



**“PROPUESTA DE MEJORA PARA LA DISMINUCIÓN DE
COSTOS LOGÍSTICOS EN COMPAÑÍA MINERA ANTAMINA”**

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

Presentado por

**Sr. Giancarlo Morales Reyes
Srta. Yasmín Araceli Coveñas Arias**

Asesor: Profesor Mario Chong

2016

Resumen ejecutivo

El presente trabajo de investigación tiene como propósito proponer un modelo de cadena de suministro colaborativa, que permita establecer mejoras orientadas a disminuir los costos logísticos asociados a la administración de los inventarios que Compañía Minera Antamina mantiene en acuerdos de precios con sus proveedores.

El incremento de prácticas colaborativas en las cadenas de abastecimiento y las nuevas herramientas de TI surgen como elementos estratégicos para la rentabilidad de las cadenas de suministro en un ambiente cada vez más competitivo. Tradicionalmente, las cadenas de suministro de las empresas mineras se han gestionado como islas independientes y con escasa apertura en ambos lados de la cadena. Estos paradigmas están centrados en la confidencialidad de la información o en el supuesto conocimiento profundo del negocio logístico minero, el cual es considerado como un activo propio, que no puede ser compartido con otras organizaciones.

El negocio de la minería involucra un uso intensivo de activos costosos, pues dichos activos son inversiones fuertes cuyos periodos de recuperación exceden los diez años. La eficiencia y rentabilidad del negocio se asocian solo a indicadores de cumplimiento de metas de producción y una alta disponibilidad de equipos de producción, lo que obliga a incrementar los niveles de *stock* para mejorar el nivel de servicio. Bajo las premisas indicadas y ante la creciente inestabilidad de precios de los metales en los mercados internacionales, la presente investigación definió como objetivos disminuir los costos de capital inmovilizado generados por el incremento de inventarios en la mina y aumentar los ahorros obtenidos por negociación de acuerdos de precios con los proveedores.

Para el desarrollo del trabajo, se ha establecido un planteamiento fundamental acerca de la implementación de prácticas colaborativas con proveedores, principalmente en lo que concierne a la administración de inventarios. En esta tarea, fue importante la cuantificación del impacto de la implementación de esta medida sobre los costos de inventario, el nivel de servicio y la rotación de inventarios. Sobre la base de estos factores, se analizó y determinó que los procesos de la cadena que impactan directamente son: planeamiento de materiales e información compartida. Finalmente, se realizó un análisis de sensibilidad considerando los posibles escenarios ante los que se sitúe la propuesta.

Índice de contenidos

Índice de tablas	vi
Índice de gráficos	vii
Índice de anexos	ix
Capítulo I. Descripción y análisis de la organización en estudio	1
1. Descripción del sector minero.....	1
1.1. Situación actual del sector.....	1
1.2. Posición del Perú en el ranking mundial de producción minera	2
1.3. Perspectivas del sector	5
2. Descripción de la organización	6
2.1. Enfoque actual de sostenibilidad de la cadena de abastecimiento	8
2.1.1. Impacto económico	8
2.1.2. Impacto social	9
2.1.2.1. Con los colaboradores	9
2.1.2.2. Con los proveedores	9
2.1.2.3. Con las comunidades locales	10
2.1.3. Impacto ambiental.....	11
Capítulo II. Análisis situacional	16
1. Visión	16
2. Misión	16
3. Objetivos estratégicos	17
4. Análisis FODA.....	17
5. Análisis objetivos del área – estrategias.....	20
5.1. Funciones objetivo de inventario y madurez de inventario.....	20
6. Cadenas de suministro – colaboración de cadenas.....	25
6.1. Cadena de suministro tradicional	27
6.2. Cadena de suministro colaborativa	28

6.2.1. <i>Electronic Point of Sales (EPOS)</i>	28
6.2.2. <i>Vendor Managed Inventory (VMI)</i>	29
6.3. <i>Collaborative Planning Forecasting and Replenishment (CPFR)</i>	30
6.4. <i>Reduced Supply Chain</i>	30
6.5. <i>E-shopping supply chain</i>	30
7. Conclusiones	30
Capítulo III. Planteamiento y definición del problema	32
1. Planteamiento.....	32
2. Planeamiento logístico	32
3. Metodología	34
4. Objetivos	36
5. Problemática identificada.....	36
5.1. Análisis de causas raíces	39
5.2. Planificación de mantenimiento.....	43
5.3. Planificación de inventarios	44
6. Conclusiones	44
Capítulo IV. Solución propuesta.....	45
1. Diseño de las propuestas de mejora	45
1.1. Modelo de la propuesta de mejora	45
1.1.1. Objetivos del sistema	45
1.1.2. Arquitectura del sistema.....	45
1.1.3. Interfaz de comunicación	46
1.2. Funcionalidades del sistema.....	46
1.2.1. Consulta de kardex.....	47
1.2.2. Consulta de <i>stock</i>	48
1.2.3. Consulta de consumos.....	49
1.2.4. Sugerencia de reposición.....	50
1.3. Plan de implementación	51

Capítulo V. Evaluación económica del proyecto	52
1. El proyecto	52
2. Alcance.....	52
3. Costo del proyecto	53
3.1. Ingresos del proyecto	53
3.2. Egresos del proyecto	54
3.3. Evaluación del proyecto.....	55
Conclusiones	56
Bibliografía	57
Anexos	60

Índice de tablas

Tabla 1.	Ranking mundial	3
Tabla 2.	Exportaciones nacionales	4
Tabla 3.	Principales destinos de exportación minera.....	5
Tabla 4.	Total de uso de materiales	12
Tabla 5.	Residuos peligrosos	15
Tabla 6.	Análisis FODA	18
Tabla 7.	Estado del inventario	21
Tabla 8.	Plan de producción de mineral - 90 días.....	22
Tabla 9.	Resumen	25
Tabla 10.	Procesos para la adquisición de insumos y repuestos.....	33
Tabla 11.	Sistemas de gestión, infraestructura y equipos	34
Tabla 12.	Resultados estratégicos gerencia de logística 2011-2015.....	40
Tabla 13.	Composición de inventario por <i>commodity</i>	43
Tabla 14.	Alcance del proyecto	52
Tabla 15.	Project charter.....	52
Tabla 16.	Cálculo de ingresos del proyecto	54
Tabla 17.	Egresos del proyecto.....	55
Tabla 18.	Resumen de costos del proyecto.....	55
Tabla 19.	Detalle de acuerdos de precios	65
Tabla 20.	Resumen de simulación en escenario pesimista	67
Tabla 21.	Resumen de simulación en escenario moderado	67
Tabla 22.	Resumen de simulación en escenario optimista	67

Índice de gráficos

Gráfico 1.	Participación de las exportaciones mineras en el total nacional.....	3
Gráfico 2.	Reseña histórica de Antamina	6
Gráfico 3.	Proceso de extracción y exportación del mineral	7
Gráfico 4.	Proveedores según origen.....	10
Gráfico 5.	Plan multiactor.....	11
Gráfico 6.	Porcentaje de consumo de agua.....	13
Gráfico 7.	Funciones de objetivo y madurez de inventario	21
Gráfico 8.	Reporte de <i>commodities</i> de inventario.....	22
Gráfico 9.	Curva de costos de las principales minas productoras de cobre.....	24
Gráfico 10.	La cadena de suministro	26
Gráfico 11.	Esquema de una cadena de suministro tradicional	28
Gráfico 12.	Cadena de suministro EPOS.....	29
Gráfico 13.	Cadena de suministro VMI.....	30
Gráfico 14.	Organigrama de la Gerencia de Logística	33
Gráfico 15.	Clasificación del inventario en Antamina	35
Gráfico 16.	Distribución del inventario	35
Gráfico 17.	Evolución histórica del precio del cobre (dólares por libra).....	36
Gráfico 18.	Análisis de causa raíz	38
Gráfico 19.	Rotación de inventario enero – septiembre 2015	40
Gráfico 20.	Inventario valorizado (en millones) enero – diciembre 2015.....	41
Gráfico 21.	Inventario valorizado (en millones) 2011 – 2015.....	41
Gráfico 22.	Inventario promedio acumulado enero – diciembre 2015	42
Gráfico 23.	Consumos enero – diciembre 2015	42
Gráfico 24.	Flujo del proceso de envío de información	46
Gráfico 25.	Menú movimiento kardex.....	47
Gráfico 26.	Consulta de movimientos	48

Gráfico 27.	Consulta de productos VMI.....	48
Gráfico 28.	Consulta de consumos	50
Gráfico 29.	Sugerencia de reposición del inventario.....	50
Gráfico 30.	Esquema de la metodología PMI.....	50

Índice de anexos

Anexo 1.	Descripción de componentes de integración	61
Anexo 2.	Organigrama del proyecto	63
Anexo 3.	Cronograma de implementación.....	64
Anexo 4.	Simulación “Montecarlo”	65

Capítulo I. Descripción y análisis de la organización en estudio

1. Descripción del sector minero

El aprovechamiento de los recursos minerales por el hombre se realiza desde tiempos inmemoriales; estos recursos se utilizaron para la alimentación en la forma de sal común, armas y artefactos primitivos.

El Perú posee un territorio privilegiado en cuanto a recursos minerales. Existen registros de actividad minera desde 8.000 años a.C. en Lauricocha, donde se encontraron restos óseos con collares de cuentas de turquesa y hierro granulado. Más tarde, durante la época incaica, los recursos minerales fueron administrados de manera muy sistemática y organizada. Existía el concepto de racionalidad para el manejo y se establecieron periodos estacionales para su explotación. La minería colonial fue netamente extractiva, se trabajó desorganizadamente y con una cruel explotación a través del sistema de mitas para los trabajos en minas subterráneas. Bajo este esquema se llegó a la época republicana; los últimos años de dominación española fueron netamente de extracción y saqueo a puertas del término de su dominio. Una vez concluida la Guerra del Pacífico, la minería jugó un papel sumamente importante para el desarrollo y crecimiento del país, por ello a lo largo del tiempo se hicieron concesiones que impulsaran su crecimiento, lo cual se logró con el desarrollo de vías férreas con capitales ingleses. Sin embargo, en 1949 el Perú atravesó una crisis económica profunda; en este marco, en 1950 se promulgó un nuevo Código de Minería que modificó sustancialmente las perspectivas de la industria minera peruana, lo cual generó gran inversión minera, nuevos proyectos y récords de producción. Se formó Southern Perú Copper, la cual, en 1960, empezó a explotar la mina de Toquepala; a su vez Hoshild abrió las minas Pativilca en Lima y Arcata en Arequipa. En esa misma década, se puso en producción la mina Cobriza en Huancavelica y se abrió el tajo Mc Cune en Pasco; Mitsui abrió las minas de Katanga en el Cusco y San Luis en Huanuco; St Joe Minerals abrió la mina Madrigal en Arequipa y Santander en Lima, y finalmente Nippon abrió Condestable en Lima.

A partir de la década de 1970, el Estado empezó a tomar participación directa en la industria minera. Posteriormente, el Perú se incorporó a la Comisión Intergubernamental de Países Exportadores de Cobre (Cipec) y todas las propiedades mineras inoperantes pasaron a manos del gobierno, que tomó el monopolio de la comercialización de todos los productos minerales. En 1975, se creó, en Ilo, una planta para refinar el cobre de Toquepala. Se construyó la mina de cobre de Cerro Verde y en 1976 empezó a producir 33 mil toneladas de cátodos de cobre. Luego de

varios años de negociaciones con el gobierno, Southern Perú inauguró el nuevo tajo abierto de Cuajone cerca de Moquegua.

La década de 1980 no fue la mejor para la minería, debido a los numerosos cierres de minas y largas paralizaciones. A partir de 1990 tuvieron lugar importantes cambios en la legislación general y mineral, con la finalidad de promover la inversión local y extranjera, de esta forma Perú logró recuperar su importancia como proveedor mundial de metales (Tumialán de la Cruz 2003).

1.1. Situación actual del sector

La minería ha alcanzado la madurez y el Perú ha logrado ocupar un sitio importante entre los principales productores de plata, cobre, oro, plomo, zinc y estaño. Para lograr dicha meta, el Perú ha tenido que modificar sustancialmente la mayor parte de la legislación minera, creando un marco legal que promueve tanto la inversión nacional como internacional.

La minería peruana ha realizado un balance entre la explotación responsable de recursos naturales y el desarrollo sostenible de las comunidades y poblaciones aledañas. El Perú tiene un gran potencial geológico y esto, en consecuencia, atrae a empresas que generan importantes proyectos de envergadura. El potencial se ve reflejado en el mínimo porcentaje de 1.34% del total de 128 millones de hectáreas, que realmente está destinado a la exploración y explotación minera (Wood Mackenzie Ltd., 2006).

1.2. Posición del Perú en el ranking mundial de producción minera

En la última década, la minería peruana ha sido impulsada por el crecimiento promedio anual del cobre (8,12%), zinc (2,35%), plata (4,19%) y hierro (12,04%). Así mismo, en Latinoamérica se ubica como líder en reservas de plomo, plata y zinc; así como también ostenta el segundo lugar en cobre y molibdeno. Mundialmente, cuenta con la mayor cantidad de reservas de plata, con el 18,7% de las reservas mundiales; de igual manera, ocupa el tercer lugar en cuanto a las reservas de cobre con una participación del 9,7% sobre el total mundial.

Tabla 1. Ranking mundial

2014: POSICIÓN DEL PERÚ EN EL RANKING MUNDIAL DE PRODUCCIÓN MINERA PLACE OF PERU IN THE WORLDWIDE RANKING OF MINING PRODUCTION		
Producto	Latinoamérica	Mundo
Zinc/Zinc	1	3
Estaño/Tin	1	3
Plomo/Lead	1	4
Oro/Gold	1	7
Cobre/Copper	2	3
Plata/Silver	2	3
Molibdeno/Molybdenum	2	4
Selenio/Selenium	2	9
Cadmio/Cadmium	2	8
Roca Fosfórica/Phosphoric Rock	2	12

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2014.

Es posible destacar que actualmente la actividad se desarrolla en 21 de las 25 regiones del Perú y está atravesando numerosos retos al ser el agente promotor del proceso de descentralización productiva que se requiere para empezar a cerrar brechas sociales y económicas. A nivel regional, Ancash lidera la producción de cobre y zinc, gracias a Antamina; así mismo, La Libertad destaca en oro como primer productor por las operaciones de Barrick y Pasco, como principal productora de plata y plomo en las minas de Buenaventura y Milpo.

Gráfico 1. Participación de las exportaciones mineras en el total nacional



Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2014.

El posicionamiento de Perú se debe a la riqueza de su suelo, que permite obtener una mayor cantidad de mineral por tonelada extraída que otros países como México. Así mismo, cuenta con otra ventaja comparativa: el costo de la energía eléctrica, el cual es 50% más económico que el de Brasil y 67% más económico que el de Chile, debido a la facilidad de obtención de recursos hidroenergéticos y térmicos (gas de Camisea).

Tabla 2. Exportaciones nacionales

2011-2014: Exportaciones nacionales (millones de US\$)								
Producto	2011		2012		2013		2014	
	US\$ MM	%	US\$ MM	%	US\$ MM	%	US\$ MM	%
Mineros	27.526	59,35%	27.467	57,93%	23.554	55,46%	20.410	51,90%
Minerales no metálicos	492	1,06%	722	1,52%	720	1,70%	663	1,69%
Siderometalúrgicos y joyería	1.130	2,44%	1.301	2,74%	1.258	2,96%	1.145	2,91%
Metal-mecánicos	476	1,03%	545	1,15%	534	1,26%	572	1,45%
Petróleo y gas natural	4.568	9,85%	4.996	10,54%	5.205	12,25%	4.559	11,59%
Pesqueros (tradicional)	2.114	4,56%	2.312	4,88%	1.707	4,02%	1.726	4,39%
Agrícolas	1.689	3,64%	1.095	2,31%	785	1,85%	843	2,14%
Agropecuarios	2.836	6,11%	3.083	6,50%	3.434	8,08%	4.205	10,69%
Pesqueros (no tradicional)	1.049	2,26%	1.017	2,14%	1.028	2,42%	1.151	2,93%
Textiles	1.990	4,29%	2.177	4,59%	1.926	4,53%	1.795	4,56%
Maderas y papeles	402	0,87%	438	0,92%	426	1,00%	415	1,06%
Químicos	1.655	3,57%	1.636	3,45%	1.503	3,54%	1.509	3,84%
Otros	451	0,97%	622	1,31%	394	0,93%	333	0,85%
Total	46.378	100%	47.411	100%	42.474	100%	39.326	100%

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2014.

Como resultado de sus políticas de promoción de la inversión privada, la apertura comercial del sector y el potencial de sus recursos, Perú es el séptimo productor minero más grande del mundo y China se ha convertido en el principal destino de sus exportaciones.

Tabla 3. Principales destinos de exportación minera

2014: Principales destinos de exportación minera		
Place of Peru in the worldwide ranking of mining production		
País	Producto	US\$ MM
China	COBRE, ORO, PLOMO, ZINC, HIERRO, MOLIBDENO	5.753
Suiza	ORO, ZINC, PLATA	2.623
Estados Unidos	COBRE, ORO, PLOMO, ZINC, HIERRO, PLATA, MOLIBDENO	1.302
Canadá	COBRE, ORO, PLOMO, ZINC, MOLIBDENO	2.191
Japón	COBRE, PLOMO, ZINC	1.017
Corea del Sur	COBRE, ORO, PLOMO, ZINC, HIERRO, MOLIBDENO	968
Brasil	COBRE, PLOMO, ZINC, PLATA	695
Italia	COBRE, ORO, PLOMO, ZINC	392
Alemania	COBRE, PLOMO, ZINC	579
Chile	COBRE, PLOMO, ZINC, HIERRO, PLATA, MOLIBDENO	312

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2014.

1.3. Perspectivas del sector

Los pronósticos de corto plazo para la mayoría de metales no son buenos, el principal consumidor de los mismos es China, país que actualmente ha mostrado un crecimiento cada vez menor y las expectativas de mejora en la economía de Estados Unidos. Entonces, el sector minero se ve impactado por la caída de los precios, ante lo cual las compañías mineras responden con la optimización de sus costos de producción.

De cara al 2016, continúa la expectativa respecto de los efectos de la economía de los principales participantes en el mercado de los metales: China y Estados Unidos. El Perú se encuentra en temporada electoral, próximo a elegir a un nuevo presidente de la República que junto con su equipo tendrá que tomar decisiones sobre las condiciones y el giro que puedan tener los niveles de inversión futura en nuestro país. Es importante que el nuevo Gobierno formalice su rol como socio estratégico de las comunidades con las compañías mineras, a través de nuevas regulaciones que especifiquen su papel y participación en las evaluaciones, viabilidad, desarrollo y continuidad de los proyectos mineros. Así mismo, el próximo Gobierno deberá promover la inversión en infraestructura, tecnología, fuentes de energía renovables, condiciones económicas y de financiamiento, acompañadas de regulación laboral y tributaria que permita a los reguladores interpretar apropiadamente las normas tributarias y contables aplicables al sector (Mejía 2016).

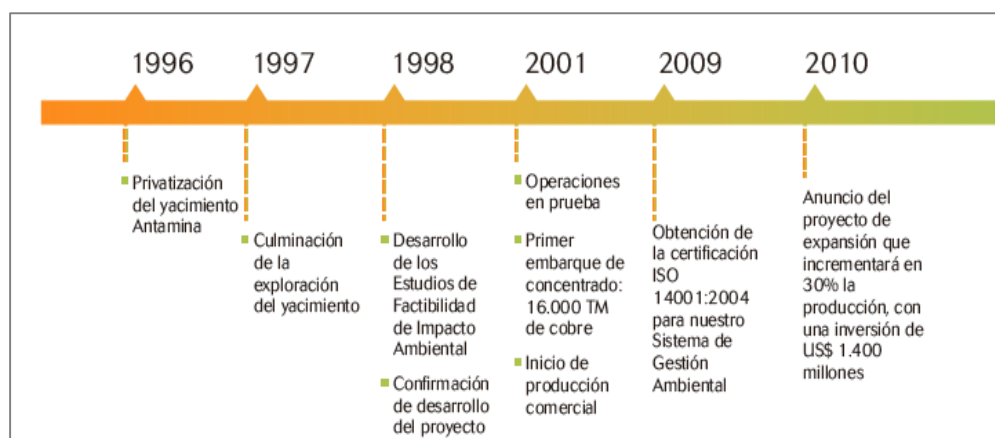
2. Descripción de la organización

Compañía Minera Antamina es un complejo minero polimetálico, que produce concentrados de cobre, zinc, molibdeno, plata y plomo. La mina está ubicada en el distrito de San Marcos, provincia de Huarí, en la región Ancash, a 200 km de la ciudad de Huaraz y a una altitud promedio de 4.300 msnm. Además, también cuenta con el puerto de embarque Punta Lobitos, ubicado en la provincia costera de Huarney. La empresa ha realizado una de las mayores inversiones mineras en la historia del Perú: 3.600 millones de dólares, que incluyen lo invertido en la expansión de sus operaciones. Además, en la actualidad, es uno de los mayores productores peruanos de concentrados de cobre y zinc, y es una de las 10 minas más grandes del mundo en términos de volumen de producción.

Accionistas de Antamina:

- BHP Billiton (33,75%)
- Glencore (33,75%)
- Teck (22,5%)
- Mitsubishi Corporation (10%)

Gráfico 2. Reseña histórica de Antamina



Fuente: Reporte de sostenibilidad Antamina 2012

En las operaciones de Antamina se producen diferentes concentrados de mineral, fundamentalmente cobre y zinc, además de molibdeno, plata y plomo, que son obtenidos de manera secundaria en el proceso de producción. En el gráfico 3 se muestra el proceso de extracción y exportación del mineral, un esquema completo de las operaciones de Antamina.

Gráfico 3. Proceso de extracción y exportación del mineral



Fuente: Compañía Minera Antamina, 2013.

Los principales procesos de las operaciones son los siguientes (Compañía Minera Antamina, 2014):

- Proceso de minado: La voladura es el minado en el tajo; es la parte inicial del proceso productivo, necesaria para extraer el mineral del subsuelo. Se realiza de manera planificada y secuencial durante las 24 horas del día. Una vez que el material es fragmentado por el minado, se procede a cargar el mineral –aún mezclado con piedras y tierra– mediante las palas eléctricas para que sean trasladadas a la chancadora con una flota de maquinaria pesada.
- Proceso de chancado: En esta parte del proceso productivo, el mineral es acarreado hacia la chancadora primaria donde los grandes bloques de mineral son reducidos hasta en cinco pulgadas. De esta manera, quedan en óptimas condiciones para ser trasladados mediante la faja a la planta
- Proceso de molienda: La planta concentradora se encarga de la recepción del mineral enviado por la chancadora primaria. El mineral ingresa a los dos molinos SAG y, posteriormente, a los cuatro molinos de bolas; se reduce su tamaño de acuerdo con los requerimientos de la siguiente etapa de flotación.

- Proceso de flotación: Una vez en esta etapa, se ejecuta el traspaso de la pulpa (agua y mineral) a las celdas de flotación donde se recupera el cobre y/o zinc, plata, plomo y molibdeno, según corresponda el plan de minado. Más adelante, la pulpa es espesada para reducirles el agua y proporcionar un transporte económico y adecuado. De esta manera, los concentrados son guardados en tanques de almacenamiento al exterior de la planta.
- Proceso de filtración: Luego de eso, los concentrados de cobre y zinc son enviados al puerto Punta Lobitos (Huarney) a través del mineroducto de 304 kilómetros de largo, en un recorrido de aproximadamente 50 horas. Los concentrados son recibidos en tanques de almacenamiento en el puerto para luego pasar a la planta de filtros, donde se retira el exceso de humedad del concentrado y el agua resultante es separada. Posteriormente, los concentrados secos pasan al edificio de almacenamiento, manteniendo entre 8,5% y 9% de humedad.
- Proceso de embarque: Es la parte final del proceso de operaciones de Antamina. Los concentrados son enviados a través de una faja cerrada a lo largo del muelle hasta el *shiploader* (brazo mecánico), para depositarlos en los buques que llegan al Puerto Punta Lobitos para su comercialización.

2.1. Enfoque actual de sostenibilidad de la cadena de abastecimiento

2.1.1. Impacto económico

Para dimensionar el impacto económico de la cadena de abastecimiento, se debería identificar el costo de capital inmovilizado y también el costo de oportunidad; en este caso, estas adquisiciones se realizan con capital propio. Sin embargo, se considera que el enfoque debería orientarse en el impacto que representa la compañía sobre el sector minero y su influencia en los indicadores económicos peruanos. En ese sentido, Antamina ocupa el tercer lugar en el ranking de mayores empresas peruanas y el primer lugar en el ranking de empresas del sector minero (Webb y Fernández Baca 2014) con una contribución de US\$ 6.000 millones al Estado Peruano (a través de impuestos y aportes), de los cuales 4.400 millones retornaron a la región de Ancash como canon minero. Adicionalmente, la compañía ha contribuido a la región con 300 US\$ millones de inversión social a través del Fondo Minero Antamina (Compañía Minera Antamina 2015).

2.1.2. Impacto social

La medida de este impacto será mejor expuesta si se divide el alcance desde la perspectiva de los colaboradores, los proveedores y las comunidades del área de influencia.

2.1.2.1. Con los colaboradores

Se promueve la sostenibilidad respecto a los colaboradores manteniendo políticas de promoción al empleo local según el siguiente detalle: Antamina ofrece trabajo para 6.000 personas directa e indirectamente, 3.000 trabajan directamente para la compañía y el 50% de estos son de la región Ancash; además, el 100% de la mano de obra no calificada proviene de la zona de influencia (Compañía Minera Antamina 2015).

Adicionalmente, Antamina no utiliza medias jornadas laborales, todos los trabajadores que son contratados como temporales tienen los mismos beneficios que los trabajadores contratados como permanentes. Así, se promueve la igualdad de condiciones entre trabajadores calificados como operadores y los trabajadores calificados como empleados y/o funcionarios.

2.1.2.2. Con los proveedores

Antamina trabaja con proveedores, los cuales son considerados como “socios estratégicos”, ya que lo que se busca es el desarrollo de estos y el beneficio de ambas partes. Actualmente, Antamina trabaja con 4.869 socios, de los cuales 1.322 mantuvieron un relacionamiento comercial durante el 2014 por un monto de US\$ 957 mil millones. El 11% del total de empresas proveedoras son empresas locales ubicadas en Ancash, las cuales proveen principalmente equipos y maquinarias, acarreo de material, construcción y la prestación de otros servicios como el transporte interno de personal, el mantenimiento de infraestructura y obras civiles.

Para promover el desarrollo de los socios, Antamina cuenta con diversos programas:

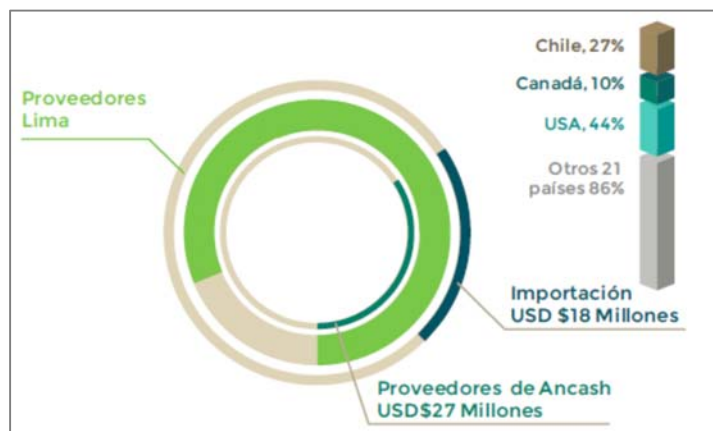
- Premios “SUMAJG (Excelencia)”: Nacieron para fomentar la mejora de los estándares de gestión del negocio, haciendo énfasis en un nuevo enfoque de responsabilidad y sostenibilidad, y promoviendo con los socios retos que no son obligatorios pero que son considerados valor agregado al momento de realizar transacciones y acuerdos con ellos.

- Desarrollo de proveedores de excelencia: Se busca, a través de la innovación y el desarrollo de proveedores, el incremento de su competitividad, para lo que se difunden mejores prácticas y se financia la capacitación de pequeños empresarios locales.
- Programa exportando Ancash: Promueve sinergias entre instituciones del ámbito empresarial con el objetivo de desarrollar proveedores locales de diversos rubros, estableciendo una ruta para alcanzar la competitividad e inserción en el mercado local, nacional e internacional.

Respecto de las compras de importación, estas alcanzaron los US\$ 18 millones en el 2014 y fueron atendidas por 167 proveedores. Para la importación de los productos, se cuenta con agentes de carga, los cuales recogen los productos de estos proveedores, los consolidan en sus almacenes y los transportan al Perú por vía marítima, terrestre o aérea. Una vez que los productos se encuentran en Perú, se cuenta con agentes de aduana que se encargan de nacionalizar la carga, la cual es posteriormente guardada en el almacén del Callao, junto a la carga de los proveedores nacionales.

La lista de los países de donde provienen las compras se puede observar en el siguiente gráfico:

Gráfico 4. Proveedores según origen



Fuente: Compañía Minera Antamina, 2015.

2.1.2.3. Con las comunidades locales

Respecto del impacto social local, Antamina se ha destacado por ser promotor del desarrollo en las localidades donde actúa. El modelo se basa en el enfoque multiactor, el cual busca construir un espacio de participación que permita a los diversos actores sociales de las comunidades debatir un cronograma para el desarrollo local. Por ejemplo, se ha identificado oportunidades de trabajo concertado y sinérgico entre actores públicos y privados; para lograr esto, se ha llegado a acuerdos

con roles establecidos en el marco de objetivos comunes. Un tema crítico respecto al giro de Antamina es el agua, el cual es considerado dentro del plan multiactor.

Gráfico 5. Plan multiactor



Fuente: Compañía Minera Antamina, 2014.

Algunos de los impactos que se han logrado obtener son: 685 viviendas con acceso a sistemas de agua potable y desagüe; 368 personas con acceso a infraestructura de salud adecuada, a través del mejoramiento de la capacidad resolutoria de los establecimientos de salud; 934 escolares de 12 instituciones con acceso a infraestructura educativa con ambientes adecuados y acceso a salas de cómputo equipadas e internet; 214 hectáreas de riego mejoradas y 82 hectáreas incorporadas al riego que beneficia a 1.551 productores, permitiéndoles racionalizar el uso del agua; 1.600 productores que han fortalecido sus capacidades para elevar sus niveles de productividad, a través de paquetes tecnológicos.

2.1.3. Impacto ambiental

La compañía tiene el compromiso de salvaguardar el ambiente, cuidando el impacto que se pueda tener en el medio ambiente, así como el impacto que se pueda tener sobre los colaboradores, socios estratégicos y comunidades vecinas a la operación. Para lograr esto, se implementan programas de prevención y control para alcanzar el cumplimiento ambiental en las operaciones. Un punto importante es la implementación del sistema de gestión ambiental basado en la norma ISO 14001:2004, mejorando el desempeño ambiental de las operaciones. Como resultado, se ha optimizado el consumo de agua, energía eléctrica y papel con el involucramiento de todos los colaboradores y socios estratégicos.

- Consumo de materiales y energía: Se ha logrado una reducción del 3,4% en el consumo total de materiales. Se logró obtener estos resultados gracias a la búsqueda de eficiencia operacional, así como también debido a la implementación de proyectos como “programas de desarrollo de proveedores de excelencia”, los cuales buscan promover la innovación de los proveedores para colaborar con un excelente desempeño de las operaciones en mina.

Tabla 4. Total de uso de materiales

MATERIALES	2013 (Tn)	2014 (Tn)
Llantas	5,500	4,900
Reactivos	38,000	38,100
Bolas acero	29,500	27,600
Explosivos	70,000	69,100
Otros materiales ¹⁶	32,000	30,100
TOTAL	175,000	179,800

Fuente: Compañía Minera Antamina, 2015.

Respecto del consumo de energía, Antamina no produce su propia energía pero es importante resaltar que desde marzo 2014 se lleva a cabo la iniciativa de ahorro del consumo de energía, la cual consiste en apagar los equipos eléctricos en los horarios donde se tiene mayores tarifas eléctricas (entre las 18:00 y 23:00 horas).

En cuanto a la energía renovable, en diciembre del 2013 se completó con éxito el proyecto piloto de energía solar; esto permitió que durante el 2014 se tenga un ahorro de 5.199,06 kWh¹⁸.

- Consumo de agua: uso de agua superficial

La compañía no extrae agua desde cuerpos de agua tales como lagunas o ríos, sino que se colecta el agua de lluvia mediante diques. El 2% del consumo de agua es realizado por uso doméstico (campamentos y oficinas), mientras que el 98% restante es consumido por las operaciones del proceso productivo en mina. Durante el 2014, el 99,3% del agua que se empleó en el proceso de concentración de minerales provino del reciclaje del agua de la poza de relaves, obteniendo una de las tasas de reciclaje más altas de la industria en el mundo.

Gráfico 6. Porcentaje de consumo de agua



Fuente: Compañía Minera Antamina, 2015.

Adicionalmente, la explotación de agua subterránea se limita al máximo posible para no afectar áreas que no estén incluidas dentro de la huella aprobada del estudio de impacto ambiental, el 97,3% del volumen de uso se refiere a la humedad de la roca extraída en la operación y 2,7% proviene de las operaciones de bombeo de aguas del tajo abierto y explotación del mineral.

- Huella de carbono: Para reducir el impacto de las emisiones de CO₂ al ambiente, Antamina cumple con lo indicado en la metodología IPCC – ONU de la norma ISO 14064; y además, tiene como logro principal la forestación de 170 hectáreas de desierto en el actual bosque de Huarmey.
- Gestión de residuos: Antamina realiza acciones de control de la contaminación ambiental y acciones para minimizar la generación de recursos. De esta manera, se busca integrar métodos de recolección, sistemas de separación, valorización y aprovechamiento, para cada uno de los cuales se han implementado campañas de sensibilización y uso correcto de segregación de residuos. Adicionalmente, se hace un trabajo en conjunto con los colaboradores para que estén comprometidos con las acciones que realiza Antamina, trayendo como consecuencia los respectivos beneficios ambientales, ecológicos y económicos (Compañía Minera Antamina 2015).

Entre las principales categorizaciones para tratar los residuos se encuentran:

- a. Residuos orgánicos: Estos se llevan a la planta de compostaje hasta obtener compost, el cual es tamizado y ensacado.
- b. Residuos de papel, cartón y PET: Estos son acondicionados y enlaminados para almacenarlos y, posteriormente, comercializarlos a través de una empresa comercializadora de residuos sólidos. Para el caso de residuos de chatarra, llantas, HDP y los jebes son segregados independientemente, almacenados y reusados internamente o comercializados a través de EC-RS.
- c. Residuos metálicos: Para el caso de los aceites usados, minerales y vegetales, así como el anticongelante, estos son almacenados individualmente en mina para su posterior comercialización a través de una EC-ERS, que deriva estos a plantas autorizadas por Digesa para su posterior reciclaje. Finalmente, los residuos peligrosos que no puedan ser expuestos a un proceso de reciclaje se almacenan en el patio de residuos para ser llevados hacia un relleno de seguridad fuera de mina.

Tabla 5. Residuos peligrosos

Residuos peligrosos			
Detalle Residuos Peligrosos	Generado (Ton)	Reciclado (Ton)	%
Aceite usado a Lima	1,614.11	1,614.11	100
Antifreeze	51.91	51.91	100
Baterías	49.13	49.13	100
Biomédicos	2.09	0	0
Bolsas con químicos (CuSO4)	7.72	7.72	100
Materiales con Hidrocarburos	703.97	0	0
Materiales con químicos y especiales	207.82	0	0
Empaques con Cianuro	150.86	0	0
Fluorescentes	2.58	0	0
Pilas	5.43	0	0
Thonners	1.04	1.04	100
Tierras con Hidrocarburos	111.76	52.14	46.65
TOTAL RESIDUOS PELIGROSOS	2,908.41	1,778.62	61.15

Fuente: Compañía Minera Antamina, 2015.

Capítulo II. Análisis situacional

1. Visión

“Somos reconocidos como un ejemplo de excelencia logística en el sector minero mundial y contribuimos al fortalecimiento económico y social del país mediante el desarrollo conjunto con nuestros socios estratégicos y sus proveedores” (Planeamiento estratégico del área logística – CMA s.f.).

Antamina pretende ser vista como una empresa minera que cuenta con excelencia operacional¹, sobre todo, y que, al mismo tiempo, busca obtener ganancias pero generando beneficios y un impacto significativo en todos sus *stakeholders*, principalmente los locales. Esto se realiza a través de un exhaustivo trabajo integral de todas las áreas, una revisión constante de sus operaciones y un trabajo en conjunto con todos sus *stakeholders*.

Tal y como se define en la obra “Negocios exitosos” (Fleitman 2010) la visión es: “El camino al cual se dirige la empresa a largo plazo y sirve de rumbo y aliciente para orientar las decisiones estratégicas de crecimiento junto a las de competitividad”. Por esto, se podría hacer un ajuste en la visión que contenga las directrices futuras y no solo capturar la coyuntura actual de la empresa; esto es necesario ya que el contar con una visión que exprese de manera adecuada estos lineamientos traerá como consecuencia seguridad en todos los *stakeholders* tanto internos como externos.

2. Misión

“Somos responsables del abastecimiento oportuno y eficiente de bienes y servicios para asegurar la continuidad de las operaciones de Antamina, anticipándonos a los cambios y tendencias del mercado, brindando asesoría especializada a nuestros clientes internos. Compartimos altos estándares fijados por Antamina, en seguridad, cuidado ambiental y relaciones con las comunidades, actuando con integridad y ética” (Planeamiento estratégico del área logística – CMA s.f.).

¹ Se entiende “excelencia operacional” como el modo de conducirse hacia una alta calidad y productividad y a la entrega puntual de bienes y servicios competitivos a los clientes (Tidström y Kaczmarek 2006).

El concepto de misión es considerado por Philip Kotler y Gary Armstrong (2005) como “un importante elemento de la planificación estratégica”, ya que a partir de este concepto se formulan los objetivos que serán las directrices de la organización; y son estos, consecuentemente, los que serán directores de la presente investigación.

3. Objetivos estratégicos

Los objetivos estratégicos del área se han planteado considerando los objetivos que persigue la compañía, los cuales son: Asegurar un nivel de servicio óptimo a los clientes internos, siendo el objetivo lograr un 95%; asegurar un nivel óptimo de exactitud del inventario, siendo el objetivo lograr un 99%; optimizar el uso de los recursos logísticos, siendo el objetivo lograr US\$ 120 por tonelada en flete de transporte de carga general; y mantener una rotación de inventarios que se ajuste a las necesidades de las operaciones y a mantener la operatividad de los equipos en mina, siendo el objetivo alcanzar una rotación de inventarios de por lo menos 2,85.

De estos objetivos planteados, se ha identificado cierto grado de conflicto entre algunos de ellos: Al querer alcanzar un nivel de servicio de 95% se puede estar incurriendo en aumentar los niveles de inventario que, justamente, podrían atentar con el objetivo de alcanzar una rotación de inventarios de por lo menos 2,85 (Planeamiento estratégico del área logística - CMA s.f.), ya que mientras un objetivo busca maximizar el inventario disponible, el otro buscaría reducirlo. Así mismo, el querer optimizar los recursos logísticos es un objetivo muy amplio, que puede traer como consecuencia que al ahorrar costos por volumen de compra se genere nuevamente un conflicto con el objetivo de aumentar la rotación del inventario.

4. Análisis FODA

El análisis FODA es una herramienta que identifica las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de una organización. El FODA es un modelo que permite evaluar lo que una organización puede y no puede hacer, así como visualizar las principales ventajas y desventajas del sistema en el cual se desenvuelve la empresa. Esta herramienta hace posible seleccionar (según el cuadrante en el que se encuentre) una estrategia adecuada, acorde a las posibilidades.

Sobre la base del análisis realizado, las estrategias obtenidas fueron:

- Aprovechar las proyecciones de crecimiento del sector, con el consecuente y esperado aumento en la cantidad de proveedores (debido al crecimiento de la demanda), para realizar sinergias con proveedores (ofensiva/diversificación)
- Mantener y seguir desarrollando proveedores locales que logren integrarse a las operaciones internas de la compañía (defensivas/geográficas)
- Desarrollar nuevos proveedores
- Identificar potenciales proveedores de la región con el objetivo de beneficio perceptible para las comunidades

Tabla 6. Análisis FODA

FACTOR EXTERNO			
	OPORTUNIDADES		AMENAZAS
O1	Baja incertidumbre sobre las regulaciones ambientales	A1	Alta incertidumbre respecto a la administración, interpretación o refuerzo de las regulaciones existentes
O2	Baja incertidumbre sobre áreas actualmente protegidas por el estado	A2	Coyuntura de transición de Gobierno
O3	Barreras comerciales inexistentes	A3	Incremento Riesgo país, traducido en reducción de calificaciones internacionales al mercado de inversión Peruano y riesgo de principales bancos
O4	Proyección de crecimiento 11,7 % para el sector de minería metálica para el 2016	A4	Actual crisis en China
O5	Apreciación del dólar	A5	Acuerdos con las comunidades
O6	Inversión en Ecología	A6	Aumento en la frecuencia de renovación tecnológica
O7	Sensibilidad al precio por parte del cliente	A7	Alta incertidumbre respecto a la administración, interpretación o refuerzo de las regulaciones existentes
O8	Producto es indispensable para el cliente	A8	Coyuntura de transición de Gobierno
O9	Diversidad en el canal de distribución	A9	Incremento Riesgo país, traducido en reducción de calificaciones internacionales al mercado de inversión Peruano y riesgo de principales bancos
O10	Diferenciación sustancial del producto	A10	Actual crisis en China
O11	Nivel de inversión	A11	Acuerdos con las comunidades
		A12	Aumento en la frecuencia de renovación tecnológica

Fuente: Elaboración propia.

FACTOR INTERNO		ESTRATEGIAS FO: OFENSIVAS / DIVERSIFICACIÓN	ESTRATEGIAS FA: DEFENSIVAS / GEOGRAFICAS
	FORTALEZAS		
F1	Uso de tecnologías "limpias"	F1-F2-F3-F8-F9 / O1-O2-O3-O5 Aumentar el volumen de la producción con costos más bajos	F2 / A6 Mantener equipos que mantengan o aumenten la productividad de la mina.
F2	Explotación económica debido al uso de tecnología de punta	F4-F5-F6-F7 / O4 Aprovechar el crecimiento del sector, con su consecuente aumento en la cantidad de proveedores, para realizar sinergias con proveedores	F4 - F6 - F8 / A1 - A5 Mantener y seguir desarrollando proveedores locales que logren integrarse a las operaciones.
F3	Sólidas políticas de seguridad ambiental como ocupacional		
F4	Gestión de desarrollo de los <i>stakeholders</i>		
F5	Personal altamente calificado, con experiencia en todas las áreas de la organización.		
F6	Socialmente responsable y comprometido con el desarrollo de las comunidades aledañas		
F7	Cercanía a Lima y puertos de exportación		
F8	Prestigio e imagen institucional en los medios mineros, financieros y de servicios a nivel nacional e internacional.		
F9	Clima laboral estable al no haber conflictos laborales significativos		
	DEBILIDADES	ESTRATEGIAS DO: REORIENTACIÓN / ENFOQUE	ESTRATEGIAS DA: SOBREVIVENCIA / REDUCCIÓN O RETIRO
D1	Algunas de las funciones realizadas por las diferentes áreas no son reflejadas en el producto o servicio presentado, ni en los costos.	D4-D5 / O4 Desarrollar nuevos proveedores e integrar aún más a los que ya se encuentren en la cadena de suministro de Antamina	D2 / A1 - A2 - A3 - A5 Promover programas con comunidades locales
D2	Eventuales conflictos con las comunidades aledañas	D2 / O6 -O11. Desarrollar proyectos innovadores que promuevan la participación de las comunidades	D4 - D5 / A3 - A4 - A5 Identificar potenciales proveedores de la región con el objetivo de beneficio perceptible para las comunidades
D3	Vías de acceso limitadas para la entrega de insumos		
D4	Ausencia/Escasez de proveedores para algunos productos en operaciones críticas		
D5	Integración limitada con las operaciones de los proveedores		

Fuente: Elaboración propia.

5. Análisis objetivos del área - estrategias

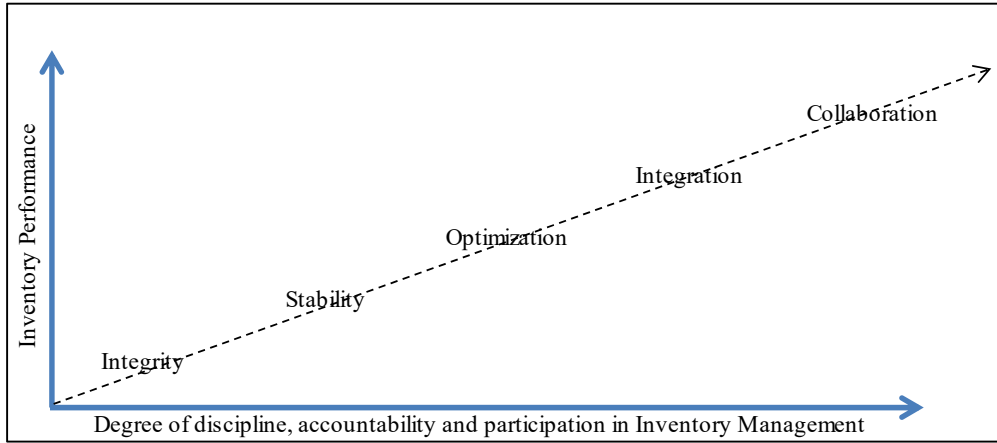
Alineando las estrategias alcanzadas sobre la base de las herramientas de análisis previas, es posible extraer que de F1-F2-F3-F8-F9 / O1-O2-O3-O5 (aumentar el volumen de la producción con costos más bajos) y D4-D5 / O4 (desarrollar nuevos proveedores e integrar aun más a los que ya se encuentren en la cadena de suministro de Antamina) se podría concluir que es conveniente seguir una estrategia agresiva, de manera que se logre satisfacer los objetivos del área y que, a su vez, se cubran las necesidades del entorno. Para reforzar la conclusión alcanzada se revisará el estado actual de madurez de inventario en Antamina.

5.1. Funciones objetivo de inventario y madurez de inventario

Según lo indicado en “Inventory Strategy” (Frazelle 2015), el reducir el inventario debería ser un medio para llegar a un fin y no el fin en sí. Entonces el afán por cumplir los objetivos del área (ejemplo: compras al ser muchas veces medidas sobre la base del precio más bajo logrado al momento de transar con el proveedor, termina solicitando producto adicional que no es necesario) podría involucrar los futuros niveles de inventario.

Frazelle (2015) también menciona que una optimización tiene dos componentes: una función objetivo y restricciones; es por esto que si la función objetivo es minimizar los costos logísticos, entonces la tarea será encontrar el nivel de inventario que satisfaga las restricciones encontradas y que produzca el mejor rendimiento financiero, cumpliendo a su vez con los objetivos del área. Así, teniendo en cuenta las fases de madurez del inventario, es posible ir formando la estrategia que va a complementar la función objetivo. Las distintas fases se muestran en el siguiente gráfico.

Gráfico 7. Funciones de objetivo y madurez de inventario



Fuente: Frazelle, 2015.

- Integridad: Alta precisión en el inventario, data confiable, medición y mejora del *forecast* y participación de distintos actores en el proceso y reuniones sobre las decisiones referentes a los niveles de inventario. Como sustento de esto, es posible observar en la siguiente tabla, que el nivel de discrepancias generadas durante el año representa el 0,03% del inventario total, y la exactitud de inventario es casi del 100%.

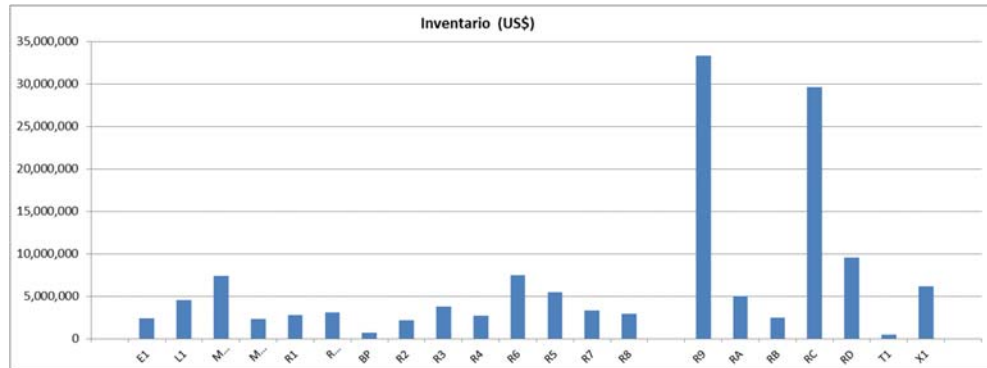
Tabla 7. Estado del inventario

	Cantidad	Porcentaje	Monto	Porcentaje
Discrepancias	44	0,03%	\$ 305.177	0,22 %
Exactitud del Inventario	311	99,9998%	\$ 5.980	99,9957 %

Fuente: Elaboración propia.

- Estabilidad: Una vez que la fase de integridad es alcanzada, se llega a la etapa de estabilidad, la cual ha alcanzado Antamina gracias a que es posible controlar las causas y los efectos que estas tienen sobre el inventario. Como se observa en el siguiente gráfico, se mide la distribución del inventario mensualmente para poder dimensionar las estrategias a seguir según el requerimiento de la compañía.

Gráfico 8. Reporte de *commodities* de inventario



Fuente: Reporte mensual Gerencia de Logística, Octubre de 2015.

- Optimización: La siguiente etapa es la optimización en la cual la optimización de los SKU, el *forecast*, los *lead times* y los tamaños de lote, entre otros, cumplen con los niveles de servicio y métricas financieras determinados. Para cumplir con esto, se observa, en la siguiente tabla, el detalle del plan de producción ajustado cada semana y que se resume en uno trimestral para proyectar los niveles de demanda requeridos en cada etapa de la cadena de suministro.

Tabla 8. Plan de producción de mineral - 90 días

Campaña	Inicio	Fin	Código Mineral	Tipo de Mineral	Días	Toneladas (x1000)
01-M6	31/01/2016	31/01/2016	M6	BoHiZn	1	131
02-M5	01/02/2016	06/02/2016	M5	BoLoZn	6	774
03-M2A	07/02/2016	12/02/2016	M2A	CuVHiBiLZn	6	988
04-M1	13/02/2016	23/02/2016	M1	CuLoBi	11	1.811
05-M4B	24/02/2016	28/02/2016	M4B	CuVHiBiZn	5	796
06-M2A	29/02/2016	01/03/2016	M2A	CuVHiBiLZn	2	330
07-M1	02/03/2016	18/03/2016	M1	CuLoBi	17	2.803
08-M6	19/03/2016	20/03/2016	M6	BoHiZn	2	262
09-M4B	21/03/2016	23/03/2016	M4B	CuVHiBiZn	3	466
10-M5	24/03/2016	28/03/2016	M5	BoLoZn	5	644
11-M6	29/03/2016	29/03/2016	M6	BoHiZn	1	131
12-M2A	30/03/2016	30/03/2016	M2A	CuVHiBiLZn	1	165
13-M2A	31/03/2016	03/04/2016	M2A	CuVHiBiLZn	4	649
14-M1	04/04/2016	21/04/2016	M1	CuLoBi	18	2.966
15-M4B	24/04/2016	25/04/2016	M4B	CuVHiBiZn	2	288
16-M6	26/04/2016	27/04/2016	M6	BoHiZn	2	261
Grand total					86,0	13.464

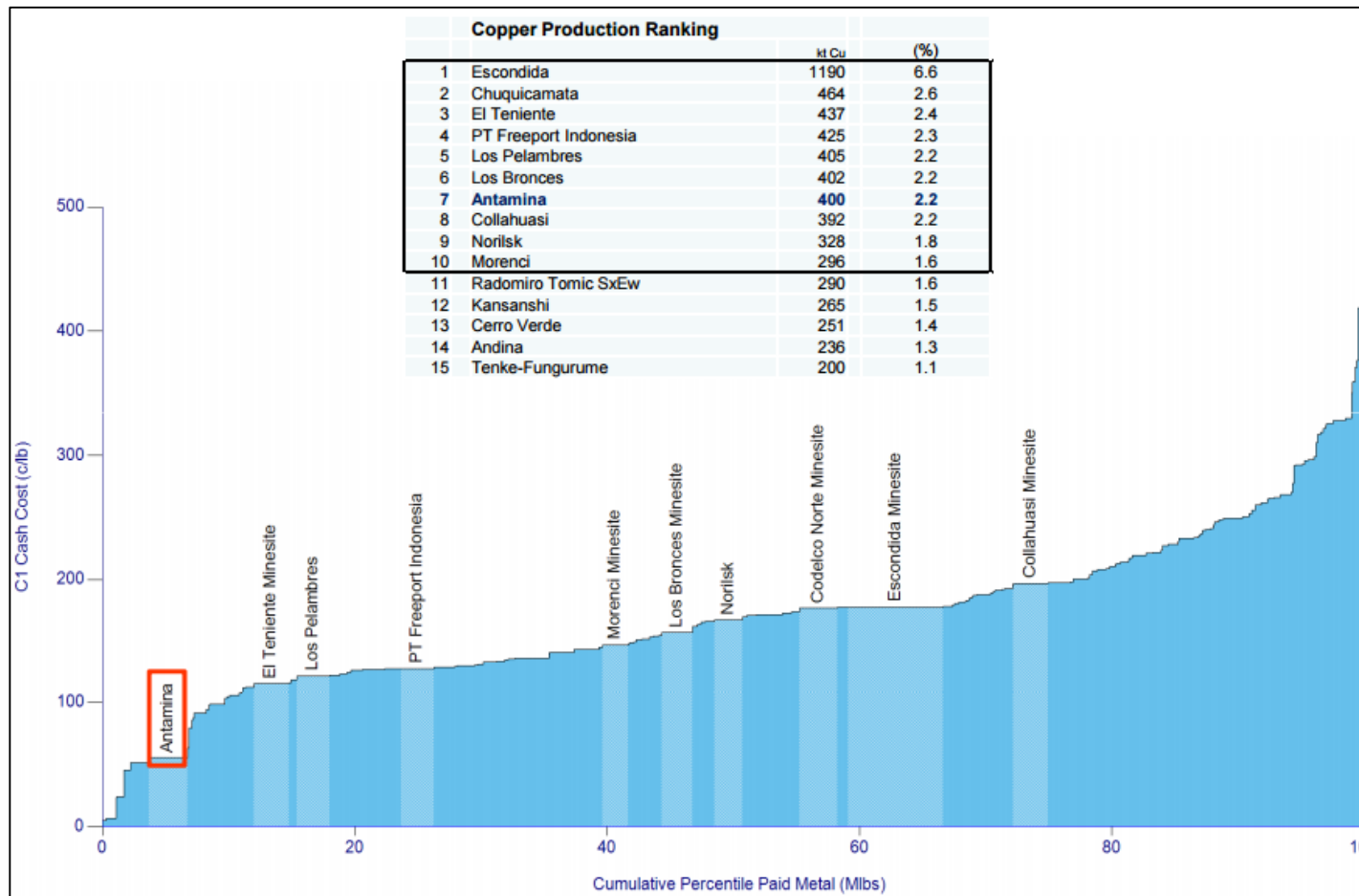
Fuente: Plan de producción de mineral Antamina.

- Integración: El siguiente nivel es integración, en la cual se incorpora la participación activa de diversas áreas para la toma de decisiones respecto del inventario. En Antamina se cumple

con este nivel coordinando con las áreas usuarias el requerimiento semanal de materiales para su labor y actualizando el nivel de necesidades de acuerdo al consumo de cada SKU.

- Colaboración: La última fase en este enfoque, que aún no ha sido implementada y es la que se pretende desarrollar, es la de colaboración, en la cual compartir los niveles de inventario, *forecast* y planeamiento con proveedores claves es fundamental para lograr mejoras sustanciales para la reducción de costos logísticos en la compañía. Además, es importante mencionar que aun cuando la compañía se encuentra dentro del top 10 de minas a nivel mundial respecto de su eficiencia en costos, es posible mejorar la posición que ocupa actualmente.

Gráfico 9. Curva de costos de las principales minas productoras de cobre



Fuente: Wood Mackenzie Ltd., 2015.

Tabla 9. Resumen

Funciones	¿Nivel implementado?	Evidencias
Integridad	SÍ	Alta precisión en el inventario, data confiable, medición y mejora del <i>forecast</i> (tabla 7).
Estabilidad	SÍ	Es posible controlar las causas y los efectos que estas tienen sobre el inventario (gráfico 8).
Optimización	SÍ	Se cuenta con un plan de producción que permite proyectar los niveles de demanda requeridos en cada etapa de la cadena de suministro (tabla 8).
Integración	SÍ	Se cuenta con la participación activa de todas las áreas involucradas en mantener la disponibilidad de las flotas pesadas, auxiliares y de planta.
Colaboración	NO	No se tiene evidencia de la implementación de esta etapa.

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 9 permite identificar la etapa actual, por lo que se debe definir los siguientes pasos para poder desarrollar una estrategia de cadena de suministro colaborativa, que a su vez haga posible seguir alcanzando los objetivos propuestos del área.

6. Cadenas de suministro – colaboración de cadenas

La cadena de suministro se compone de todas aquellas partes involucradas en la satisfacción de un pedido realizado por un cliente. La cadena involucra a fabricantes, proveedores, transportistas, almacenistas, vendedores y clientes. Dentro de las empresas, las áreas involucradas en la cadena de abastecimiento incluyen: desarrollo de productos nuevos, ventas, marketing, operaciones, compras, distribución, finanzas y servicio al cliente. Una cadena de suministros es dinámica, pues implica un flujo constante de información, productos y dinero.

El enfoque moderno ve los negocios como cadena de suministro; se ha convertido en una herramienta para conseguir un aumento de productividad y competitividad. La visión de negocios globalizada obliga a los gestores de cadena a convertirse en orquestadores de la cadena. Algunos investigadores definen la cadena de suministro como:

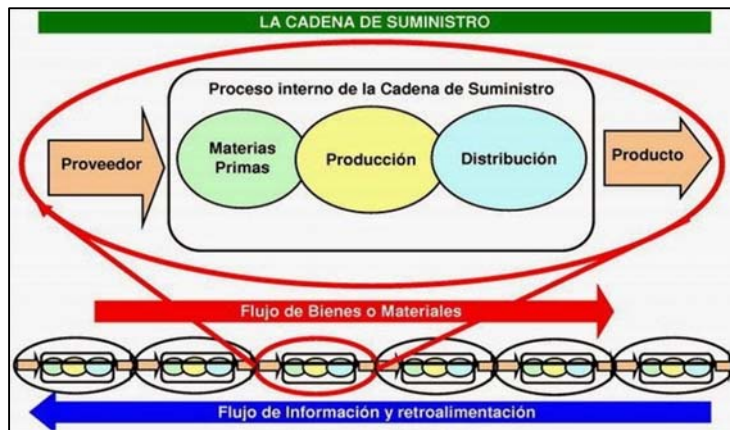
“La cadena de suministro es una red de instalaciones y redes de distribución que permiten el aprovisionamiento de materiales, su transformación en productos semiterminados y/o finales que son distribuidos para satisfacer las necesidades de los clientes” (Ganeshan y Harrison 1995).

“Un conjunto de actividades funcionales que se repiten a lo largo del canal de flujo del producto, mediante los cuales la materia prima se convierte en productos terminados y se añade valor al consumidor” (Ballou 2004).

“Un conjunto de tres o más empresas conectadas o relacionadas con flujos de productos, servicios, finanzas e/o información desde el suministro hasta el cliente final” (Mentzer 2004).

“La cadena de suministro busca añadir valor al cliente, mejorar las relaciones con proveedores, fabricantes, clientes y aumentar las ganancias a los accionistas” (Correa y Gómez 2009).

Gráfico 10. La cadena de suministro



Fuente: Chopra y Meindl, 2008.

La falta de coordinación en una cadena de suministro conduce a una limitada capacidad de respuesta y el incremento en los costos dentro la cadena. Existe una serie de trabas que conducen a la falta de coordinación y agravan la variabilidad en la cadena de suministro.

Colaboración en términos de SCM es tratar de crear situaciones de beneficio compartido para aumentar la productividad, rendimiento, competitividad y el máximo beneficio para los involucrados. Según Richard Wilding, estos son los tres pasos para lograr un ambiente de colaboración con los proveedores:

- a. Cooperación: En esta etapa se debe armar un acuerdo en el que se propongan problemas menores que las partes se comprometan a cumplir. Estos pueden ser proyectos pequeños que

permitan a cualquiera de las partes cancelar la relación en caso de que se hallen indicios de incumplimiento, o que no se cumplieron las expectativas planeadas².

- b. Coordinación: En esta etapa las relaciones son un poco más profundas entre los involucrados, ya que se establecen metas y responsabilidades entre las partes.
- c. Colaboración: En esta etapa ya se cuenta con una relación sólida con los socios y la idea es involucrarlos al máximo con las operaciones para obtener beneficios mutuos. Se compartirá información actualizada y con la mayor calidad posible, habrá reuniones regulares para revisar avances, se dará acceso a los sistemas entre las partes y se realizará cualquier acción adicional que estreche la relación de los involucrados.

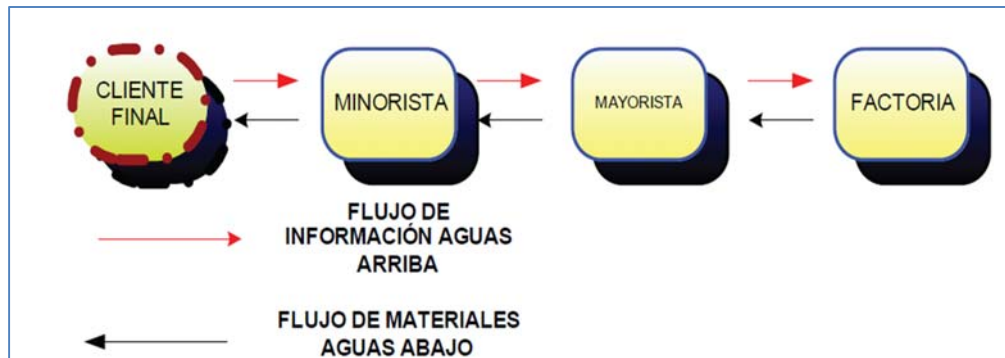
6.1. Cadena de suministro tradicional

Es un tipo de arquetipo de cadena, cuya principal característica es que maneja una estructura descentralizada donde cada integrante toma sus decisiones de manera independiente de cualquier otro socio de la cadena. En este esquema, las decisiones operacionales implican maximizar objetivos locales; las decisiones de las cantidades de pedido se basan únicamente en información de inventario propio sin considerar los inventarios de los otros miembros de la cadena (Cannella *et al.* 2010). Una de las características es la falta de transparencia en la demanda a lo largo de la cadena, lo que impide prácticas de sinergia con los socios en la cadena. Adicionalmente, los flujos de información sufren retrasos, incrementando la incertidumbre en los tiempos de pedido, fabricación y de transporte. Una de las consecuencias directas es la ineficiencia de toda la red con la aparición del efecto látigo. Además, se debe considerar las ventajas y desventajas de compartir información entre los miembros de la cadena de suministro, ya que los beneficios se van a presentar en función a la reducción de costos que se obtenga.

Según Jairo Montoya y Diego Ortiz (2011), cualitativamente existen cuatro fuentes principales de ganancias de compartir información en una cadena de suministro: (i) permitir establecer un contrato claro, (ii) responder más rápidamente a las variaciones del mercado, (iii) facilitar la coordinación entre los miembros de la cadena y (iv) reducir los comportamientos oportunistas.

² Considerando los riesgos asociados a la complejidad de la operación minera, se propone atacar problemas que no representen alta criticidad a través de proyectos de bajo riesgo que sirvan para demostrar su desempeño y puedan ser aplicados después.

Gráfico 11. Esquema de una cadena de suministro tradicional



Fuente: Campuzano, Martínez y Ros, 2010.

6.2. Cadena de suministro colaborativa

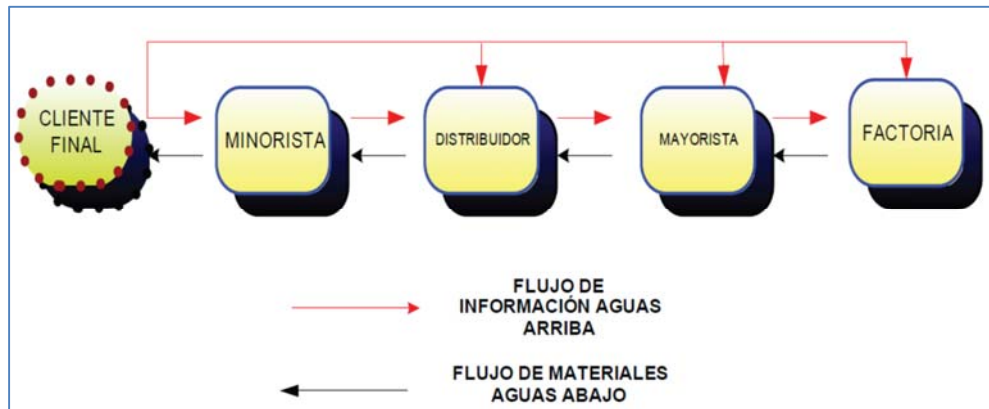
De acuerdo con Eduardo Linares (2014), una cadena de suministro colaborativa propone que dos o más socios de la cadena de suministro se comprometen a mantener y alinear sus procesos con los objetivos estratégicos. “Las empresas que mantienen una colaboración eficaz a lo largo de la cadena de suministro logran reducciones dramáticas del inventario y en los costos asociados a estos, conjuntamente mejoran los tiempos de respuesta, los niveles de servicio y la satisfacción de los clientes, los ingresos y la calidad del producto” (Linares 2014).

Es posible mencionar las siguientes estructuras colaborativas:

6.2.1. *Electronic Point of Sales (EPOS)*

La información de ventas al cliente final es compartida con todos los miembros de la cadena, como se muestra en el gráfico 12. Con esta información, cada integrante realiza pronósticos ya sea de reposición o de compra de materias primas. Una de las desventajas es que si la información no es compartida y no está en sincronía, será muy difícil evitar el efecto látigo, porque cada socio puede utilizar técnicas distintas de pronóstico, generando pedidos o requerimientos en cantidades excesivas.

Gráfico 12. Cadena de suministro EPOS



Fuente: Campuzano, Martínez y Ros, 2010.

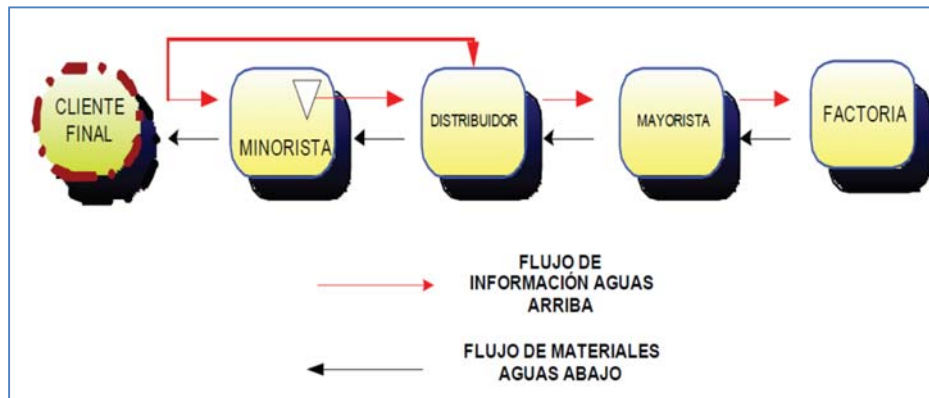
6.2.2. *Vendor Managed Inventory (VMI)*

El VMI o inventario administrado por el proveedor es una práctica colaborativa en la cual el inventario es monitoreado, planificado y gestionado por el vendedor.

En el gráfico 13 se observa que el distribuidor toma las decisiones de las cantidades de reposición, previamente existe un acuerdo para determinar los niveles máximo y mínimo del inventario a mantener. El minorista debe proporcionar al mayorista los datos de las ventas, por intercambio electrónico de datos (EDI) u otros medios electrónicos, o mediante los agentes tradicionales de los almacenes. Esta práctica de tener visibilidad se puede replicar a lo largo de la cadena, generando una menor incertidumbre de la información de ventas, pedidos e inventarios que se traduce en una reducción del inventario.

Una de las desventajas de esta estructura es la inestabilidad que puede producirse de tener altos inventarios con altos niveles de servicio en cada etapa; es decir, que el modelo puede no ser eficiente si no existe una correcta sincronización en cada etapa de la cadena.

Gráfico 13. Cadena de suministro VMI



Fuente: Campuzano, Martínez y Ros, 2010.

6.3. Collaborative Planning Forecasting and Replenishment (CPFR)

Este tipo de cadena extiende los principios de VMI y puede ser considerada como la última etapa en el desarrollo de colaboración en la cadena de suministro. La idea detrás de esta práctica colaborativa es un conjunto de procesos que ayuden a eliminar las incertidumbres de aprovisionamiento/demanda a través de una mejora en la comunicación entre ambas partes.

6.4. Reduced Supply Chain

Este tipo de cadena se caracteriza por la eliminación de puntos intermedios en la cadena de suministro para dar lugar a una interacción directa entre productores y clientes finales.

6.5. E-shopping supply chain

Este tipo de cadena se caracteriza por una radical desintermediación de toda la cadena de suministro. Esta estrategia permite que la fábrica reciba órdenes de abastecimiento directas del cliente final; también es conocida como cadena de suministro de un solo nivel.

7. Conclusiones

- i. Antamina cuenta con una solidez operativa, esto se puede apreciar en los niveles de *fillrate*, precisión de inventarios, curva de costos en producción minera a nivel mundial, respaldo

financiero de sus accionistas y demás métricas que comprueban que se encuentra en una sólida posición para seguir optimizando sus operaciones. Esto también permite que sea posible aplicar conceptos de colaboración en cadenas de suministro, que requieren justamente operaciones con un mayor grado de complejidad y sincronía.

- ii. De las estrategias obtenidas en los análisis FODA, EFI, EFE, se observa que una estrategia con proveedores podría ser fundamental para seguir optimizando las operaciones de la compañía; esto se suma al análisis de los objetivos del área (que en su mayoría están afectos al nivel de inventario) y al análisis de la etapa concerniente de madurez de inventario, y se concluye que es una alternativa con un alto potencial para mejorar los indicadores de rendimiento financiero de la compañía.
- iii. El tipo VMI para una cadena de suministro colaborativa es el que se acerca más a la realidad observada en Antamina, considerando que la colaboración entre cadenas no es una práctica comúnmente usada. Posteriormente, se revisará la factibilidad de implantar este modelo de colaboración.
- iv. La función de abastecimientos pertenece al nivel estratégico en una compañía, por lo que considerarla como un área netamente operativa que no puede mejorar la posición competitiva de la empresa queda de lado (Heberling 1993). Con esto, es posible demostrar que una mejora en los procesos de abastecimiento sí va a influir positivamente en la posición competitiva de la empresa.

Capítulo III. Planteamiento y definición del problema

1. Planteamiento

Para identificar el proceso que se tratará, y considerando que el objetivo del trabajo de investigación es proponer estrategias y acciones que disminuyan el capital inmovilizado por inventarios, hemos subdividido el inventario de la compañía y lo hemos clasificado de forma que se simplifique el trabajo. La clasificación empleada por la compañía se resume en:

- **Ítems de capital:** Aquí se agrupan todos los materiales y repuestos que principalmente por su costo necesitan estar sujetos a seguimiento luego de su compra/uso para monitorear su rendimiento, garantía, y otras características que sean consideradas necesarias. Estos materiales solamente pueden adquirirse a través de una compra de capital y con un presupuesto previamente aprobado como sustento.
- **Ítems de *future purchase agreement* (FPA):** Un FPA se conoce internamente como un acuerdo de precios que se negocia con un proveedor y en donde se respetan las cantidades y los precios por un periodo determinado de tiempo. Los productos pactados para incluirse en un acuerdo de precios normalmente son productos de alta rotación y consumibles de reposición automática.
- **Ítems reparados:** Todos los materiales que luego de su uso pueden repararse una o más veces para alargar su vida útil. Tienen un tratamiento de compra distinto a los demás, ya que las compras se manejan como servicios de reparación y se distinguen de los materiales nuevos dentro del inventario.
- **Ítems vitales:** Son aquellos que por su importancia para la operación tienen que tener un tratamiento de reposición muy especial con revisiones constantes para evitar un posible desabastecimiento. Se diferencian de los materiales críticos en que estos son partes de algún equipo/maquinaria/sistema y su ausencia podría causar la parada del equipo/maquinaria/sistema, mientras que el desabastecimiento de un vital puede detener toda la operación minera.

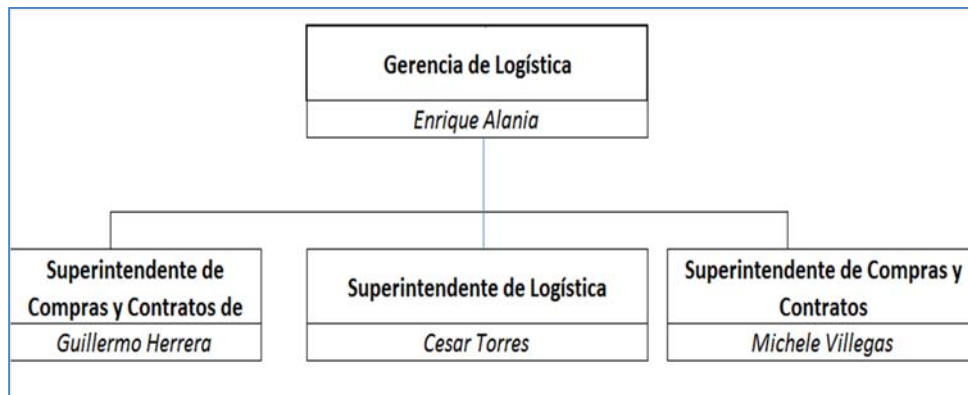
2. Planeamiento logístico

Este proceso está compuesto por una serie de actividades para garantizar la eficiencia y operatividad de las operaciones de Antamina. Este proceso es administrado por planificadores de inventario, compradores, administradores de contratos; los cuales tienen un conocimiento de las operaciones, equipos de gran minería, repuestos e insumos. Los insumos que utiliza este proceso

son los planes de minado, plan de mantenimiento, consumos históricos y los inventarios disponibles.

En el siguiente gráfico se muestra la organización del área de logística, la cual se apoya en tres superintendencias de almacenes, compras y proyectos.

Gráfico 14. Organigrama de la Gerencia de Logística



Fuente: Elaboración propia.

Los principales procesos involucrados se muestran en la tabla 10.

Tabla 10. Procesos para la adquisición de insumos y repuestos

Código	Nombre	Descripción
LOP102	Reposición de Materiales de Stock	Este proceso administra la reposición de materiales de inventarios en Antamina.
LOP202	Generación de Orden de Compra	Administra las adjudicaciones para todas las órdenes de compra con cargo directo o inventario, preparadas y otorgadas dentro y por Antamina.
LOP402	Administración de Convenios FPA	Mediante este proceso se administra la operación de convenios relacionados al abastecimiento de ítems con acuerdo de precio en el stock de Antamina.
LOP702	Elaboración y Administración de Contratos	El objetivo de este proceso es crear y administrar los contratos que tiene Antamina con los distintos proveedores para la realización de algún servicio o construcción.
LOP950	Transporte de Carga	Administrar los controles que son necesarios para transportar material desde o hacia la mina, teniendo como prioridad el cuidado del medio ambiente.
LOP990	Gestión de Abastecimiento Estratégico	Buscar mejores opciones para abastecernos aumentando las compras locales y aumentando las compras regionales.

Fuente: Elaboración propia.

Para atender este proceso de la cadena de abastecimiento, la Gerencia de Logística cuenta con soporte de sistemas de gestión, infraestructura y equipos, los cuales permiten el desarrollo de las funciones y el control de todo el proceso.

Tabla 11. Sistemas de gestión, infraestructura y equipos

Sección	Nombre	Descripción
Sistemas de gestión	Ellipse	ERP Corporativo
	B2Mining	Plataforma de comercio electrónico
	Intranet	Usado por Almacén mina para envío de carga de retorno a Lima.
Infraestructura	Almacenes	En Truck Shop, Concentradora y PPL
	Polvorín	Preparación de Anfo y emulsión (ORICA Mining)
	Almacén en tránsito	Almacén en Lima (Ransa)
	Facilidades administradas por otras áreas	Tanques y áreas de almacenamiento de reactivos (Op. Concentradora) Tanques y estaciones de despacho de lubricantes (Mobil) Tanques y estaciones de servicio de combustible (Repsol)
Equipos	Equipos auxiliares	Forklifts, camión de reparto, camionetas.

Fuente: Elaboración propia.

3. Metodología

La metodología que se ha empleado para obtener los planteamientos se resume en: Identificar las problemática, identificar las actividades que generan estos problemas, proponer una solución sobre la base de lo revisado en capítulos anteriores y proponer un proyecto que permita alcanzar los objetivos trazados.

Considerando las particularidades de una operación minera (como tiempos de traslados, incertidumbre para el tránsito por carretera, bloqueos, etcétera), el inventario se encuentra clasificado según la criticidad de sus componentes y de acuerdo a esto se define el modelo de reposición. En el siguiente gráfico se muestra la clasificación del inventario.

Gráfico 15. Clasificación del inventario en Antamina

Stock Class: Un tipo de clasificación que define las formas de reposición del ítem.

Tipos:

- Reposición automática. A / E
- Reposición manual. M / K
- Vendor held stock. V
- Consignación. C
- Reparados. R

Stock Type: Clasificación para una mejor gestión de reposición de los ítems que se tienen catalogados.

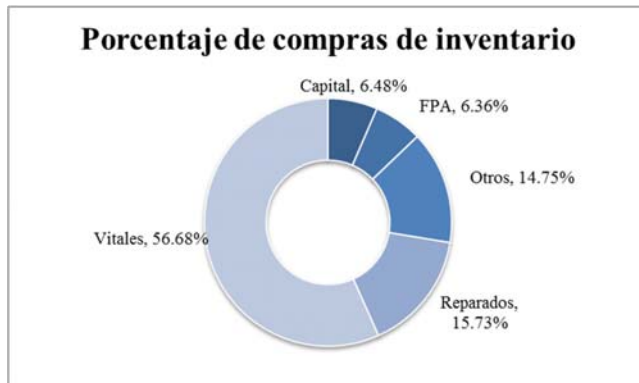
Tipos

- Ítem críticos
 1. Emergencia
 2. Vitales
- Ítem Genéricos
 1. Repuestos
 2. Consumibles
- Ítems sin Reposición
 1. Obsoletos de compra
 2. Para Disponer

Fuente: Compañía Minera Antamina, 2013.

Considerando las particularidades descritas y que la etapa de colaboración exige un alto grado de riesgo para la compañía, se va a circunscribir el ámbito de la investigación a todos los materiales que tengan un acuerdo de precios (FPA) vigente y que participan en el inventario según la siguiente distribución:

Gráfico 16. Distribución del inventario



Fuente: Elaboración propia.

Dado que el inventario total de Antamina es de \$ 209 millones (Compañía Minera Antamina 2015) (\$ 137 en mina y \$ 71 en tránsito) y el porcentaje de inventario incluido en el acuerdo de precios es de 6,36%, esta investigación solamente se ocupará de los \$ 13,3 millones de capital inmovilizado en inventario que se originaron por una compra de acuerdo de precios.

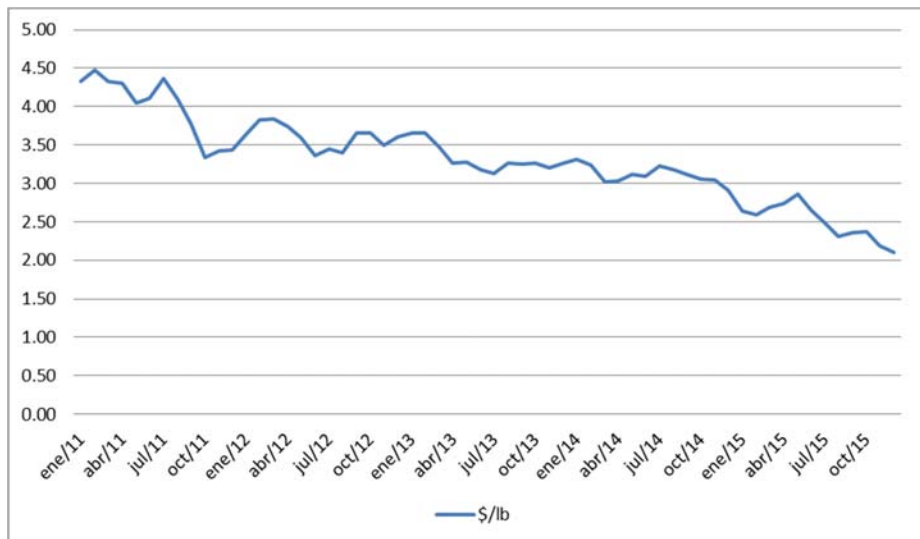
4. Objetivos

Disminuir los costos de capital inmovilizado generados por el incremento de inventarios (mina y tránsito) y aumentar los ahorros obtenidos por negociación de acuerdos de precios con proveedores.

5. Problemática identificada

Como se ha visto en capítulos anteriores, las perspectivas del sector no son favorables en cuanto a los precios de los principales minerales que produce Antamina.

Gráfico 17. Evolución histórica del precio del cobre (dólares por libra)

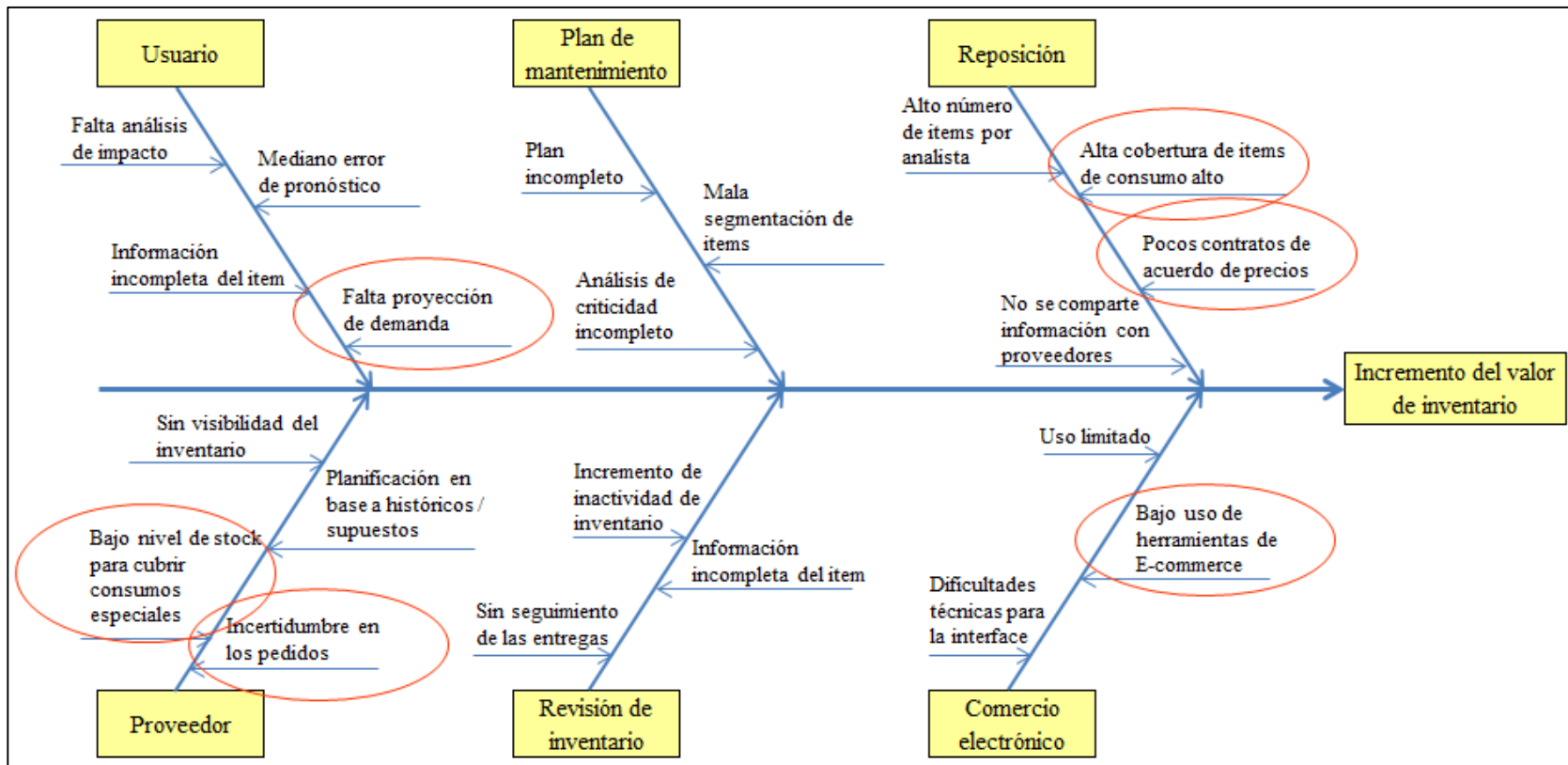


Fuente: Comisión Chilena del Cobre, 2015.

Como se observa en el gráfico, el precio del cobre ha disminuido en 54% desde enero de 2011 a diciembre de 2015, por lo que las iniciativas de ahorro tienen un alto grado de aceptación en todos los niveles de la compañía. Adicionalmente, como se mencionará más adelante en este mismo capítulo, el valor del inventario ha aumentado en 112 % desde el 2011.

Considerando esto, se ha identificado que una oportunidad de mejora es la disminución del valor de inventario, para lo que se ha desarrollado el análisis de causa raíz.

Gráfico 18. Análisis de causa raíz



Fuente: Elaboración propia.

Del análisis anterior se infiere que hay una serie de causas básicas para el incremento del inventario, desde una inadecuada proyección de la demanda hasta un uso deficiente de las herramientas de *e-commerce* que impiden automatizar los procesos.

5.1. Análisis de causas raíces

Para este análisis se va a partir de las causas raíz identificadas anteriormente, además de la revisión del plan estratégico de cinco años de la Gerencia de Logística, que contiene los objetivos y metas formuladas para la gestión. En la siguiente tabla se muestra solo los KPI para el objetivo estratégico de “excelencia operacional”.

Tabla 12. Resultados estratégicos gerencia de logística 2011-2015

RE	N	OBJETIVO	KPI ÁREA	DESCRIPCIÓN	KPI ANTAMINA	LÍNEA BASE	2011	2012	2013	2014	2015
EO	1	Asegurar un nivel de servicio óptimo a clientes internos	L008	Nivel de servicio (%) = Cantidad pedidos de stock a tiempo / Cantidad de pedidos de stock total	E01-1	90 (98)	92	93	94	95	95
	2	Asegurar un nivel óptimo de exactitud de inventario	L009	% exactitud del inventario = # de ajustes / total ítems contados	E01-1	>98,0 (2009)	>98,0	>98,5	>98,5	>99,0	>99,0
	3	Optimizar el uso de recursos logísticos	L010	Flete terrestre (\$/TM) carga general	E04-1	135 (2007)	120	120	120	120	120
	4	Mantener una rotación de inventario óptima de acuerdo a las necesidades de las operaciones	L011	Rotación de inventarios: consumo anual valorizado / valor de inventario mensual promedio	E01-1 E04-1	≥ 6,1 (2009 2Q)	≥ 2,70	≥ 2,75	≥ 2,80	≥ 2,83	≥ 2,85

Fuente: Plan estratégico Gerencia de Logística, 2015.

Se hará énfasis en la rotación de inventarios como parte fundamental de la gestión de la cadena, de acuerdo a ello para el año 2015 se esperaba que la rotación del inventario (LO11) encuentre en un valor igual o mayor a 2,85.

$$\text{Rotación de inventario} = \frac{\text{Consumo anual valorizado}}{\text{Valor de inventario promedio}}$$

Para revisar este objetivo, se observará el comportamiento de la rotación del inventario durante el año 2015, con la información del reporte mensual del área de inventarios. En el gráfico siguiente se muestra una tendencia decreciente de la rotación desde un valor de 2,37 de enero a un valor de 2,28 al cierre del 2015. Este es un primer indicador de que se encuentra fuera del resultado estratégico del plan de 5 años de la gerencia.

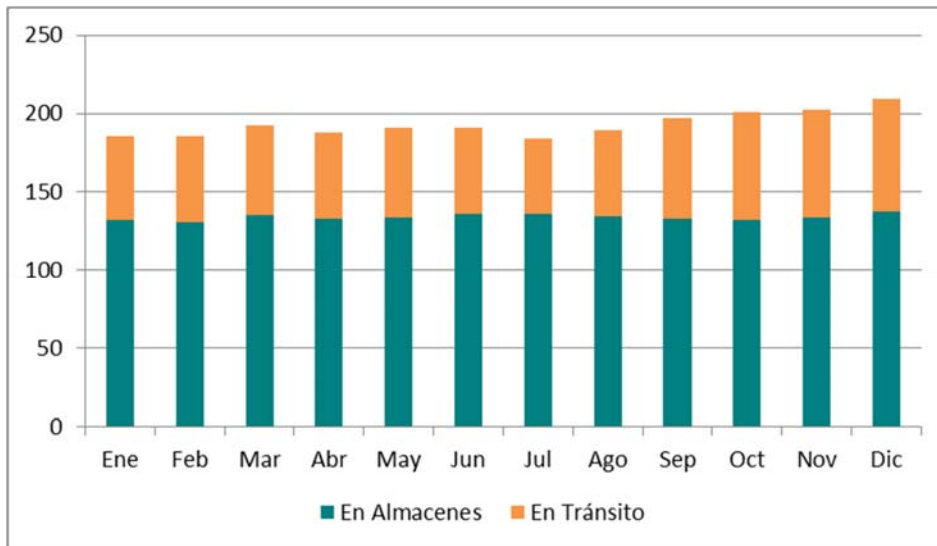
Gráfico 19. Rotación de inventario enero – septiembre 2015



Fuente: Reporte mensual Gerencia de Logística, diciembre de 2015.

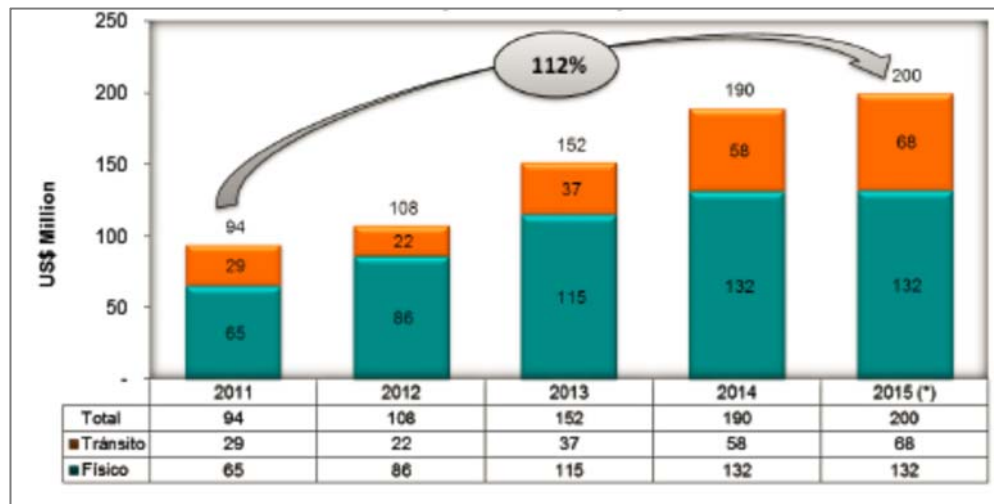
El siguiente análisis revisa el comportamiento del valor del inventario durante este mismo periodo. En los gráficos siguientes se muestra un incremento gradual de este valor, que un componente principal para la rotación. El incremento en el año 2015 es de aproximadamente US\$ 24 millones, considerando inventarios en almacenes y en tránsito.

Gráfico 20. Inventario valorizado (en millones) enero – diciembre 2015



Fuente: Reporte mensual Gerencia de Logística, diciembre de 2015

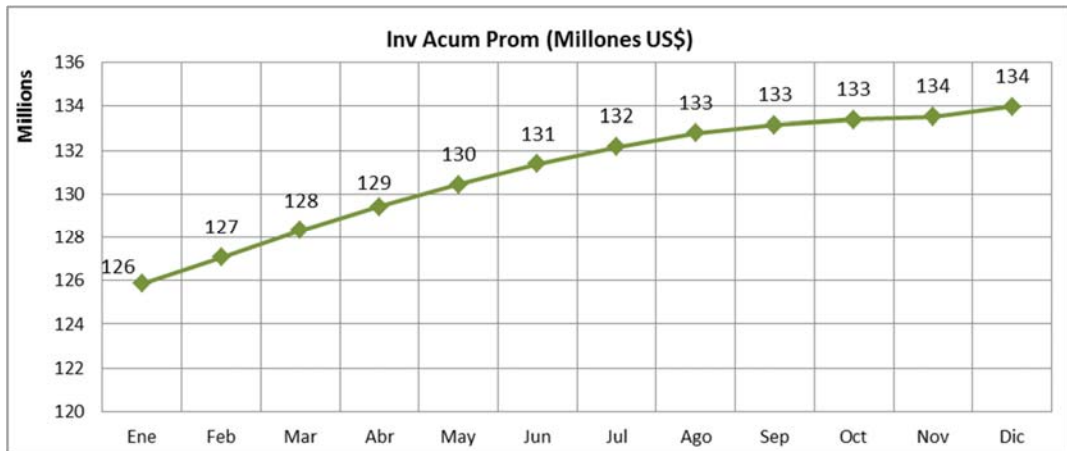
Gráfico 21. Inventario valorizado (en millones) 2011 – 2015



Fuente: Elaboración propia.

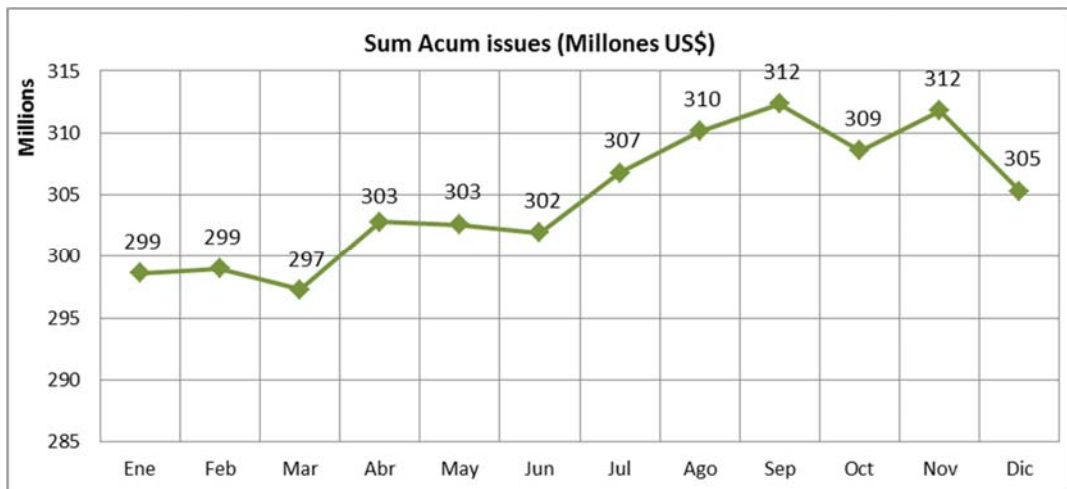
Finalmente, para tener la certeza de si el incremento del inventario se debe a factores de mayor inventario o disminución del consumo, se han realizado dos gráficos que muestran el inventario promedio y el consumo acumulado durante este periodo.

Gráfico 22. Inventario promedio acumulado enero – diciembre 2015



Fuente: Reporte mensual Gerencia de Logística, diciembre de 2015.

Gráfico 23. Consumos enero – diciembre 2015



Fuente: Reporte mensual Gerencia de Logística, diciembre de 2015.

Se aprecia que la disminución de la rotación de inventario ha sido fuertemente influenciada por el incremento del inventario; esto implica que aun cuando los despachos (que influyen en la rotación) han aumentado, el nivel de inventario ha aumentado en una proporción mayor.

Adicionalmente, un análisis del inventario de la composición del inventario por tipos de *commodity* brinda una aproximación de dónde se encuentra el incremento del inventario; se observa, en lo que va del año, que la mayor parte de inventario se concentra en repuestos para las palas, cargadores y perforadoras, repuestos para molinos y repuestos para las fajas.

Tabla 13. Composición de inventario por commodity

CD	COMMODITY	Dic (US\$)	Dic (%)
E1	EXPLOSIVOS NITRATO Y EMULSION	2,370,267	1.72%
L1	LLANTAS EQ. PESADOS Y LIVIANOS	4,530,753	3.29%
M1	MATERIALES Y EQUIPOS ELECTRICOS	7,417,616	5.39%
M2	MOTORES ELECTRICOS Y ACCESORIOS	2,326,996	1.69%
R1	REACTIVOS Y QUMICOS PLANTA CONC.	2,796,813	2.03%
RK	REPUESTO DE EQ.PESADOS KOMATSU	3,067,242	2.23%
BP	REPUESTOS BY PASS 5	714,913	0.52%
R2	REPUESTOS CHANCADORA PEBBLES	2,157,675	1.57%
R3	REPUESTOS DE CHANCADORAS	3,790,399	2.75%
R4	REPUESTOS DE INSTRUMENTACION	2,728,516	1.98%
R6	REPUESTOS EQ. LIVIANOS Y GRUAS	7,428,245	5.40%
R5	REPUESTOS EQ. PESADOS CAT	5,448,836	3.96%
R7	REPUESTOS EQUIPOS DE PLANTA	3,343,121	2.43%
R8	REPUESTOS FILTROS Y SECADORES	2,920,350	2.12%
R9	REPUESTOS PALAS,CARGADORES Y PERFO.	33,326,573	24.22%
RA	REPUESTOS PARA BOMBAS Y CYCLONES	5,005,620	3.64%
RB	REPUESTOS PARA MINERODUCTO	2,463,664	1.79%
RC	REPUESTOS PARA MOLINOS	29,641,850	21.54%
RD	REPUESTOS TRANSPORTADORA Y FAJA	9,502,605	6.91%
T1	TUBERIAS Y ACCESORIOS	453,692	0.33%
X1	X-MISCELANEOS	6,183,091	4.49%
TOTAL		137,618,837	100%

Fuente: Reporte mensual Gerencia de Logística, diciembre de 2015.

Es importante observar que el rubro “misceláneos” tiene un 4,5% de participación en el inventario; este rubro es justamente el que agrupa un mayor porcentaje de artículos incluidos en acuerdos de precios.

5.2. Planificación de mantenimiento

- Las cantidades requeridas se planean sobre la base del plan de minado de la compañía, a las cuales se les ajusta con un factor de seguridad de alrededor de 10%.
- No se comparte la información con el fabricante/proveedor a fin de escuchar recomendaciones técnicas y/o de tendencias de uso para su planificación.

5.3. Planificación de inventarios

- Las fórmulas para definir puntos de reposición e inventario de seguridad se afectan por algunos tiempos de entrega poco claros, por lo que se consideran básicamente dos factores para establecer los parámetros de reposición: el pronóstico de uso de las áreas usuarias y los consumos históricos de determinado producto. Además, la fórmula considera un 2% adicional a la reposición para mitigar algún impacto por imprevistos en algún punto de la cadena.
- No se comparte los niveles de inventario, los consumos históricos y futuros a los proveedores.
- Se tiene pocos acuerdos de precios con proveedores para garantizar el abastecimiento a futuro.

6. Conclusiones

- ii. Uno de los propósitos de la relación de colaboración entre proveedor-cliente es reducir los costos de transacción al crear lazos interorganizacionales. Resulta importante analizar si los esquemas de colaboración, formal o informalmente establecidos entre proveedores y clientes, existen y son aplicados de manera consistente y si su aplicación favorece de alguna forma la eficiencia de la gestión de abastecimientos y la posición competitiva de la empresa.
- iii. Si bien los procesos están estandarizados y los niveles de confiabilidad en estos son particularmente altos, aún es necesario implementar políticas de colaboración entre las diferentes áreas de la compañía, de modo que la información compartida permita tomar decisiones rápidamente ante algún cambio en la cadena de abastecimiento.
- iv. La particularidad de la operación minera impide que los cambios planteados se hagan sobre el grueso del inventario, debido a factores de criticidad ya expuestos; sin embargo, la propuesta de mejora considera una parte sustancial del inventario que aunque actualmente se encuentra bastante automatizada, es susceptible de ser mejorada.
- v. La solución propuesta comprende, además, mejoras en el desempeño de las operaciones internas en Antamina (aligeramiento de la carga laboral), y un control más eficiente de los inventarios de parte de los proveedores, lo que va a permitir mejorar también sus costos logísticos.

Capítulo IV. Solución propuesta

1. Diseño de las propuestas de mejora

1.1. Modelo de la propuesta de mejora

La propuesta se basa en la implementación de una solución VMI en la plataforma web del actual proveedor de comercio electrónico (Ebiz Latin). El sistema consiste en entregar la responsabilidad del manejo del inventario de los ítems de un acuerdo de precios que se tiene con un determinado proveedor; en la solución, el proveedor podrá controlar, planificar y administrar el inventario de Antamina, basándose en los consumos históricos, la demanda esperada y los niveles de inventario mínimo y máximo que son previamente pactados.

1.1.1. Objetivos del sistema

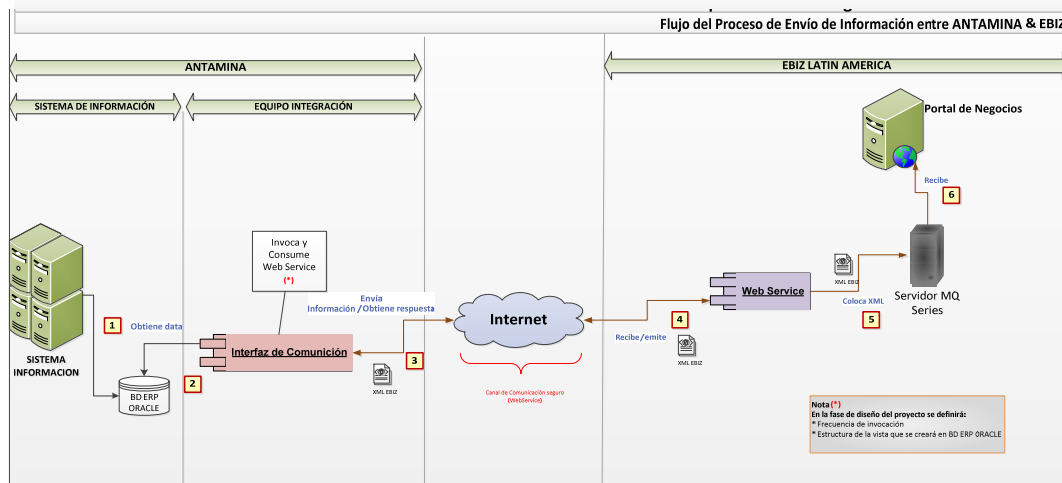
- Brindar a los proveedores una plataforma de información que permita tener visibilidad sobre el nivel de inventario de los productos que tiene Antamina, bajo contrato o acuerdo de precios con él.
- Permitir que los proveedores administren el nivel de inventario, aumentando la visibilidad a lo largo de la cadena y reduciendo los niveles totales del inventario a lo largo de la misma.
- Opción de determinar los niveles de inventario y la frecuencia de despacho para mantener la disponibilidad permanente de los productos, basado en la visión que tiene de los consumos de Antamina.

1.1.2. Arquitectura del sistema

Para la extracción y envío de la información desde Antamina hacia Ebiz se tomará en cuenta la siguiente arquitectura de integración:

- Antamina almacena la información de los movimientos VMI en la base de datos Oracle.
- La interfaz de comunicación extrae la información del ERP Ellipse de Antamina.
- La interfaz de comunicación genera un archivo XML basado en la información extraída.
- Para transmitir la información desde Antamina hacia Ebiz, la interfaz de comunicación invoca y consume al servicio web.
- La interfaz de comunicación espera la respuesta.
- El servicio web valida y coloca la información en el MQ Series.
- De obtener respuesta, el portal de Ebiz procesa el archivo XML.
- El XML será único para todos los tipos de movimientos.

Gráfico 24. Flujo del proceso de envío de información



Fuente: Elaboración propia.

1.1.3. Interfaz de comunicación

- Conexión a base de datos Oracle
- Conexión a servicio web
- Respuesta de servicio web
- Validar información extraída

Los componentes de integración se mencionan a mayor detalle en el anexo 1.

1.2. Funcionalidades del sistema

La propuesta incluye el diseño de un sistema modular en la web con una serie de menús interactivos para explotar la funcionalidad de la aplicación web.

1.2.1. Consulta de kardex

Esta funcionalidad le permite al proveedor consultar, además de los saldos y los consumos históricos, los productos que se encuentran en Antamina, de manera que podrá realizar la reposición de acuerdo con los *stocks* mínimos, máximos y punto de reorden pactados.

El kardex considerará los siguientes movimientos de inventario:

- Ingresos
- Guía de remisión
- Ajuste positivo de inventario
- Salidas
- Vales de consumo
- Ajuste negativo de inventario

Para acceder a esta funcionalidad, el portal contará con la opción “Kardex” del submenú “Movimiento”:

Gráfico 25. Menú movimiento kardex



Fuente: Elaboración propia.

Al seleccionar la opción, se mostrará la interfaz que se muestra a en el siguiente gráfico.

Gráfico 26. Consulta de movimientos

MOVIMIENTOS						CONSULTA				
Proveedor:	VULCO PERU S.A				Almacén:	CONC				
Código / Nro. Parte:	<input type="text"/>				<input type="button" value="Buscar"/>					
Tipo Movimiento:	Seleccionar				Tipo Documento:	Seleccionar				
Nro. Documento:	<input type="text"/>									
Fecha de Inicio:	4 Dic 2014				Fecha de Fin:	11 Dic 2014				
<input type="button" value="Buscar"/> <input type="button" value="Limpiar"/>										
Fecha Documento	Fecha Proceso	Tipo Movimiento	Tipo documento	Nro. de Documento	Código Producto	Cantidad	Stock	Consumo Acumulado	Almacén	
2014-12-04 15:10:09.183	2014-12-04 15:07:40.0	SALIDA	VALE DE CONSUMO	KB1600 - 1	001050533	5.00	6.00	1.00	CONC	
2014-12-05 17:20:14.382	2014-12-05 17:13:28.0	SALIDA	VALE DE CONSUMO	CB1735 - 3	001101716	1.00	3.00	2.00	CONC	
2014-12-05 17:20:33.477	2014-12-05 17:13:29.0	SALIDA	VALE DE CONSUMO	CB1735 - 1	001101823	2.00	2.00	10.00	CONC	
2014-12-05 17:20:35.628	2014-12-05 17:13:29.0	SALIDA	VALE DE CONSUMO	CB1735 - 2	001101740	2.00	3.00	9.00	CONC	
2014-12-06 00:00:00.0	2014-12-09 17:37:40.553	ENTRADA	GUIA DE REMISION	005-00075990	001315902	1.00	2.00	5.00	CONC	
2014-12-06 00:00:00.0	2014-12-09 17:37:40.557	ENTRADA	GUIA DE REMISION	005-00075990	000386735	1.00	9.00	3.00	CONC	
2014-12-06 00:00:00.0	2014-12-09 17:37:40.561	ENTRADA	GUIA DE REMISION	005-00075990	000461798	1.00	9.00	2.00	CONC	
2014-12-06 00:00:00.0	2014-12-09 17:37:40.566	ENTRADA	GUIA DE REMISION	005-00075990	000386600	1.00	9.00	3.00	CONC	
2014-12-06 00:00:00.0	2014-12-09 17:37:40.57	ENTRADA	GUIA DE REMISION	005-00075990	000386508	1.00	9.00	4.00	CONC	
2014-12-06 00:00:00.0	2014-12-09 17:37:40.574	ENTRADA	GUIA DE REMISION	005-00075990	000386722	1.00	8.00	4.00	CONC	

Fuente: Elaboración propia.

La interfaz permitirá mostrar la información requerida de los movimientos de acuerdo con los siguientes filtros de búsqueda: código producto, almacén, tipo de movimiento, tipo de documento, número de documento y rango de fechas.

1.2.2. Consulta de stock

En esta opción el proveedor podrá revisar el *stock* del inventario, los puntos de pedidos y cantidad de pedidos. Además, se va incluir la posibilidad de realizar exportación de la data, poder revisar la fecha de actualización de los saldos, y adicionalmente existe una serie de filtros para manipular la data.

Información adicional como las órdenes de compra pendientes de atención y órdenes en tránsito resultan valiosos para la visibilidad de la cadena.

Gráfico 27. Consulta de productos VMI

PRODUCTO VMI
CONSULTA STOCK

Proveedor:	3M PERU S.A.
Almacén:	TSHP
Producto por:	
<input checked="" type="radio"/> Código Producto <input type="radio"/> Número Parte <input type="radio"/> Descripción	
Estado del producto:	<input checked="" type="radio"/> Habilitado <input type="radio"/> Deshabilitado

Buscar
Limpiar

	Cod. Prod. Cliente	Cod. Prod. Proveedor	Número Parte	Fabricante	Desc. Prod. Cliente	Und.	Almacén	Stock	En tránsito	En Orden Compra	Reorder Point	Reorder Qty	Última actualización
<input type="radio"/>	000502948	70071042231	7093 B	3M	CARTRIDGE	EA	TSHP	315.00	0.00	0.00	132.00	576.00	08/12/2014 07:00
<input type="radio"/>	000502930	70071042785	7502	3M	RESPIRATOR	EA	TSHP	76.00	0.00	0.00	31.00	100.00	08/12/2014 07:00
<input type="radio"/>	000427971	HT00200130	SCOTCH 23	3M	TAPE SPLICING	ROLL	TSHP	96.00	0.00	0.00	23.00	60.00	09/12/2014 07:00
<input type="radio"/>	000427757	WV000010317	WV-0000-1031-7	3M	TAPE MASKING 2210	ROLL	TSHP	47.00	0.00	206.00	67.00	200.00	07/12/2014 07:02
<input type="radio"/>	000427658	8005004900	SCOTCH 2210	3M	TAPE ELECTRICAL INSUL	ROLL	TSHP	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	29/09/2014 07:04
<input type="radio"/>	000424275	75030004102	3290	3M	TAPE REFLECTIVE	ROLL	TSHP	0.00	0.00	3.00	1.00	3.00	21/07/2014 17:10
<input type="radio"/>	000424242	75029961010	3277	3M	TAPE REFLECTIVE	ROLL	TSHP	3.00	0.00	0.00	0.00	2.00	21/07/2014 17:10
<input type="radio"/>	000424218	75029960939	3275	3M	TAPE REFLECTIVE	ROLL	TSHP	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	21/07/2014 17:10
<input type="radio"/>	000424192	75029970618	3272	3M	TAPE REFLECTIVE	ROLL	TSHP	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	21/07/2014 17:10
<input type="radio"/>	000424176	75029957802	3271	3M	TAPE REFLECTIVE	ROLL	TSHP	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	21/07/2014 17:10

<< < Página 1 > >> de 12

Fuente: Elaboración propia.

1.2.3. Consulta de consumos

Se muestra la información referente al consumo por producto y por fechas, de igual manera esta data puede ser exportada y/o aplicar filtros por almacenes o periodos de fechas.

Gráfico 28. Consulta de consumos

CONSUMOS CONSULTA

Proveedor: 3M PERU S.A. Almacén: TSHP

Código:

Periodo Inicio: 1 Ene 2014 Periodo Fin: 11 Dic 2014

Código Producto	Almacén	Periodo	Consumo
00000125	TSHP	2014 12	74.00
00000125	TSHP	2014 11	122.00
00000125	TSHP	2014 10	181.00
00000125	TSHP	2014 09	192.00
00000125	TSHP	2014 08	145.00
00000125	TSHP	2014 07	154.00
00000125	TSHP	2014 06	231.00
00000125	TSHP	2014 05	236.00
00000125	TSHP	2014 04	235.00
00000125	TSHP	2014 03	187.00

<< < Página 1 de 90 > >>

Fuente: Elaboración propia.

1.2.4. Sugerencia de reposición

Gráfico 29. Sugerencia de reposición del inventario

REPORTE DE DIVENTARIO CONSULTA

Cliente: COMPAÑIA MINERA ANTAMINA S.A. Semaforo: Seleccionar

Código / Nro. Parte:

Fecha: 25 Sep 2013

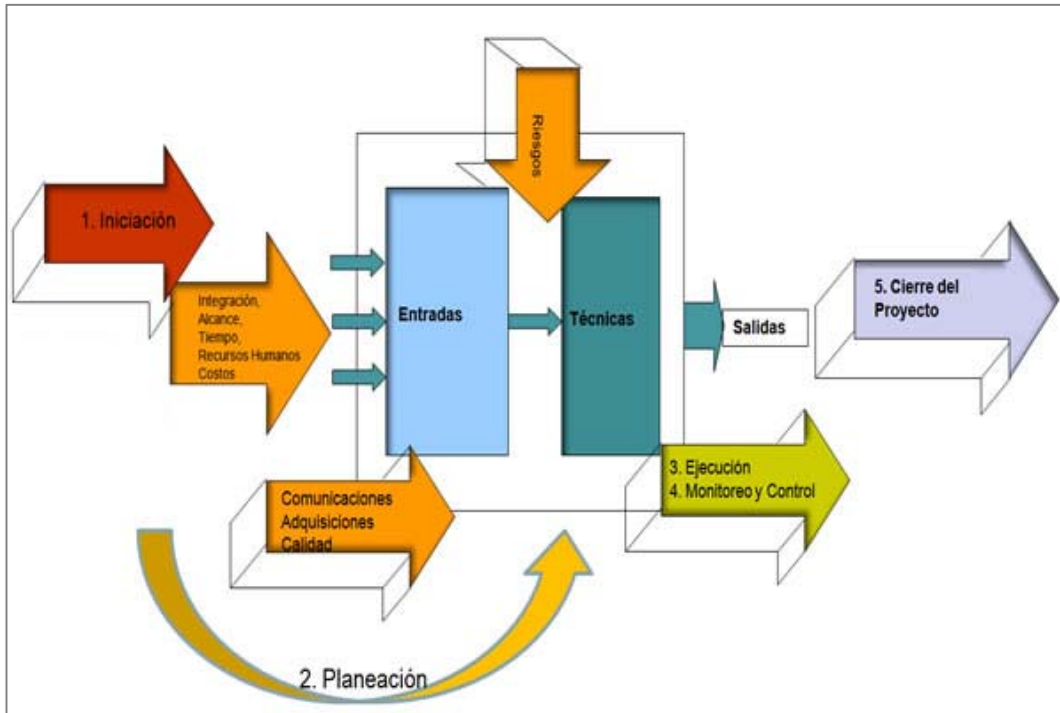
Cod. Producto	Stock	Reorder Point	Reorder Quantity	Semaforo	Propuesta	Seleccionar
0004578	40	10	30	●	<input type="text" value="30"/>	<input type="checkbox"/>
0004579	10	10	30	●	<input type="text" value="40"/>	<input type="checkbox"/>
0004588	0	10	30	●	<input type="text" value="30"/>	<input type="checkbox"/>

Fuente: Elaboración propia.

1.3. Plan de implementación

Se utilizará la metodología de manejo de proyectos bajo la metodología PMI (gráfico 30), para la cual la empresa proveedora de los servicios será responsable de la dirección completa del proyecto, contando con el patrocinio tanto de la Gerencia de Logística como de la Gerencia General del proveedor.

Gráfico 30. Esquema de la metodología PMI



Fuente: Universitat de Barcelona, 2015.

En el anexo 2 se indican el organigrama propuesto para el proyecto, importante para el manejo de los recursos y para el escalamiento en caso de existir problemas.

El anexo 3 muestra el cronograma de trabajo y la duración total de proyecto; se estima un total de 120 días de trabajo para el proyecto.

Capítulo V. Evaluación económica del proyecto

1. El proyecto

El proyecto planteado como alternativa de solución propone establecer un manejo de inventarios administrado por proveedores, de modo que a través del uso de un módulo adicional en el portal web utilizado por Compañía Minera Antamina, el proveedor tenga acceso a la información en tiempo real sobre los niveles de stock de cada uno de sus productos, así como la proyección de consumo de los mismos.

2. Alcance

El alcance del proyecto incluye sólo los materiales que se compran de manera automática producto de una reposición por acuerdo de precios negociado con proveedores, es decir sólo se trabajara con los ítems del tipo FPA (descrito en el capítulo III), la cantidad de ítems involucrados y su monto de compra anual se detalla en el siguiente cuadro:

Tabla 14. Alcance del proyecto

	Ítems	Monto
FPA	97,700	\$ 13.624.036

Fuente: Elaboración propia.

Adicionalmente, se ha desarrollado el project charter del proyecto:

Tabla 15. Project charter

<p>Nombre del proyecto: Implementación de un modelo de cadena de suministro colaborativa a través de VMI.</p>	<p>Siglas del proyecto: LOG-ANTA-VMI16</p>
<p>Descripción del proyecto: Implementación de un modelo de cadena de suministro colaborativa, a través de un sistema de inventario administrado por proveedores en las categorías de inventario de reposición automática y que se encuentren incluidos en negociaciones por acuerdo de precios. El proyecto estará a cargo de un responsable de compras que contará con asesoría informática. Este comité se encontrará formado por:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Jefe de proyecto. • Analista informático. <p>Se prevé que el contrato a implementar tendrá una duración de 5 años contados a partir de la firma del contrato. No se utilizará ningún otro modelo de trabajo para la adquisición de estos bienes dentro de la empresa.</p>	
<p>Objetivos del proyecto:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Disminuir el costo de capital inmovilizado. • Personal enfocado en tareas que agregan valor. • Disminuir la posibilidad de roturas de stock. 	<p>Problemática actual:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El capital inmovilizado en la compañía representa un alto nivel de gasto. • Emisión de órdenes de compra con cantidades mínimas debido a un bajo nivel de planificación. • Respecto a los costos, posibilidad de mejorar los costos de estas referencias.
<p>Tiempo de duración del proyecto: 120 días</p>	<p>Costo estimado del proyecto: \$ 226,129.83</p>

Fuente: Elaboración propia.

3. Costo del proyecto

El objetivo de esta sección consiste en estimar una proyección de ingresos y egresos potenciales para el proyecto; por lo que, se han dividido los métodos para calcular cada uno de éstos.

3.1. Ingresos del proyecto

Para el cálculo de ingresos, el proyecto intenta aplicar una metodología que permita reducir las cantidades de inventario de cada uno de los productos incluidos en un acuerdo de precio, de manera que éstas se mantengan siempre en el nivel mínimo de stock (punto de reposición mínimo). Considerando esto, los ingresos del proyecto estarán representados por el costo de la disminución del valor de inventario luego de la aplicación de la metodología VMI. Estos ingresos representan un total de US\$ 3.925.289,05 (Tabla 16).

Tabla 16. Cálculo de ingresos del proyecto

Proyecto VMI	Cantidad de ítems en FPA	Valor de inventario
Actual	97.700,00	13.624.079,31
Propuesto	97.700,00	9.698.790,26

Fuente: Elaboración propia.

3.2. Egresos del proyecto

Para calcular los gastos relacionados al proyecto se ha considerado como monto fijo el costo de implementación del módulo VMI en la plataforma B2M. Adicionalmente, se ha considerado un costo variable producto del incremento de los precios de los productos incluidos en acuerdos de precios. Este incremento obedece a la premisa que los proveedores van a ser objeto del traspaso de la gestión y administración de sus inventarios por lo que, posiblemente incrementarán su precio de venta tras aumentar las responsabilidades laborales asumidas. En ésta línea de análisis, se ha hecho una evaluación utilizando el método estadístico “Montecarlo” que, partiendo de una distribución donde la probabilidad de ocurrencia es uniforme, simula los distintos escenarios de comportamiento de los proveedores con acuerdo de precios vigente y bajo las siguientes consideraciones:

- Se parte de la premisa de que los proveedores, al tener a su cargo la administración de los inventarios y proyección de compras, van a requerir incrementar el precio de los productos incluidos en acuerdo de precios.
- El incremento máximo aceptable es de 3% del total del monto del acuerdo, por lo que se ha trabajado el modelo considerando rangos de 0% a 1%, de 1% a 2% y de 2% a 3%.
- Un escenario de evaluación pesimista va a considerar el rango de mayor aumento (entre 2% y 3%), un escenario moderado evaluará un aumento medio (entre 1% y 2%) mientras que el escenario de evaluación optimista considerará el menor aumento en el precio de los productos relacionados a un acuerdo (entre 0% y 1%).
- Se va a tener en cuenta el cumplimiento de entregas de órdenes de compra según los plazos pactados.
- El porcentaje de cumplimiento de entregas redundará en la clasificación de proveedores para simular el modelo.
- El método considera que los proveedores que tengan un alto grado de cumplimiento en sus entregas tendrán una mayor tendencia a ofrecer un aumento relativamente más bajo que uno

que tenga alto grado de incumplimiento. Esto es debido a que el grado de cumplimiento está fuertemente ligado a la competencia del equipo asignado a ésta tarea, de suerte que los proveedores con equipos más consolidados para la labor tendrán relativamente menos dificultad para asumir las tareas adicionales en comparación con un equipo más inexperto que requeriría una mayor inversión.

- El método se detalla más adelante en el presente documento en el anexo 4. El resumen de los resultados se muestra en la tabla 17.
- Se considera un costo fijo por el servicio de implementación del nuevo módulo propuesto en la plataforma web que utiliza actualmente la empresa.

Tabla 17. Egresos del proyecto

Servicio de implementación	9.692,56
Escenario pesimista	352.714,91
Escenario moderado	216.433,50
Escenario optimista	80.163,41

Fuente: Elaboración propia.

3.3. Evaluación del proyecto

Para realizar la evaluación se ha definido que el proyecto será financiado netamente por aporte propio; considerando las inversiones, los ingresos y todos los gastos operacionales del proyecto. Esta evaluación considera 3 posibles escenarios: pesimista, moderado y optimista. El resumen mostrado en la tabla 18 que incluso en el escenario más adverso, el ahorro estaría en el orden del 26%, con lo que se estaría alcanzando el objetivo propuesto inicialmente de reducir el capital inmovilizado por inventario.

Tabla 18. Resumen de costos del proyecto

Valor esperado de FPA después del proyecto		Porcentaje de ahorro
Escenario pesimista	10.061.197,73	26,15%
Escenario moderado	9.924.916,32	27,15%
Escenario optimista	9.978.646,22	28,15%

Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones

1. En primer lugar, se debe mencionar que el propósito de la presente investigación, que ha sido descriptiva, se ha cumplido, ya que básicamente se ha buscado proponer una alternativa que permita reducir los costos logísticos asociados al manejo y control de inventarios en mina y tránsito. El proyecto propuesto considera diferentes variables de la cadena de abastecimiento en Antamina y propone iniciar, a pequeña escala, el establecimiento de prácticas colaborativas que, si bien no son de común aplicación, se alinean perfectamente a los objetivos e ideales de la compañía, fortaleciendo así las relaciones con proveedores y mejorando las reputaciones en ambos lados de la cadena. Según lo desarrollado en la investigación, es posible obtener una reducción de costos del orden del 26%, con lo que se estaría alcanzando el objetivo principal planteado.
2. Independientemente de la implantación de una práctica colaborativa; la coyuntura actual de reducción de crecimiento en el país, los fenómenos climáticos y factores políticos y sociales que afectan al mercado, la búsqueda de eficiencia en costos se convierte en una obligación para las compañías que buscan ser competitivas en sus sectores y persiguen modelos de eficiencia y rentabilidad operativa.
3. Las interacciones cliente-proveedor son básicamente de carácter formal y se rigen a sí mismas a través de contratos que van a definir las características de esta relación. Del análisis realizado se infiere que estas interacciones deberían definirse más por un carácter semi-formal basado en la confianza y gratitud que se construye a ambos lados del vínculo; esto sin dejar de lado el carácter formal que enmarca un contrato.
4. Otro paradigma que se pretende quebrar proviene de parte de los proveedores, ya que sus políticas hacia la satisfacción del cliente no son comunes y generalmente se centran remarcando la idea de postventa y no ofreciendo un servicio más amplio que garantice la continuidad de las operaciones a través del involucramiento en sus operaciones y en la consecución de sus objetivos.

Bibliografía

Armstrong, G., Kotler, P. y Cunningham, M. (2005). *Principles of marketing*. Toronto: Pearson Prentice Hall.

Ballou, R. (2004). *Business logistics - Supply chain management: planning, organizing, and controlling the supply chain*. Cleveland: Pearson Prentice Hall.

Campuzano, F., Martinez, E. y Ros, L. (2010). Cadenas de suministro tradicionales y colaborativas. Análisis de su influencia en la gestión de la variabilidad de la demanda. *DYNA*, Vol. 85 N° 1, 33-40.

Cannella, S., Ciancimino, E., Framinan, J. y Disney, S. (2010). The Four Supply Chain Archetypes. *Universia Business Review*, 1-16.

Chopra, S. y Meindl, P. (2008). *Administración de la cadena de suministro: Estrategia, Planeación y Operación. Tercera Edición*. Mexico: Pearson education.

Comisión Chilena del Cobre (2015, 12 15). Retrieved from <http://www.cochilco.cl>

Compañía Minera Antamina (2006, 12). Procedimiento para reposición de inventarios. *Manual de compras en ellipse*. Lima, Lima, Peru.

Compañía Minera Antamina (2013, 12 12). Procedimiento de creación de items en el catálogo de Antamina. *Creación de items en el catálogo de Antamina*. Huari, Ancash, Peru: Compañía Minera Antamina.

Compañía Minera Antamina (2013). *Reporte de Sostenibilidad Antamina 2012*. Lima: Compañía Minera Antamina.

Compañía Minera Antamina (2014). *Reporte de Sostenibilidad Antamina 2013*. Lima: Compañía Minera Antamina.

Compañía Minera Antamina (2015). *Reporte de sostenibilidad Antamina 2014*. Lima: Compañía Minera Antamina.

Compañía Minera Antamina (2015). *Reporte mensual de logística - Diciembre 2015*. Yanacancha: Compañía Minera Antamina.

Correa, A. y Gómez, R. (2009). Tecnologías de la información en la cadena de suministro. *DYNA*, 37-48.

Dammert Lira, A. y Molinelli Aristondo, F. (2007). *Panorama de la minería en el Perú*. Lima: Organismo supervisor de la inversión en energía y minería - Osinergmin.

Fleitman, J. (2010). *Como empezar una empresa exitosa*. Mexico: Mc Graw Hill.

Frazelle, E. (2015). *Inventory Strategy: Maximizing Financial, Service and Operations Performance with Inventory Strategy*. New York: McGraw Hill Education.

Ganeshan, R. y Harrison, T. (1995). *An introduction to supply chain management*. Pennsylvania.

Heberling, M. (1993). The Rediscovery of Modern Purchasing. *International Journal of Purchasing and Materials Management*, 48-53.

Instituto Nacional de Estadística e Informática (2014). *Compendio estadístico Perú 2014*. Lima: INEI.

Linares, E. (2014, 05 19). Una filosofía de trabajo conjunto. Lima, Lima, Peru.

Mejia, J. (2016). Balance del 2015 y perspectivas para el 2016 del sector minero. *Revista Rumbo Minero*.

Mentzer, J. (2004). *Fundamentals of supply chain management: Twelve drivers of competitive advantage*. Knoxville: SAGE.

Montoya-Torres, J. y Ortiz, D. (2011). Análisis del concepto de colaboración en la cadena de suministro: Una revisión de la literatura científica. *Ninth LACCEI Latin American and Caribbean Conference (LACCEI'2011), Engineering for a Smart Planet, Innovation, Information Technology and Computational Tools for Sustainable Development*. (p. 3). Medellin: WE1- 1.

Tidström, J. y Kaczmarek, K. (2006). Programa de tecnologías de fabricación: hacia la experiencia operacional. *Revista ABB*, 52-54.

Tumialán de la Cruz, P. (2003). *Compendio de yacimientos minerales en el Perú*. Lima: Ingenmet.

Universitat de Barcelona (2015, 02 08). *EAE Business school*. Retrieved from <http://www.obs-edu.com/>

Webb, R. y Fernández Baca, G. (2014). *Anuario estadístico Perú en números 2014*. Lima, Lima, Perú: Instituto Cuánto.

Wood Mackenzie Ltd. (2006). *Antamina copper mine*. London: Wood Mackenzie Ltd.

Wood Mackenzie Ltd. (2015). *Global copper long-term outlook Q4 2014*. London: Wood Mackenzie Ltd.

Anexos

Anexo 1. Descripción de componentes de integración

Componentes

Se describen los componentes que actúan dentro de una interfaz de comunicación con el portal, siendo estas independientes del ERP de Antamina:

- ERP Ellipse: Sistema de gestión del Antamina, se obtendrá la información del ERP y se colocará en la base de datos del componente de integración.
- Componente de integración: Aplicación desarrollada en java por la empresa dueña del portal. Esta aplicación cuenta con una base de datos intermedia (que puede ser instalada sobre cualquier motor de base de datos con que cuente Antamina), donde se almacena toda la información que es enviada por este medio. Realiza la comunicación con el servidor de mensajería MQ.
- IBM Websphere MQ Series: Servidor de mensajería que se encarga del envío y recepción de mensajes que se transmitan con el portal a través de internet

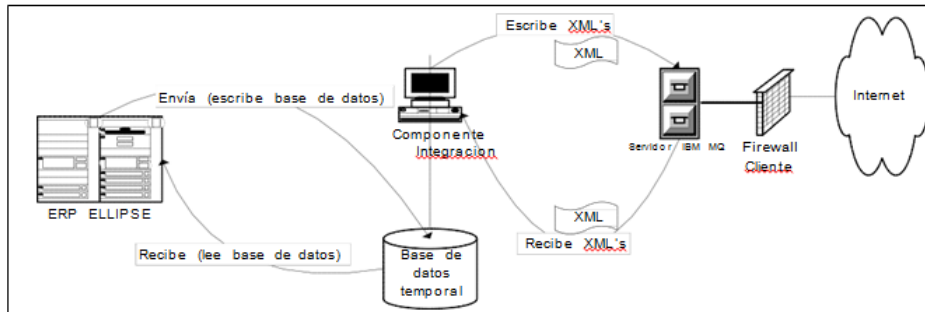
Proceso de Integración

La información que se obtiene del ERP, es almacenada en la base de datos temporal creada para el componente de integración.

El componente de integración antes de enviar la información, realiza las validaciones correspondientes y arma el XML que será enviado al portal a través del servidor MQ.

Igualmente, el componente de integración, valida y almacena en la base de datos, la información que se obtienen del servidor MQ, enviada por el portal, de manera que pueda ser leída por la interfaz de comunicación del cliente.

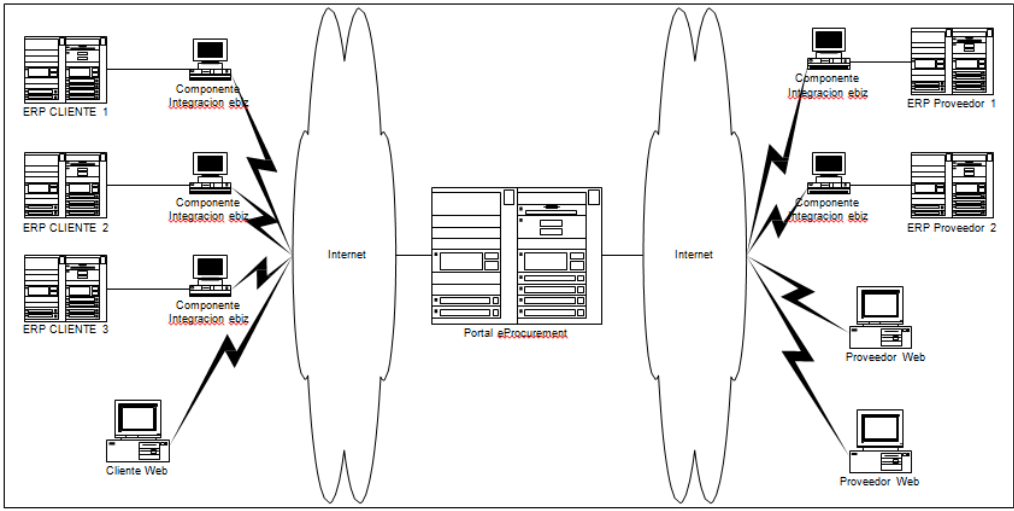
El proceso de comunicación se puede apreciar en la siguiente figura:



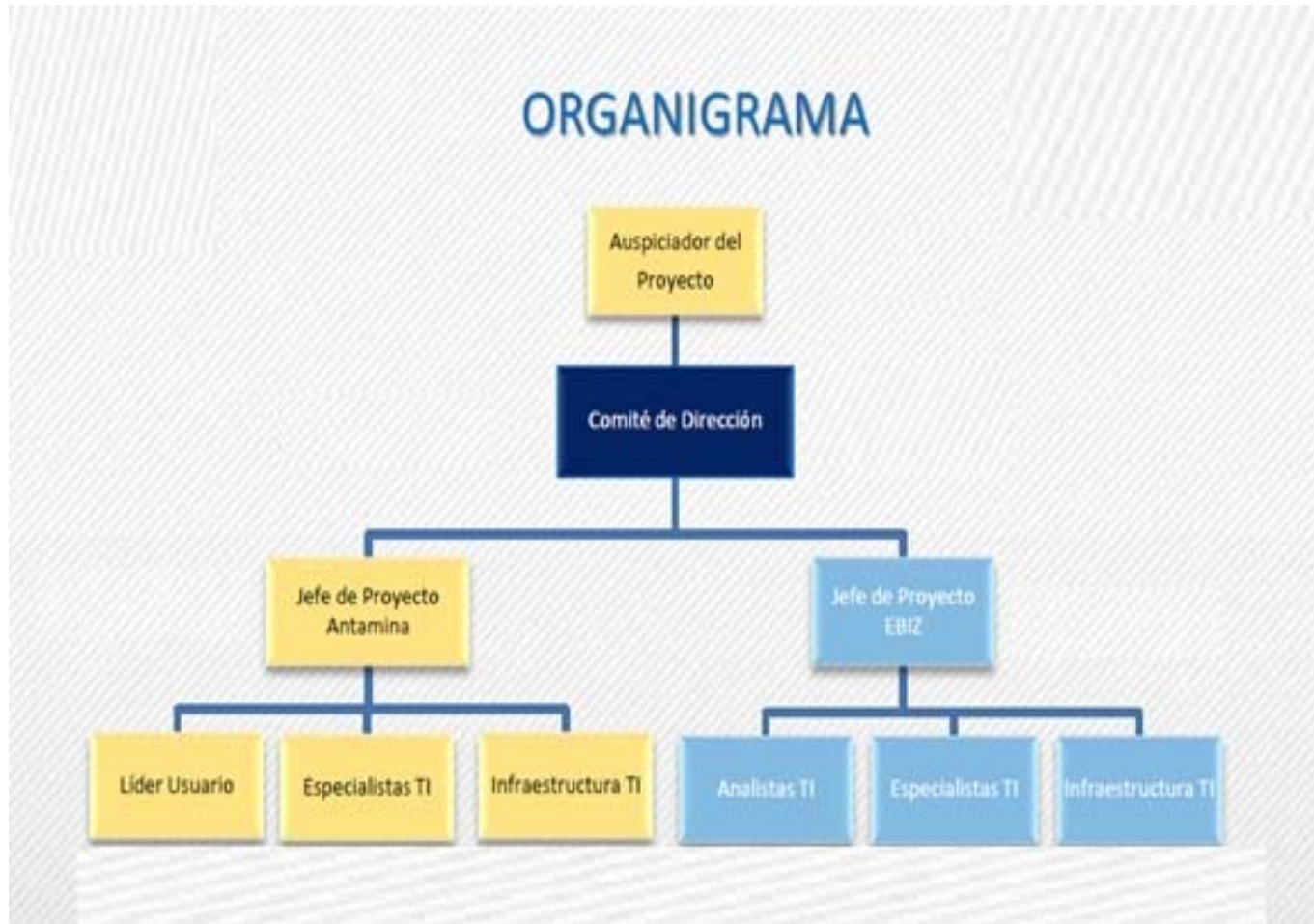
Estándar de Comunicación

- El módulo realiza las comunicaciones entre sistemas a través del estándar de comunicación XML (Extensible Markup Language).
- Para cada tipo de comunicación se tiene una especificación diferente de XML, que están definidos por un DTD (Document Type Definition) diseñados por el proveedor de servicios.

La arquitectura general de comunicación del producto e-delivery se puede apreciar en el siguiente diagrama



Anexo 2. Organigrama del proyecto



Anexo 3. Cronograma de implementación

Proyecto Antamina - Usufructo y VMI	79.75 días
INICIO	16.88 días
Seguimiento a Inicio	1.5 días
Planificación	1.5 días
Kick off	0.5 días
Elaborar y enviar Acta de inicio de Proyecto	0.25 días
Verificar Configuración de Equipos de Desarrollo en Antamina	1.88 días
ANÁLISIS Y DISEÑO	22 días
Seguimiento al análisis y diseño	22 días
ANÁLISIS	14.25 días
DISEÑO	10.5 días
DESARROLLO	37.5 días
Seguimiento a Desarrollo	0 días
Desarrollo de XML's - ANTAMINA	10 días
Desarrollo de Interfaz de comunicación - EBIZ	10.5 días
Desarrollo Portal Web y Web service - EBIZ	31 días
Funcionalidades terminadas	0 días
Creación de data de prueba para pruebas integrales	1.75 días
Pruebas integrales ambiente QA	6.5 días
PRUEBAS	13.5 días
Seguimiento a Pruebas	0 días
Documentación	1.5 días
Transferencia de conocimiento a Consultor Comercial	0.5 días
Pruebas Integrales Internas - QA	3.5 días
Pruebas Integrales con Sistemas - QA	5 días
Pruebas Integrales con Usuarios Antamina - QA	5 días
Verificar Configuración de Equipos de Producción en Antamina	1.75 días
PREPARACIÓN FINAL	4.25 días
Seguimiento a Preparación Final	4.25 días
Coordinación para Salida en Vivo- Área Comercial	1 día
Pase a Producción Desarrollo de XML's - ANTAMINA	2 días
Pase a Producción Interfaz de comunicación - EBIZ	2.25 días
Pase a Producción Web Service - EBIZ	2.25 días
Pase a Producción Portal Web	2.25 días
Pruebas finales	1 día
Salida en vivo	0 días
SOPORTE POST-PRODUCCIÓN	5.5 días
Soporte y monitoreo Post Producción	5 días
Cierre	0.5 días
GESTIÓN	77.25 días
Reunión de gestión de proyecto	77.25 días

Anexo 4. Simulación “Montecarlo”

En la tabla 19 se observa el detalle de los proveedores con acuerdo de precios vigentes así como los porcentajes de cumplimiento en las entregas de órdenes de compra que ha tenido cada uno de ellos. Vemos también, el monto anual correspondiente a cada uno de los acuerdos.

Tabla 19. Detalle de acuerdos de precios

Proveedor	Porcentaje cumplido	Porcentaje no cumplido	Monto FPA (en dólares)
MITSUI AUTOMOTRIZ S.A	36.64%	63.36%	969.106,64
AMERICAN INDUSTRIAL EQUIPMENT	75.19%	24.81%	623.337,48
OUTOTEC PERU SAC	71.12%	28.88%	609.206,23
ELECTRO FERRO CENTRO SAC	79.10%	20.90%	598.776,40
3M PERU SA	59.69%	40.31%	504.133,14
TECNIMPORT SA	61.90%	38.10%	461.793,46
ORICA MINING SERVICES PERU SA	78.26%	21.74%	406.000,60
MERCK PERUANA SA	30.77%	69.23%	388.464,95
ATLAS COPCO PERUANA S.A.	66.10%	33.90%	374.579,64
SERVICIOS CHENILLE SRLTDA	88.64%	11.36%	345.965,60
SEKUR PERU SA	64.44%	35.56%	339.913,33
CONFEC TEC ALTERNATIVA DOS MIL	67.00%	33.00%	330.652,25
UNION TECNICO COMERCIAL SRL	84.42%	15.58%	324.709,71
INTERNATIONAL WHEEL SAC	68.10%	31.90%	280.125,61
QUIMICOS UNIDOS SAC	100.00%	0.00%	270.398,00
US INGENIERIA TECNICA MINER COME	96.88%	3.13%	255.471,10
SERVICIOS MULTIPLES SHEYHUA SAC	49.21%	50.79%	248.792,92
SOLDEX SA	26.53%	73.47%	244.234,14
JC METALES INDUSTRIALES SAC	57.75%	42.25%	242.865,54
SEGURINDUSTRIA SA	59.79%	40.21%	240.953,52
TECNOMINA SAC	43.75%	56.25%	232.070,78
EUROGROUP SAC	34.12%	65.88%	230.849,23
GR TECH SAC	56.41%	43.59%	215.073,74
EMERSON PROCESS MANAGEMENT	62.16%	37.84%	205.173,00
REGIANZ SRL	45.95%	54.05%	186.658,28
B & L ASOCIADOS SA	65.17%	34.83%	174.834,86
EXANCO SAC	81.48%	18.52%	172.612,34
INGENIERIA Y SERVICIOS ASOCIADOS	60.00%	40.00%	167.496,49
PRECISION PERU SA	91.11%	8.89%	159.824,88
MEXICHEM PERU SA	62.50%	37.50%	156.840,64
WESTFIRE SUDAMERICA SRL	32.84%	67.16%	156.314,86
MODEPSA SAC	23.80%	76.20%	147.401,61
SKF DEL PERU SA	69.23%	30.77%	141.020,21
TRADI SA	33.80%	66.20%	135.442,98
TOGNETTI SA	94.06%	5.94%	127.521,20
FERRETERIA LA PRIMAVERA SA	47.83%	52.17%	127.084,50
KMV INVERSIONES MIRANDA EIRL	41.55%	58.45%	123.728,18
MSA DEL PERU SAC	67.61%	32.39%	121.683,18
FILTROS LYS SA	14.43%	85.57%	114.461,26
HYDRAULIC SYSTEMS SAC	75.76%	24.24%	110.398,37

PROCABLES S.A.	63.06%	36.94%	108.037,91
NEUMA PERU CONTRATISTAS GEN SAC	37.50%	62.50%	107.340,00
JADEMS SERVICIOS GENERALES SRL	22.86%	77.14%	104.676,92
TECSEG S.A.C.	20.00%	80.00%	100.787,50
MINING DEALERS EIRL	75.00%	25.00%	99.674,60
CORP PERUANA DE PCTOS QUIMICOS	13.40%	86.60%	95.478,89
CARDELE REPRESENTACIONES SRL	100.00%	0.00%	90.860,00
GRUPO TECNOLOGICO DEL PERU	47.25%	52.75%	90.430,00
ABASTEC Y SERV INDUSTRIALES SA	82.63%	17.37%	87.320,18
ANALAB SRL	54.17%	45.83%	78.794,60
GOLDEX SA	42.86%	57.14%	76.883,80
DORICH & WATKIN SAC	90.36%	9.64%	73.070,75
GEYER KABEL PERU SAC	14.29%	85.71%	72.422,10
MARTIN ENGINEERING PERU SRL	56.00%	44.00%	61.644,24
GUANTES & GUANTES S.A.	83.33%	16.67%	58.985,53
IGARDI HERRAMIENTAS SA	77.39%	22.61%	58.224,24
MANNUCCI DIESEL SAC	19.23%	80.77%	56.747,99
GESTION MADERERA SAC	25.00%	75.00%	56.153,85
EECOL ELECTRIC PERU SAC	20.00%	80.00%	53.768,54
MERCANTIL LABORATORIO SAC	31.41%	68.59%	53.693,23
SIEMENS SAC	20.00%	80.00%	53.166,03
MOTORED SA	59.82%	40.18%	46.543,94
MACEDA LLACAS AMABILIA MILAGROS	40.00%	60.00%	44.211,05
UNIMAQ SA	2.08%	97.92%	43.806,00
SAGER SOC. ANONIMA SUCURS. PERU	33.33%	66.67%	43.588,60
TAI HENG S.A.	28.43%	71.56%	41.109,17
EDG TRADING SAC	77.78%	22.22%	37.764,51
SANDVIK DEL PERU SA	57.32%	42.68%	36.153,34
CORTRANSA SAC	70.27%	29.73%	33.915,58
COMERCIAL EL POLO SRLTDA.	73.91%	26.09%	33.135,13
G.W. YICHANG & CIA. S.A.	85.71%	14.29%	29.618,32
G/M INDUSTRIAL SRLTDA	33.33%	66.67%	28.670,00
MICRO DISEÑOS S.A.C.	44.44%	55.56%	28.410,00
DETROIT DIESEL MTU PERU SAC	57.02%	42.98%	26.778,40
SCHROTH CORPORACION PAPELERA	20.00%	80.00%	25.226,67
MC AUTOS DEL PERU SA	57.14%	42.86%	24.739,82
SONEPAR PERU SAC	87.50%	12.50%	23.903,56
MG TRADING SAC	83.33%	16.67%	22.494,21
WURTH PERU SAC	70.59%	29.41%	17.976,22
CORPORACION TRI FRAN SAC	22.41%	77.59%	17.944,31
CORPORACION MIYASATO SAC	25.00%	75.00%	17.601,45
MINEX PRODUCTS SRLTDA	37.50%	62.50%	15.849,82
MACC HER REPRESENTACIONES SRL	91.30%	8.70%	15.699,89
TRAVINSA SAC	62.86%	37.14%	15.163,40
ADOLPHUS SA	75.00%	25.00%	14.318,00
DISTRIBUIDORA MESAJIL HNOS SAC	66.67%	33.33%	13.126,38
QUIMICA SUIZA INDUST.DEL PERU SA	72.60%	27.40%	11.258,05
T & T INGENIERIA Y CONSTRUCCION	40.00%	60.00%	10.941,74

Fuente: Elaboración propia.

En las tablas 20, 21 y 22 vemos el resumen de los resultados obtenidos mediante la simulación realizada a través del método “Montecarlo”.

Tabla 20. Resumen de simulación en escenario pesimista

Número de simulaciones	1.000,00
Máximo	357.418,59
Mínimo	348.359,83
Promedio	352.714,91

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 21. Resumen de simulación en escenario moderado

Número de simulaciones	1.000,00
Máximo	221.759,10
Mínimo	211.243,77
Promedio	216.433,50

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 22. Resumen de simulación en escenario optimista

Número de simulaciones	1.000,00
Máximo	84.954,77
Mínimo	75.563,50
Promedio	80.163,41

Fuente: Elaboración propia.