en la figura 42.

| | |
|---|---|
| Nombre del indicador | |
| Cumplimiento en el control Solped | |
| Objetivo | |
| Que tanto los administradores de contrato y encargados de adquisiciones puedan saber si los materiales que se solicitaron en la solped y fueron comprados por personal de adquisiciones llegaron a bodega | |
| Expresión Matemática | |
| $\% \text{ cumplimiento control solped} = \frac{\text{ítem recepcionados}}{\text{Total ítem solicitados}} \times 100$ | |
| Fuentes de información | Periodicidad |
| Sistema unysoft, información obtenida desde bodega | Mensual |
| Nivel de referencia | Rango de desempeño |
| <input type="checkbox"/> Histórico <input type="checkbox"/> Planificado | <input type="checkbox"/> Excelente <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Malo |
| Responsable | |
| Administrador de contrato u encargado designado por este | |

Figura 42: Indicador cumplimiento en el control solped. Fuente: [Zuloaga0?]. Elaboración propia

En la ficha se establece el objetivo del indicador, la fórmula matemática, las fuentes de información y la periodicidad. En relación al nivel de referencia este puede ser histórico, cuando el indicador se compara con periodos anteriores, o planificado, es decir, que se compara con una meta establecida previamente.

Para calcular el rango de desempeño en el semáforo, para este indicador los valores esperados y críticos son:

- Color verde, excelente: el nivel esperado se considera cuando el % de cumplimiento en el control solped sea mayor o igual al 95% es decir, un nivel donde existen muy pocos

materiales solicitados en los ítems de las solped que queden pendientes, en este nivel la satisfacción del cliente interno será excelente.

- Color amarillo, regular: cuando el % de cumplimiento control solped será mayor al 61% y menor al 94%. En este nivel la satisfacción del cliente interno será aceptable.
- Color rojo, malo: será considerado un nivel malo, cuando el % de cumplimiento en el control solped sea menor o igual al 60%. La satisfacción del cliente interno será deficiente y debe ser mejorada.

4.11.2 Cumplimiento en la inspección

El indicador que se utilizara para medir el cumplimiento en la inspección (que debe realizar el prevencionista o encargado de cada contrato) se muestra en la figura 43.

| | |
|--|--|
| Nombre del indicador | |
| Cumplimiento en la inspección | |
| Objetivo | |
| Cada encargado en prevención de cada contrato o bien el administrador, debe inspeccionar los EPP con una periodicidad de dos veces por semana. El indicador muestra si se cumplen las inspecciones programadas | |
| Expresión Matemática | |
| $\% \text{ de inspecciones cumplidas} = \frac{\text{Inspecciones realizadas}}{\text{Inspecciones programadas}} \times 100$ | |
| Fuentes de información | Periodicidad |
| Detalle semanal de la inspección, registrada en papel o digital | Trimestral |
| Nivel de referencia | Rango de desempeño |
| <input type="checkbox"/> Histórico <input type="checkbox"/> Planificado | <input style="background-color: #90EE90;" type="checkbox"/> Excelente <input style="background-color: #FFFF00;" type="checkbox"/> Regular <input style="background-color: #FF0000;" type="checkbox"/> Malo |
| Responsable | |
| Encargado de prevención o administrador de contrato | |

Figura 43: Indicador cumplimiento en la inspección. Fuente: [Zuloaga0?]. Elaboración propia

En la figura se muestra el indicador de las inspecciones cumplidas, con su objetivo y la fórmula para su cálculo. En los 4 indicadores se utilizará el mismo criterio para el nivel de referencia, histórico si se compara con periodos anteriores o planificado si se compara con alguna meta establecida. En relación al rango de desempeño:

- Color verde, excelente: si el % de inspecciones cumplidas son mayores o igual al 95%. Las planificaciones se han cumplido como se programaron. El cumplimiento en el indicador es excelente.
- Color amarillo, regular: cuando el % de inspecciones cumplidas son mayores al nivel crítico (61%) y menor o igual al 94%. El cumplimiento del indicador es aceptable.
- Color rojo, malo: cuando el % de inspecciones cumplidas es menor o igual al 60%, lo que implica buscar la causa del bajo rendimiento, color rojo indica la alerta. El cumplimiento será considerado deficiente.

4.11.3 Aprobación OC

Cuando los administradores envían una solped al departamento de adquisiciones, los encargados deben tener la OC aprobada, este indicador propone llevar un control sobre las OC que no fueron aprobadas y analizar las causas.

| | |
|---|---|
| Nombre del indicador | |
| Aprobación de OC | |
| Objetivo | |
| Antes de generar la compra de EPP, la OC debe ser aprobada por el administrador de contrato y prevencionista, posteriormente por el jefe de adquisiciones, gerente de operaciones o comercial. Con la finalidad de encontrar fallas en el proceso se controlaran las OC que no son aprobadas. | |
| Expresión Matemática | |
| $\% \text{ de OC aprobadas} = \frac{OC \text{ aprobadas}}{Total \text{ OC}} \times 100$ | |
| Fuentes de información | Periodicidad |
| Sistema Unysoft, Solped | Mensual |
| Nivel de referencia | Rango de desempeño |
| <input type="checkbox"/> Histórico <input type="checkbox"/> Planificado | <input type="checkbox"/> Excelente <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Malo |
| Responsable | |
| Jefe de adquisiciones | |

Figura 44: Indicador aprobación OC. Fuente: [Zuloaga0?]. Elaboración propia

Los criterios utilizados en el semáforo correspondiente al rango de desempeño en el % de las OC aprobadas son:

- Color verde, excelente: cuando el % de OC aprobadas es igual o mayor al 95%, lo que indica que una gran cantidad de OC han sido aprobadas por estar en las condiciones deseadas, ya sean en precio, calidad de los EPP, entre otros factores que se puedan considerar. El proceso de aprobación de OC se encuentra en un nivel excelente.
- Color amarillo, regular: cuando el % de OC aprobadas es menor o igual al 94% pero mayor o igual al 61%. El proceso de aprobación de OC está en un nivel aceptable.
- Color rojo, malo: cuando el % de OC aprobadas es menor o igual al 60. El nivel de aprobación de las OC es deficiente, refleja que son varias las OC que están siendo rechazadas, por lo que hay que investigar las causas.

4.11.4 Cumplimiento proveedores

El último indicador que se propone es el de cumplimiento para proveedores, estos son importantes para el correcto funcionamiento de la empresa, deben tener responsabilidad con la empresa y realizar las entregas en su totalidad, si los proveedores fallan hay que buscar acciones para revertir la situación. En la figura 45 se muestra el indicador.

| | |
|--|--|
| Nombre del indicador | |
| Cumplimiento de proveedores | |
| Objetivo | |
| Actualmente los proveedores de EPP son cuatro, cada uno con ventajas y desventajas. Los proveedores deben cumplir con las entregas en los tiempos esperados, este indicador hará una comparación entre los proveedores para analizar su cumplimiento | |
| Expresión Matemática | |
| $\% \text{ cumplimiento proveedores} = \frac{OC \text{ completas}}{Total \text{ OC}} \times 100$ | |
| Fuentes de información | Periodicidad |
| OC, Sistema Unysoft | Trimestral |
| Nivel de referencia | Rango de desempeño |
| <input type="checkbox"/> Histórico <input type="checkbox"/> Planificado | <input type="checkbox"/> Excelente <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Mal |
| Responsable | |
| Jefe de adquisiciones | |

Figura 45: Indicador cumplimiento de proveedores. Fuente: [Zuloaga0?]. Elaboración propia

Como se expresa en el objetivo, este indicador es para evaluar a los a los proveedores en relación a los tiempos de entrega. Las OC completas se refiere a que todo lo comprado ha llegado a bodegas y no quedan OC con productos pendientes por parte del proveedor. El rango de desempeño se establece de la siguiente manera:

- Color verde, excelente: cuando el % de cumplimiento del proveedor es mayor o igual al 98%. El % es más alto que el límite de los indicadores anteriores debido a que si un proveedor falla se puede considerar el otro. En este nivel el cumplimiento del proveedor es excelente.

- Color amarillo, regular: cuando el % de cumplimiento del proveedor es menor o igual al 97% y mayor o igual al 61%. En este nivel, el cumplimiento del proveedor es aceptable.
- Color rojo, malo: cuando el % de cumplimiento del proveedor es menor o igual al 60%. El nivel representa un cumplimiento deficiente, lo que indica que el proveedor esta con problemas en las entregas, se debe evaluar la situación.

Los cuatro indicadores que se establecen, son los que permiten llevar un control en las propuestas de mejoras. Cada uno tiene límites (semáforo) que indica la situación en la que se encuentra el indicador, si es necesario se deben realizar correcciones o buscar causas, por ejemplo cuando el indicador este en el color rojo.

Paso 4: Actuar

El último paso es actuar, donde se evalúan los resultados y se compararan con los resultados que habían antes de las propuestas de mejoras. Se debe decidir si implementar el cambio, abandonarlo o aplicar nuevas mejoras al proceso y comenzar nuevamente el ciclo.

Si los resultados son los satisfactorios, entonces la mejora se implementa. Si se toma en consideración algún rediseño, como es el rediseño en el proceso de compra, este debe ser documentado y comunicado a todos los involucrados en el proceso.

Si se han detectado errores en los pasos anteriores, estos deben ser modificados y se comienza nuevamente con el ciclo, si es necesario se pueden aplicar nuevas propuestas de mejora.

Por ultimo si los resultados obtenidos no son los esperados o no suponen una mejora significativa a como se encontraba el proceso antes de la mejora, se evalúa la opción de realizar cambios en la propuesta de mejora o finalmente se decide por abandonar la propuesta.

4.12 Conclusiones capítulo IV

Se aplica el ciclo PDCA. Se define mediante el desarrollo de tres diagramas de Ishikawa la causa del problema, donde se llega a la conclusión que la causa más relevante se encuentra dentro de la categoría métodos, no se lleva un registro del consumo y la inexistencia de procedimientos para la entrega de EPP.

El pronóstico en minería de datos arroja predicciones para los meses de Enero a Julio de 2015. Para comprobar o rechazar la validez del modelo se hace una comparación entre lo pronosticado y lo real de los meses de enero y febrero, los resultados muestran un % de diferencia entre ambos datos cercano a un 50%. Debido al gran porcentaje de diferencia entre

los valores el pronóstico se considera no valido para realizar una estimación en futuras compras.

Se realiza un análisis desde diferentes puntos de vista: detalle de EPP, para conocer los materiales en detalle, es decir, especificando marca o calidad, de los EPP que fueron mayormente consumidos y comprados. El análisis de precios, donde el material con una diferencia de un 77% en los precios son los guantes showa, el proveedor que posee los precios menores es Safe, seguido de Apro, mientras que el proveedor que posee los precios más altos es comercial Andes. Finalmente se realiza el análisis por contrato, donde se concluye que las mayores cantidades de materiales se concentran en el contrato de mantención electromecánico, bodega Calama, bodega central y en cuarto lugar aseo industrial DGM.

Según el análisis el monto gastado en EPP para el año 2014 debiera haber rondado los \$273.673.420. Sin embargo, el monto se elevó más de esperado, según estimaciones el total que se gastó en compras innecesarias fue de \$111.244.158.

Se establecen planes de mejora en:

1. Bodega, utilizando 5S.
2. Procedimiento de entrega y frecuencia de EPP.
3. Mayor inspección de EPP en faenas.
4. Mayor rigurosidad en las aprobaciones de las solped para el departamento de adquisiciones.
5. Se establece un sugerido de compras, indicando stock de inventarios, desglosado para cada contrato.
6. Se propone un rediseño en el proceso de compra.
7. Creación de una planilla de entrega y devolución de EPP.
8. Cuatro indicadores para controlar el proceso.

Capítulo V. Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusiones

En el presente trabajo de titulación se abordó el problema de aumento en las compras de elementos de protección personal que aumentaron un 51% mientras que la dotación de personal entre los años 2013 y 2014 aumento en tan solo un 23%.

Los materiales que se encuentran dentro de la categoría de EPP corresponden a una lista amplia, por ello a través de un análisis de criticidad, se encontraron aquellos materiales que poseen mayor impacto en las compras, de acuerdo a la frecuencia y a la consecuencia. El resultado entrego una lista de 10 materiales, en los cuales se centró la planificación.

Se utilizó la metodología del ciclo PDCA o ciclo de Deming para realizar las propuestas de mejora. Para comenzar con la planificación se determinan las causas que generan el problema, mediante tres diagramas de Ishikawa, donde se concluye que la causa más relevante se encuentra dentro de la categoría métodos, no se lleva un registro del consumo y la inexistencia de procedimientos para la entrega de EPP.

Se utilizó la herramienta de minería de datos que trabaja conjuntamente con Server SQL. Con ello se realizó un pronóstico de los materiales basados en el algoritmo de redes neuronales. Este algoritmo matemático tiene la finalidad de adaptar su comportamiento en base a acontecimientos ocurridos en el pasado. Tras todos los pasos previos para su utilización, se crean tres gráficos donde se proyectan 7 periodos (Enero-Julio de 2015). Para concluir este análisis, se recolectan los datos de las compras reales de Enero y Febrero del 2015, con la finalidad de establecer una comparación entre los datos reales y proyectados. Los resultados demuestran que los valores pronosticados v/s los valores reales tiene un porcentaje de diferencia cercano al 50%, por tal motivo el pronóstico no es considerado valido debido a una gran diferencia entre los valores reales y pronosticados.

La lista de materiales considerado como crítico, posee subcategorías, de acuerdo a tipo de producto, diseño, entre otros. En relación a esto, se realizó un análisis para el detalle de cada material, encontrándose aquellos elementos que en el año 2014 se compraron con mayor frecuencia. Por ejemplo, la cantidad de buzos de papel 3M 4510 fue de 17.130 unidades y de buzos tyvek dupont fue de 13.965 unidades. De acuerdo a las cantidades, se pueden lograr acuerdos con los proveedores, por ejemplo disminución en el precio por la compra de cierta cantidad, quizás la compra no realizarla inmediatamente, sino que acordar con el proveedor entregas parciales, con la finalidad de no aumentar el capital inmovilizado de la empresa correspondiente a inventarios.

Con la finalidad de abordar los precios de los materiales durante el año 2014, se analizaron los precios mínimos y máximos de cada subcategoría, indicando que proveedor se adjudicó el precio mínimo y el proveedor que se adjudicó el precio máximo. A través de este análisis se observa que hay materiales que poseen precios muy variados donde el porcentaje de diferencia en el mínimo y máximo es mayor a un 60%, esta situación se evidencia por ejemplo en los guantes showa, botas de agua o guantes quirúrgicos. Del análisis se concluye que uno

de los proveedores que se registró con mayor cantidad de veces en la categoría de “precios máximos” es el proveedor Comercial Andes Security.

El análisis realizado a cada contrato tiene la finalidad de conocer en cuales contratos se debe llevar un control en la compra de EPP, ya que registran tanto los mayores montos como las mayores cantidades. Se concluye que el contrato que generó mayor consumo de EPP en el año 2014 fue el contrato de mantención electromecánico, con una cantidad de 29.264 unidades, dentro de las cuales 10.417 unidades corresponden a filtros. El segundo y tercer lugar en mayores cantidades de EPP se adjudican para bodegas de Calama y Los Andes respectivamente.

Al considerar las mismas tendencias de consumo del año 2013, pero aumentando en un 23% la dotación de personal, por lo tanto, aumentando también las compras de EPP en la misma proporción. Se concluye que las pérdidas ascienden a un monto de \$111.244.158 calculado en relación al gasto real del año 2014 y lo que debería haberse comprado solamente en EPP de acuerdo al aumento de personal.

Las propuestas de mejora que tienden a eliminar los costos ocultos originados por la falta de control, se enumeran a continuación:

1. La primera propuesta se enfoca en bodegas, donde personal de esta área debe entregar informes de entrega de EPP al encargado de prevención, con la finalidad que se evalúen criterios tales como calidad, comodidad e higiene de los materiales.

Además se incorpora aplicar la metodología 5S para mejorar la limpieza y orden en los materiales distribuidos en bodega. Dentro de la aplicación de los 5 pasos (seleccionar, ordenar, limpiar, estandarizar y sostener) se destaca en el primer paso el seleccionar de bodega todos los EPP que son de utilidad, además se establece un criterio de decisión donde se indica que hacer con los materiales que no son necesarios para el proceso productivo. Para llevar un orden en los materiales se aplica el etiquetado de productos según la clasificación XX-YY-ZZ, donde “XX” representa la clase de seguridad del material, “YY” se refiere al modelo del material y finalmente “ZZ” representa la marca del EPP.

Los instructivos o fichas técnicas de todos los EPP deben estar disponibles para los trabajadores en todas las bodegas. De esta manera se educa al trabajador en el uso, mantenimiento y cuidado de sus materiales, con la finalidad de mantenerlos en buen estado y evitar el sobre consumo.

2. Para la frecuencia y entrega de EPP se presenta un modelo de encuesta para ser aplicada a los trabajadores, si la empresa quisiera considerar el punto de vista de los trabajadores, ya que ellos son quienes trabajan directamente con los EPP, y pueden dar su opinión, respecto a comodidad, higiene o duración estimada.
3. Los EPP deben ser inspeccionados ya sea por el encargado de prevención de cada contrato o por quien designe el administrador que sea competente para la labor. Con

esto se pretende que cuando el trabajador pida recambio de los materiales, ya sea por mal estado de ellos, por haber terminado su vida útil u otro motivo, esté avalado por personal de prevención, y que el momento en que se solicitan sea cuando realmente se necesite y no por mero juicio del trabajador.

Las solped serán realizadas por el administrador o alguien designado por éste en conjunto con el prevencionista. La solped se enviara al departamento de adquisiciones de forma escaneada con ambas firmas, para su posterior tramitación de compra o entrega en bodegas.

4. Para el área de adquisiciones, los encargados tendrán la labor de asegurarse que las solped vengan firmadas, ya que con eso se autoriza su entrega o compra. En caso que no tenga algunas de las firmas, será avisado al administrador para que se complete el procedimiento de manera correcta.

Analizar con algún proveedor de EPP la posibilidad de establecer acuerdos marco, de manera que facilite la compra para la empresa, de aquellos materiales críticos y que deben estar siempre a disposición de los trabajadores.

5. Para el área de bodegas, se realizó un análisis en los niveles de inventario, donde se calcularon stock requeridos, stock de seguridad y sugerido de compras utilizando un factor de servicio de 2,1. El cálculo se realizó desglosado para cada uno de los contratos, considerando valores para el año 2015, utilizando el supuesto que el aumento de personal es de un 20% en relación al año 2014, debido al comienzo de 3 nuevas adjudicaciones de contratos.
6. Se realiza un rediseño en el proceso de compra, que principalmente genera cambios en la creación de la solped y en bodegas. Al momento de surgir la necesidad de EPP se incorpora al proceso que el prevencionista en conjunto con otra persona realizan la solicitud y ambos firman el documento, además de incorporar la inspección de los EPP por parte del prevencionista. En bodega, personal debe asegurarse que la solped este autorizada para realizar la entrega de materiales, además de completar el registro de entrega de EPP, si es mayor comodidad, se puede llevar también un registro electrónico de todas las entregas.
7. Se crea una planilla de control de entrega y devolución de EPP. Al utilizar esta planilla cada vez que se entregue material de seguridad a un trabajador, al ser una copia duplicada quedara registro de la entrega o la devolución, con ello se busca disminuir el uso indiscriminado de EPP. Si un trabajador ha solicitado materiales constantemente, se deben investigar las causas.

8. Se establecen indicadores de gestión para llevar un control de los procesos, para establecer una categoría en los resultados de los indicadores se utiliza el semáforo, donde el color verde indica el nivel óptimo y deseado, el color amarillo indica una señal de alerta, que si bien no es lo esperado tampoco es una mala situación y el color rojo es el valor crítico donde se deben tomar medidas para revertir la situación y hacer subir el valor del indicador a color amarillo. Se establecen 4 indicadores:

- Cumplimiento en el control solped
- Cumplimiento en la inspección
- Aprobación OC
- Cumplimiento de proveedores

5.2 Recomendaciones

Los datos fueron recolectados desde el sistema unysoft donde se encontró una gran duplicidad en los recursos que representan a cada material, lo que dificulta una futura revisión y análisis de los datos. Se debiera realizar una limpieza en el sistema con periodicidad anual, unificando los recursos.

Es probable que el análisis de pronóstico sea más acertado y con menos probabilidades de error al aplicarse a los EPP pero en base a las compras de cada contrato ¿Por qué? Porque el modelo de redes neuronales se basa en el comportamientos de las variables en el pasado, si el modelo se aplica a un solo contrato, se espera que si se refiere al mismo trabajo, alrededor de las mismas personas trabajando, se podrían encontrar variables repetitivas en las compras, que pueden ser identificadas por el modelo y aplicadas en el pronóstico. Por este motivo se recomienda al momento de realizar una planificación futura de los materiales realizarlo no al conjunto de compras en general, sino separarlo por contratos o tipos de trabajos.

Si la finalidad es proporcionar alguna mejora en la empresa, los requerimientos de información debieran ser entregados con mayor facilidad. En reiteradas ocasiones se solicitó información sobre la dotación de personal desglosada por contrato a personal del departamento de recursos humanos, sin tener éxito en el acceso a dicha información, motivo por el cual se descartó una metodología de planificación aplicada a cada contrato, considerando cargo y dotación de personal.

El control es una herramienta de medición que puede ser muy útil en medir los procesos, esta vez se aplica para los EPP, sin embargo, pueden ser aplicados a otras áreas de la empresa que presenten falencias.

Bibliografía

Libros

[Anaya07] Anaya Tejero Julio (2007). Logística integral: La gestión operativa de la empresa. Madrid. Esic Editorial. P. 97-110

[Amendola06] Amendola Luis José (2006). Gestión de proyectos de inversión de activos industriales. Valencia. Editorial de la UPV (universidad politécnica de Valencia). P. 29-31

[Ballou04] Ballou Ronald H. (2004). Logística: Administración de la cadena de suministro. México. Pearson Educación. Quinta edición. P. 286-296

[Casanovas11] Casanovas August (2011). Estrategias Avanzadas de Compras y Aprovisionamiento. Barcelona. Profit Editorial. P. 11-20

[Chavez&Torres-Rabello12] Chávez Jorge y Torres-Rabello Rodolfo (2012). Supply Chain Management. Santiago. Ril editores. Segunda Edición. Capítulo 1. P. 9-56

[Companys&Fonollosa88] Companys Ramón Pascual y Fonollosa i Guardiet Joan (1988). Nuevas técnicas de gestión de stocks: MRP y JIT. Barcelona. Editorial Marcombo. P.19-30

[Cuatrecasas12] Cuatrecasas Arbós Lluís (2012). Logística: Gestión de la cadena de suministro. Madrid. Ediciones Díaz Di Santo. P.531-540

[Cuatrecasas10] Cuatrecasas Lluís (2010). Gestión de la calidad integral: Implantación, control y certificación. Barcelona. Profit editorial. P.65-80

[Escudero13] Escudero Serrano María José. (2013). Gestión Logística y Comercial. Madrid. Paraninfo. 1º Edición. P.1-2

[Escudero11] Escudero Serrano María José (2011). Gestión de aprovisionamiento. Madrid. Paraninfo. 3º Edición p.1-18 p.185-190

[Flores&Fernández] Flores López Raquel y Fernández Fernández José Miguel (2008). Las redes neuronales artificiales. Fundamentos teóricos y aplicaciones prácticas. España. Editorial Netbiblio P.112

[Mora10] Mora García, Luis Anibal. (2010). Gestión Logística Integral. Bogotá. Ecoe ediciones. P.1-70, 88-93, 193-212

[Marketing95] Marketing Publishing (1995). Compras e inventarios. Ediciones Díaz Di Santo. P.95-98

[Muñiz04] Muñiz Gonzales Luis (2004). ERP Guía práctica para la selección e implantación. España. Ediciones Gestión 2000. P.27-29

[Pau&Navascués98] Pau Cos Jordi y Ricardo de Navascués (1998). Manual de Logística Integral. Madrid. Ediciones Díaz Di Santo. P. 149-163

Referencias electrónicas

[GrupoBimbo14] Sistema Learn Grupo Bimbo (2014). *Orden y limpieza con 5'S*. (Pdf). Gestion de la calidad, Universidad de Valparaiso.

[Labrador05] Labrador Lic Hénder (2005). *Indicadores de gestión*. (Pdf). Documento entregado por profesor guía.

[Microsoft¹] Microsoft Developer Network (2015). *Algoritmos de minería de datos (análisis services: minería de datos)*. Recuperado el 6 de Marzo de 2015, de <https://msdn.microsoft.com/es-cl/library/ms175595.aspx>

[Microsoft²] Microsoft Developer Network (2015). *Algoritmos de árboles de decisión de Microsoft*. Recuperado el 6 de Marzo de 2015, de <https://msdn.microsoft.com/es-es/library/ms175312.aspx>

[Microsoft³] Microsoft Developer Network (2015). *Algoritmos Bayes naive de Microsoft*. Recuperado el 6 de Marzo de 2015, de <https://msdn.microsoft.com/es-es/library/ms174806.aspx>

[Microsoft⁴] Microsoft Developer Network (2015). *Algoritmos de clústeres de Microsoft*. Recuperado el 6 de Marzo de 2015, de <https://msdn.microsoft.com/es-es/library/ms174879.aspx>

[Microsoft⁵] Microsoft Developer Network (2015). *Algoritmos de clústeres de secuencia de Microsoft*. Recuperado el 6 de Marzo de 2015, de <https://msdn.microsoft.com/es-es/library/ms175462.aspx>

[Microsoft⁶] Microsoft Developer Network (2015). *Algoritmos de red neuronal de Microsoft*. Recuperado el 9 de Marzo de 2015, de <https://msdn.microsoft.com/es-es/library/ms174941.aspx>

[Microsoft⁷] Microsoft Developer Network (2015). *Algoritmos de asociación de Microsoft*. Recuperado el 9 de Marzo de 2015, de <https://msdn.microsoft.com/es-es/library/ms174916.aspx>

[Microsoft⁸] Microsoft Developer Network (2015). *Algoritmos de regresión lineal de Microsoft*. Recuperado el 9 de Marzo de 2015, de <https://msdn.microsoft.com/es-es/library/ms174824.aspx>

[Microsoft⁹] Microsoft Developer Network (2015). *Algoritmos de regresión logística de Microsoft*. Recuperado el 9 de Marzo de 2015, de <https://msdn.microsoft.com/es-es/library/ms174828.aspx>

[Microsoft¹⁰] Microsoft Developer Network (2015). *Algoritmos de serie temporal de Microsoft*. Recuperado el 9 de Marzo de 2015, de <https://msdn.microsoft.com/es-es/library/ms174923.aspx>

Página institucional de la empresa Steel Ferrovial Servicios. Dirección web <http://www.steel.cl/en>

Página servicio de impuestos interno. Valor observado UF correspondiente al año 2014. Dirección web: <http://www.sii.cl/pagina/valores/uf/uf2014.htm>

Página servicio de impuestos interno. Valor observado Dólar correspondiente al año 2014. Dirección web: <http://www.sii.cl/pagina/valores/dolar/dolar2014.htm>

Página del banco central. Valor observado Euro correspondiente al año 2014. Dirección web <http://si3.bcentral.cl/Indicadoresiete/secure/Indicadoresdiarios.aspx>

Página servicio de impuestos interno. Valor observado UF correspondiente al año 2013. Dirección web: <http://www.sii.cl/pagina/valores/uf/uf2013.htm>

Página servicio de impuestos interno. Valor observado UF correspondiente al año 2013. Dirección web: <http://www.sii.cl/pagina/valores/dolar/dolar2013.htm>

Página de empresa Safe Seguridad S.A, proveedor de EPP. Dirección web: <http://www.safeseguridad.cl/>

Página de empresa Apro Ltda., proveedor de EPP. Dirección web: <http://www.apro.cl/>

Página de empresa Garmendia Macus S.A, proveedor de EPP. Dirección web: <http://www.garmendia.cl/>

[Rabasta&Colaboradores] Rabasa Alejandro, Rodríguez Jesús, Santamaría Laureano & Monge Juan (2006). *Predicción sobre series temporales no lineales con redes neuronales y modelos ARIMA*. (Trabajo de investigación y desarrollo). Centro de investigación operativa, Universidad Miguel Hernández. España

Revista de negocios globales logística, transporte y distribución. Edición mayo 2009. Artículo por: Jorge H. Chávez. Dirección web: <http://www.emb.cl/negociosglobales/articulo.mvc?xid=887&edi=39&xit=lote-economico-de-compras-util-herramienta-o-pieza-de-museo>

[Zuloaga0?] Zuloaga Hugo. Diseño e implementación de indicadores. (Ppt). Universidad de Valparaíso.


Tesis

Benavides Bunney Agustín (2014). *“Propuesta de rediseño de programas de producción para reducir la pérdida de papel en las líneas de corte de CMPC Tissue”*. (Tesis). Universidad de Valparaíso. Santiago.

Espinoza Silva Carolina (2014). *“Propuesta para Mejorar el Cumplimiento de Entrega de los Proveedores de Bienes de Codelco”*. (Tesis). Universidad de Valparaíso. Santiago.

Anexos

Anexo N°1: FOR-18 (Formulario de solicitud de pedido)

|  | <h1 style="margin: 0;">SOLICITUD DE PEDIDO</h1> | Correlativo Contrato: _____ Fecha Solicitud : _____ OC N° : _____ | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|--|-----------------------|--|--|---------------------------------------|--|----------------------------------|--|---------------------------------------|---|--------------------------------------|--|------------------------------|------------------------------------|---|--------------------------------------|
| Nombre del Solicitante : Autorizado Por Administrador: y/o Gte. (Nombre y Firma) | Fecha Recepción Sol. Pedido (Adquisiciones) | Fecha Esperada de entrega | | | | | | | | | | | | | | | |
| OBRA O CONTRATO: | Solicitud Planificada | Lugar de Entrega Bodega los aromos | | | | | | | | | | | | | | | |
| Utilizar en: | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">CENTOS DE COSTO GASTO</th> </tr> <tr> <td style="width: 33%;"><input type="checkbox"/> Alimentación</td> <td style="width: 33%;"><input type="checkbox"/> Materiales obra</td> <td style="width: 33%;"><input type="checkbox"/> Oficina</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Transporte Personal</td> <td><input type="checkbox"/> Herramientas</td> <td><input type="checkbox"/> Servicios externos</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Alojamiento</td> <td><input type="checkbox"/> Equipos Mayores</td> <td><input type="checkbox"/> ODS</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Seguridad</td> <td><input type="checkbox"/> Gastos Reembolsables</td> <td><input type="checkbox"/> Otros _____</td> </tr> </table> | | CENTOS DE COSTO GASTO | | | <input type="checkbox"/> Alimentación | <input type="checkbox"/> Materiales obra | <input type="checkbox"/> Oficina | <input type="checkbox"/> Transporte Personal | <input type="checkbox"/> Herramientas | <input type="checkbox"/> Servicios externos | <input type="checkbox"/> Alojamiento | <input type="checkbox"/> Equipos Mayores | <input type="checkbox"/> ODS | <input type="checkbox"/> Seguridad | <input type="checkbox"/> Gastos Reembolsables | <input type="checkbox"/> Otros _____ |
| CENTOS DE COSTO GASTO | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> Alimentación | <input type="checkbox"/> Materiales obra | <input type="checkbox"/> Oficina | | | | | | | | | | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> Transporte Personal | <input type="checkbox"/> Herramientas | <input type="checkbox"/> Servicios externos | | | | | | | | | | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> Alojamiento | <input type="checkbox"/> Equipos Mayores | <input type="checkbox"/> ODS | | | | | | | | | | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> Seguridad | <input type="checkbox"/> Gastos Reembolsables | <input type="checkbox"/> Otros _____ | | | | | | | | | | | | | | | |
| Autorizado por Depto. Control de Costos (Nombre y Firma) | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| Ítem | Cantidad | Descripción Detallada: (Código, Dimensiones, especificaciones, marca, uso, nombre usuario para EPP, Proveedor Sugerido, certificaciones de Calidad, etc.) | Retira de bodega | Genera compra | Observaciones |
|------|----------|--|------------------|---------------|---------------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

| | |
|--|--|
| Se solicita los siguientes documentos : (marque lo que corresponda) <ul style="list-style-type: none"> Certificado de Calidad <input type="checkbox"/> Ficha Técnica del Producto <input type="checkbox"/> Hoja de seguridad almacenamiento <input type="checkbox"/> Hoja seguridad del producto <input type="checkbox"/> | Entregado Por: _____ Entregado a Nombre y Firma _____ Fecha/ Hora _____ |
|--|--|

FOR-18 versión 05 Marzo 2012

"Nuestro compromiso: Satisfacción de clientes con Responsabilidad Social"

Figura 46: Formato de solicitud de pedido. Fuente: For-18 Steel Ferrovial

Anexo N°2: Formato recolección de datos

El formato del archivo de datos que se extrae del sistema unysoft con el cual se realizó el presente trabajo es el siguiente (incluye formato, tamaño, número de letra)

Tabla 41: Formato de recolección de datos del sistema unysoft

| A | B | C | D | E | F | G | H | I |
|------------|-----------|----------|------------|------------|-----------|-------------|-----------------|--------------|
| Proveedor | Nº Pedido | Nº Orden | Fecha | Entrega | Q. Pedido | Q. Comprada | Q. Recepcionada | Q. Pendiente |
| APRO LTDA. | 39308 | 43262 | 08/01/2015 | 13/01/2015 | 10,00 | 10,00 | 10,00 | 0,00 |
| APRO LTDA. | 39308 | 43262 | 08/01/2015 | 13/01/2015 | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 0,00 |
| APRO LTDA. | 39794 | 43753 | 29/01/2015 | 05/02/2015 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 0,00 |
| APRO LTDA. | 39308 | 43262 | 08/01/2015 | 13/01/2015 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 0,00 |
| APRO LTDA. | 39308 | 43262 | 08/01/2015 | 13/01/2015 | 10,00 | 10,00 | 10,00 | 0,00 |

| J | K | L | M | N | O |
|------------|-----------|-----------|----------------------------------|--------|-----------------------------------|
| P.Unitario | Total | Total | Descripción | Unidad | Descripción |
| 980,00 | 9.800,00 | 9.800,00 | ADAPTADOR UNIVERSAL A CASCO | UNID | MANTENCION TALLERES Y ASEO CHUQUI |
| 15.800,00 | 47.400,00 | 47.400,00 | CHAQUETA SOLDADOR CUERO TALLA XL | C/U | MANTENCION TALLERES Y ASEO CHUQUI |
| 4.500,00 | 22.500,00 | 22.500,00 | COLETO SOLDADOR CUERO | C/U | MANTENCION TALLERES Y ASEO CHUQUI |
| 4.500,00 | 22.500,00 | 22.500,00 | COLETO SOLDADOR CUERO | C/U | MANTENCION TALLERES Y ASEO CHUQUI |
| 4.227,00 | 42.270,00 | 42.270,00 | FILTRO 3M POLVOS 7093 P100 | PAR | MANTENCION TALLERES Y ASEO CHUQUI |

| P | Q | R | S | T | U |
|-----------------------|-----------------------------------|--------------------|---|------------|-------------------------------|
| UN(Aplicación Pedido) | Descripción | UN(Captura Pedido) | Descripción | Cuenta(OC) | Descripción |
| 6411000000 | MANTENCION TALLERES Y ASEO CHUQUI | 6411000005 | Seguridad MANTENCION TALLERES Y ASEO CHUQUI | 410105001 | ELEMENTOS PROTECCION PERSONAL |
| 6411000000 | MANTENCION TALLERES Y ASEO CHUQUI | 6411000005 | Seguridad MANTENCION TALLERES Y ASEO CHUQUI | 410105001 | ELEMENTOS PROTECCION PERSONAL |
| 6411000000 | MANTENCION TALLERES Y ASEO CHUQUI | 6411000005 | Seguridad MANTENCION TALLERES Y ASEO CHUQUI | 410105001 | ELEMENTOS PROTECCION PERSONAL |
| 6411000000 | MANTENCION TALLERES Y ASEO CHUQUI | 6411000005 | Seguridad MANTENCION TALLERES Y ASEO CHUQUI | 410105001 | ELEMENTOS PROTECCION PERSONAL |
| 6411000000 | MANTENCION TALLERES Y ASEO CHUQUI | 6411000005 | Seguridad MANTENCION TALLERES Y ASEO CHUQUI | 410105001 | ELEMENTOS PROTECCION PERSONAL |

Fuente: Sistema unysoft

Anexo N° 3: Listado de materiales de EPP**Tabla 42:** Listado de EPP comprados

| Listado de EPP | | | |
|----------------|---|----|---|
| 1 | Absorbente | 56 | Jardinera Térmica |
| 2 | Adaptador Universal | 57 | Kit Inmovilizador Para Tabla Espinal |
| 3 | Agua Sin Gas - Botella 1500 Cc | 58 | Lámpara Minera |
| 4 | Alcohol Gel (Frasco De 1 Lt) | 59 | Lava Ojos Portátil Botella 32 Oz Encon |
| 5 | Alcotest Pantalla Led | 60 | Lentes |
| 6 | Amortiguador De Caída | 61 | Línea Retráctil |
| 7 | Antiparra | 62 | Linterna |
| 8 | Arnés | 63 | Llavero Plástico Con Visor (25 Unidades) |
| 9 | Arva | 64 | Logos |
| 10 | Autorescatador | 65 | Mascara 3M Full Face |
| 11 | Balaclava Harwork | 66 | Mascara De Soldar Completa |
| 12 | Baliza | 67 | Mascarilla |
| 13 | Bandera | 68 | Mica Respirador |
| 14 | Barbiquejo | 69 | Morral Porta Herramientas |
| 15 | Blistek Protector Labial | 70 | Mosquetón |
| 16 | Bloqueador Solar | 71 | Muñequera Porta Herramientas |
| 17 | Bloqueo Disyuntor Eléctrico | 72 | Ojetilladora Manual (Perforación Tarjeta) |
| 18 | Bocina De Aire Comprimido | 73 | Ojetillo |
| 19 | Bocina De Emergencia | 74 | Pack De 5 Boquillas Para Alcotest Mod A Lcd |
| 20 | Bordado Para Chaqueta De Geólogo | 75 | Pantalón De Soldador |
| 21 | Botella De Agua | 76 | Pantalón Mezclilla |
| 22 | Botiquín | 77 | Parka Térmica |
| 23 | Buzo | 78 | Pechera Pvc Blanca (Doble Faz 1.20X0.90) |
| 24 | Cabo De Vida | 79 | Pijama Polar |
| 25 | Caja Bloque Departamental American Lock | 80 | Pijama Térmico |
| 26 | Camilla | 81 | Pinza |
| 27 | Camisa Mezclilla | 82 | Polaina |
| 28 | Camisa Oxford | 83 | Porta Visor Facial Universal Para Casco |
| 29 | Candado Bloqueo | 84 | Protector Auditivo |
| 30 | Capa Para Agua | 85 | Protector Facial |
| 31 | Capuchón | 86 | Repuesto Mica Respirador |
| 32 | Casco | 87 | Repuesto Uvex Astro Otg |
| 33 | Chaleco Geólogo | 88 | Respirador |
| 34 | Chaleco Reflectante | 89 | Rodilleras Para Soldador |
| 35 | Chaleco Verde | 90 | Rollo Malla |

| | | | |
|----|--|-----|--|
| 36 | Chaqueta Soldador | 91 | Set De Amarre Regulable Para Tabla Espinal |
| 37 | Chaqueta Térmica | 92 | Set Valvulas Masprot (10 Exhal - 20 Inhal) |
| 38 | Cinturón Minero Porta Batería Y Autorescatador | 93 | Silbato |
| 39 | Cola De Seguridad | 94 | Sombrillas Adosables De Sol Para Casco |
| 40 | Coleta Soldador | 95 | Tabla Espinal De Madera |
| 41 | Cono | 96 | Tapones Auditivos |
| 42 | Cubre Guante Dieléctrico | 97 | Tarjeta De Bloqueo De 9X15 Termolaminada |
| 43 | Cubrenuca Protector Uv 50 | 98 | Tenaza De Bloqueo Look Out Plastic O Ac Inox |
| 44 | Cuello Ortopédico | 99 | Tenida Slack Antiácido C/Bordado |
| 45 | Dispositivo De Bloqueo | 100 | Traba Tuercas 4 Uni |
| 46 | Dispositivo Sensor De Sueño | 101 | Traje Antiácido |
| 47 | Equipamiento P/Botiquín (25 Personas) | 102 | Traje De Agua |
| 48 | Esclavina Capuchón Ignifugo | 103 | Traje De Cuero Soldador |
| 49 | Extintor | 104 | Traje Pvc |
| 50 | Filtro | 105 | Válvula Inhalación/Exhalación |
| 51 | Frazada | 106 | Vidrio Mascara Soldar |
| 52 | Gorro Cuello Soldador | 107 | Visor Policarbonato |
| 53 | Gorro Escalavina | 108 | Wakeup (Alarma Chofer) |
| 54 | Grabado De Candado | 109 | Zapatilla Lona |
| 55 | Guantes | 110 | Zapatos |

Fuente: Elaboración propia

Anexo N°4: Análisis de criticidad**Tabla 43:** Análisis de criticidad (completo)

| | Descripción | Frecuencia | Impacto operacional | Flexibilidad operacional | Impacto en seguridad y/o medio ambiente | Frecuencia de falla | Criticidad |
|----|----------------------------------|------------|---------------------|--------------------------|---|---------------------|------------|
| 1 | Filtro | 9 | 10 | 2 | 3 | 9 | 288 |
| 3 | Respirador | 8 | 10 | 2 | 3 | 6 | 232 |
| 2 | Buzo | 9 | 10 | 1 | 3 | 10 | 207 |
| 4 | Zapatos | 9 | 10 | 1 | 3 | 6 | 171 |
| 5 | Guantes | 8 | 10 | 1 | 3 | 7 | 160 |
| 6 | Lentes | 9 | 10 | 1 | 3 | 4 | 153 |
| 7 | Chaleco Geólogo | 8 | 10 | 1 | 3 | 5 | 144 |
| 8 | Candado Bloqueo | 8 | 10 | 1 | 3 | 4 | 136 |
| 9 | Pijama Térmico | 8 | 10 | 1 | 3 | 3 | 128 |
| 10 | Camisa Oxford | 8 | 10 | 1 | 2 | 2 | 112 |
| 11 | Cabo De Vida | 8 | 8 | 1 | 3 | 3 | 112 |
| 12 | Casco | 7 | 8 | 1 | 2 | 4 | 98 |
| 13 | Arnés | 8 | 8 | 1 | 3 | 1 | 96 |
| 14 | Autorescatador | 9 | 6 | 1 | 3 | 1 | 90 |
| 15 | Protector Auditivo | 6 | 9 | 1 | 3 | 2 | 84 |
| 16 | Chaqueta Soldador | 5 | 7 | 1 | 2 | 5 | 70 |
| 17 | Pantalón De Soldador | 7 | 7 | 1 | 2 | 1 | 70 |
| 18 | Arva | 5 | 7 | 1 | 2 | 4 | 65 |
| 19 | Pantalón Mezclilla | 7 | 6 | 1 | 2 | 1 | 63 |
| 20 | Camisa Mezclilla | 7 | 6 | 1 | 2 | 1 | 63 |
| 21 | Cola De Seguridad | 7 | 6 | 1 | 2 | 1 | 63 |
| 22 | Polaina | 4 | 8 | 1 | 3 | 1 | 48 |
| 23 | Jardinera Térmica | 8 | 3 | 1 | 2 | 1 | 48 |
| 24 | Bloqueador Solar | 7 | 2 | 1 | 3 | 1 | 42 |
| 25 | Coletto Soldador | 7 | 2 | 1 | 3 | 1 | 42 |
| 26 | Lámpara Minera | 4 | 7 | 1 | 2 | 1 | 40 |
| 27 | Pinza | 3 | 8 | 1 | 2 | 2 | 36 |
| 28 | Tapones Auditivos | 3 | 8 | 1 | 2 | 2 | 36 |
| 29 | Cono | 3 | 6 | 1 | 3 | 3 | 36 |
| 30 | Tenida Slack Antiácido C/Bordado | 5 | 4 | 1 | 2 | 1 | 35 |
| 31 | Chaleco Verde | 4 | 6 | 1 | 1 | 1 | 32 |

| | | | | | | | |
|----|--|---|---|---|---|---|----|
| 32 | Mascara 3M Full Face | 4 | 3 | 1 | 2 | 1 | 24 |
| 33 | Blistek Protector Labial | 8 | 1 | 1 | 1 | 1 | 24 |
| 34 | Traje Antiácido | 2 | 7 | 1 | 3 | 1 | 22 |
| 35 | Antiparra | 2 | 5 | 1 | 2 | 4 | 22 |
| 36 | Línea Retráctil | 3 | 4 | 1 | 2 | 1 | 21 |
| 37 | Mascarilla | 1 | 8 | 2 | 3 | 1 | 20 |
| 38 | Parka Térmica | 2 | 7 | 1 | 2 | 1 | 20 |
| 39 | Balaclava Harwork | 2 | 6 | 1 | 2 | 1 | 18 |
| 40 | Bloqueo Disyuntor Eléctrico | 2 | 6 | 1 | 2 | 1 | 18 |
| 41 | Protector Facial | 2 | 4 | 1 | 3 | 2 | 18 |
| 42 | Cubre Guante Dieléctrico | 3 | 3 | 1 | 2 | 1 | 18 |
| 43 | Traje Pvc | 2 | 5 | 1 | 2 | 1 | 16 |
| 44 | Extintor | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 15 |
| 45 | Chaleco Reflectante | 2 | 4 | 1 | 2 | 1 | 14 |
| 46 | Bandera | 2 | 3 | 1 | 3 | 1 | 14 |
| 47 | Botiquín | 2 | 3 | 1 | 2 | 1 | 12 |
| 48 | Sombrillas Adosables De Sol Para Casco | 1 | 8 | 1 | 2 | 1 | 11 |
| 49 | Capuchón | 1 | 7 | 1 | 2 | 1 | 10 |
| 50 | Rodilleras Para Soldador | 1 | 6 | 1 | 3 | 1 | 10 |
| 51 | Válvula Inhalación/Exhalación | 1 | 6 | 1 | 3 | 1 | 10 |
| 52 | Chaqueta Térmica | 1 | 6 | 1 | 2 | 1 | 9 |
| 53 | Visor Policarbonato | 1 | 6 | 1 | 2 | 1 | 9 |
| 54 | Cinturón Minero Porta Batería Y Autorescatador | 1 | 5 | 1 | 3 | 1 | 9 |
| 55 | Linterna | 1 | 5 | 1 | 3 | 1 | 9 |
| 56 | Dispositivo Sensor De Sueño | 1 | 5 | 1 | 3 | 1 | 9 |
| 57 | Amortiguador De Caída | 1 | 3 | 1 | 3 | 3 | 9 |
| 58 | Repuesto Uvex Astro Otg | 1 | 5 | 1 | 2 | 1 | 8 |
| 59 | Dispositivo De Bloqueo | 1 | 4 | 1 | 2 | 1 | 7 |
| 60 | Esclavina Capuchón Ignifugo | 1 | 4 | 1 | 2 | 1 | 7 |

| | | | | | | | |
|----|--|---|---|---|---|---|---|
| 61 | Tenaza De Bloqueo Look Out Plastic O Ac Inox | 1 | 3 | 1 | 3 | 1 | 7 |
| 62 | Caja Bloque Departamental American Lock | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 6 |
| 63 | Gorro Cuello Soldador | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 | 6 |
| 64 | Vidrio Mascara Soldar | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 | 6 |
| 65 | Mascara De Soldar | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 | 6 |
| 66 | Adaptador Universal | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 | 6 |
| 67 | Tabla Espinal De Madera | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 | 6 |
| 68 | Grabado De Candado | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 | 6 |
| 69 | Camilla | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 | 6 |
| 70 | Traje De Agua | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 | 6 |
| 71 | Barbiquejo | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 | 6 |
| 72 | Lava Ojos Portátil Botella 32 Oz Encon | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 6 |
| 73 | Absorbente | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 5 |
| 74 | Tarjeta De Bloqueo De 9X15 Termolaminada | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 5 |
| 75 | Botella De Agua | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 5 |
| 76 | Capa Para Agua | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 5 |
| 77 | Equipamiento para botiquín | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 5 |
| 78 | Morral Porta Herramientas | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 5 |
| 79 | Repuesto Mica Respirador | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 5 |
| 80 | Cuello Ortopédico | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 5 |
| 81 | Wakeup (Alarma Chofer) | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 5 |
| 82 | Muñequera Porta Herramientas | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 5 |
| 83 | Mica Respirador | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| 84 | Gorro Escalavina | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| 85 | Baliza | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| 86 | Alcotest Pantalla Led | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| 87 | Pijama Polar | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 4 |
| 88 | Kit Inmovilizador Para Tabla Espinal | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 4 |

| | | | | | | | |
|-----|---|---|---|---|---|---|---|
| 89 | Traba Tuercas 4 Uni | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 4 |
| 90 | Set Valvulas Masprot (10 Exhal - 20 Inhal) | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 4 |
| 91 | Ojetillo | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 4 |
| 92 | Silbato | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 4 |
| 93 | Agua Sin Gas - Botella 1500 Cc | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 4 |
| 94 | Ojetilladora Manual (Perforación Tarjeta) | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 4 |
| 95 | Bocina De Aire Comprimido | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 4 |
| 96 | Pack De 5 Boquillas Para Alcotest Mod A Lcd | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 4 |
| 97 | Traje De Cuero Soldador | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 4 |
| 98 | Frazada | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 4 |
| 99 | Bocina De Emergencia | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 100 | Zapatilla Lona | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 101 | Pechera Pvc Blanca (Doble Faz 1.20X0.90) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 102 | Logos | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 103 | Llavero Plástico Con Visor (25 Unidades) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 104 | Porta Visor Facial Universal Para Casco | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 105 | Set De Amarre Regulable Para Tabla Espinal | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 106 | Alcohol Gel (Frasco De 1 Lt) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 107 | Bordado Para Chaqueta De Geólogo | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 108 | Cubrenuca Protector Uv 50 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 109 | Rollo Malla | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 110 | Mosquetón | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 |

Fuente: Elaboración propia

Anexo N°5: Subcategorías de productos**Tabla 44:** Subcategorías de filtros

| FILTROS | |
|---|----------|
| DESCRIPCION | CANTIDAD |
| Filtro Mixto 3M 7093C Para Vapores Y Gases | 8.806 |
| Filtro 3M Polvos 7093 P100 | 4.929 |
| Filtro Mixto 3M 60923 Gases Acidos + Particulados | 646 |
| Filtro Mixto 3M 7093B Pack | 775 |
| Filtro Mixto Masprot Mga/Mhe-2S | 401 |
| Filtro P100 (Planos) 3M 2091 | 46 |
| Filtros 3M 2096 Particulados/Gases Acidos | 80 |
| Total | 15.683 |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 45: Subcategorías de respiradores

| RESPIRADOR | |
|---|----------|
| DESCRIPCION | CANTIDAD |
| Respirador Silicona 2Vias | 2.188 |
| Respirador 3M 6700-6900 Full Face | 348 |
| Respirador Masprot Supreme Plus (M-500) | 31 |
| Respirador 3M Serie 6200 | 30 |
| Respirador 3M Serie 6300 | 30 |
| Respirador 3M 8512 | 31 |
| Total | 2.658 |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 46: Subcategorías de buzos

| BUZOS | |
|----------------------------|----------|
| DESCRIPCION | CANTIDAD |
| Buzo De Papel 3M 4510 | 16.330 |
| Buzo TVE Dupont | 13.265 |
| Buzo Térmico | 298 |
| Buzo Kapler Antiácido Cpf2 | 80 |
| Buzo Tyvek Coveral | 1.050 |
| Total | 31.023 |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 47: Subcategorías de zapatos

| ZAPATOS | |
|-------------------------------|----------|
| DESCRIPCION | CANTIDAD |
| Botín De Seguridad Nt300 | 1.169 |
| Botín Antiácido 5586 | 425 |
| Botín Aconcagua 5589 | 150 |
| Bota Defender Mito | 87 |
| Bota Nazca Nt940 | 62 |
| Bota De Agua Punta De Fierro | 150 |
| Botín De Seguridad Nt950 | 45 |
| Botín Aconcagua 5590 | 43 |
| Bota Defender Elegance Df990 | 39 |
| Bota Térmica Patagonia | 19 |
| Bota Pescador Punta De Fierro | 13 |
| Bota Térmica Aconcagua | 3 |
| Botín De Seguridad Core Pro | 1 |
| Botín De Seguridad Riger | 1 |
| Botín Defender Plus | 1 |
| Total | 2.208 |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 48: Subcategorías de guantes

| GUANTES | |
|------------------------------------|----------|
| DESCRIPCION | CANTIDAD |
| Guante Acero Malla Metálico | 9.056 |
| Guante Algodón Pigmentado | 894 |
| Guante Ansell Petroflex | 3.855 |
| Guante Ansell Touch | 3.439 |
| Guante Cabritilla Tipo Mosquetero | 2.349 |
| Guante Cabritilla | 66 |
| Guante Cabritilla Con Forro Legend | 2.911 |
| Guante Cabritilla Largo | 1.155 |
| Guante Cuero C/Corto | 418 |
| Guante Dieléctrico | 140 |
| Guante G-40 | 18 |
| Guante Hilo Anticorte Ansell | 851 |
| Guante Mechanix | 880 |
| Guante Nitrilo | 20 |
| Guante Nitrilo Flog | 154 |

| | |
|----------------------------------|--------|
| Guante Protector De Cuero | 74 |
| Guante Pvc | 35 |
| Guante Showa | 85 |
| Guante Soldador Azul Hilo Kevlar | 8 |
| Guantes Hycron | 3 |
| Guantes Hyflex Lite | 20 |
| Guantes Quirúrgicos | 50 |
| Total | 26.481 |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 49: Subcategorías de lentes

| LENTE | |
|---|----------|
| DESCRIPCION | CANTIDAD |
| Lente Msa Dual Fit | 1.906 |
| Lente Eco Line In/Out | 4.010 |
| Lente De Seguridad Libus | 5.840 |
| Lentes De Seguridad Uvex Astro Otg 3001 | 641 |
| Lentes Herméticos Turbine | 160 |
| Lentes Ultratech | 48 |
| Lentes De Oxicorte | 10 |
| Total | 12.615 |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 50: Subcategorías de chalecos geólogos

| GEOLOGO | |
|-------------------------------------|----------|
| DESCRIPCION | CANTIDAD |
| Chaleco Geólogo Comité Paritario | 1.596 |
| Chaleco Geólogo Algodón Naranja | 525 |
| Chaleco Geólogo Gabardina Naranja | 70 |
| Geólogo Antiácido Resistela Naranja | 89 |
| Chaqueta Geólogo Institucional | 24 |
| Total | 2.304 |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 51: Subcategoría de candados de bloqueo

| CANDADO DE BLOQUEO | |
|--------------------------------------|----------|
| DESCRIPCION | CANTIDAD |
| Candado De Bloqueo Gris | 776 |
| Candado Bloqueo American Lock | 925 |
| Candado Bloqueo Abus Dieléctrico | 50 |
| Candado Bloqueo Steelpro Color Rojo | 18 |
| Candado De Alum. American Lock A1106 | 36 |
| Candado De Bloqueo Abus 74/40 | 474 |
| Total | 2.279 |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 52: Subcategorías de pijamas térmicos

| PIJAMA TERMICO | |
|-----------------------------|----------|
| DESCRIPCION | CANTIDAD |
| Pijama Térmico Primera Capa | 1.074 |
| Pijama Térmico | 253 |
| Total | 1.506 |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 53: Subcategorías de camisas oxford

| CAMISA OXFORD | |
|----------------------|----------|
| DESCRIPCION | CANTIDAD |
| Color Amarillo | 610 |
| Color Blanco | 610 |
| Color Celeste | 610 |
| Total | 1.830 |

Fuente: Elaboración Propia

Anexo N°6: Variación de precios EPP críticos**Tabla 54:** Variación de precios en filtros

| FILTROS | | | | | | |
|---|---------------|-----------|---------------|-----------|-----------------|-------------|
| Descripción | Precio Mínimo | Proveedor | Precio Máximo | Proveedor | Promedio precio | % variación |
| Filtro Mixto 3M 7093C Para Vapores Y Gases | 6.353 | APRO | 9.900 | C. ANDES | 8.127 | 36% |
| Filtro 3M Polvos 7093 P100 | 4.226 | APRO | 9.900 | C. ANDES | 7.063 | 57% |
| Filtro Mixto 3M 60923 Gases Acidos + Particulados | 10.600 | APRO | 10.600 | APRO | 10.600 | 0% |
| Filtro Mixto 3M 7093B Pack | 8.454 | APRO | 8.454 | APRO | 8.454 | 0% |
| Filtro Mixto Masprot Mga/Mhe-2S | 4.800 | APRO | 4.900 | APRO | 4.850 | 2% |
| Filtro P100 (Planos) 3M 2091 | 3.500 | APRO | 4.500 | C. ANDES | 4.000 | 22% |
| Filtros 3M 2096 Particulados/Gases Acidos | 4.800 | APRO | 4.800 | APRO | 4.800 | 0% |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 55: Variación de precios en respiradores

| RESPIRADOR | | | | | | |
|---|---------------|-----------|---------------|-----------|-----------------|-------------|
| Descripción | Precio Mínimo | Proveedor | Precio Máximo | Proveedor | Promedio precio | % variación |
| Respirador Silicona 2Vias | 11.900 | APRO | 14.500 | C. ANDES | 13.200 | 18% |
| Respirador 3M 6800-6900 Full Face | 58.000 | APRO | 63.780 | APRO | 60.890 | 9% |
| Respirador Masprot Supreme Plus (M-500) | 9.800 | APRO | 9.800 | APRO | 9.800 | 0% |
| Respirador 3M Serie 6200 | 5.950 | SAFE | 5.950 | SAFE | 5.950 | 0% |
| Respirador 3M Serie 6300 | 5.621 | APRO | 5.621 | APRO | 5.621 | 0% |
| Respirador 3M 8512 | 3.200 | C. ANDES | 3.200 | C. ANDES | 3.200 | 0% |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 56: Variación de precios en buzos

| BUZOS | | | | | | |
|----------------------------|---------------|-----------|---------------|-----------|-----------------|-------------|
| Descripción | Precio Mínimo | Proveedor | Precio Máximo | Proveedor | Promedio precio | % variación |
| Buzo De Papel 3M 4510 | 1.750 | APRO | 1.960 | APRO | 1.855 | 11% |
| Buzo TVE Dupont | 1.860 | APRO | 2.000 | SAFE | 1.930 | 7% |
| Buzo Térmico | 12.900 | C. ANDES | 14.500 | APRO | 13.700 | 11% |
| Buzo Kapler Antiácido Cpf2 | 34.400 | APRO | 38.600 | APRO | 36.500 | 11% |
| Buzo TVE Coveral | 980 | APRO | 980 | APRO | 980 | 0% |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 57: Variación de precios en zapatos

| ZAPATOS | | | | | | |
|-------------------------------|---------------|-----------|---------------|-----------|-----------------|-------------|
| Descripción | Precio Mínimo | Proveedor | Precio Máximo | Proveedor | Promedio precio | % variación |
| Botín De Seguridad Nt300 | 12.500 | APRO | 18.390 | SAFE | 15.445 | 32% |
| Botín Antiácido 5586 | 28.500 | GARMENDIA | 32.700 | GARMENDIA | 30.600 | 13% |
| Botín Aconcagua 5589 | 32.690 | GARMENDIA | 34.800 | GARMENDIA | 33.745 | 6% |
| Bota Defender Mito | 35.714 | GARMENDIA | 37.500 | SAFE | 36.607 | 5% |
| Bota Nazca Nt940 | 32.990 | C. ANDES | 37.990 | GARMENDIA | 35.490 | 13% |
| Bota De Agua Punta De Fierro | 5.490 | SAFE | 15.900 | C. ANDES | 10.695 | 65% |
| Botín De Seguridad Nt950 | 30.550 | APRO | 30.550 | APRO | 30.550 | 0% |
| Botín Aconcagua 5590 | 27.190 | GARMENDIA | 28.842 | GARMENDIA | 28.016 | 6% |
| Bota Defender Elegance Df990 | 36.100 | APRO | 40.995 | GARMENDIA | 38.548 | 12% |
| Bota Térmica Patagonia | 43.000 | GARMENDIA | 43.000 | GARMENDIA | 43.000 | 0% |
| Bota Pescador Punta De Fierro | 14.850 | C. ANDES | 24.500 | C. ANDES | 19.675 | 39% |
| Bota Térmica Aconcagua | 36.800 | C. ANDES | 36.800 | C. ANDES | 36.800 | 0% |
| Botín De Seguridad Core Pro | 36.000 | C. ANDES | 36.000 | C. ANDES | 36.000 | 0% |
| Botín De Seguridad Riger | 39.000 | C. ANDES | 39.000 | C. ANDES | 39.000 | 0% |
| Botín Defender Plus | 37.000 | C. ANDES | 37.000 | C. ANDES | 37.000 | 0% |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 58: Variación de precios en guantes

| GUANTES | | | | | | |
|------------------------------------|---------------|-----------|---------------|-----------|-----------------|-------------|
| Descripción | Precio Mínimo | Proveedor | Precio Máximo | Proveedor | Promedio precio | % variación |
| Guante Acero Malla Metálico | 44.400 | APRO | 50.900 | GARMENDIA | 47.650 | 13% |
| Guante Algodón Pigmentado | 990 | C. ANDES | 990 | C. ANDES | 990 | 0% |
| Guante Ansell Petroflex | 3.750 | APRO | 3.750 | APRO | 3.750 | 0% |
| Guante Ansell Touch | 7.700 | APRO | 7.700 | APRO | 7.700 | 0% |
| Guante Cabritilla Tipo Mosquetero | 2.150 | SAFE | 2.990 | C. ANDES | 2.570 | 28% |
| Guante Cabritilla | 1.200 | APRO | 2.250 | C. ANDES | 1.725 | 47% |
| Guante Cabritilla Con Forro Legend | 1.200 | SAFE | 1.690 | C. ANDES | 1.445 | 29% |
| Guante Cabritilla Largo | 2.800 | APRO | 2.800 | APRO | 2.800 | 0% |
| Guante Cuero C/Corto | 1.200 | APRO | 1.200 | APRO | 1.200 | 0% |
| Guante Dieléctrico | 45.260 | APRO | 56.500 | APRO | 50.880 | 20% |
| Guante G-40 | 1.580 | APRO | 1.890 | C. ANDES | 1.735 | 16% |
| Guante Hilo Anticorte Ansell | 1.640 | APRO | 1.640 | APRO | 1.640 | 0% |
| Guante Mechanix | 19.219 | GARMENDIA | 19.219 | GARMENDIA | 19.219 | 0% |
| Guante Nitrilo | 480 | APRO | 750 | C. ANDES | 615 | 36% |
| Guante Nitrilo Flog | 480 | APRO | 590 | APRO | 535 | 19% |
| Guante Protector De Cuero | 15.900 | APRO | 15.900 | APRO | 15.900 | 0% |
| Guante Pvc | 480 | APRO | 890 | APRO | 685 | 46% |
| Guante Showa | 2.670 | SAFE | 11.500 | C. ANDES | 7.085 | 77% |
| Guante Soldador Azul Hilo Kevlar | 1.490 | C. ANDES | 3.700 | C. ANDES | 2.595 | 60% |
| Guantes Hycron | 1.580 | APRO | 1.990 | C. ANDES | 1.785 | 21% |
| Guantes Hyflex Lite | 1.600 | APRO | 1.890 | C. ANDES | 1.745 | 15% |
| Guantes Quirúrgicos | 2.800 | APRO | 7.700 | APRO | 5.250 | 64% |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 59: Variación de precios en lentes

| LENTE | | | | | | |
|---|---------------|-----------|---------------|-----------|-----------------|-------------|
| Descripción | Precio Mínimo | Proveedor | Precio Máximo | Proveedor | Promedio precio | % variación |
| Lente Msa Dual Fit | 5.100 | APRO | 5.990 | C. ANDES | 5.545 | 15% |
| Lente Eco Line In/Out | 1.200 | C. ANDES | 1.390 | C. ANDES | 1.295 | 14% |
| Lente De Seguridad Libus | 999 | C. ANDES | 1.390 | C. ANDES | 1.195 | 28% |
| Lentes De Seguridad Uvex Astro Otg 3001 | 2.690 | SAFE | 4.590 | GARMENDIA | 3.640 | 41% |
| Lentes Herméticos Turbine | 4.140 | SAFE | 4.140 | SAFE | 4.140 | 0% |
| Lentes Ultratech | 680 | APRO | 680 | APRO | 680 | 0% |
| Lentes De Oxícorte | 650 | SAFE | 650 | SAFE | 650 | 0% |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 60: Variación de precios de chalecos geólogos

| CHALECO GEOLOGO | | | | | | |
|-------------------------------------|---------------|-----------|---------------|-----------|-----------------|-------------|
| Descripción | Precio Mínimo | Proveedor | Precio Máximo | Proveedor | Promedio precio | % variación |
| Chaleco Geólogo Comité Paritario | 9.400 | APRO | 11.600 | APRO | 10.500 | 19% |
| Chaleco Geólogo Algodón Naranja | 7.000 | SAFE | 12.900 | APRO | 9.950 | 46% |
| Chaleco Geólogo Gabardina Naranja | 5.600 | C. ANDES | 9.400 | APRO | 7.500 | 40% |
| Geólogo Antiácido Resistela Naranja | 12.800 | APRO | 12.800 | APRO | 12.800 | 0% |
| Chaqueta Geólogo Institucional | 4.280 | APRO | 5.990 | C. ANDES | 5.135 | 29% |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 61: Variación de precios en candados de bloqueo

| CANDADO DE BLOQUEO | | | | | | |
|--------------------------------------|---------------|-----------|---------------|-----------|-----------------|-------------|
| Descripción | Precio Mínimo | Proveedor | Precio Máximo | Proveedor | Promedio precio | % variación |
| Candado De Bloqueo Gris | 5.600 | C. ANDES | 6.600 | C. ANDES | 6.100 | 15% |
| Candado Bloqueo American Loock | 5.600 | C. ANDES | 6.800 | C. ANDES | 6.200 | 18% |
| Candado Bloqueo Abus Dieléctrico | 5.600 | C. ANDES | 5.600 | C. ANDES | 5.600 | 0% |
| Candado Bloqueo Steelpro Color Rojo | 7.100 | C. ANDES | 7.200 | C. ANDES | 7.150 | 1% |
| Candado De Alum. American Lock A1106 | 6.500 | C. ANDES | 6.500 | C. ANDES | 6.500 | 0% |
| Candado De Bloqueo Abus 74/40 | 5.600 | C. ANDES | 6.990 | C. ANDES | 6.295 | 20% |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 62: Variación de precios en camisa oxford

| CAMISA OXFORD | | | | | | |
|----------------------|---------------|-----------|---------------|-----------|-----------------|-------------|
| Descripción | Precio Mínimo | Proveedor | Precio Máximo | Proveedor | Promedio precio | % variación |
| Color Amarillo | 4.100 | SAFE | 5.790 | C. ANDES | 4.945 | 29% |
| Color Blanco | 4.490 | SAFE | 5.790 | C. ANDES | 5.140 | 22% |
| Color Celeste | 4.490 | SAFE | 5.790 | C. ANDES | 5.140 | 22% |

Fuente: Elaboración Propia

Anexo N°7: Factor asignado a cada contrato**Tabla 63:** Factor asignado según monto gastado (completo)

| Obra o contrato | Cantidad Total | Factor |
|--|----------------|--------|
| Mantenimiento Electromecánico | 29.264 | 9 |
| Bodega Calama | 15.927 | 8 |
| Aseo industrial DGM | 8.573 | 7 |
| Bodega Central | 13.263 | 7 |
| Mantenimiento Sistema Eléctrico Chuqui | 2.643 | 6 |
| Aseo y Mantenimiento DAND | 5.744 | 6 |
| Gels Chuquicamata | 3.138 | 6 |
| Equipos de apoyo RT2 | 3.857 | 5 |
| Arriendo de equipos Gaby | 3.250 | 5 |
| Manejo Cancha de Concentrado | 3.569 | 5 |
| Corporativo DMH | 2.031 | 5 |
| Tranque Talabre Chuqui | 1.880 | 4 |
| Limpieza en boca de hornos | 1.010 | 4 |
| Equipos de Enlace DMH | 804 | 3 |
| Mantenimiento Talleres y Aseo Chuqui | 1.134 | 3 |
| Grúas Telescópicas DAND | 439 | 3 |
| Arriendo de equipos chuqui | 244 | 3 |
| Equipos de Invierno 2 | 221 | 3 |
| Suministro Apoyo Equipo MMH | 269 | 3 |
| Limpieza Industria MDO | 308 | 2 |
| Taller Calama | 429 | 2 |
| Arriendo Grúas Chuqui | 276 | 2 |
| Drenaje RT | 128 | 2 |
| Gerencia | 2 | 1 |
| Obras Varias Pelambres | 5 | 1 |

Fuente: Elaboración Propia

Anexo N°8: Porcentaje de distribución por contrato

Tabla 64: Porcentaje de distribución por contrato durante el año 2014

| Porcentaje de distribución por contrato año 2014, según valores reales | | | | | | | | | |
|--|--------|------------|------|---------|---------|--------|-----------------|--------------------|---------------|
| Contrato/Obra | Filtro | Respirador | Buzo | Zapatos | Guantes | Lentes | Chaleco Geólogo | Candado De Bloqueo | Camisa Oxford |
| Mantenión Electromecánico | 66% | 21% | 30% | 3% | 25% | 13% | 11% | 19% | 0% |
| Bodega Calama | 6% | 34% | 11% | 42% | 10% | 41% | 33% | 0% | 66% |
| Bodega Central | 2% | 8% | 21% | 15% | 10% | 17% | 6% | 3% | 34% |
| Aseo industrial DGM | 10% | 6% | 12% | 8% | 7% | 5% | 4% | 15% | 0% |
| Aseo y Mantenión DAND | 1% | 2% | 0% | 3% | 18% | 2% | 1% | 9% | 0% |
| Equipos de apoyo RT2 | 1% | 5% | 3% | 4% | 6% | 2% | 10% | 12% | 0% |
| Manejo Cancha de Concentrado | 1% | 3% | 7% | 1% | 3% | 2% | 1% | 1% | 0% |
| Arriendo de equipos Gaby | 0% | 1% | 5% | 3% | 3% | 3% | 3% | 7% | 0% |
| Gels Chuquicamata | 5% | 3% | 1% | 2% | 3% | 5% | 1% | 9% | 0% |
| Mantenión Sistema Eléctrico Chuqui | 1% | 5% | 1% | 9% | 3% | 2% | 16% | 11% | 0% |
| Corporativo DMH | 1% | 4% | 2% | 4% | 2% | 2% | 3% | 3% | 0% |
| Tranque Talabre Chuqui | 1% | 2% | 1% | 2% | 2% | 3% | 3% | 5% | 0% |
| Mantenión Talleres y Aseo Chuqui | 1% | 1% | 1% | 0% | 2% | 0% | 2% | 0% | 0% |
| Limpieza en boca de hornos | 3% | 1% | 0% | 2% | 1% | 1% | 2% | 1% | 0% |
| Equipos de Enlace DMH | 0% | 2% | 1% | 0% | 1% | 1% | 1% | 0% | 0% |
| Grúas Telescópicas DAND | 0% | 0% | 0% | 0% | 1% | 0% | 1% | 4% | 0% |
| Taller Calama | 0% | 0% | 1% | 0% | 1% | 0% | 0% | 0% | 0% |
| Limpieza Industria MDO | 0% | 0% | 1% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% |
| Arriendo Grúas Chuqui | 0% | 0% | 0% | 0% | 1% | 0% | 0% | 1% | 0% |
| Suministro Apoyo Equipo MMH | 0% | 1% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Arriendo de equipos chugui | 0% | 0% | 1% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% |
| Equipos de Invierno 2 | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% |
| Drenaje RT | 0% | 0% | 0% | 1% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% |
| Obras Varias Pelambres | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% |
| Gerencia | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% |
| TOTAL | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% |

Fuente: Elaboración propia

Anexo N°9: Demanda esperada año 2015 segun aumento de personal

Tabla 65: Demanda esperada para el año 2015

| Stock (anual) esperado para el año 2015, distribuido por contrato | | | | | | | | | | | | |
|---|--------|------------|-------|---------|---------|--------|-----------------|--------------------|---------------|--|--|--|
| Contrato/Obra | Filtro | Respirador | Buzo | Zapatos | Guantes | Lentes | Chaleco Geólogo | Candado De Bloqueo | Camisa Oxford | | | |
| Mantencción Electromecánico | 8.034 | 473 | 8.136 | 64 | 6.455 | 1.923 | 223 | 252 | 0 | | | |
| Bodega Calama | 688 | 741 | 2.855 | 805 | 2.699 | 6.340 | 657 | 0 | 109 | | | |
| Bodega Central | 262 | 166 | 5.765 | 286 | 2.663 | 2.604 | 116 | 34 | 55 | | | |
| Aseo industrial DGM | 1.203 | 139 | 3.168 | 147 | 1.737 | 718 | 77 | 202 | 0 | | | |
| Aseo y Mantencción DAND | 66 | 42 | 35 | 60 | 4.691 | 256 | 18 | 121 | 0 | | | |
| Equipos de apoyo RT2 | 100 | 116 | 928 | 81 | 1.565 | 304 | 206 | 159 | 0 | | | |
| Manejo Cancha de Concentrado | 147 | 69 | 1.864 | 15 | 847 | 236 | 17 | 16 | 0 | | | |
| Arriendo de equipos Gaby | 31 | 21 | 1.413 | 67 | 770 | 420 | 53 | 99 | 0 | | | |
| Gels Chuquicamata | 595 | 71 | 399 | 44 | 873 | 815 | 17 | 116 | 0 | | | |
| Mantencción Sistema Eléctrico Chuqui | 150 | 120 | 195 | 164 | 845 | 377 | 320 | 147 | 0 | | | |
| Corporatavo DMH | 167 | 83 | 589 | 69 | 486 | 353 | 60 | 37 | 0 | | | |
| Tranque Talabre Chuqui | 77 | 42 | 286 | 41 | 609 | 523 | 69 | 71 | 0 | | | |
| Mantencción Talleres y Aseo Chuqui | 154 | 27 | 173 | 7 | 593 | 68 | 33 | 0 | 0 | | | |

| | | | | | | | | | |
|-----------------------------|--------|-------|--------|-------|--------|--------|-------|-------|-----|
| Limpieza en boca de hornos | 309 | 26 | 43 | 35 | 247 | 131 | 48 | 16 | 0 |
| Equipos de Enlace DMH | 31 | 35 | 220 | 0 | 277 | 152 | 26 | 0 | 0 |
| Grúas Telescópicas DAND | 0 | 0 | 0 | 3 | 220 | 51 | 21 | 51 | 0 |
| Taller Calama | 0 | 0 | 195 | 0 | 202 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Limpieza Industria MDO | 0 | 0 | 260 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Arriendo Grúas Chuqui | 8 | 4 | 43 | 0 | 196 | 0 | 0 | 8 | 0 |
| Suministro Apoyo Equipo MMH | 46 | 25 | 65 | 0 | 55 | 49 | 7 | 0 | 0 |
| Arriendo de equipos chuqui | 12 | 7 | 173 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 | 0 |
| Equipos de Invierno 2 | 15 | 0 | 87 | 4 | 59 | 0 | 6 | 0 | 0 |
| Drenaje RT | 0 | 0 | 0 | 16 | 89 | 24 | 0 | 0 | 0 |
| Obras Varias Pelambres | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 |
| Gerencia | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TOTAL | 12.095 | 2.207 | 26.893 | 1.917 | 26.180 | 15.351 | 1.973 | 1.340 | 164 |

Fuente: Elaboración propia

Anexo N°10: Calculo SLT**Tabla 66: Stock para el tiempo de entrega usual del proveedor**

| SLT | | | | | | | | | |
|---------------------------|--------|------------|------|---------|---------|--------|-----------------|--------------------|---------------|
| Contrato/Obra | Filtro | Respirador | Buzo | Zapatos | Guantes | Lentes | Chaleco Geólogo | Candado De Bloqueo | Camisa Oxford |
| Mantenión Electromecánico | 112 | 7 | 113 | 1 | 90 | 27 | 3 | 3 | 0 |
| Bodega Calama | 10 | 10 | 40 | 11 | 37 | 88 | 9 | 0 | 2 |
| Bodega Central | 4 | 2 | 80 | 4 | 37 | 36 | 2 | 0 | 1 |
| Aseo industrial DGM | 17 | 2 | 44 | 2 | 24 | 10 | 1 | 3 | 0 |
| Aseo y Mantenión DAND | 1 | 1 | 0 | 1 | 65 | 4 | 0 | 2 | 0 |

| | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|-----|----|-----|----|-----|-----|----|----|---|
| Equipos de apoyo RT2 | 1 | 2 | 13 | 1 | 22 | 4 | 3 | 2 | 0 |
| Manejo Cancha de Concentrado | 2 | 1 | 26 | 0 | 12 | 3 | 0 | 0 | 0 |
| Arriendo de equipos Gabby | 0 | 0 | 20 | 1 | 11 | 6 | 1 | 1 | 0 |
| Gels Chuquicamata | 8 | 1 | 6 | 1 | 12 | 11 | 0 | 2 | 0 |
| Mantencción Sistema Eléctrico Chuqui | 2 | 2 | 3 | 2 | 12 | 5 | 4 | 2 | 0 |
| Corporativo DMH | 2 | 1 | 8 | 1 | 7 | 5 | 1 | 1 | 0 |
| Tranque Talabre Chuqui | 1 | 1 | 4 | 1 | 8 | 7 | 1 | 1 | 0 |
| Mantencción Talleres y Aseo Chuqui | 2 | 0 | 2 | 0 | 8 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Limpieza en boca de hornos | 4 | 0 | 1 | 0 | 3 | 2 | 1 | 0 | 0 |
| Equipos de Enlace DMH | 0 | 0 | 3 | 0 | 4 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| Grúas Telescópicas DAND | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| Taller Calama | 0 | 0 | 3 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Limpieza Industria MDO | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Arriendo Grúas Chuqui | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Suministro Apoyo Equipo MMH | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Arriendo de equipos chuqui | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Equipos de Invierno 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Drenaje RT | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Obras Varias Pelambres | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Gerencia | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TOTAL | 168 | 31 | 374 | 27 | 364 | 213 | 27 | 19 | 2 |

Fuente: Elaboración propia