

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**

**ESCUELA DE POSGRADO**



**CENTRUM PUCP**  
**GRADUATE BUSINESS SCHOOL**

**Diagnóstico Operativo Empresarial de Sociedad Minera Corona**

**TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE MAGÍSTER EN**

**ADMINISTRACIÓN ESTRATÉGICA DE EMPRESAS**

**OTORGADO POR LA**

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**

**PRESENTADA POR**

**Jesús Alfredo Palomino Díaz**

**Mauro Pardo Del Pino**

**Yean William Velasco León**

**Luis Raúl Zúñiga Díaz**

**Asesor: Jorge Benny Benzaquen De Las Casas**

**Santiago de Surco, marzo 2019**

## **Agradecimientos**

Dedicamos esta investigación a nuestros seres queridos que nos dieron la suficiente motivación para concluirlo, a la empresa Sociedad Minera Corona por habernos apoyado con la información necesaria para su conclusión y sobre todo a Dios por iluminarnos en nuestros pasos.



## **Dedicatorias**

A mí mismo, aunque no lo merezca, a mi Papá que hace 4 años es mi ángel en el cielo.

Jesús Palomino

A mis padres Blanca Del Pino Ochoa y Mauro Pardo Chavarría incansable buscador de conocimientos, a mis hermanos Cecilia y Oliver Pardo, a mis hijas Valeria e Ivanna Pardo, quienes son mi motivación, a todos ellos y a quienes me brindaron su apoyo, consejos y comprensión.

Mauro Pardo

Quiero agradecer a mi señora Mercedes Tenorio por apoyarme a seguir esta Maestría a mis hijos que son la base para esforzándome día a día y a mis profesores por sus enseñanzas.

Luis Zuñiga

A mi familia, a mis padres por ser el ejemplo de trabajo y perseverancia; a mi hijo que es un aprendizaje constante y a todos aquellos que participaron directa e indirectamente en la elaboración de esta tesis. Gracias a ustedes.

Yean Velasco

## **Resumen Ejecutivo**

En la presente tesis buscamos realizar el diagnóstico operativo empresarial de Sociedad Minera Corona S.A Unidad Yauricocha., con el objetivo de analizar y contribuir con recomendaciones producto de conocimientos adquiridos durante el tiempo de formación en la maestría en Administración estratégica de negocios, acerca de la situación actual operacional de la compañía y determinar oportunidades de mejora que puedan incrementar su rentabilidad, así como la maximización de su eficiencia y eficacia en sus operaciones y por consiguiente la producción de minerales polimetálicos.

En el presente diagnóstico operativo detallaremos factores importantes para el funcionamiento de la planta de la minera, así como sugerencias para que se obtengan óptimos resultados luego de mejorar sus costes, en los procesos y productos de la empresa, para asegurar que el producto cumpla con las especificaciones de calidad solicitadas por el cliente. Los capítulos de programación de las operaciones, planeamiento agregado, gestión de costos, logística, mantenimiento, calidad y cadena de suministro, nos han permitido conocer las oportunidades de mejora que Sociedad Minera Corona S. A. Unidad Yauricocha tiene para incrementar la eficiencia de su proceso productivo.

Entre las principales propuestas de mejora se tienen: (a) Implementar una planta más amplia que les permita procesar mayor tonelaje de materia prima (b) Ampliar la relavera para almacenar los desechos de planta, que les evitaría altas multas de instituciones estatales que supervisan el cumplimiento del Estudio de Impacto Ambiental, y (c) Capacitación en programación lineal y softwares de automatización y modelamiento de mina a diferentes áreas, (d) minimizar los costos de transporte a planta. El monto de ahorro proyectado por implementar las principales propuestas de mejora es de US\$ 62,848,000.00, con una inversión de US\$ 47.195,970.00. y un beneficio de US\$ 16,292,030.00.

## **Abstract**

In this thesis we seek to carry out the operative business diagnosis of Sociedad Minera Corona SA Yauricocha Unit, with the objective of analyzing and contributing with recommendations acquired during the training time in the master's degree in Strategic Business Administration, about the current operational situation of the company and determine opportunities for improvement that can increase their profitability, as well as maximizing their efficiency and effectiveness in their operations and therefore the production of polymetallic minerals.

In this operative diagnosis, we will detail important factors for the operation of the mining plant, as well as suggestions for obtaining a benefit in the processes and products of the company, to ensure that the product meets the quality specifications requested by the customer. The chapters of programming of operations, aggregate planning, cost management, logistics, maintenance, quality and supply chain, have allowed us to know the opportunities for improvement that Yauricocha has to increase the efficiency of its production process.

Among the main proposals for improvement are: (a) Implement a larger plant that allows us to process more tonnage of raw material (b) Expand the reliever to store plant waste, which avoids high fines from state institutions that monitor compliance environmental, and (c) Training in linear programming and automation software's and mine modeling to different areas, (d) minimize transport costs to plant. The amount of savings projected to implement the main improvement proposals is US \$ 62,848,000.00, with an investment of US \$ 47,195,970.00. and a benefit of US \$ 16,292,030.00.

## Tabla de Contenidos

|  |             |
|--|-------------|
| <b>Lista de Tablas .....</b>                               | <b>viii</b> |
| <b>Lista de Figuras.....</b>                               | <b>x</b>    |
| <b>Capítulo I: Introducción .....</b>                      | <b>1</b>    |
| 1.1. Introducción.....                                     | 1           |
| 1.2. Descripción de la Empresa.....                        | 1           |
| 1.2.1. Visión.....   | 5           |
| 1.2.2. Misión.....   | 6           |
| 1.2.3. Valores.....  | 6           |
| 1.2.4. Objetivos organizacionales .....                    | 8           |
| 1.2.5. Organización de la empresa.....                     | 9           |
| 1.2.6. Estrategias corporativas .....                      | 9           |
| 1.2.7. Fortalezas.....                                     | 11          |
| 1.2.8. Ventajas competitivas.....                          | 11          |
| 1.3. Productos Elaborados .....                            | 12          |
| 1.4. Ciclo Operativo.....                                  | 12          |
| 1.5. Diagrama – Entrada – Proceso – Salida .....           | 16          |
| 1.6. Clasificación Según sus Operaciones Productivas ..... | 17          |
| 1.7. Matriz del Proceso de Transformación.....             | 18          |
| 1.8. Conclusiones.....                                     | 19          |
| <b>Capítulo II: Marco Teórico.....</b>                     | <b>22</b>   |
| 2.1. Ubicación y Dimensionamiento de Planta .....          | 22          |
| 2.1.1. Dimensionamiento de la planta.....                  | 22          |
| 2.1.2. Ubicación de planta .....                           | 24          |
| 2.2. Planeamiento y Diseño de Productos.....               | 27          |

|  |           |
|--|-----------|
| 2.2.1. Planeamiento de productos.....                            | 27        |
| 2.2.2. Aspectos del planeamiento y diseño de productos.....      | 28        |
| Fortalezas.....  | 8         |
| Debilidades.....   | 8         |
| Amenazas.....  | 9         |
| Oportunidades.....   | 9         |
| 2.3. Planeamiento y Diseño del Proceso.....                      | 29        |
| 2.3.1. Valor Agregado.....                                       | 30        |
| 2.3.2. Diagrama causa efecto.....                                | 32        |
| 2.4. Planeamiento y Diseño de Planta.....                        | 33        |
| 2.5. Planeamiento y Diseño de Trabajo.....                       | 34        |
| 2.6. Planeamiento Agregado.....                                  | 35        |
| 2.7. Programación de Operaciones Productivas.....                | 38        |
| 2.8. Gestión de Costos.....                                      | 41        |
| 2.8.1. Identificación del Costo.....                             | 42        |
| 2.9. Gestión Logística.....                                      | 43        |
| 2.10. Gestión y Control de Calidad.....                          | 44        |
| 2.11. Gestión del Mantenimiento.....                             | 47        |
| 2.11.1. Mantenimiento preventivo.....                            | 47        |
| 2.11.2. Mantenimiento correctivo.....                            | 48        |
| 2.12. Cadena de Suministro.....                                  | 49        |
| <b>Capítulo III: Ubicación y Dimensionamiento de planta.....</b> | <b>50</b> |
| 3.1. Dimensionamiento de Planta.....                             | 50        |
| 3.2. Ubicación de Planta.....                                    | 55        |
| 3.3. Propuestas de Mejora.....                                   | 58        |

|  |           |
|--|-----------|
| 3.4. Conclusiones.....   | 60        |
| <b>Capítulo IV: Planeamiento y diseño de los productos.....</b>                        | <b>62</b> |
| 4.1. Secuencias del Planeamiento y Aspectos a Considerar.....                          | 62        |
| 4.1.1. Aspectos tomados por el productor.....  | 64        |
| 4.1.2. Aspectos del Cliente.....   | 65        |
| 4.2. Aseguramiento de la Calidad del Diseño.....                                       | 66        |
| 4.3. Propuestas de Mejora.....   | 67        |
| 4.4. Conclusiones.....   | 68        |
| <b>Capítulo V: Planeamiento y Diseño de Proceso.....</b>                               | <b>69</b> |
| 5.1. Mapeo de los Procesos.....  | 69        |
| 5.2. Diagrama de las Actividades de los Procesos Operativos.....                       | 71        |
| 5.3. Herramientas para Mejorar los Procesos.....                                       | 74        |
| 5.4. Descripción de los Problemas Detectados en los Procesos.....                      | 75        |
| 5.4.1. Valor agregado.....   | 76        |
| 5.4.2. Restricciones o cuellos de botella en el proceso productivo industrial.....     | 77        |
| 5.4.3. Eliminación o reducción de restricciones.....                                   | 77        |
| 5.5. Propuestas de Mejora.....   | 78        |
| 5.5.1. Escenario esperado.....   | 79        |
| 5.6. Conclusiones.....   | 79        |
| <b>Capítulo VI: Planeamiento y Diseño de Planta.....</b>                               | <b>80</b> |
| 6.1. Distribución de Planta.....   | 80        |
| 6.1.1. Factores de Distribución de la Planta.....                                      | 82        |
| 6.2. Análisis de la Distribución de Planta.....  | 82        |
| 6.2.1. Elaboración de la hoja de trabajo del diagrama de relación de la actividad..... | 85        |
| 6.2.2. Patrón de Distribución de Bloques.....  | 86        |

|  |            |
|--|------------|
| 6.3. Propuestas de Mejora.....                                   | 89         |
| 6.4. Conclusiones.....   | 90         |
| <b>Capítulo VII: Planeamiento y Diseño del Trabajo .....</b>     | <b>92</b>  |
| 7.1. Planeamiento del Trabajo .....                              | 93         |
| 7.2. Diseño de Trabajo.....                                      | 95         |
| 7.2.1. Componentes del diseño de trabajo .....                   | 97         |
| 7.2.2. Características del trabajo.....                          | 98         |
| 7.2.3. Satisfacción en el trabajo.....                           | 98         |
| 7.2.4. Medición del trabajo.....                                 | 100        |
| 7.3. Propuesta de Mejora .....                                   | 100        |
| 7.4. Conclusiones.....   | 102        |
| <b>Capítulo VIII. Planeamiento Agregado .....</b>                | <b>104</b> |
| 8.1. Estrategias Utilizadas en el Planeamiento Agregado .....    | 105        |
| 8.2. Análisis del Planeamiento agregado .....                    | 108        |
| 8.3. Pronóstico y Modelación de la Demanda.....                  | 109        |
| 8.4. Propuestas de Mejora.....                                   | 111        |
| 8.5. Conclusiones.....   | 112        |
| <b>Capítulo IX: Programación de Operaciones Productivas.....</b> | <b>114</b> |
| 9.1 Optimización del Proceso Productivo .....                    | 114        |
| 9.2 Programación.....  | 115        |
| 9.2.1 Gestión logística .....                                    | 116        |
| 9.2.2. Gestión administrativa.....                               | 117        |
| 9.2.3 Gestión de recursos humanos .....                          | 118        |
| 9.2.4. Gestión agrícola.....                                     | 119        |
| 9.2.5 Gestión de producción.....                                 | 119        |

|   |            |
|---|------------|
| 9.3 Gestión de la Información .....                               | 120        |
| 9.4 Propuestas de Mejora.....                                     | 120        |
| 9.5 Conclusiones.....   | 122        |
| <b>Capítulo X: Gestión de Logística.....</b>                      | <b>123</b> |
| 10.1 Diagnóstico de la Operación de Compras y Abastecimiento..... | 123        |
| 10.2 La Función de Almacenes .....                                | 124        |
| 10.2.1 Desarrollo de funciones de almacén.....                    | 124        |
| 10.3 Inventarios .....  | 125        |
| 10.4 La Función de Transporte.....                                | 125        |
| 10.5 Definición de Principales Costos Logísticos .....            | 126        |
| 10.6 Propuestas de Mejoras .....                                  | 126        |
| 10.7 Conclusiones.....  | 127        |
| <b>Capítulo XI: Gestión de Costos .....</b>                       | <b>129</b> |
| 11.1 Costeo Directo e Indirecto.....                              | 129        |
| 11.2 Costeo de Inventarios .....                                  | 130        |
| 11.3 Propuestas de Mejora.....                                    | 131        |
| 11.4 Conclusiones.....  | 132        |
| <b>Capítulo XII: Gestión y Control de la Calidad .....</b>        | <b>133</b> |
| 12.1 Gestión de la Calidad en Corona .....                        | 133        |
| 12.2. Control de la Calidad en Corona .....                       | 135        |
| 12.3. Propuesta de Mejoras.....                                   | 136        |
| 12.4. Conclusiones.....   | 137        |
| <b>Capítulo XIII: Gestión del Mantenimiento .....</b>             | <b>138</b> |
| 13.1. Mantenimiento Correctivo.....                               | 138        |
| 13.2. Mantenimiento Preventivo .....                              | 139        |

|  |             |
|--|-------------|
| 13.3. Propuesta de Mejoras.....  | 140         |
| 13.4. Conclusiones.....  | 140         |
| <b>Capítulo XIV: Cadena de Suministro .....</b>                                  | <b>142</b>  |
| 14.1 Definición de Productos .....   | 142         |
| 14.2 Descripción de las Empresas que conforman la Cadena de Abastecimiento ..... | 143         |
| 14.3 Descripción del Nivel de Integración Vertical .....                         | 143         |
| 14.4 Estrategias del Canal de Distribución para llegar al Consumo Final .....    | 144         |
| 14.5 Propuesta de Mejoras al Desempeño de la Cadena de Aprovisionamiento .....   | 144         |
| 14.6 Conclusiones.....   | 146         |
| <b>Capítulo XV: Conclusiones y Recomendaciones.....</b>                          | <b>147</b>  |
| 15.1 Conclusiones .....  | 147         |
| 15.2 Recomendaciones .....   | 151         |
| <b>Referencias.....</b>  | <b>154</b>  |
| <b>Apéndices.....</b>  | <b>160</b>  |
| <b>Apéndice A: Aprobación EIA.....</b>   | <b>161</b>  |
| <b>Apéndice B: Antecedente Propuesta de Mejora .....</b>                         | <b>164</b>  |
| <b>Apéndice C: Propuesta de Mejora por servicio de carga.....</b>                | <b>167</b>  |
| <b>Apéndice D: Cotización de Maquinaria Pesada.....</b>                          | <b>168</b>  |
| <b>Apéndice E: Prevención de maquinaria y planta.....</b>                        | <b>169</b>  |
| <b>Apéndice F: OPEX SMCSA.....</b>   | <b>170</b>  |
| <b>Apéndice G: Autorización de Sierra Metals.....</b>                            | <b>171</b>  |
| <b>Apéndice H: Propuestas de Mejoras por Capítulo .....</b>                      | <b>1712</b> |
| <b>Apéndice I: Línea de Tiempo de Inversión y Ahorro.....</b>                    | <b>1713</b> |

### Lista de Tablas

|          |   |     |
|----------|---|-----|
| Tabla 1  | <i>Cash Cost Operativo 2017 - Sierra Metals Inc. – Unidad Minera Yauricocha</i> ....                  | 15  |
| Tabla 2  | <i>Evolución de los índices de productividad y costos de mina</i> .....                               | 20  |
| Tabla 3  | <i>Comparación de características de diseño de trabajo</i> .....                                      | 35  |
| Tabla 4  | <i>Reservas de minerales probadas + probables</i> .....   | 51  |
| Tabla 5  | <i>Programa de producción 2018</i> .....  | 53  |
| Tabla 6  | <i>Ponderación de factores</i> .....  | 56  |
| Tabla 7  | <i>Escala de puntaje para la calificación de los factores de ubicación de planta</i> ....             | 57  |
| Tabla 8  | <i>Matriz de selección del proceso crítico</i> .....  | 76  |
| Tabla 9  | <i>Relación de actividades</i> .....  | 83  |
| Tabla 10 | <i>Valores según la cercanía y uso de recursos</i> .....  | 83  |
| Tabla 11 | <i>Hoja de trabajo para la producción de concentrado de mineral</i> .....                             | 87  |
| Tabla 12 | <i>Relación de cercanía total (TCR)</i> .....   | 88  |
| Tabla 13 | <i>Relación de diagramas</i> .....  | 89  |
| Tabla 14 | <i>Producción de finos por mineral (concentrados) y recuperaciones</i> .....                          | 94  |
| Tabla 15 | <i>Programa de producción mensual y cash cost 2018</i> .....  | 96  |
| Tabla 16 | <i>Evolución del Número de trabajadores SMCSA</i> .....   | 97  |
| Tabla 17 | <i>Iniciativas principales del Sistema de Desarrollo de Personas en el 2017, por componente</i> ..... | 97  |
| Tabla 18 | <i>Puestos de trabajo y función asignada</i> .....  | 99  |
| Tabla 19 | <i>Resumen de Propuesta de Mejora de Reducción de Rotación de Personal</i> .....                      | 101 |
| Tabla 20 | <i>Evolución indicadores de Seguridad</i> .....   | 106 |
| Tabla 21 | <i>Evolución de indicadores de productividad y costos</i> .....                                       | 107 |
| Tabla 22 | <i>Evolución de la producción año por año desde 2002 al 2017</i> .....                                | 107 |
| Tabla 23 | <i>Resumen de Propuesta de Mejora en Capacitación</i> .....   | 112 |

|          |   |     |
|----------|---|-----|
| Tabla 24 | <i>Ejemplo de elementos contenidos en el concentrado de Zinc</i> .....  | 116 |
| Tabla 25 | <i>Resumen de Propuesta de Mejora de Renovación de Sistemas y Equipos</i> .....                                 | 122 |
| Tabla 26 | <i>Capex 2018 de la Unidad Yauricocha 000 US\$</i> .....  | 130 |
| Tabla 27 | <i>Propuesta de Mejora Implementación de ISOS</i> .....   | 137 |
| Tabla 28 | <i>Inversiones de capital</i> .....   | 138 |
| Tabla 29 | <i>Propuesta - Costos de Mantenimiento Preventivo en planta y beneficios por buena gestión de Activos</i> ..... | 141 |
| Tabla 30 | <i>Resumen de Propuestas de Mejora de DOE Sociedad Minera Corona</i> .....                                      | 153 |



## Lista de Figuras

|                   |   |    |
|-------------------|---|----|
| <i>Figura 1.</i>  | Modelo de Negocio – Sierra Metals Inc .....                           | 2  |
| <i>Figura 2.</i>  | Organigrama de Sociedad Minera Corona.....                            | 10 |
| <i>Figura 3.</i>  | Ciclo operativo.....  | 13 |
| <i>Figura 4.</i>  | Diagrama de entrada-proceso-salida .....                              | 17 |
| <i>Figura 5.</i>  | Clasificación de Sociedad Minera Corona S. A.....                     | 18 |
| <i>Figura 6.</i>  | Matriz de proceso de transformación de mineral.....                   | 19 |
| <i>Figura 7.</i>  | Ciclo de Vida de una empresa.....                                     | 28 |
| <i>Figura 8.</i>  | Ciclo técnico del producto.....                                       | 29 |
| <i>Figura 9.</i>  | Diagrama de un proceso.....   | 30 |
| <i>Figura 10.</i> | Diagrama Causa y efecto.....  | 33 |
| <i>Figura 11.</i> | Logística de operaciones.....   | 43 |
| <i>Figura 12.</i> | Triángulo operativo.....  | 44 |
| <i>Figura 13.</i> | Modelo de un SGC basado en procesos según la Norma ISO 9001:2015..... | 45 |
| <i>Figura 14.</i> | Flujograma de mantenimiento correctivo.....                           | 49 |
| <i>Figura 15.</i> | Ubicación Minera Yauricocha.....                                      | 57 |
| <i>Figura 16.</i> | Distribución de los factores en la ubicación de la planta.....        | 58 |
| <i>Figura 17.</i> | Planta Concentradora Chumpe .....                                     | 59 |
| <i>Figura 18.</i> | Diagrama de los procesos.....   | 70 |
| <i>Figura 19.</i> | D.A.P. del flujo de proceso de planta .....                           | 72 |
| <i>Figura 20.</i> | Flujo del proceso de la planta concentrado de Chumpe.....             | 74 |
| <i>Figura 21.</i> | Fotografía aérea de la planta Concentradora de Chumpe.....            | 81 |
| <i>Figura 22.</i> | Diagrama de Muther de la Planta concentradora Chumpe.....             | 84 |
| <i>Figura 23.</i> | Diagrama de Flujo de la planta Concentradora de Chumpe.....           | 85 |
| <i>Figura 24.</i> | Patrón de distribución de bloques.....                                | 86 |

|                   |   |     |
|-------------------|---|-----|
| <i>Figura 25.</i> | Distribución Actual de la planta Chumpe.....  | 91  |
| <i>Figura 26.</i> | Distribución de planta propuesta de la planta concentradora Chumpe.....                               | 91  |
| <i>Figura 27.</i> | Organigrama de área de Operaciones Mina.....  | 99  |
| <i>Figura 28.</i> | Comparativo de sueldos del personal de Minera Yauricocha con las principales minas de la región. .... | 101 |
| <i>Figura 29.</i> | Fotografías de las maquinas al interior de mina .....   | 134 |
| <i>Figura 30.</i> | Fotografías de los trabajos en la evaluación de relaves .....   | 135 |
| <i>Figura 31.</i> | Fotografías de máquinas en el interior de planta .....  | 139 |



## **Capítulo I: Introducción**

### **1.1. Introducción**

Presentamos en este primer capítulo, la descripción de la funcionalidad y organización de la Sociedad Minera Corona - unidad Operativa Yauricocha. Se describirá los hechos más relevantes de su historia, su organización, sus procesos productivos y ciclo operativo. En cada capítulo de la presente tesis, se desarrollarán de acuerdo con los puntos analizados en el DOE, se presentan conclusiones y nuestras recomendaciones, considerando, en el análisis financiero y una nueva propuesta de planta, justificando de esta manera su implementación nos brindara la optimización de recursos y procedimientos eficientes.

La organización minera se enfoca en optimizar la productividad operativa, prolongando su vida útil, con la mayor seguridad posible como es el de realizar nuevas exploraciones en las concesiones a favor de la empresa, basado en la sostenibilidad de las reservas probadas de cada unidad minera y las nuevas exploraciones. Para la validación de una operación en expansión segura y el cuidado de los intereses de los inversionistas, se usa una estricta estructura de gasto y prioridades de inversión, que tengan como objetivo principal el cuidado del personal que trabaja en esta empresa, así como del balance de flujo de caja; y planes de producción consensuados y adecuados a la capacidad real de la planta de procesamiento en Chumpe - Yauricocha. Actualmente, esta planta de producción considera el abastecimiento de mineral desde las minas Central y Cachi Cachi hasta la planta concentradora de Chumpe. La Figura 1, muestra un modelo de negocio que rige a todas las empresas del Grupo Sierra Metals Inc.

### **1.2. Descripción de la Empresa**

"Yauricocha" es un depósito mineral de clase mundial descubierto en 1862 en las alturas de Yauyos, Lima, Perú. Es un yacimiento, ubicado en el distrito minero de Yauricocha. Los depósitos de cobre y oro están documentados en diversas obras de la época. El cobre está

presente en un grado suficiente para tener un fuerte efecto en la economía de un proyecto de excavación. Incluso puede ser viable ya que es el único producto básico extraído esto según Raimondi en el año 1870. El oro puede recuperarse económicamente de este sitio, pero tendría poco efecto en la viabilidad del proyecto minero dijo.

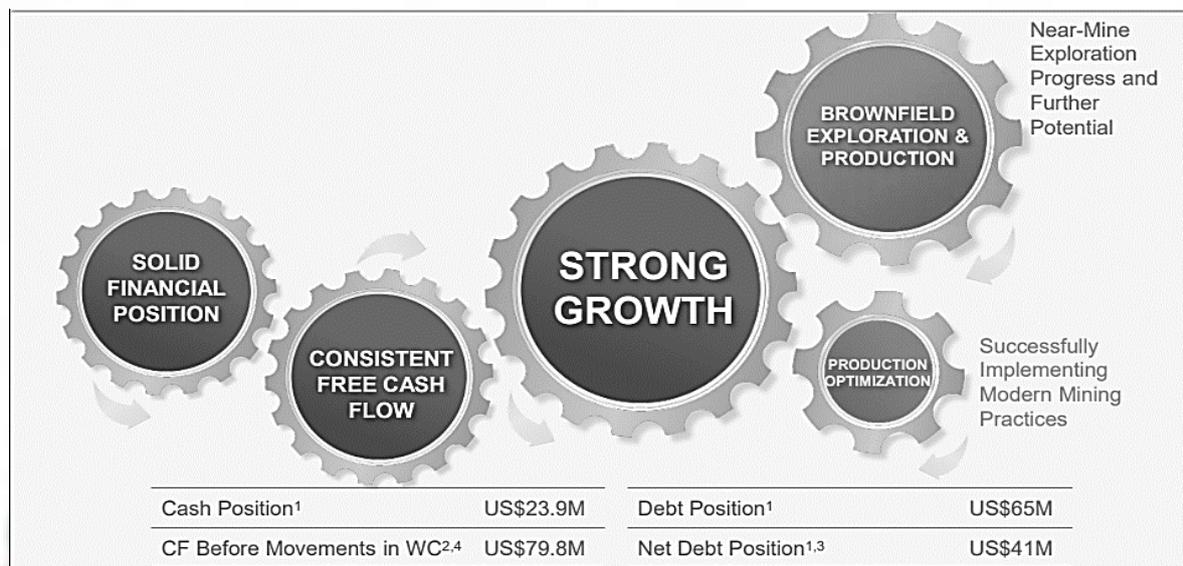


Figura 1. Modelo de Negocio – Sierra Metals Inc. Tomado de «Corporate Presentation» (p. 4), por Sierra Metals, 2018a. Toronto, Canadá.

Antonio Raimondi estuvo muy involucrado en el descubrimiento de este depósito. El método o característica más importante utilizada en el descubrimiento de minerales económicos en este sitio era desconocido. La producción en "Yauricocha" comenzó en 1948. Sociedad Minera Corona S.A Subsidiaria del grupo Sierra Metals Inc. es un conglomerado minero de origen peruano - canadiense, dedicado a la explotación de yacimientos subterráneos de metales polimetálicos con alto valor de plata. El grupo está conformado por varias empresas que cuentan con operaciones mineras en Perú y México, Su unidad minera en Perú se encuentran en la sierra central país.

Sociedad Minera Corona S.A. es una empresa minera que fue constituida por escritura pública del 26 de abril de 1993 ante Notario Público de Lima Dr. Manuel Forero G.C., inscrita en la Ficha No 040033 del Registro Público de Minería de Lima correlacionada con la Partida No 11377593 del Registro de Personas Jurídicas de Lima. La Compañía es una subsidiaria de

Sierra Metals Inc. (anteriormente denominada Dia Bras Exploration Inc.), a través de Dia Bras Perú S.A.C., una entidad directamente controlada al 100% por Sierra Metals Inc. y que posee el 92.33% de las acciones con derecho a voto de la Compañía (aproximadamente el 81.84% del total de su patrimonio). Por su parte, Sierra Metals Inc. es una compañía canadiense de minería enfocada en la producción de metales preciosos y metales bases que obtiene de sus operaciones en Perú y México.

El grupo económico viene a estar conformada por las siguientes empresas domiciliadas y no domiciliadas, las cuales se encuentran relacionadas al negocio de la minería y servicios conexos:

- Sierra Metals Inc.
- Dia Bras Perú S.A.C.
- Sociedad Minera Corona S.A.

Hecho importante en la vida de la empresa se marcó el 6 de marzo del 2002 cuando firmó el contrato de transferencia de concesiones mineras con la Empresa Minera del Centro del Perú (CENTROMIN) por el cual adquirió las concesiones mineras de Yauricocha, ubicadas en la provincia de Yauyos, departamento de Lima. A lo largo de la vida de la empresa podemos destacar como eventos importantes los siguientes:

1. La venta del Proyecto Cerro Corona en el año 2003, a través de la cual se acordó la transferencia del bloque patrimonial vinculado al proyecto antes mencionado, constituyéndose con dicho bloque patrimonial Sociedad Minera La Cima S.A., la cual posteriormente fue transferida a Gold Fields Ltd.;
2. La Cesión de la Unidad Morococha en el año 2004, por la cual se segregó dicha Unidad que comprendía, a su vez, las unidades económicas Anticona y Manuelita, y cuyos activos fueron transferidos a Compañía Minera Argentum S.A.;

3. La venta en el 2011 de todas las acciones en poder de la Compañía RC Hydro S.A.C. a favor de la empresa ERCED S.A.C.; y,
4. La reorganización simple producida en el año 2012 en virtud a la cual la Compañía contribuyó a Hidroeléctrica Huanchor S.A.C. el bloque patrimonial compuesto por los activos y pasivos relacionados con la actividad de generación de energía eléctrica, para posteriormente vender todas las acciones que representaban el 100% del capital social de esta empresa a Volcan Compañía Minera S.A.A. por US\$ 46'777,777.77. El 25 de mayo de 2011, un grupo de accionistas de Volcan y Dia Bras Exploration Inc. (hoy Sierra Metals Inc.), a través de Dia Bras Perú S.A.C. (su subsidiaria peruana), firmaron un acuerdo de adquisición por aproximadamente el 92.12% de las acciones con derecho a voto de la Compañía (aproximadamente el 81.65% del total del patrimonio) por US\$ 285'793,017.00 de la mano con un acuerdo vinculante fechado el 3 de marzo de 2011; de esta manera, paso a ser parte del grupo económico Sierra Metals a través de Dia Bras Perú S.A.C.

En este sentido el presente Diagnóstico Operativo Empresarial tiene por objetivo aclarar, precisar y profundizar la gestión operativa de la Sociedad Minera Corona, Unidad Yauricocha, afiliada al grupo Sierra Metals Inc. Este diagnóstico se realizó con la finalidad de evaluar la actual situación de la Unidad Operativa, empleando las enseñanzas y las técnicas que nos proporcionaron durante nuestro proceso de aprendizaje en el marco de la Maestría de Dirección Estratégica de Operaciones, que nos han sido útiles para poder identificar, además de proponer mejoras en los actuales procesos productivos o core business y ello en consecuencia a los procesos de soporte, que ayudarán a incrementar la competitividad, sostenibilidad y rentabilidad de la empresa.

La Mina Yauricocha está políticamente ubicada en el distrito de Alis, Provincia de Yauyos, departamento de Lima aproximadamente a 12 km. Al oeste de la divisoria continental

y a 60 Km al sur de la estación Pachacayo FF.CC. Geográficamente ubicada en la zona alta occidental de la Cordillera Andina, en los orígenes de uno de los afluentes del río Cañete, que desemboca en el Océano Pacífico, la zona de la mina se ubica a una altura media de 4600 msnm. La principal vía de acceso a la mina Yauricocha es por la carretera Central Lima – Huancayo – Yauricocha, con 420 km de carretera asfaltada. Otra vía importante es por la Panamericana Sur Lima – Cañete – Yauricocha, que atraviesa por el valle del río Cañete, con una distancia de 370 km, vía que se encuentra asfaltada hasta la localidad de Tinco, a partir de la cual la carretera es afirmada (referenciar con la memoria anual)

En el manual de su sistema de gestión se evidencian la Misión, Visión y Valores de la Compañía, tal como se describe a continuación:

### **1.2.1. Visión**

En todos los tipos de organizaciones, es especialmente importante que los gerentes y ejecutivos concuerdan con la visión básica de lo que la empresa busca alcanzar a largo plazo. Una declaración de visión debe responder a esta pregunta fundamental: ¿Qué queremos hacer? Una visión clara establece las bases para el desarrollo de una declaración de misión detallada. Muchas organizaciones tienen declaraciones de visión y misión, pero la declaración de visión debe ser establecida primero y teniendo en cuenta estas características: debe ser breve, preferentemente consistente en una única declaración y tener la contribución de muchos gerentes como sea posible (David, 2013, pág. 45). A continuación, se presenta la visión planteada por la compañía y nuestra propuesta.

Ser la Empresa Minera de explotación subterránea más segura del Perú, logrando que todos los colaboradores asuman íntegramente su responsabilidad y compromiso respecto a seguridad como parte de sus actividades.

Al 2023 Ser una empresa minera líder enfocada en la seguridad y el crecimiento de la producción sostenible, cumpliendo con nuestros compromisos

de excelencia, valorando y desarrollando a nuestros trabajadores, implementando normas y certificaciones internacionales como ISO 9001, ISO 14001 y las OHSAS 18001 (**Visión propuesta por nuestro grupo**)

### 1.2.2. Misión

La misión de la organización es la base de sus prioridades, estrategias, planes y asignación de tareas. Es el punto de partida para el diseño del trabajo gerencial y, sobre todo, para el diseño de estructuras gerenciales. Aparentemente, no hay nada más simple o más obvio que saber cuál es el negocio de una empresa; una siderúrgica produce acero, un ferrocarril leído con trenes que transportan cargas y pasajeros, una compañía de seguros protege contra el riesgo de un incendio y un banco presta dinero. A pesar de lo anterior, la realidad es que "¿Cuál es nuestro negocio?" Normalmente es una pregunta difícil de responder, porque las cosas no siempre son tan obvias. Responder a este cuestionamiento es la primera responsabilidad de los estrategas (David, 2013, pág. 46). A continuación, se presenta la misión planteada por la compañía y la propuesta de grupo:

Apoyar y asesorar a las diversas áreas y Empresas Contratistas en el desarrollo de sus actividades, minimizando los riesgos operacionales que pudieran ocasionar accidentes, adoptando estándares y prácticas internacionales en la Gestión de Seguridad, Salud, Medio Ambiente.

Brindar soporte a nuestros grupos de interés en sus actividades, realizando todos los procesos adecuados, adoptando estándares internacionales para nuestra certificación en calidad, salud y medio ambiente (**Misión propuesta por el grupo**)

### 1.2.3. Valores

Los líderes estratégicos son los administradores de la organización, la identidad y las aspiraciones. Esto incluye la visión, misión, valores y planes para el futuro. Estos factores son

un elemento clave a través del cual se filtran los diferentes aspectos de la competencia y se determinan las prioridades de la organización (Rojas & Medina, 2011, págs. 51-52).

**INTEGRIDAD.** Promovemos alcanzar en su máxima expresión ser personas honorables que hacemos lo que decimos y decimos lo que creemos en base a las normas de conducta de solida moral, bajo toda circunstancia, aunque nadie nos observe.

**RESPETO.** Es nuestra principal carta de presentación para poder llevar un clima laboral saludable, promovemos el dar y recibir este valor como parte inherente de cada uno de nosotros.

**COMPROMISO.** Damos nuestra palabra de que estaremos presentes para cumplir los objetivos propuestos dando lo mejor que tenemos cada uno de nosotros.

**TRABAJO EN EQUIPO.** Estamos convencidos que: “Uno somos Todos y Todos somos Uno”, solo de esta manera caminaremos a paso seguro haciendo una gestión sostenible en el tiempo.

**RECONOCIMIENTO.** Creemos en el crecimiento como personas y en las ganas de hacer las cosas cada día mejor, es por ello que reconocemos el esfuerzo donde se presente para motivar a la mejora continua.

La Visión carece de aspectos cuantitativos con objetivos y metas claras como las certificaciones internacionales que aporten a optimizar los procesos y la productividad, que son fundamentales para su sostenibilidad y desarrollo. Esto se debe a que la compañía no ha tenido en cuenta considerar estos estándares dentro de sus objetivos, lo que sería un hito importante para esta y sus grupos de interés. Debido a que la empresa no ha establecido dentro de ella los objetivos que sí aparecen en su Plan estratégico de largo plazo (A. Brazzini, comunicación personal, 11 de septiembre de 2017).

#### 1.2.4. Objetivos organizacionales

- Reforzar y fortalecer las buenas prácticas realizadas en el transcurso de la gestión, para de esta manera lograr los objetivos de seguridad, producción y calidad, propuestos para el presente año.
- Hacer sostenible la cultura de seguridad que se viene promoviendo, y así elevar los estándares de trabajo, comprometiéndonos a seguir avanzando como parte de la mejora continua.

**Análisis FODA:** planteamos el siguiente análisis:

##### **Fortalezas**

- Políticas de seguridad que benefician un trabajo seguro.
- Talento humano calificado con Conocimiento en los procesos operativos mineros y la diferenciación en su método de explotación (Sub Level Stopping) el cual les brinda mayor productividad.
- Aceptación de los stakeholders, por el desarrollo de la responsabilidad social (Código de Responsabilidad).
- Experiencia y conocimiento de la mineralización que asegura las reservas a 10 años.

##### **Debilidades**

- Incomprensión y distintas interpretaciones en la interna sobre el proceso de minería (supervisores) – Falta de la utilización de canales de comunicación para la organización y coordinación del plan de trabajo.
- Formación de sindicatos y huelgas de los trabajadores.
- Equipos obsoletos y en malas condiciones.
- Falta atención oportuna a la plataforma básica (recurso humano), olvidándose que este es el más importante para el logro de objetivos. (desatención del RRHH)

- Continúa ocurrencia de incidentes y accidentes ocupacionales.

#### **Amenazas**

- Competencia de empresas mineras pertenecientes a diversos grupos extranjeros
- Caída del precio de los metales básicos en el mercado internacional
- Incertidumbre sobre los cambios en las políticas del país
- Diferencia de intereses con las comunidades.

#### **Oportunidades**

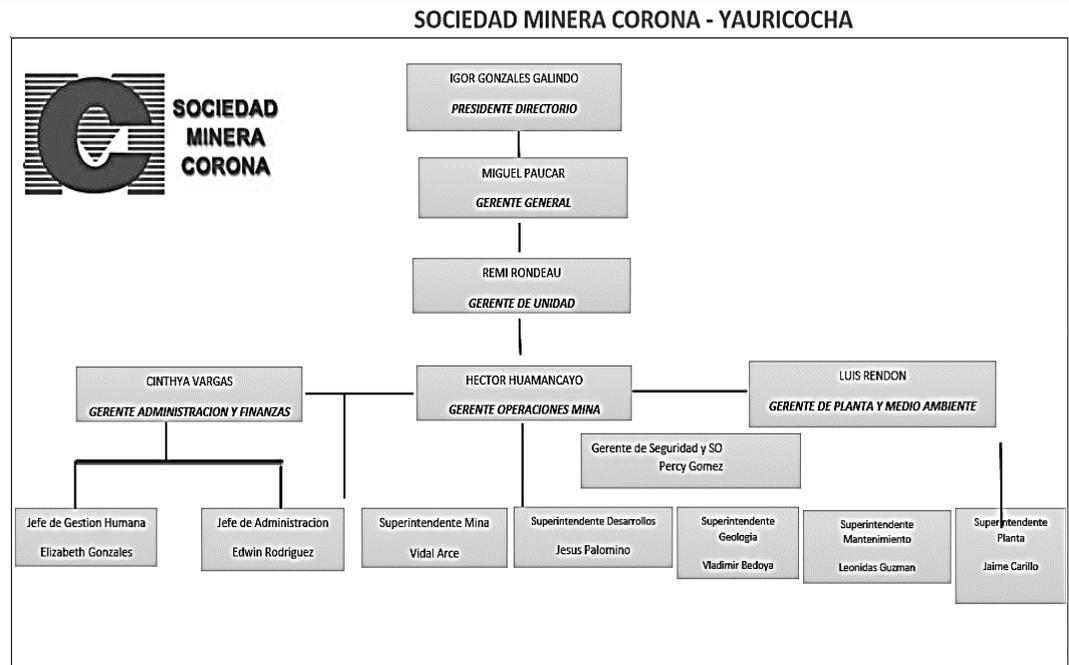
- Riquezas naturales, excelente potencial del yacimiento
- Buena relación con inversionistas
- Altos precios actuales de los metales con tendencia estable
- Alianzas estratégicas (en el sector minero internacional, las fusiones y adquisiciones se han convertido en la mejor forma de ingresar a nuevos mercados).

#### **1.2.5. Organización de la empresa**

La empresa minera tiene una estructura organizacional funcional, con una unidad de gestión centralizada en la gerencia general. Por encima de esta se encuentra el directorio, cuyos miembros son los accionistas mayoritarios, Alberto Arias entre ellos; por debajo a esta se encuentran las gerencias, de: (a) Operaciones, (b) de Administración y Finanzas, (c) de Planta y Medio Ambiente, quienes reportan directamente al gerente general, como se aprecia en la Figura 2.

#### **1.2.6. Estrategias corporativas**

Chumpitaz (2015), menciona que la formulación de estrategias responde en parte a la transformación de las debilidades en fortalezas, incluso pudiendo llegar a ser ventajas distintivas o competitivas de la empresa; así también, cuando se analizan los recursos y capacidades, estos ayudaran en el fortalecimiento de las oportunidades, contrarrestando las amenazas, respectivamente.



*Figura 2.* Organigrama de Sociedad Minera Corona.

Tomado de *la Memoria Anual* (p. 24), por Sierra Metals Inc., 2018a, Toronto, Canadá.

De acuerdo a lo anterior, el enfoque en el planteamiento de las estrategias corporativas de SMCSA debe apuntar a mejorar sus debilidades, reforzando sus puntos fuertes y ventajas competitivas, temporales y sostenibles, para el logro de los objetivos propuestos. Las estrategias de SMCSA son:

- Continuar las buenas prácticas de los principios de gobernanza corporativa.
- Alinear a todo el capital humano con la cultura, visión, misión y los objetivos estratégicos.
- Aumentar las exploraciones en las concesiones vigentes y las conversiones de recursos a reservas de mineral.
- Continuar incrementando la producción de plata equivalente, expandiendo la capacidad de las minas existentes, utilizando sus propios recursos operacionales y financieros.
- Fomentar la excelencia operativa en los procesos centrales del negocio en todas las subsidiarias.

- Maximizar los márgenes operativos y flujos de caja libre, controlando los costos en tiempo real.
- Asignar y destinar capital a los proyectos con mayor potencial de rendimiento.
- En el corto o mediano plazo, adquirir un nuevo proyecto minero en América Latina, con altas leyes de plata y oro.
- Mejora de la seguridad y la salud ocupacional, a través de auditorías internas y externas, con base en la Certificación OHSAS 18001.
- Mejora de la gestión ambiental, a través de auditorías internas y externas, con base en la Certificación ISO 14001.
- Promover proyectos sostenibles en las comunidades de nuestras áreas de influencia.

#### **1.2.7. Fortalezas**

Entre las principales fortalezas podemos destacar:

- Alta calidad de concentrados.
- Buena ubicación geográfica, existencia de vías de comunicación, localidad próxima a Huancayo.
- Alto potencial minero, SMCSA tiene 48 mil has disponibles para la exploración con lo que puede incrementar sus reservas.
- Buenas relaciones con las comunidades aledañas a la zona de explotación.
- Socios estratégicos, quienes tienen soporte financiero.
- Una buena gestión con los Stakeholders o grupos de interés.

#### **1.2.8. Ventajas competitivas**

Para trabajar con miras al futuro debemos aprovechar las ventajas competitivas que tenemos en comparación al resto de compañías mineras del entorno enclavadas en la región central del país, para lo cual hemos identificado las siguientes ventajas competitivas:

- Altas reservas de mineral polimetálico (cobre, plomo, plata y zinc).
- Extraordinarios y potenciales proyectos de crecimiento orgánico.
- Operaciones integradas de bajo costo (por el tipo de método de explotación usado en este caso el Sub Level Stoning caving).
- Experiencia del equipo gerencial.
- Actuación financiera sólida/grado de inversión.
- Antecedentes históricos óptimos de dividendos.
- Reservas a largo plazo de cobre y plata.

### **1.3. Productos Elaborados**

Sociedad Minera Corona, y su unidad minera Yauricocha, tiene cuatro productos finales: (a) concentrado de Plata con una ley promedio de 18 kg de plata por tonelada corta; (b) concentrado de Plomo, con una recuperación obtenida de 86.28% y con una ley de cabeza de 1.76%, (c) concentrado de Cobre, con una recuperación obtenida de 61.27% con una ley de cabeza de 0.56%, (d) concentrado de Zinc, con una recuperación obtenida de 88.94% y con una ley de cabeza de 3.94%, con subproducto de oro, con un contenido promedio de 84 gr por tonelada del concentrado. En la tabla 1 se describe la producción anual de la unidad Yauricocha del 2017. Los principales datos de producción dados por una minera son: el tonelaje tratado, y el metal fino producido, sea este como metal en el refinado, o como metal contenido en el concentrado. La cantidad de mineral tratado fue 1'019,720 toneladas, logrando una producción de 146,82 000 000 de libras equivalentes de concentrado. En tanto, que se reporta, en onzas equivalentes, el metal fino de plata, cobre, plomo y zinc contenido en los concentrados.

### **1.4. Ciclo Operativo**

D'Alessio (2012) mencionó que una empresa está soportada por tres pilares estratégicos: Operaciones, Finanzas y Márketing, los cuales, basados en la visión y misión de la organización, orientan el rumbo de la organización. Estos tres pilares tienen al talento

humano en común, como recurso importante para la operatividad de la organización. La SMCSA, unidad Yauricocha, produce un commodity cuyo precio de venta se rige en función a la oferta y demanda a nivel internacional, por lo cual cuenta con un Departamento Comercial que reemplazo de un departamento de Márketing. Es necesario e importante que el área de Recursos Humanos interactúe con las áreas de Operaciones, Finanzas y Comercial a fin de crear un entorno laboral favorable y adecuado que permita realizar las operaciones, para lo cual se debe evaluar y seleccionar al personal requerido en función al perfil requerido por las áreas funcionales, las que podrían tener un mejor desempeño que en la actualidad.

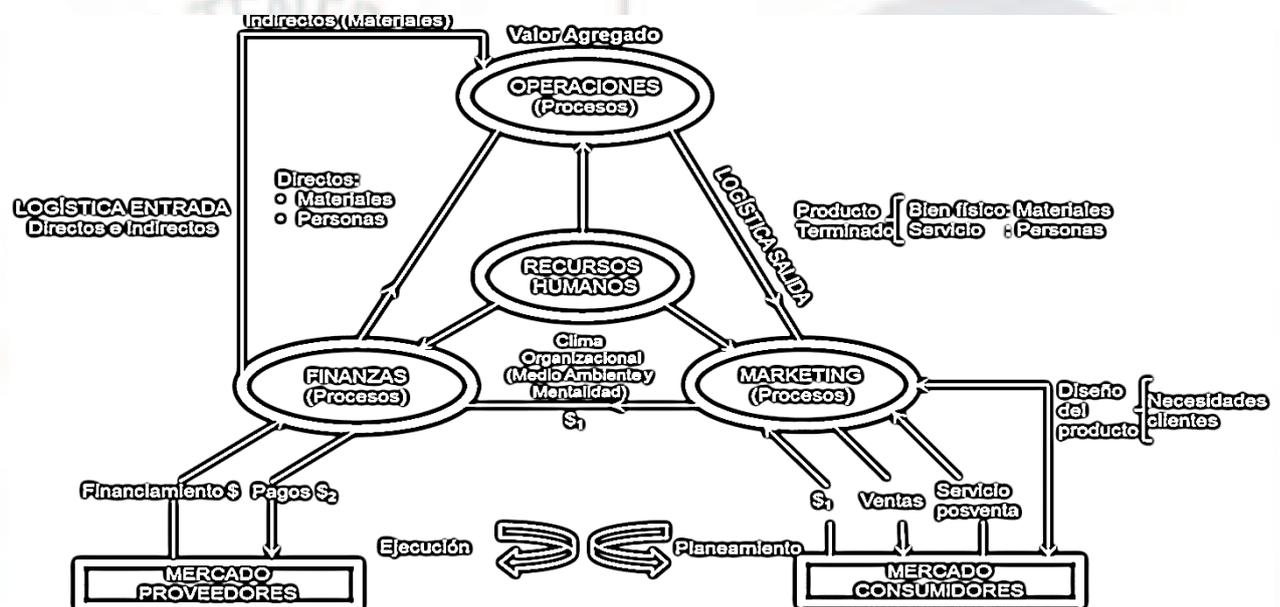


Figura 3. Ciclo operativo.

Adaptado de «Administración de las operaciones productivas» (p. 7), por F. A. D'Alessio, 2012. México D.F., México: Pearson.

Los cuatro procesos que intervienen en el ciclo operativo de Yauricocha son: (a) Finanzas (la logística está dentro de este proceso), (b) Operaciones, (c) Recursos Humanos, y (d) Comercialización, cuyos procesos están interrelacionados y sus funciones aportan al objetivo final de producir los concentrados de mineral polimetálico de Plata, cobre, plomo y zinc que cumplan con los requisitos de los clientes. Por tanto, en el proceso: (a) Finanzas posee la obligación de encontrar el financiamiento para los recursos necesarios para el desarrollo de las operaciones; (b) Operaciones procesa las reservas de mineral naturales

identificadas para transformarlas en concentrado de mineral polimetálico; (c) Recursos Humanos ayuda a proveer personas competentes y también a mantener un buen clima laboral en la organización; y (d) Comercialización se encarga de la venta a los clientes y del servicio de postventa, junto con operaciones, para evaluar cualquier desviación o pérdida en el proceso.

La Figura 3, muestra en su totalidad las áreas y elementos que son parte del ciclo operativo. Las operaciones de Yauricocha comienzan con la adquisición o alquiler de concesiones mineras y la disponibilidad de áreas superficiales para que el área de Geología realice las actividades de prospección y exploración que determine la presencia de recursos minerales en potencia de veta y ley; así como también el método para obtener la mayor recuperación del mineral extraído. Para esto, la contribución de Finanzas con los presupuestos necesarios es extremadamente importante, debido a que no hay inversión si no se tiene dinero, por lo tanto, es un aspecto crítico la búsqueda de créditos e inversiones necesarias. En tanto que Recursos Humanos tiene como responsabilidad reclutar profesionales capacitados técnicamente habilidades y competencias requeridas por cada posición de trabajo para el logro de los objetivos y metas establecidas.

El diagrama de entrada-proceso-salida, mostrado en la Figura 4 se observa las actividades que se realizan, la materia prima, los equipos, la tecnología, la mano de obra, etc., que intervienen en el procesamiento del mineral. Todas estas tareas se desarrollan alineadas al clima laboral y la cultura de la organización. Este diagrama, también conocido como recuadro del proceso, nos permite identificar a todos los actores de la cadena de suministro que Yauricocha toma en cuenta para alinearse a su planeamiento estratégico, con la internacionalización de las estrategias operacionales que ayuden al logro de los beneficios esperados.

Tabla 1

*Cash Cost Operativo 2017 - Sierra Metals Inc. – Unidad Minera Yauricocha*

|                     |     | Ene-17 | Feb-17 | Mar-17 | Abr-17 | May-17 | Jun-17 | Jul-17 | Ago-17 | Set-17 | Oct-17 | Nov-17 | Dic-17 | Total 2017 |
|---------------------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------------|
| Producción Mineral  | TMS | 83456  | 78503  | 84995  | 75706  | 85459  | 85638  | 88060  | 86160  | 84133  | 87621  | 87621  | 84578  | 1011930    |
| Avances             | TMS | 1828   | 1808   | 2078   | 1792   | 1829   | 1674   | 2039   | 2306   | 2489   | 2169   | 2169   | 2038   | 24218      |
| Producción desmonte | TMS | 34217  | 32343  | 40358  | 30207  | 31449  | 32543  | 42607  | 42211  | 49902  | 43593  | 43593  | 42144  | 465167     |
| Perforación DDH     | TMS | 2571   | 3468   | 2383   | 2048   | 3530   | 3172   | 2913   | 2561   | 2284   | 2973   | 2973   | 2712   | 34587      |
| Mineral Tratado     | TMS | 84096  | 81170  | 85914  | 75406  | 82275  | 80230  | 88643  | 89539  | 89995  | 86228  | 86228  | 89995  | 1019720    |
| Tipo de cambio      | TMS | 3349   | 3261   | 3266   | 3249   | 3271   | 3269   | 3250   | 3241   | 3248   | 3253   | 3253   | 3242   | 3.305      |

Tomado de «*Capex & Opex 2017*» (p. 8), por Sierra Metals, 2017a. Lima, Perú.

- Conociendo que el proceso ya está identificado desde su planeamiento asegurarnos que el método del trabajo se cumpla, implementado los documentos necesarios requeridos para que el proceso se ejecute según el estudio de ingeniería.
- Como resultado del diseño y tamaño de la planta, cuente con todos los equipos requeridos y con una buena disposición mecánica para que el proceso cumpla con el programa de producción de manera eficaz y eficiente.
- La mano de obra requerida según el programa de producción, un ambiente laboral adecuado de manera que se minimice la rotación del personal y éste puede cumplir con sus funciones establecidas para que el proceso productivo se ejecute según los procedimientos establecidos, asegurando la calidad del trabajo, la seguridad de los trabajadores y el cuidado del medio ambiente.

Los controles establecidos para minimizar las causas que pueden activar los riesgos que afectarían el logro de los objetivos, y el seguimiento continuo del cumplimiento de las metas del proceso y el servicio a los clientes es indispensables en la estrategia de la empresa.

### **1.5. Diagrama – Entrada – Proceso – Salida**

Las operaciones de la empresa minera se describen en el diagrama de entrada-proceso-salida y tienen como fin producir, concentrados de mineral polimetálico (Plata Plomo, Cobre y Zinc), entre otros subproductos. Durante el proceso comercial, se considera a los clientes como elementos de entrada, quienes tienen la necesidad de obtener un producto de calidad, en el momento adecuado y a un precio estándar suministrado por el mercado de metales (London Exchange Metals), para lo que se requiere de asesoramiento de especialistas con un amplio conocimiento y know-how en el mundo de la comercialización de metales no ferrosos. El área Comercial busca el mercado donde comercializar los concentrados buscando el mejor valor, puesto que, el concentrado polimetálico de Yauricocha tiene subproductos con

alto valor como el oro, por lo que el producto final será satisfactorio para los clientes. Para lograr esto, es apoyado por la gerencia de Planta, que asegura tener una calidad superior frente a los concentrados de las distintas minas de la región, el área de costos y presupuesto, además, el de operaciones, estima los costos adecuados y el tiempo requerido, asegurándose de mantener los estándares de calidad y seguridad. Para el proceso final de cierre, el área comercial entrega el producto en óptimas condiciones y satisfactoriamente a los clientes.

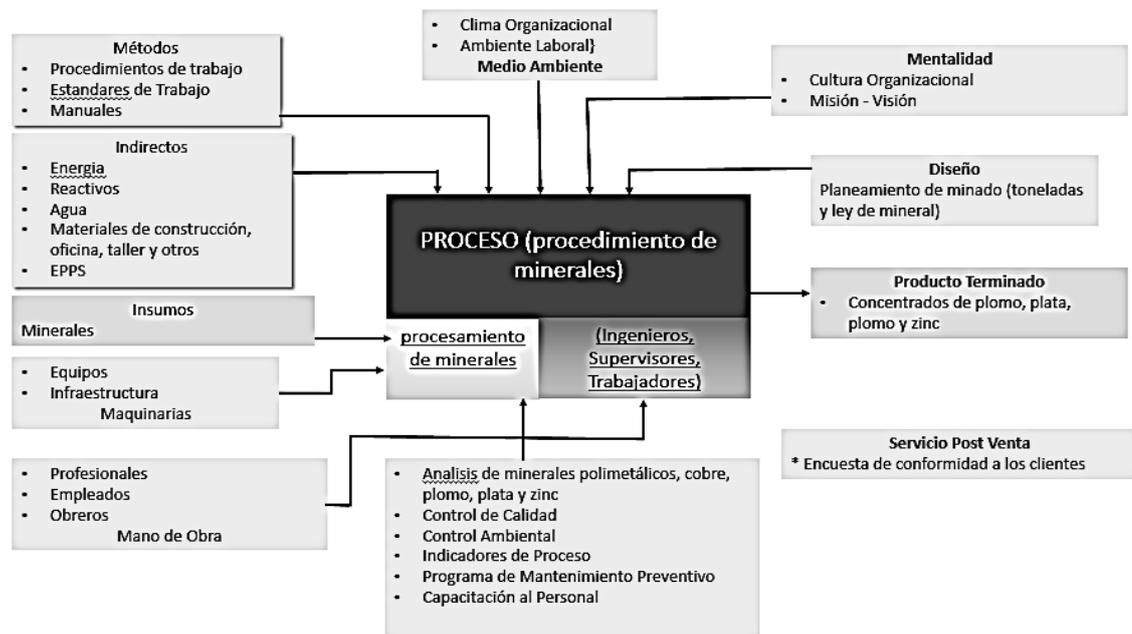


Figura 4. Diagrama de entrada-proceso-salida.

Adaptado de "Administración De Las Operaciones Productivas," por F. A. D'Alessio, 2013, p.10. México D. F., México: Pearson.

## 1.6. Clasificación Según sus Operaciones Productivas

De acuerdo con las operaciones productivas, la empresa produce un bien físico, del tipo conversión (extractiva), donde se realiza el cambio físico de la materia prima. La Figura 5 muestra la clasificación de las empresas por el tipo de operación. Para la unidad Yauricocha, la concentración del mineral de la mina se realiza con un tamaño de hasta 8 pulgadas e ingresa al proceso de concentración del producto final, obteniéndose el producto final, que es el concentrado del mineral de diferentes tipos polimetálicos.

## 1.7. Matriz del Proceso de Transformación

Uno de los primeros puntos a tenerse en cuenta para gestionar una empresa adecuadamente, es conocer el tipo de operación que realiza: de servicios o producción de bienes (D'Alessio, 2012). La producción de bienes es lo definido para la SCMSA, unidad Yauricocha, que es una empresa productora de concentrado de minerales en masa, volumen y frecuencia de producción continua a plazo indeterminado (en función de sus reservas de mineral). Debido a esto, la operación es continua y solo hay unas pocas paradas programadas al año para mantenimiento de equipos críticos.



Figura 5. Clasificación de Sociedad Minera Corona S. A. según sus operaciones productivas Adaptado de *Administración de las operaciones productiva*, por F. A. D'Alessio, 2015, p.26 México D. F., México: Pearson.

En minería, las plantas se clasifican de acuerdo con su capacidad de procesamiento de toneladas por día, esta se enfoca directamente con el tamaño de planta y el resto de instalaciones auxiliares, por lo tanto, una operación artesanal procesa hasta de 25 toneladas métricas por día, la pequeña minería procesa hasta 350 toneladas métricas por día; la mediana minería procesa hasta 5,000 toneladas métricas por día, sobre este tonelaje, se considera gran minería. La planta concentradora de Chumpe de la unidad de Yauricocha en sus inicios procesaba 350 t/día de concentrado, pasando a 1200 t/día, hasta llegar a los 4000 t/día, con proyecciones de mejora hasta los 5000 t/día, lograr este indicador hará que se le

considere una operación minera importante, sin embargo, actualmente es considerada una mina de tamaño intermedio por el tamaño de planta y por el tipo de procesamiento de mineral.

| Repetitividad                         |                | UNA VEZ    | INTERMITENTE    | CONTINUO (LÍNEA)  |
|---------------------------------------|----------------|------------|-----------------|---|
|                                       |                | Tecnología |                 |   |
| ↑<br>VOLUMEN<br>DE<br>PRODUCCIÓN<br>↓ | ARTÍCULO UNICO | Proyecto   |                 |   |
|                                       | LOTE           |            | Lote de trabajo |   |
|                                       | SERIE          |            | Serie           |   |
|                                       | MASIVO         |            | Masivo          |  |
|                                       | CONTINUO       |            |                 | Continuo  |
|                                       |                |            |                 |   |

← - FRECUENCIA DE PRODUCCIÓN - → +

Figura 6. Matriz de proceso de transformación de mineral.

Adaptado de "Administración de las operaciones productivas," por F. A. D'Alessio, 2012, p.29. México D. F., México: Pearson.

La planta funciona de manera continua 24 horas al día, los siete días de la semana, pero es necesario hacer paradas programadas para el mantenimiento de equipos críticos y básicos, por lo cual el proceso no se considera continuo y es más bien un proceso intermitente de ciclos largos. Con respecto a la tecnología empleada, es un proceso masivo de un solo tipo de producto. La Figura 6 muestra el cuadrante en el que se ubica la Sociedad Minera Corona, Unidad Yauricocha, de acuerdo con la matriz de transformación.

### 1.8. Conclusiones

Sociedad Minera Corona necesita plantear y priorizar las mejoras de eficiencia y productividad que creen valor en su negocio, debido a su importante, directo e inmediato impacto en la rentabilidad de la empresa. Todas las mejoras a implementarse en el área de Operaciones tendrán un impacto positivo en el negocio, por lo que teniendo en cuenta nuestros índices de productividad creemos que se puede llegar innovando en cada uno de

nuestros procesos y con la adquisición de nuevos equipos a 5 Ton /hombre guardia y así disminuir en el costo operativo de mina, con la producción actual de toneladas tendríamos un ahorro de \$41'342,400, solo incrementando nuestros rendimientos y eficiencias, además se fortalecerá a la empresa y la harán más competitiva.

Tabla 2

*Evolución de los índices de productividad y costos de mina*

|                                   | 2007  | 2008  | 2009  | 2010  | 2011  | 2012  | 2013  | 2014  | 2015  | 2016  | 2017  |
|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Productividad Mina (TMS/Tarea)    | 2.26  | 2.42  | 2.59  | 2.81  | 2.75  | 2.67  | 2.7   | 3.03  | 2.57  | 2.28  | 2.11  |
| Productividad General (TMS/Tarea) | 2.00  | 2.21  | 2.28  | 2.44  | 2.31  | 2.26  | 2.41  | 2.71  | 2.31  | 1.88  | 1.90  |
| Costo de Mina (US\$/TMS)          | 36.93 | 38.92 | 32.44 | 34.62 | 35.12 | 41.68 | 40.68 | 36.56 | 42.72 | 46.57 | 57.42 |
| Tipo de Cambio S/                 | 3.126 | 2.928 | 3.012 | 2.827 | 2.799 | 2.636 | 2.70  | 2.839 | 3.183 | 3.377 | 3.262 |

Nota. Tomado de SMCSA – *Memoria anual 2017*

El manual de gestión de las operaciones de la empresa minera es una excelente herramienta en la que se define los procesos propios para la identificación, adjudicación, construcción, control y cierre de mina, así como la colaboración con las unidades de soporte; Administración y Finanzas, Logística, Equipos, Legal, Soporte TI, quienes complementan lo requerido por la unidad de Operaciones. La unidad Yauricocha, es productora de un bien físico, de tipo conversión (extractiva), en el cual se lleva a cabo el cambio físico de la materia prima, por el tipo de volumen de producción es masivo y de frecuencia de producción intermitente, ya que se tienen paradas por mantenimiento programado de equipos.

La minería se ubica en el grupo de los commodities, por lo que la empresa no controla ni maneja el precio de venta de los bienes que produce; el precio de venta está marcada por la oferta y demanda del mercado de los concentrados minerales a nivel global. Al no controlar el precio de venta, una empresa minera tiene que hacer eficiente su operación y controlar sus costos operativos.

Los procesos en minería son idénticos, sin embargo, cada operación minera tiene características peculiares que las hacen distintas. Existen muchos procesos que son específicos de cada operación minera, lo que hace que cada unidad minera posea procedimientos operativos de acuerdo a su realidad lo cual es influenciado por el tipo de mineral a tratar y las características del yacimiento.



## Capítulo II: Marco Teórico

Este marco teórico nos ayudara a fundamentar el planteamiento del problema y, por consiguiente, los objetivos ya tallados. De modo que después de seleccionar la empresa materia de investigación, se buscó y reviso la literatura relacionada, teniendo fuentes de respaldo como las documentales de las cuales extraemos, recopilamos y analizamos lo necesario para poder llegar a tener una base sólida e información de interés y necesaria, para así tener nuestro marco conceptual. En este buscamos establecer el cimiento que nos ayudara al desarrollo de nuevas propuestas y conocimientos incidiendo en los detalles y hechos motivos de la investigación. Se dice que si no hay una base teórica es imposible desarrollar una investigación (Gómez, 2006).

### 2.1. Ubicación y Dimensionamiento de Planta

#### 2.1.1. Dimensionamiento de la planta

Según D'Alessio (2012, p. 105) "El dimensionamiento está relacionado con la capacidad de producción que la empresa desea instalar y en función de la cantidad de productos que se necesita producir." Cabe resaltar que esto es una decisión del nivel gerencial y/o del directorio de la empresa, bajo los siguientes aspectos:

**Economías de escala:** acá podemos resaltar que el costo unitario de producción será menor cuanto más grande sea la capacidad instalada de una empresa. También es necesario notar que hay un punto óptimo de dimensionamiento de planta a fijar, porque los costos aumentarían como resultado de ese determinado tamaño.

**Variables de capacidad:** Se consideran las variables descritas a continuación:

- Nivel de demanda de acuerdo a la cantidad y necesidad de los clientes por el producto. (oferta y demanda).
- Uso Tecnología en el proceso que ayuda a optimizar la propuesta de valor corporativa.

- Rendimiento del recurso humano evaluando perfiles, también es necesario el entrenamiento que este requiera, búsqueda de la eficiencia.
- El grado de integración vertical eliminando jerarquías buscando el involucramiento, y el trabajo en equipo.
- Tipo de maquinaria buscando la automatización de los procesos.
- Capacidad financiera Es un tema preponderante para futuras inversiones de crecimiento y desarrollo de la planta.
- Ubicación de la planta, una ubicación correcta en este caso de la planta concentrada permitirá una buena disposición por ejemplo de los relaves y también utilizar estos en procesos del minado subterráneo.

Gutarra (2017) precisó que el tamaño de la planta se determina con una dimensión técnica-económica pronosticada, según la cantidad de minerales a extraer, la capacidad económica para el equipamiento de la planta y el talento humano requerido para la operación. Mientras que para Sacher (2014) las dimensiones de los yacimientos dependen de su impacto en la naturaleza, que en el caso de las mineras se sustentan en estudios geológicos previos para decidir la expansión física de la operación.

El diseño de plantas de fabricación y manejo de materiales casi siempre afecta la productividad y la rentabilidad de una empresa, más que cualquier otra decisión comercial importante. La calidad y el costo del producto y, por lo tanto, la proporción de las necesidades de entrega se ven directamente afectados por el diseño de la planta. El proyecto de distribución de la instalación (diseño de instalación) deberá ser un aspecto fundamental que los ingenieros tiene que alcanzar. El ingeniero de proyectos o un nivel superior, después de obtener la aprobación comercial, es responsable de que el costo operativo no sea sobredimensionado. En términos de costos, el gerente de Operaciones es responsable de alcanzar los objetivos

establecidos en la propuesta de plan maestro anual y el presupuesto final (Meyers & Stephens, 2006, pág. 1).

### **2.1.2. Ubicación de planta**

Respecto a este punto, D'Alessio (2012) dice que, las estrategias de localización deben partir desde una macro localización (definir el país y departamento) hasta una micro localización (definir el área específica donde se localizará la planta, con coordenadas de latitud y longitud).

Las decisiones de la selección del lugar se toman mediante la evaluación de factores cuantitativos y cualitativos. Los factores cuantitativos que afectan las decisiones de ubicación pueden incluir el rendimiento de la inversión, el valor presente, los costos de transporte, los impuestos y los tiempos de espera para la entrega de bienes y servicios. Los factores cualitativos pueden incluir los idiomas y las normas, las actitudes entre los trabajadores y los clientes, y la proximidad a los trabajadores, proveedores y competidores. En algunos servicios de oficina debe estar ubicado cerca de los clientes para que sea más fácil para ellos consumir el servicio y/o producto, por lo que este factor debe vencer a la mayoría de los demás al momento de decidir dónde ubicar las nuevas instalaciones (Schroeder Goldstein y Rungtusanatham, 2011, pág. 276)

Las variables que pueden influir en dichas decisiones son innumerables, sin embargo, en la mayoría de los casos las más relevantes sólo son dos o tres, y dependerá del tipo de empresa y su contexto. En ese sentido, D'Alessio (2012) dio varias clasificaciones de estos factores, como aquellos relacionados al costo (costos de terreno, edificios, equipos de transporte de materias primas y productos terminados, de servicios, de impuestos y seguros, laborales) y factores no relacionados al costo (calidad y cantidad de la mano de obra, comunidad amigable a los negocios, voluntad colectiva, clima social, relación con la

competencia, reglamentos gubernamentales, calidad de vida, tipo de sindicalización, etc), o tal vez su lista más completa de 17 clases de factores:

- Relacionados con el Gobierno (actitud de este frente a la industria, cooperación oficial referente a suministrar información, etc.).
- Relacionados a los servicios comunitarios (defensa civil, bomberos, capacidad de los bomberos para atender el área, indicadores de criminalidad, policía).
- Relacionados al comportamiento comunitario (disposición de la comunidad, apoyo de otras empresas establecidos que puedan ofrecer, disponibilidad de mano de obra, calificada o no).
- Relacionados con asuntos cívicos (feriados al año).
- Servicios relacionados con el negocio (proveedores, bancos, tiendas, empresas especializadas, etc.).
- Relacionados con los servicios industriales (agua, desagüe, eliminación de residuos, fuentes de energía).
- Relacionados al servicio postal, noticioso, comunicaciones y transportes.
- Relacionados con servicios religiosos.
- Relacionados a la educación (escuelas, universidades, academias, influencia de la escolaridad).
- Relacionados con la población (estudio de salarios de la región, población, clase, tipo, sexo, nivel de capacitación e instrucción, atractivo del lugar para nuevos pobladores, crecimiento poblacional, vivienda, actividades lucrativas del lugar).
- En el caso de las mujeres, la mayoría de las veces, la mayoría de las personas que viven con el VIH / SIDA.

- Relacionados con el clima (es adecuado para las instalaciones requeridas, efecto sobre la programación logística, de operaciones, y el tipo de producto manipulado).
- Relacionado a temas culturales (bibliotecas, museos, centros culturales).
- Relacionados con la recreación (deportes).
- Relacionados con la salud (postas médicas, hospitales, clínicas, atención al usuario, cobertura).
- Relacionados al transporte (carreteras, ferrocarril, fluvial, mar, aeropuertos).
- Relacionados con la cámara de comercio (¿existe?, ¿es fuerte?, ¿qué tipo de representatividad tiene?).
- Planificación comunitaria (áreas residenciales).

El éxito para lograr un buen diseño de planta se fundamenta en el lograr una perfecta localización de la planta pero para esto se deberán usar métodos como los que detallaron a Heizer y Render (2009) quienes identificaron 4: (a) método de calificación de factores (tienen en positivo el poder incluir factores cualitativos y cuantitativos, el método es algo subjetivo, pero ayuda cuando no se tiene gran disponibilidad de información medible esto puede revertirse utilizando la experiencia); (b) el análisis del punto de equilibrio de la localización (cuando se poseen los costos fijos y variables de las alternativas de localización, se utilizara este método, que es más fácil, cuando se toman decisiones debido a que se puede graficar); (c) método del centro de gravedad (matemáticamente podemos decir que se orienta hacia los centros de distribución, teniendo en cuenta la ubicación de los mercados, el volumen de productos que se despachan, los costos de embarque, entre otros factores relacionados); (d) método de transporte (la función principal es la de determinar el mejor patrón de embarque desde varios puntos de suministro y/o fuentes hasta diferentes puntos de demanda y destinos

con el fin de minimizar los costos totales de la operación); este es el método al que llaman diferentes autores “programación lineal”, como Eckes (2004).

## **2.2. Planeamiento y Diseño de Productos**

González (2014) menciona que la competitividad en la que se encuentran presionadas las organizaciones hace que tengan que diseñar productos continuamente. Esto es por la necesidad de satisfacer la demanda de los clientes, para lo cual se debe tener en cuenta el target de la organización: producto/servicio esto es el fondo de toda la razón de ser de la empresa y en ello se refleja el valor de toda la organización, porque se define el tipo del proceso, el diseño de planta, las competencias del personal, así como los recursos a utilizar y la forma de transporte, que determinan e influyen en todo el proceso.

### **2.2.1. Planeamiento de productos**

Nace de las actividades de investigación y desarrollo tecnológico, donde se da a luz al producto para pasar a la fase de desarrollo de los conceptos, se identifica a los principales usuarios, se valida la viabilidad de los conceptos e ideas luego la definición de forma general del costo. Lo que sigue es diseñar el sistema; en él se establecerán cómo se organizará la empresa para la elaboración del bien o servicio, probando alternativas, luego el diseño de los detalles. Para hacer las pruebas y definir y decidir detalles finales, dando fin a todo lo referente a la planeación del producto (Chase et.al., 2009).

El plan del producto identifica la cartera de productos a ser desarrollados por la organización y la coordinación en tiempo para su introducción al mercado. El proceso de planeación considera oportunidades de desarrollo del producto identificadas por muchas fuentes, incluyendo sugerencias hechas por mercadotecnia, investigación, clientes, grupos actuales de desarrollo de productos y de comparación con productos de la competencia. De entre estas oportunidades se selecciona una cartera de proyectos, se programa en tiempo el proyecto y se asignan recursos. El plan del producto se actualiza regularmente para reflejar

cambios en el ambiente de la competencia, cambios en tecnología e información sobre el éxito de productos existentes. Los planes del producto se desarrollan con las metas de la compañía, capacidades, restricciones y ambiente competitivo en mente. Las decisiones de planeación del producto involucran a la alta dirección de la organización y pueden tener lugar sólo anualmente o unas pocas veces al año (Ulrich & Eppinger, 2013, págs. 51-52).

### 2.2.2. Aspectos del planeamiento y diseño de productos

Existen cuatro fases en el diseño del producto, las cuales implican la generación de una idea, la selección del producto, el diseño preliminar y el diseño final del mismo, de la misma forma es importante, como parte del diseño del producto, el ciclo de vida de técnico del producto (D'Alessio, 2015). Como parte de los aspectos tomados en cuenta por parte del productor tenemos a: (a) las características, (b) la tecnología usada y tradicional para la producción, (c) el conocimiento del personal para producirlo, (d) la normativa existente, (e) las posibilidades de fabricación con los procesos conocidos, (f) la disponibilidad referida a la confiabilidad y mantenibilidad, y (g) el costo. En cuanto a los aspectos del planeamiento y diseños de productos referido a los aspectos del cliente tenemos a: (a) las prestaciones, (b) las peculiaridades, (c) la confiabilidad, (d) la conformidad con las especificaciones, (e) la durabilidad, (f) la disponibilidad del servicio, (g) la estética, y (h) la calidad percibida.

La empresa cuenta con dos ciclos de vida tal como se muestra en las Figuras 7 y 8.

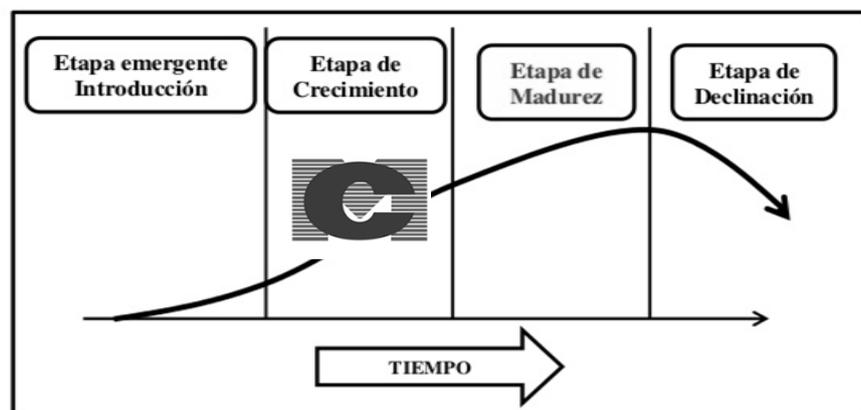


Figura 7. Ciclo de Vida de una empresa  
Elaboración propia

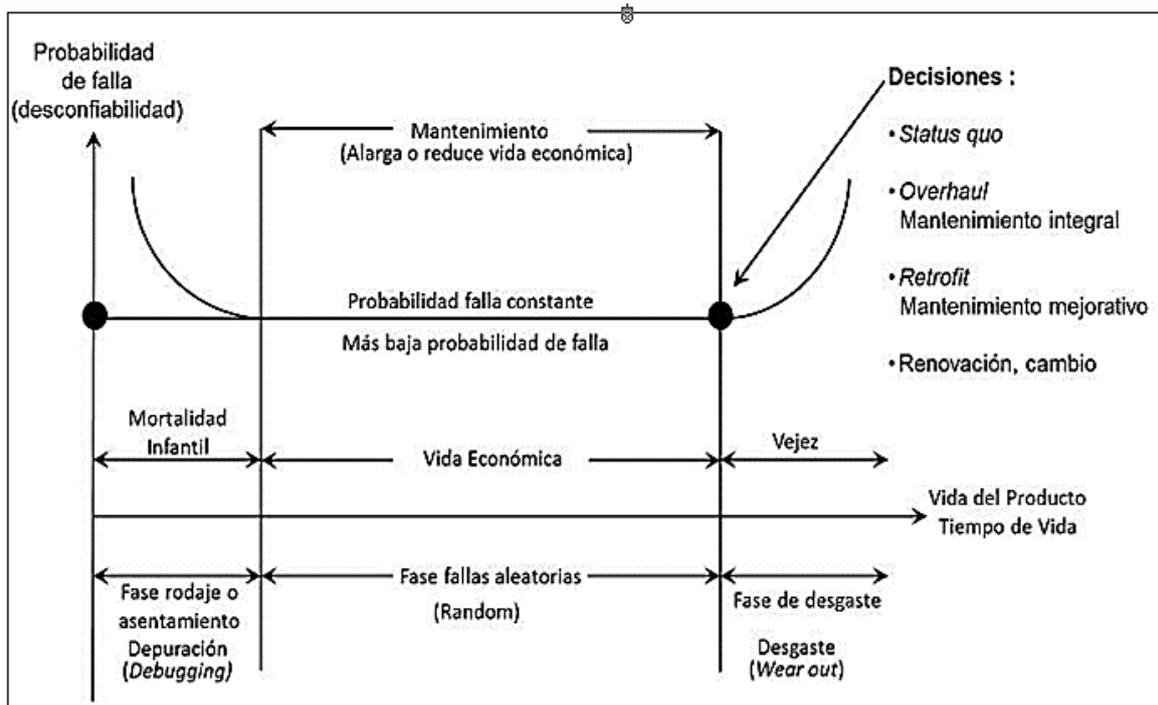


Figura 8. Ciclo técnico del producto.

Tomado de "Administración de las operaciones productivas," por F. A. D'Alessio, 2012, p. 124. México D. F., México: Pearson.

En la Figura 8, hay un ciclo técnico del producto, llevado a cabo por la viabilidad y el tiempo que este pueda permanecer en el mercado, este es referenciado, por su ciclo de madurez. Feijoó (2015) indica que el diseño de los productos en las mineras dependerá de los yacimientos y los minerales que tiene la mina para enfocarlos al comercio.

### 2.3. Planeamiento y Diseño del Proceso

Los procesos productivos están conformados por una serie de actividades relacionadas, que tienen como salida un producto bien o servicio, que ha sido elaborado con materia prima insumos y recursos que le otorgan un valor agregado (D'Alessio, 2012) (ver Figura 9).

El ciclo de toma de decisiones determina el tipo de proceso utilizado para producir un producto o servicio. Por ejemplo, los automóviles se fabrican con un tipo de proceso de ensamblaje, la elaboración del vino implica un tipo de proceso por lotes y un negocio hecho a medida es un tipo de proceso de negociación de pedidos. Las consideraciones necesarias para seleccionar un proceso incluyen el volumen del producto y si está estandarizado o

personalizado. En general, los productos estandarizados de alto volumen se fabricarán en una línea de montaje y los productos personalizados de bajo volumen se desarrollarán con un proceso de lotes o talleres (Schroeder, Goldstein, & Rungtusanatham, 2011, pág. 60).



Figura 9. Diagrama de un proceso.

Tomado de *“Administración de las operaciones productivas”* por F. A. D’Alessio, 2012, p. 124. México D. F., México: Pearson.

### 2.3.1. Valor Agregado

Heizer y Render (2009) plantean que debido a los diseños de procesos saltan interrogantes acerca del direccionamiento de este con la estrategia empresarial (diferenciación, costo, nicho de mercado), por lo tanto, si se quitan los pasos que no agregan valor, y este permite maximizar el valor percibido por el cliente, para lo cual se pueden emplear cinco herramientas para el diseño o el rediseño de los procesos:

Los diagramas de flujo, donde se empleará un dibujo con esquemas definidos para mostrar el movimiento de materiales, productos o personas. La gráfica de función tiempo, que es en realidad un subtipo del primero pero que tiene la particularidad de tener el tiempo agregado en el eje horizontal, y es muy usado para la eliminación de desperdicios o etapas que no agregan valor al proceso, al observar el impacto en el tiempo total. Gráfica del flujo de valor, llamado también VSM por sus siglas en inglés, que comparte con la gráfica de función tiempo el objetivo de visualizar las partes y pasos que no agregan valor, extendiéndose a los proveedores. Diagramas de procesos, ampliamente usados por graficar de forma objetiva y estandarizada los procesos, permite identificar rápidamente los tiempos empleados, las distancias recorridas y el flujo diseñado.

El diseño preliminar del servicio, que es especialmente útil para productos con alto contenido de servicio o interacción con el cliente, en el cual se analizan tres niveles, el primero que es controlado por el cliente y se deben utilizar técnicas para evitar que se generen errores en el uso del producto o servicio; el segundo nivel, que es la parte visible del proceso del proveedor para con el cliente, y se potencia con la capacitación adecuada a los empleados; y finalmente el tercer nivel, que se refiere a las partes del proceso que no tienen visibilidad al cliente y es por lo general donde se genera el valor al cliente y debe de estar en constante innovación operativa.

Una parte crítica para el diseño de los procesos es la elección de la tecnología. Es por eso que D'Alessio (2012) indicó que se deben tener en cuenta siete factores muy relevantes:

- Las metas estratégicas, según lo mencionado por los otros autores, arriba mencionados, la tecnología elegida debe apoyar la estrategia con la cual la empresa compete en el mercado, pues por ejemplo es muy diferente elegir la tecnología para ser flexibles, como para ser líderes en costos.
- Recursos operativos, donde la elección de la tecnología debe tener una evaluación real de los recursos internos y externos que tiene la empresa (capacidad de endeudamiento, capacitación del personal, capacidad gerencial, etc.).
- Productos y procesos. La tecnología será diferente para diferentes productos y procesos; por ejemplo: para un proceso continuo la tecnología requerida estará destinada a su masificación, en tanto que para un proyecto será muy específico.
- El mercado, analizándolo a profundidad se puede definir diferentes necesidades tecnológicas, pues influirán aspectos como la situación tecnológica de la competencia, la naturaleza cíclica de la demanda, etc.
- Características de la tecnología, variables como la complejidad de la tecnología, la disponibilidad local del proveedor, la facilidad de transmisión del

conocimiento, el nivel de automatización, etc., que son aspectos que impactarán en la elección.

- Entorno, antes de realizar adquisiciones que demandarán altos recursos a largo plazo de la empresa, se deben evaluar aspectos como el político, social, económico, legal, ecológico, etc., que puedan generar inestabilidad para la inversión.
- Un modelo integrador; es decir, nunca se debe decidir por un solo factor, sino realizar una evaluación integral antes de tomar la decisión final, puesto que las variables obviadas pueden llegar a ser muy relevantes en la factibilidad de la implementación.

### **2.3.2. Diagrama causa efecto**

El Diagrama Causa-Efecto es conocido también con los nombres de Diagrama de Espina de Pescado, por la forma que adopta la mencionada herramienta, y el diagrama de Ishikawa, debido a que su creador fue Kaoru Ishikawa. Es una representación gráfica que organiza de forma lógica y en orden de mayor importancia las causas potenciales que contribuyen a crear un efecto o problema determinado (González, Domingo, & Sebastián, 2013, pág. 50).

A menudo, los problemas pueden resolverse explorando todas las causas posibles. Un enfoque de análisis de causa y efecto proporciona una estructura para esta evaluación, que involucra la consideración de seis causas que pueden contribuir a una respuesta o efecto característico: (a) materiales, (b) máquina, (c) método, (d) personal, (e) medición, y (f) medio ambiente. Con este enfoque para evaluar un problema, una solución podría llegar a ser inmediatamente aparente. En otros casos, la causa potencial puede no ser tan obvia; sin embargo, los análisis estadísticos de los datos históricos pueden usarse para probar varias teorías.

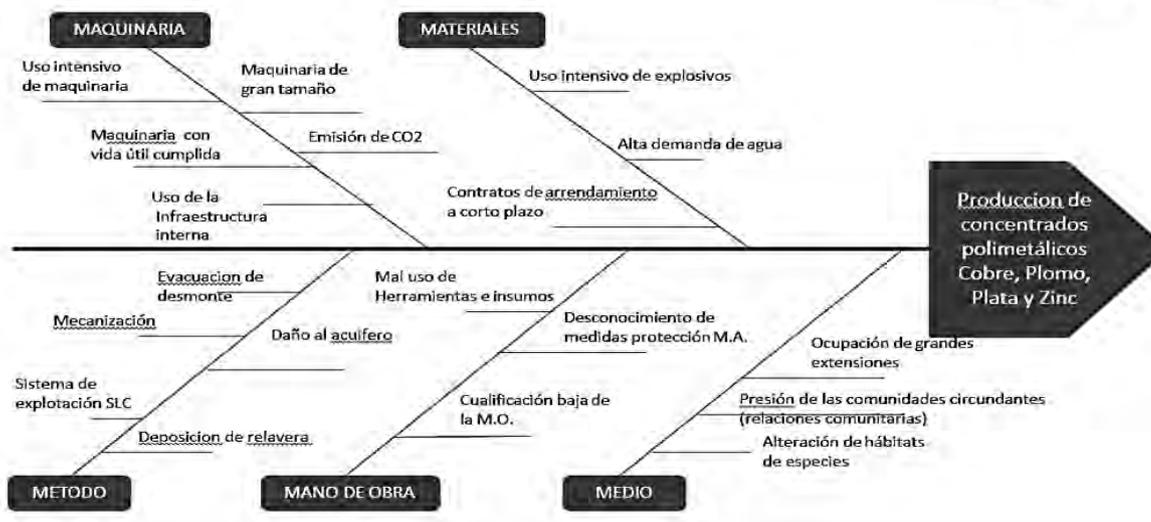


Figura 10. Diagrama Causa y efecto.

Esta información se puede utilizar para proporcionar información sobre lo que se podría hacer para mejorar un rendimiento de referencia de salida de proceso. Una manera útil de asignar las entradas que afectan a la calidad es el diagrama de causa y efecto o diagrama de Ishikawa, en el que el efecto o problema investigado se muestra en el extremo de una flecha horizontal mientras que las causas potenciales son mostradas como flechas rotuladas, insertado en la flecha que corresponde a la causa principal. A lo largo del proceso de reducción de las principales causas o factores a sus sub-causas, cada flecha puede tener otras que se introducen en ellas (Serpel & Alarcón, 2009).

#### 2.4. Planeamiento y Diseño de Planta

La distribución es una de las decisiones más importantes para determinar la efectividad de las operaciones a largo plazo. La división tiene una gran importancia estratégica porque establece prioridades organizacionales competitivas en términos de capacidad, procesos, flexibilidad y rentabilidad, y calidad de vida en el trabajo, contacto con

el cliente e imagen. La distribución efectiva ayuda a la organización a lograr una estrategia para apoyar la diferenciación, el bajo costo y la respuesta (Heizer y Render, 2004, p.332).

D'Alessio (2012), menciona que en el tema del diseño de planta es necesario el uso del diagrama de relaciones y actividades, porque este ayuda a “establecer vínculos importantes entre las diferentes combinaciones de dos operaciones, por ejemplo, observar por donde tienen lugar los mayores movimientos de material”. Este diagrama, llamado también Muther, se realiza mediante una evaluación de cercanías, que son valores subjetivos. La calificación de cercanía puede tener valores A, E, I, O, U y X, que indican las áreas comunes absolutamente necesario, especialmente importante, importante, ordinario de cercanía, no importante e indeseable. Por su parte las razones de cercanía pueden tomar los valores de 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9, y cada uno corresponde respectivamente a uso de registros comunes, compartir personal, compartir espacio, grado de contacto personal, grado de contacto documentario, secuencia del flujo de trabajo, ejecutar trabajo similar, uso del mismo equipo y posibles situaciones desagradables.

## **2.5. Planeamiento y Diseño de Trabajo**

Según Híjar Sifuentes, Otiniano y Enrique (2015) el diseño de trabajo para minería (plan de minado y de los trabajos para extraer el mineral) debido a la cantidad de riesgos latentes, deben basarse en las normas de calidad OHSAS 18001:2007. Las actividades que se le asignan a un trabajador o equipo de trabajo deben ser claras y específicas, con el fin de garantizar la comprensión del personal. Así mismo, es importante socializar e internalizar los manuales operativos en donde se detalla las instrucciones de trabajo de obreros y operadores de equipo para que el operador este trabajando en un ambiente diseñado que ha tenido un estudio previo y se han analizado sus posibles riesgos. En la Tabla 3 se muestra, el diseño del trabajo se sustenta en dos criterios: (a) el de orientación al objetivo, que cuenta con el soporte de técnicas cuantitativas como el estudio de movimiento y los tiempos de mejoramiento de

métodos, que conducen a direccionar las actividades laborales para que sean significativas; (b) el de orientación a la persona, que se manifiesta incrementos de la productividad y de la calidad, como efecto de contarse con personal capacitado y motivado.

La competitividad actual enfoca a las organizaciones a contar con personal especializado en aras de alcanzar una producción especializada o determinada en el menor tiempo posible, con valor, creatividad, calidad e innovación, para ser flexibles y competitivos (Valenti, Casalet & Avaro, 2008).

Tabla 3

*Comparación de características de diseño de trabajo*

| Diseño del trabajo         | Orientada al objetivo         | Orientada a la persona         |
|----------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| Énfasis                    | En el trabajo por completarse | En la concentración individual |
| Descripción del trabajo    | Escrito al detalle            | No escrito                     |
| Asignación del trabajo     | Altamente especializado       | Altamente diversificado        |
| Capacitación en el trabajo | Específico y limitado         | General y continuo             |
| Métodos del trabajo        | Altamente específicos         | No especificados               |
| Eficiencia                 | Medición objetiva inmediata   | Medición a largo plazo         |

Nota. Tomado de "Administración de las operaciones productivas," por F. A. D'Alessio, 2013, p. 199. México D. F., México: Pearson.

## 2.6. Planeamiento Agregado

El programa maestro de producción nos dice lo que es necesario para satisfacer la demanda y cumplir el plan de producción. El programa establece qué elementos son necesarios, cómo y cuándo hacerlos: desagrega el plan de producción agregado. Mientras que el plan de producción agregado establece en términos y familias de productos o toneladas de mineral a producir, la programación principal de producción se establece en términos de productos específicos (Render & Heizer, 2007, pág. 323).

El plan de operaciones agregado está relacionado con el establecimiento de índices de producción por grupo de productos u otras categorías para el corto y mediano plazo. El objetivo principal del plan agregado es especificar la combinación ideal de índice de producción, nivel de mano de obra y stock disponible. El índice de producción se refiere al

número de unidades completadas por unidad de tiempo (hora o día). El nivel de mano de obra es el número de trabajadores necesarios para la producción (producción = índice de producción  $\times$  nivel de mano de obra). El stock en cuestión es el stock no utilizado que quedaba del período anterior. Este es el enfoque formal para el problema de planificación agregada: con previsión de demanda  $F_t$  para cada período  $t$ , en el horizonte de planificación que abarca los períodos  $T$ , determinar el nivel de producción  $P_t$ , el nivel de inventario y el nivel de la mano  $W_t$  a los períodos  $t = 1, 2, \dots, T$  que minimizan los costos relevantes en el horizonte de planificación. La forma del plan agregado varía en cada empresa. En algunos, es un informe formal que contiene los objetivos de planificación y las suposiciones de planificación en las que se basa. En otros, especialmente los menores, el propietario puede hacer cálculos simples de las necesidades de mano de obra que reflejan una estrategia general de contratación (Jacobs & Chase, 2014).

Es el cimiento para la gestión de la capacidad de la planta y el planeamiento relacionado con la demanda. Se dice que un método de planificación de corto plazo se usa para verificar la cantidad de los recursos que la empresa necesitara para atender su demanda esperada en un periodo determinado, en un periodo tiempo anual. Diferentes variables se mezclan, como la producción, el abastecimiento, el nivel de contratación, entre otros. El objetivo es lograr que coincidan la demanda y la oferta, al combinar las distintas variables. A partir de esta programación se propone la cantidad de producción (toneladas y ley) semanal, y diaria, es muy importante que para iniciar un proceso de planeamiento agregado se consideren los siguientes factores: (a) tener información completa sobre la infraestructura de producción que se encuentra disponible, así como de los insumos que se utilizarán a lo largo del proceso productivo; (b) realizar una simulación de un pronóstico de la demanda como parte de la planificación; (c) elaboración de un plan financiero que debe incluir el costo de producción, la inversión en maquinaria, el gasto en materia prima y mano de obra, entre

otros; y, (d) definir claramente la política que regirá en la empresa para la administración del recurso humano, para la gestión de calidad, entre otros (ESAN, 2016).

En el tema de planeamiento agregado, el aspecto financiero intenta maximizar el beneficio minimizando el costo. Por esta causa, los siguientes costos deben ser monitoreados y controlados: (a) mano de obra, al considerar el tiempo dentro del horario normal y las horas extras; reclutamiento, selección y contratación de personal; (b) compensaciones legales por despidos; (c) subcontratación o servicios profesionales; (d) mantenimiento de inventarios; y, faltantes que no permiten atender pedidos de los clientes y, por ende, llevan a la pérdida de ventas. También deben considerarse variables adicionales, tales como los tiempos de entrega, la curva de aprendizaje y el nivel de servicio (Aquino & De la Cruz, 2015).

De acuerdo con Schroeder (2005, citado en D'Alessio, 2012), existen diferentes variables que son capaces de influir en la demanda y, por lo tanto, deben considerarse en un proceso de planeamiento agregado:

1. Precio diferencial: las organizaciones usan las diferencias de precio para estimular la demanda en temporada baja o para reducirla en los momentos pico. Para el caso de bienes no perecederos, la diferencia de precio suele ser cercana al costo de mantener el inventario, pero cuando los productos son perecederos, el precio es sujeto a especulación.
2. Publicidad y promociones: mediante la publicidad y las promociones se estimula la demanda, siendo una estrategia que funciona en distintas industrias, sin embargo, en el presenta caso no aplica.
3. Reservaciones o trabajo pendiente: se busca trasladar la demanda de los periodos pico a los de capacidad libre, solicitando a los clientes que esperen por sus pedidos o que, por el contrario, reserven la capacidad o espacio por anticipado.

4. Desarrollo de productos complementarios: en casos en que el producto es de una estacionalidad muy marcada, se opta por elaborar productos complementarios. La clave es que la demanda agresiva de estos productos ocurra en distintas épocas del año.

La planificación agregada es un proceso operativo que deriva en un plan agregado del proceso de producción, antes de los seis a 18 meses, Como adición al tema teórico, podemos decir que para dar una idea a la gerencia del volumen de materiales y otros recursos que deben ser adquiridos y cuándo, de forma que el costo total de las operaciones de la organización se mantiene al mínimo durante ese periodo (Gaither & Frazier, 2001). Queremos decidir acerca de la cantidad de contratistas, subcontratistas de bienes, horas extras de mano de obra, la cantidad a emplear y a despedir de cada periodo, y el stock que deben mantenerse en existencias. La mayor parte de estos detalles deben llevarse a cabo en el contexto de la ética empresarial, la política corporativa, compromisos de largo plazo con la sociedad, la comunidad y el país en el que se desarrolla la operación minera.

## **2.7. Programación de Operaciones Productivas**

Haciendo un recuento de lo tratado nos damos cuenta que la programación de las operaciones es realizada por todas las empresas que han planificado de manera adecuada y están aptas para poner en marcha estos aspectos (plan agregado, plan maestro de producción, etc.). En ese sentido se requiere definir en una línea de tiempo para los recursos (tiempo, personal, financiamiento, etc.) que se deben usar para cada actividad planeada. Es por ello que, Heizer y Render (2009) indicaron que la puesta en marcha tiene una importancia estratégica por tres motivos: (a) una correcta programación representa una mayor rotación de recursos y un mejor uso de los activos, lo que a su vez brinda una mayor capacidad por dólar invertido y una reducción consecuente de los costos; (b) la producción más veloz, junto con una capacidad agregada, brinda mayor flexibilidad al proceso, lo que a su vez logra entregas

más rápidas a los clientes y por consecuencia un mejor servicio; (c) una programación consistente tiende a generar entregas confiables y realistas.

Por otro parte, Chase, Jacobs y Aquilano (2009) indicaron que para una correcta programación se deberían ejecutar cuatro pasos: (a) planificar a corto plazo, asignando pedidos, equipo y personal a los puestos de trabajo y demás ubicaciones necesarias; (b) establecer las prioridades laborales, es decir, determinar la secuencia en que se realizarán los pedidos; (c) despachar los pedidos o, mejor dicho, iniciar el trabajo programado; (d) controlar las actividades de la planta, revisando el progreso de los pedidos y poniendo especial atención en los pedidos retrasados o muy importantes.

En todo acto de simular o programar hay incertidumbre que, de no tenerlo presupuestado, vuelve ineficiente cualquier programa de producción. Es por ello que la metodología para realizar una programación esté definida por el grado de incertidumbre de los eventos, como por el tipo de producción, por lo que, Monks (1991) menciona que existen tres grandes grupos de herramientas:

- La programación lineal, que generalmente se desarrolla en un contexto de certeza con la producción masiva o continúa, orientado a la optimización, la maximización de beneficios o la minimización de costos.
- En el otro extremo esta la teoría de juegos, que ocurre en un ambiente de total incertidumbre, cuando algo se conoce, pero no su probabilidad de ocurrencia, y el objetivo de programar es generar probabilidades confiables para aplicar las técnicas de administración del riesgo (probabilidades y estadística, teoría de colas, árboles de decisión, valor esperado, etc.).
- En el centro se tienen las redes PERT/CPM, cuando el ambiente no es ni totalmente cierto, ni totalmente incierto, y el objetivo es hallar el tiempo más probable.

Otro buen resumen de las herramientas cuantitativas que todo buen gerente de Operaciones debe tener en su arsenal lo presentaron Levin, Kickpatrick y Rubin (1982) en su clasificación de diez tipos:

- Probabilidades y estadística, utilizadas en ambientes de riesgo e incertidumbre, cuando la información es limitada y sus usos más comunes se dan en los muestreos, estrategias gerenciales y elementos que tienden a fallar con el tiempo.
- Pronósticos, ampliamente usado cuando la administración tiene que tomar decisiones futuras sobre la base de hechos históricos.
- Teoría de la decisión, en general empleado en un ambiente de bajo riesgo, donde se pueden tomar en cuenta probabilidades, y una de las herramientas más usadas son los árboles de decisión, que combinan las probabilidades y los valores esperados para esquematizar muchas opciones de decisión. Otro elemento de esta categoría muy usado es el análisis costo-volumen-utilidad con condiciones de incertidumbre en el costo y la demanda.
- Modelos de inventarios, que sirven para controlar los costos totales del inventario, optimizando el tiempo y la cantidad, a la par que reducen el costo total de adquisición, de almacenamiento y procesamiento.
- Programación lineal, generalmente usado cuando se tienen varias opciones y muchas combinaciones y se desea obtener la combinación óptima mediante el uso de software informático. También tiene aplicaciones específicas, como el método de transporte y de asignación que, por lo común, está relacionada con la producción masiva y continua.
- Simulación, se estudia el estado de un problema bajo condiciones probabilísticas con un uso intensivo de las capacidades computacionales.

- Teoría de colas, que se utiliza para medir la capacidad de un sistema con llegadas erráticas de pedidos de servicio, calculando la longitud de las futuras colas, el tiempo medio de espera entre otras medidas que sirven para diseñar el sistema; generalmente está relacionado con producciones en lotes o serie.
- Teoría de redes, orientada a la producción única y proyectos, y permite planificar productos complejos usando PERT, CPM PERT/costo y programación con recursos limitados.
- Análisis de Markov, que permite conocer las preferencias de los consumidores en el tiempo.
- El uso de gráficas, facilitando el convencimiento y el análisis de una situación dada.

## **2.8. Gestión de Costos**

Las organizaciones como entidades que buscan maximizar valor, tienen como objetivo principal generar rentabilidad para sus accionistas y grupos de interés; a este desafío se apunta también para generar rentas al estado, y los respectivos salarios de los trabajadores que laboran en esta. Por ello, las empresas, organizaciones tienen que dar la certeza de que son financieramente sostenibles y cubrir los gastos que generan para mantenerse en el tiempo, compra de materiales, suministros que se necesitan en el proceso y entregar un producto al mercado a un precio adecuado que cubra los costos mínimos de la operación de forma que su venta genere una ganancia, en el tema de la producción de concentrados es algo difícil por ser el producto final del rubro de los commodities por lo cual es importante definir y verificar todos estos aspectos.

En consecuencia, debemos apoyarnos en los sistemas contables que proporcionan información con diferentes usos empresariales, para que los sistemas contables se puedan clasificar en su objetivo principal, al respecto Cuevas (2010) divide a los sistemas contables

en tres componentes: (a) Contabilidad Financiera, que se ocupa principalmente de los estados financieros de la empresa, orientados a brindar información a los accionistas, la alta gerencia y agencias gubernamentales. (b) Contabilidad Gerencias o Administrativa, este componente del sistema contable, tiene por propósito planear, controlar y usar de manera adecuada los recursos de la empresa. En tal sentido ayuda a tomar decisiones en la organización, y a los gerentes a hacer mejor su trabajo. (c) Contabilidad de costos, que es responsable del modo como se estiman y determinan los costos de la empresa, con el fin de soportar las decisiones gerenciales de la empresa. La distinción entre la contabilidad administrativa y la contabilidad de costos moderna no es tan precisa, ya que tienden a un mismo objetivo (Horngren, Datar y Rajan, 2012).

### **2.8.1. Identificación del Costo**

Los autores Horngren, Foster y Datar (2007) indican que los costos basados en actividades forman parte de las mejores herramientas. En el sistema de costos, la eficacia de estos no depende solamente de los detalles técnicos, sino también de los beneficios que se obtengan, como: (a) los costos indirectos, que se agrupan en grupos comunes de costos; (b) los costos indirectos en términos globales se conocen como costos a nivel de las unidades de producción. Galán (2012) Argumenta que los sistemas de costos en producción dependen de cómo se deseen aplicar sean estos en órdenes o en procesos de producción. Para optimizar los costos en empresas de producción continua, es ideal calcularlos en producción por proceso, en el cual se deben incluir los que aportan a la transformación de materiales. La relevancia de implementar el sistema de costos por procesos dentro de las organizaciones relacionadas al inventario es llegar a establecer los costos promedios de producción en la sucesión de la fabricación, para la toma adecuada de decisiones comerciales, optimizando el tiempo y el producto en las unidades de producción (Sisalima & Zapata, 2016).

## 2.9. Gestión Logística

Según D'Alessio (2012), la programación de las operaciones productivas se debe basar en la logística, porque sin esta no se podría contar con los recursos necesarios para la elaboración del producto terminado. La Figura 11 muestra un diagrama de gestión logística, en donde con L0 se identifica a la logística del diseño. En tanto que, con L1 se muestra la logística de entrada, que es el abastecimiento de recursos e insumos, seguido de L2, que es la logística del proceso y de los recursos indirectos. En cambio, con L3 se señala la logística de salida, que es el producto final, con valor agregado, acompañado por L4, que se refiere al servicio posventa.

La gestión logística es elemental y primordial, forma parte del triángulo operacional (ver Figura 12), donde, conjuntamente con el mantenimiento preventivo y la programación de las operaciones, soporta las actividades productivas de la empresa. La gestión logística incluye la selección de proveedores, de redes de distribución y las decisiones sobre el inventario. En este último aspecto, la organización tiene que ponderar el costo de mantener inventario con los costos de cada compra y, simultáneamente, se relaciona con el tipo de insumo a utilizar y su disponibilidad en el mercado (D'Alessio, 2012).

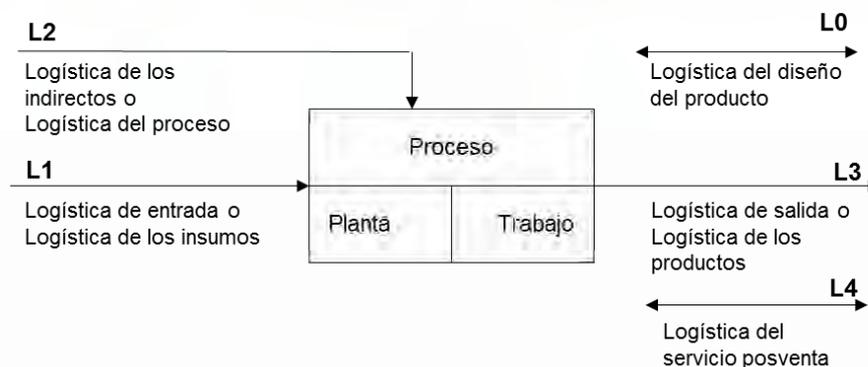


Figura 11. Logística de operaciones.

Tomado de *Administración de las operaciones productivas: un enfoque en procesos para la gerencia* (p. 287), por F. A. D'Alessio, 2012, México DF, México: Pearson.



Figura 12. Triángulo operativo.

Tomado de *Administración de las operaciones productivas: un enfoque en procesos para la gerencia* (p. 286), por F. A. D'Alessio, 2012, México DF, México: Pearson.

En este sentido la logística se relaciona con el manejo total del movimiento de materiales que entran al proceso productivo y de los productos terminados que salen, del flujo de material y de la información entre las instalaciones. Para el fabricante, estas actividades logísticas tienen lugar entre sus plantas de fabricación y almacenes; para un comerciante mayorista, entre sus centros de distribución; en tanto que, para un minorista, entre sus centros de distribución y las tiendas minoristas. La gestión logística se refiere al flujo de material, información y dinero entre los consumidores y los proveedores (Frazelle, 2002).

## 2.10. Gestión y Control de Calidad

En su libro *Administración de operaciones, producción y cadena de suministros* Chase et al. (2009), menciono que la calidad está definida, fundamentalmente, por las siguientes definiciones: calidad del diseño y calidad del proceso. La calidad es la característica que tiene un producto o servicio, y que cumple con las especificaciones que requiere el cliente. Luego el segundo punto referido a la calidad del proceso que va de la mano con la depuración de fallas en los productos finales. El cumplimiento de estos dos aspectos, son fundamentales para que las empresas tengan los procesos necesarios que les ayude a lograr calidad. Por ello, siguiendo estos dogmas, Joseph Juran (1996), gurú de la calidad junto con Edwards Deming

y Philip Crosby, dijeron que para gestionar la calidad se requieren de tres procesos, conocidos como la “trilogía de Juran”: (1) planificación de la calidad, (2) control de la calidad y (3) mejora de la calidad.

Estos tres procesos constituyen parte del modelo del Sistema de Gestión de la Calidad (SGC) basado en procesos descrito por la Organización Internacional de Normalización en la norma ISO 9001:2015; considerando que, esta sigue la metodología “Planificar-Hacer-Verificar- Actuar” (PHVA). Este modelo, como se muestra en la Figura 13, cuando es implementado como una decisión estratégica en la empresa, “puede ayudar a una organización a mejorar su desempeño integral y forma un componente integral de las iniciativas de desarrollo sostenible” (ISO, 2015).

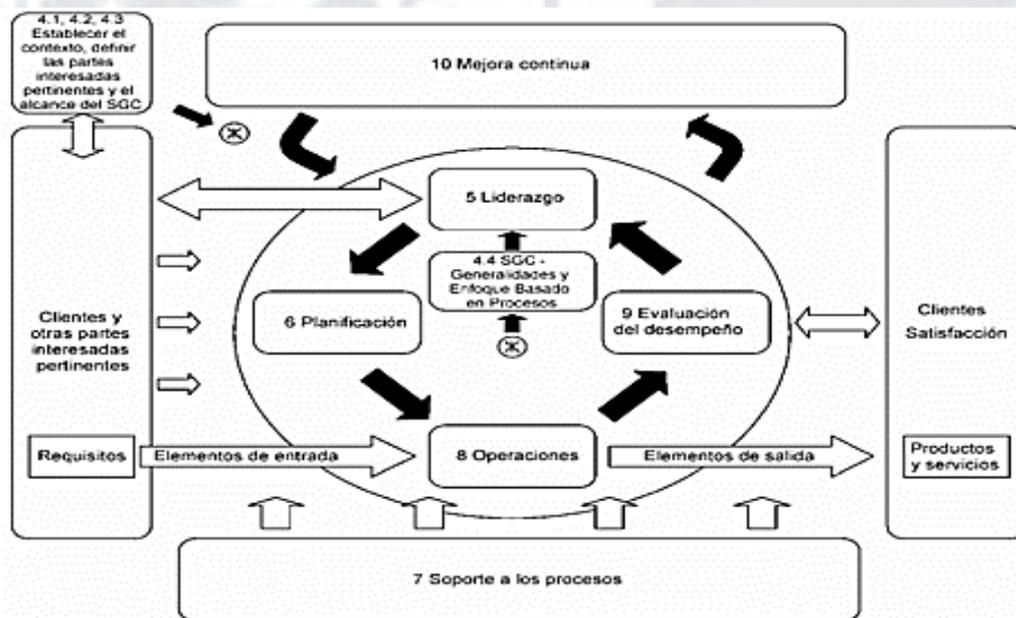


Figura 13. Modelo de un SGC basado en procesos según la Norma ISO 9001:2015. Tomado de ISO 9001:2015, por Organización Internacional de Normalización, 2015.

Para efectuar un adecuado control de la calidad, diversos autores (D’Alessio, 2012; Heizer y Render, 2009; Krajewski et al., 2013; PMI, 2013; Evans y Lindsay, 2013), hicieron referencia a una serie de herramientas, entre las que se pueden resaltar:

- Hoja de verificación de datos: se utilizan para obtener datos en los que se deben especificar todos los factores de interés de un determinado problema.

- Diagramas Causa-Efecto: permiten detectar, cualitativamente, las causas relacionadas con la maquinaria, los insumos, el personal, los procesos, el ambiente laboral, la cultura organizacional y los aspectos económicos de un determinado problema.
- Diagramas de Flujo: permiten identificar la secuencia de actividades de un proceso, para posteriormente, a través de otras herramientas, realizar una inspección de cada actividad.
- Diagramas de Pareto: se utilizan para priorizar los problemas que ocurren dentro de la empresa, de forma que se busca solucionar primero los problemas cuyas causas sean las más usuales.
- Gráficos de tendencia: se utiliza para indicar cómo evoluciona una variable en el tiempo, de modo que se puede identificar la tendencia de la misma.
- Histogramas: se usan para mostrar con qué frecuencia sucede un determinado evento, en donde se pueden determinar límites de control.
- Diagramas de dispersión: permiten observar y evaluar la relación entre dos variables, una dependiente y otra independiente, y ver cómo la segunda influye a la primera.
- Gráficas de control: son usadas para evaluar la calidad de un proceso a través del tiempo, estableciendo límites de control para eliminar las causas que ocurren con más frecuencia.

Sumado a estas herramientas, Carro y González (2012) describieron las siguientes herramientas: a) Estratificación: que facilita identificar las causas de variabilidad de un problema o situaciones determinados, debido a que clasifica los datos de acuerdo a variables de interés; y c) muestreo de aceptación: sirve para aceptar o rechazar un lote de producción. En su conjunto todas las herramientas descritas pueden ser utilizadas de forma independiente

o conjunta, las que ayudaran a la identificación de problemas en la calidad y, en consecuencia, las oportunidades de mejora que deben ser continuas.

## **2.11. Gestión del Mantenimiento**

Para cada tipo de organización se debe visualizar un horizonte hacia los procesos específicos, pero, mantenimiento deberá ser el área que involucre a todos los procesos, más aún en las empresas mineras, porque su logística necesita ser optimizada, enfocada hacia la realización de esta con innovación y tecnología a fin de dinamizar el proceso y la gestión, además de evitar retrasos en la producción. El mantenimiento tiene implicancia en la competitividad de la organización, pero el nivel de innovación y desarrollo debe de definir objetivos, el entorno y capacitación para efectuar el mismo y garantizar su efectividad (Fuentes, 2015).

Bautista y Riveros (2015) indicaron que una de las herramientas más aptas para realizar el mantenimiento, no sólo de equipos sino también de procesos dentro de la industria minera, es el Lean Six Sigma que podría ayudar a optimizar de forma completa los recursos y aumentar de la productividad. Unzueta-Aranguren, Goti-Elordi, Garitano-Aranda y Sánchez-Ganchegui (2014) analizaron que el proceso de Mantenimiento Centrado en Fiabilidad – RCM por sus siglas en inglés, que se justifica en la confiabilidad es apropiado para definir un mantenimiento preventivo inicial e ir progresándolo secuencialmente, optimizando el mantenimiento preventivo y autónomo para no llegar a un mantenimiento correctivo.

### **2.11.1. Mantenimiento preventivo**

Estos se realizan por paradas programadas y anticipadas para realizar inspecciones, pruebas, reparaciones, cambios, etc. la razón es buscar una secuencia sin problemas en la operación y minimizar el costo de mantenimiento correctivo, por lo debe ser sistemático (a intervalos regulares) o condicional (definiendo una condición específica del sistema), así mismo también tiene sus desventajas, algunos ejemplos, son tener un nivel alto de inventario

de suministros y repuestos, además de hacer cambios innecesarios enfocados en la vida útil teórica del suministro, fallas en los reinicios de operación, por diferencias en la estabilidad, alineación, calibración.

### **2.11.2. Mantenimiento correctivo**

Este tipo de mantenimiento se da en condiciones de emergencia, en el que se necesita solucionar la falla lo más rápido posible. El objetivo es tener un mínimo de interrupción en el proceso, teniendo un nivel alto de calidad, así mismo no dañar a las personas o el entorno para la seguridad o para la salud de los trabajadores (Miranda, s.f.). En la Figura 14 mostramos un diagrama de procesos para el mantenimiento correctivo, en donde el punto de inicio es la detección y localización de la falla o problema potencial y se termina verificando la puesta en marcha nuevamente.

En este aspecto la norma UNE-EN-13306:2011 detalla que dos tipos de mantenimiento serán factibles. El primero, el mantenimiento preventivo, que se subdivide en mantenimiento predictivo “según condición” y mantenimiento sistemático, conocido como predeterminado. El segundo, el mantenimiento correctivo, cuyo objetivo es trabajar en las fallas y errores del equipo o activo a mantener. La puesta en marcha de un programa de mantenimiento preventivo ayuda a adelantarse a las fallas para corregirlas con el menor daño al sistema, eliminar las causas de algunas de ellas e identificar aquellas que no comprometan la seguridad del sistema (Viveros, Stegmaier, Kristjanpoller, Barbera, & Crespo, 2013). El respectivo mantenimiento preventivo se basa en un menor costo en comparación con el costo por mantenimiento correctivo al momento de presentarse las fallas o errores. Por lo que es una salvedad considerar el costo de oportunidad complementado con la indisponibilidad del activo que debe salir de manera repentina a reparación correctiva luego de una falla.

## 2.12. Cadena de Suministro

Gómez, Cano y Campo (2016) argumentaron que la cadena de suministros dentro de las empresas mineras se relaciona con sus proveedores desde los estudios geológicos, transporte, logística, operaciones hasta la venta final del mineral, en algunos casos con los productos elaborados a partir de la extracción, así también, enfocándose en el valor agregado, mantenimiento y cada uno de los procesos que hacen posible que la empresa subsista en el mercado. Del mismo modo Sánchez y Altair (2016) indicaron que la cadena de suministros y la logística son directamente proporcional hacia la utilización de herramientas que ayuden y faciliten la gestión de la organización, tales como la aplicación de Lean Six Sigma para mejora de procesos, en vista que, depende de cómo se organice, direcciona y administre la cadena de suministros, producirá los resultados en la parte cuantitativa de la empresa. Para Coyle, Langley Jr, Novack y Gibson (2013) la integración de toda la cadena de producción con finanzas desde el proveedor hasta el cliente final, conseguirá un mejor control dentro de sus procesos.

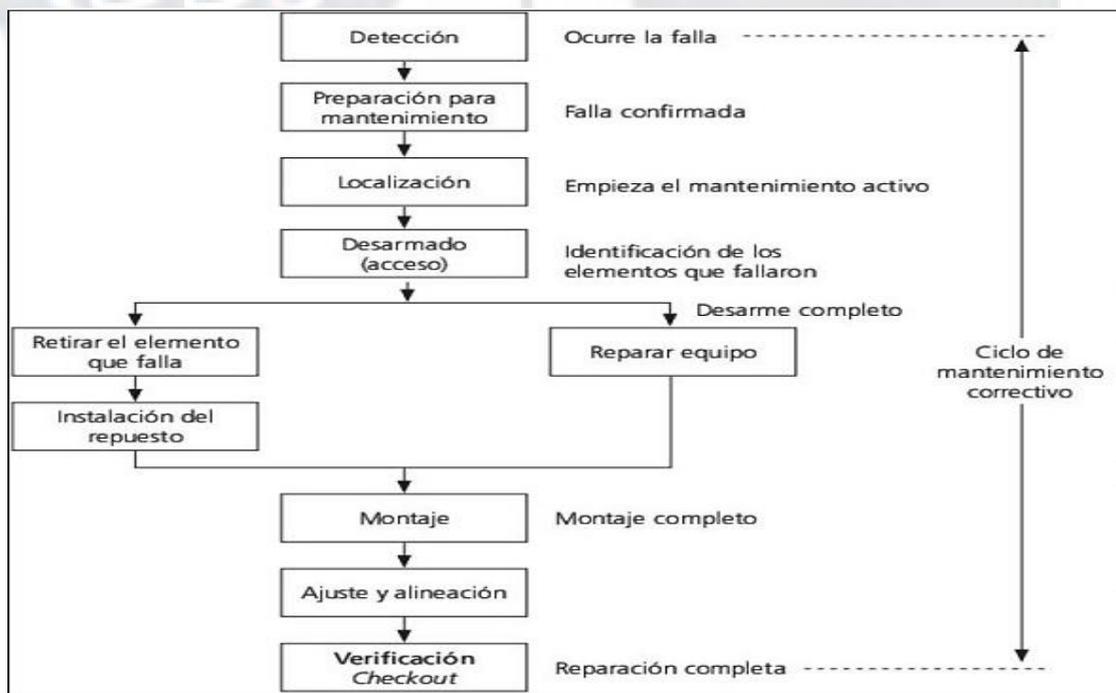


Figura 14. Flujograma de mantenimiento correctivo.

Tomado de *Administración de las operaciones productivas: un enfoque en procesos para la gerencia* (p. 439), por F. A. D'Alessio, 2012, México DF, México: Pearson.

### **Capítulo III: Ubicación y Dimensionamiento de planta**

En este capítulo detallaremos la ubicación y dimensionamiento de la planta de SMCSA, tomando en cuenta la mina, la planta concentradora y las respectivas unidades de apoyo, necesarias para satisfacer las necesidades de producción de concentrados, así como los procesos importantes de producción, gestión de logística y comercialización.

Al mismo tiempo lo favorable o desfavorable que es para la SMCSA la actual ubicación de su planta, a través de instrumentos de análisis ponderado de factores.

#### **3.1. Dimensionamiento de Planta**

La definieron como la capacidad que "la planta tiene, recibe, almacena o posee"; en las empresas de negocios, generalmente se considera la cantidad de producción que un sistema puede generar durante un cierto período de tiempo. En relación con los servicios se refiere al número de clientes que pueden ser servida entre las 12 y una, en el sector de fabricación deben tener que ver con el número de coches producidos en un solo turno. Cuando los Jefes de Negocios piensen en la capacidad, deberían considerar los esfuerzos de los recursos y los productos que se fabrican. Esto se debe a que la capacidad real (o efectiva) depende de lo que se supone que se producirá (Jacobs & Chase, 2014, pág. 72).

Las decisiones de capacidad de la planta concentradora tienen implicaciones para diferentes áreas funcionales en toda la capacidad de la organización: la contabilidad necesita proporcionar información de costos para evaluar la decisión de ampliar la capacidad. Finanzas lleva a cabo un análisis financiero de las inversiones en la expansión de la capacidad propuesta y recauda fondos para apoyarlas. Marketing proporciona los pronósticos de demanda necesarios para identificar las diferencias de capacidad. Administración de Información revela la infraestructura necesaria para que las normas de los costes de datos, evolución de los resultados, previsión de la demanda y de trabajo están disponibles para el análisis de opciones de capacidad. Las operaciones que intervienen en la selección de estrategias de capacidad que

se pueden implementar para satisfacer la demanda futura de manera eficiente. Compras permite la adquisición de proveedores con capacidad externa. Por último, los recursos humanos se enfocan en contratar y capacitar a los empleados necesarios para respaldar los planes de capacidad interna. Finalmente, todos los departamentos de una empresa participan y se ven afectados por decisiones de planificación de capacidad a largo plazo (Krajewski, Ritzman y Malhotra, 2013).

La SMCSA es una empresa minera polimetálica mediana, que tiene su mina con su yacimiento y planta concentradora en el distrito Laraos, provincia de Yauyos. Como SMCSA comenzó sus actividades en 1993 cuando adquirió la propiedad de CENTROMIN PERU, este es un punto de inflexión, porque la producción en esos momentos era de 800 TM, utilizando métodos de explotación subterráneos convencionales con un tratamiento en su planta concentradora de 1200 TMD. Gracias a las campañas de exploración, las reservas y recursos minerales aumentaron a un total de casi 9 millones de toneladas anuales, ver tabla adjunta.

Tabla 4

*Reservas de minerales probadas + probables*

| Tipo de Mineral          | Reservar probadas + probables |              |             |            |             |             |
|--------------------------|-------------------------------|--------------|-------------|------------|-------------|-------------|
|                          | TMS                           | Ag/g-t       | %Pb         | %Cu        | %Zn         | Au/g-t      |
| Mineral Polimetálico     | 8'402.000                     | 47.96        | 0.79        | 1.17       | 2.49        | 0.51        |
| Mineral Sulfuro de Cobre | 515.000                       | 53.94        | 0.31        | 1.59       | 1.35        | 0.60        |
| <b>Total</b>             | <b>8'917.000</b>              | <b>48.31</b> | <b>0.77</b> | <b>1.2</b> | <b>2.42</b> | <b>0.52</b> |

Nota. Tomado de "Memoria anual, 2017", por Sierra Metals Inc – Toronto - Canadá

A la fecha tiene una capacidad de producción de 4500 TMD de mineral polimetálico, tratando sulfuros de cobre y mineral de Zinc, Plomo y plata, este proceso demanda la reducción del tamaño del mineral a una granulometría de 90%, lo que significa menor a la malla 200 (norma ASTM).

Debido a sus contratos comerciales SMCSA trata en su planta un promedio de 4200 TMD de mineral, siendo 3500 TMD producción resultado de sus minas Central y Cachi en tanto que el resto proviene de compras de terceros. El objetivo de este trabajo es analizar el rendimiento de la planta concentradora de Chumpe perteneciente a la empresa.

En tal sentido, SMCSA cuya principal actividad comercial es la producción de concentrados Polimetálicos, con demanda de compra asegurada. Se verá dependiente en su rentabilidad si la demanda mundial de minerales cae debido a diferentes factores que no podrían ser manejados por la empresa, una probable caída o subida de precios es direccionado por diversos factores a analizar, como es el caso de los precios internacionales de los commodities minerales. Es decir, que el dimensionamiento de la planta de procesos y el desarrollo de la mina no está influenciado por la demanda, sino que, está directamente influenciada por la cantidad de toneladas de concentrado de mineral programadas por SMCSA. En la Tabla 5, describimos el programa de producción del año 2018, donde se puede observar el tonelaje a producir, y la distribución entre cuerpos masivos y vetas (cuerpos chicos).

D'Alessio, (2012) menciona que las economías de escala y las variables de la capacidad, son los dos aspectos a considerar en el dimensionamiento de las plantas. Referente a la primera, SMCSA tiene bajo su control y manejo las reservas de mineral Polimetálico, tanto como los recursos que dispone para poder ampliar la capacidad de su planta, en caso crezca o permanezca igual; luego, lo primordial será la sostenibilidad en el tiempo, en lo referente a características geo metalúrgicas, mineralógicas, y químicas del material mineral que certifique la recuperación del 90%, en base a los exámenes químicos de laboratorio.

Cuando estos aspectos que acabamos de mencionar varían, influirán en la capacidad del proceso; como ejemplo, podemos citar que si la ley del mineral baja se producirá un concentrado con baja ley, en tanto que, si es que la ley sube quizás se pierdan en el relave por

Tabla 5

*Programa de producción 2018*

| ITEM                 | ENE           | FEB            | MAR           | ABR           | MAY           | JUN           | JUL           | AGO           | SET           | OCT           | NOV           | DIC           | PRODUCCIÓN<br>2018 |
|----------------------|---------------|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------------|
| TM/Mes               | 87,000        | 85,000         | 85,000        | 80,000        | 80,000        | 80,000        | 80,000        | 91,000        | 90,000        | 93,000        | 90,000        | 92,000        | 1,033,000          |
| Cuerpos Chicos       | 12,670        | 12,000         | 15,000        | 20,000        | 19,900        | 18,950        | 20,250        | 27,590        | 29,000        | 33,500        | 32,370        | 30,320        | 271,820            |
| Cuerpos Masivos      | 74,330        | 73,000         | 70,000        | 60,000        | 60,100        | 61,050        | 59,480        | 63,410        | 61,000        | 59,500        | 57,630        | 61,680        | 761,180            |
| % de Cuerpos Chicos  | 15%           | 14%            | 18%           | 25%           | 25%           | 24%           | 26%           | 30%           | 32%           | 36%           | 36%           | 33%           | 26%                |
| % de Cuerpos Masivos | 85%           | 86%            | 82%           | 75%           | 75%           | 76%           | 74%           | 70%           | 68%           | 64%           | 64%           | 67%           | 74%                |
| Ag                   | 1.54          | 1.49           | 1.44          | 1.52          | 1.56          | 1.49          | 1.42          | 1.53          | 1.60          | 1.78          | 1.80          | 1.81          | 1.59               |
| Au                   | 0.45          | 0.44           | 0.48          | 0.56          | 0.54          | 0.56          | 0.53          | 0.52          | 0.49          | 0.48          | 0.49          | 0.52          | 0.50               |
| Cu                   | 0.90          | 0.96           | 0.99          | 0.91          | 0.97          | 1.00          | 1.00          | 1.10          | 1.13          | 1.18          | 1.19          | 1.21          | 1.05               |
| Pb                   | 1.10          | 1.12           | 1.00          | 0.95          | 0.91          | 0.80          | 0.82          | 0.89          | 1.03          | 1.11          | 1.14          | 1.13          | 1.00               |
| Zn                   | 3.20          | 3.16           | 3.13          | 3.16          | 3.17          | 3.05          | 3.24          | 3.40          | 3.58          | 3.80          | 3.79          | 3.62          | 3.37               |
| As                   | 0.05          | 0.05           | 0.06          | 0.07          | 0.07          | 0.07          | 0.05          | 0.06          | 0.07          | 0.08          | 0.08          | 0.07          | 0.06               |
| Fe                   | 1.27          | 1.26           | 1.60          | 1.85          | 1.80          | 1.64          | 1.42          | 1.77          | 1.94          | 2.10          | 1.93          | 1.69          | 1.70               |
| <b>Metal_</b>        | <b>132.30</b> | <b>1333.60</b> | <b>131.31</b> | <b>129.31</b> | <b>131.18</b> | <b>126.97</b> | <b>130.84</b> | <b>139.60</b> | <b>147.43</b> | <b>156.99</b> | <b>157.47</b> | <b>154.53</b> | <b>139.84</b>      |
| Densidad_            | 3.65          | 3.67           | 366           | 3.58          | 3.59          | 3.62          | 3.61          | 3.62          | 3.58          | 3.66          | 3.68          | 3.67          | 3.63               |

Nota. Tomado de "Programa de producción, 2018", por departamento de Planeamiento SMCSA – Yauricocha.

una mala recuperación. Por lo tanto, el área de geología debe hacer un seguimiento constante de las leyes del mineral enviados a planta:

- El nivel de la demanda (pronóstico): Esta situación indica la necesidad real y capacidad en el tiempo que es dada por los recursos de minerales existentes, así como el planeamiento estratégico de la organización, por lo que, el mineral y su ley, en cierto grado y los precios internacionales de la tonelada de concentrado tienen fuerte impacto en el crecimiento de la capacidad de desarrollo de mina y en la planta de concentradora.
- La variedad de productos que oferta SMCSA se procesan a un ritmo de 4200 TMD de mineral, para obtener los concentrados finos de Plata, Plomo, Cobre y Zinc, en ese sentido las paradas son breves y programadas u otro tipo de procesamiento en planta.
- La tecnología del proceso: La raíz fundamental del procesamiento de mineral obtenido en las minas subterráneas demandan de equipamiento convencional como molinos de bolas, fajas transportadoras, entre otros. para reducir de tamaño; la flotación del mineral económico, piro metalurgia etc., existen diferentes tipos de tecnología que ayudaran a aumentar la eficiencia y rendimiento de la planta, aquí podemos hacer notar un proceso como ejemplo es el del tamaño de una partícula post reducción que ayuda a optimizar la carga circulante en el proceso, es decir las partículas que ya han cumplido con su tamaño adecuado para ser procesadas ya no deberían retornar al Molino porque este incrementa el consumo de electricidad.
- El incremento del tratamiento de mineral tiene un límite, puesto que, lo controla la autoridad competente quienes auditan que no se supere las toneladas tratadas de mineral previas al permiso otorgado. Otro tema de mejora que en minas

polimetálicas se busca es incrementar las toneladas a tratar y mantener la ley de mineral implementando en el interior de la mina equipamientos que mejoren la eficiencia en separar el material inerte (mineral sin el recurso valioso), un ejemplo de ello son las parrillas y los rompe bancos para seleccionar el desmonte del mineral económicamente rentable.

- La maquinaria seleccionada: El tipo de mineral a procesar sea sulfuros u óxidos influirán en la eficiencia de la planta al momento de recuperar el mineral por lo que es necesario hacer las pruebas metalúrgicas a nivel industrial que indicaran, que tipo de proceso es el mejor para estos dos tipos de materiales que se producen en la mina.
- El rendimiento del recurso humano: En este caso deberán existir especialistas en cada proceso, con personal de mando medio y personal de línea capacitado en su especialidad y orientación al logro de los objetivos.
- La ubicación de la planta: Definitivamente, la materia prima más importante se encuentra alrededor de la planta de proceso, por lo tanto, la planta trabaja a máxima capacidad.

### **3.2. Ubicación de Planta**

Hay muchas técnicas para identificar lugares potenciales para fábricas y otros tipos de instalaciones. El proceso de selección de un área en particular puede variar mucho según el turno de la compañía y la presión competitiva que debe considerarse. Como ya se ha estudiado, a menudo hay muchos criterios que deben tenerse en cuenta al seleccionar un grupo de posibles lugares. Esta sección muestra tres tipos de técnicas que han demostrado ser muy útiles para muchas compañías (Jacobs & Chase, 2014, pág. 402).

Las minas Central y Cachi de SMCSA, Unidad Operativa Yauricocha, se encuentran ubicadas en promedio a unos 4 Kilómetros de la planta concentradora de Chumpe, al sur este

del departamento de Lima, Provincia de Yauyos, Lima, Perú, a una altura de 4,600 m. s. n. m (metros sobre el nivel del mar). Los valores fueron determinados en consenso por los integrantes del grupo investigación de esta tesis. La tabla 6 presenta de manera gráfica la distribución obtenida por cada factor de localización, evidenciando que el factor de cercanía a la materia prima, mano de obra, abastecimiento de agua y energía, son los más significativos para el análisis de ubicación de la planta.

Tabla 6

*Ponderación de factores*

| Codificación de Factores             | Ponderación | <u>Chumpe (SMCSA)</u> |         | <u>Marhtunel (Volcan)</u> |         | <u>Andaychagua (Volcan)</u> |         |
|--------------------------------------|-------------|-----------------------|---------|---------------------------|---------|-----------------------------|---------|
|                                      |             | Calificación          | Puntaje | Calificación              | Puntaje | Calificación                | Puntaje |
| A (Materia Prima)                    | 12.9%       | 4.0                   | 0.5     | 2.0                       | 0.3     | 0.0                         | 0.0     |
| B (Cercanía al mercado)              | 5.9%        | 0.0                   | 0.0     | 0.0                       | 0.0     | 0.0                         | 0.0     |
| C (Mano de Obra)                     | 11.8%       | 2.0                   | 0.2     | 2.0                       | 0.2     | 4.0                         | 0.5     |
| D (Abastecimiento energía eléctrica) | 10.6%       | 2.0                   | 0.2     | 2.0                       | 0.2     | 2.0                         | 0.2     |
| E (Abastecimiento agua)              | 10.6%       | 4.0                   | 0.4     | 2.0                       | 0.2     | 2.0                         | 0.2     |
| F (Servicio transporte y flete)      | 9.4%        | 0.0                   | 0.0     | 2.0                       | 0.2     | 2.0                         | 0.2     |
| G (Disponibilidad terrenos y costos) | 7.1%        | 4.0                   | 0.3     | 4.0                       | 0.3     | 2.0                         | 0.1     |
| H (Clima)                            | 5.9%        | 2.0                   | 0.1     | 2.0                       | 0.1     | 2.0                         | 0.1     |
| I (Eliminación desecho)              | 8.2%        | 2.0                   | 0.2     | 4.0                       | 0.3     | 4.0                         | 0.3     |
| J (Leyes y reglamentos fiscales))    | 3.5%        | 4.0                   | 0.1     | 4.0                       | 0.1     | 4.0                         | 0.1     |
| K (Serv. Constr. montaje)            | 5.9%        | 2.0                   | 0.1     | 2.0                       | 0.1     | 4.0                         | 0.2     |
| L (Condiciones de vida)              | 8.2%        | 2.0                   | 0.2     | 2.0                       | 0.2     | 2.0                         | 0.2     |
| Total                                | 100.0%      |                       | 2.4     |                           | 2.3     |                             | 2.2     |

Asimismo, se determinó la escala de calificación que se muestra en la Tabla 7. Se procedió a asignar el puntaje según la escala a cada propuesta de ubicación geográfica para la planta concentradora que recibirá y procesará el mineral. De las tres alternativas para la

ubicación, se determinó que la alternativa Chumpe es la que cuenta con mejores características, y cuenta con mayor puntaje, como se observa en la Tabla 6.

Tabla 7

*Escala de puntaje para la calificación de los factores de ubicación de planta*

| Escala     | Puntaje |
|------------|---------|
| Bueno      | 4.0     |
| Regular    | 2.0     |
| Deficiente | 0.0     |

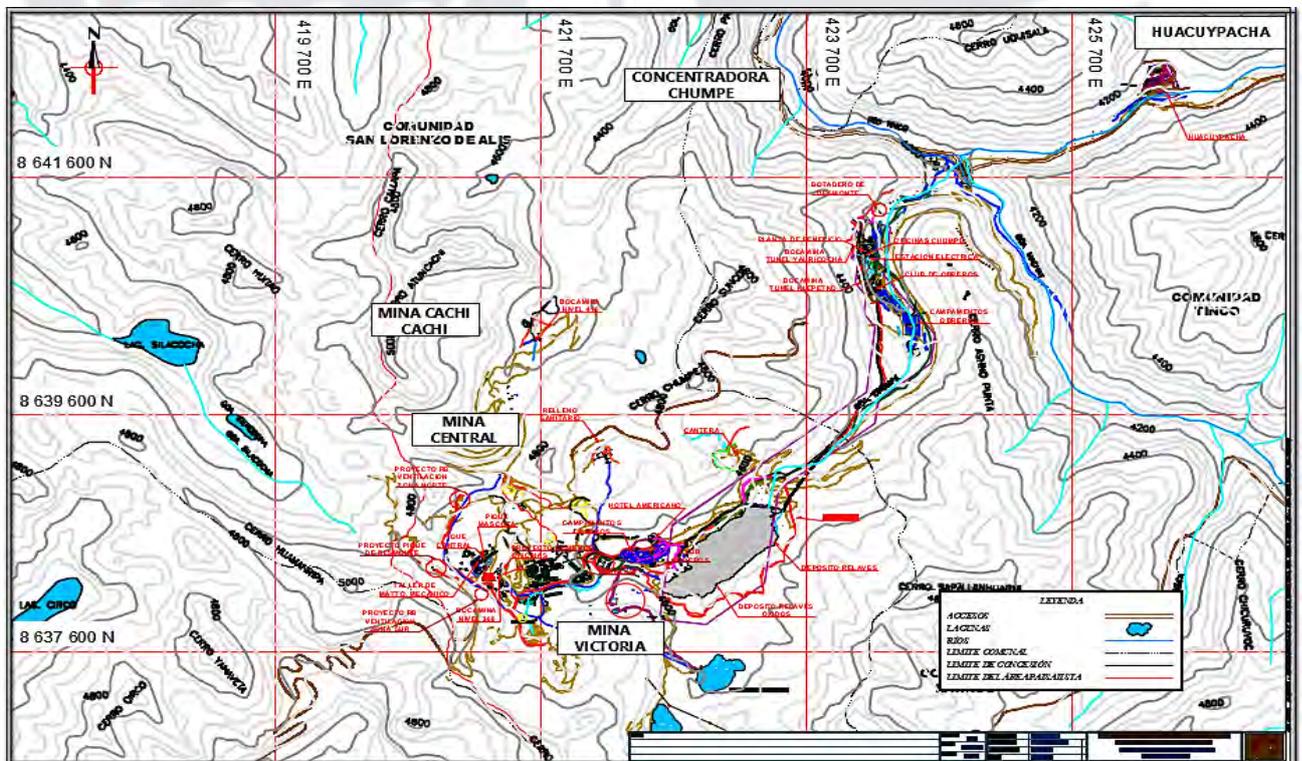
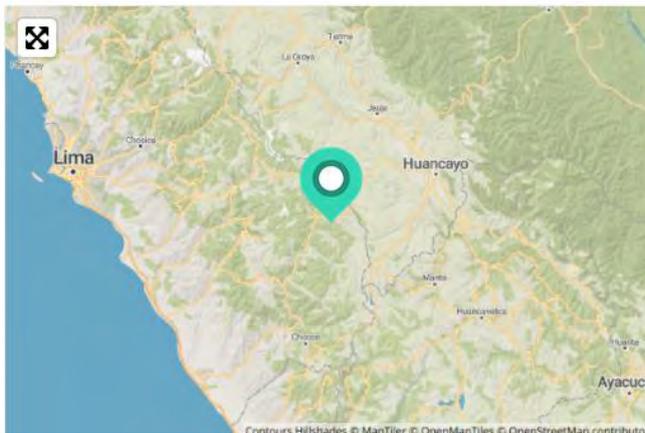


Figura 15. Ubicación Minera Yauricocha

Tomado de *Google Maps y de Planeamiento y Productividad*, por R. Manyari, escala 1/15 000, 2018.

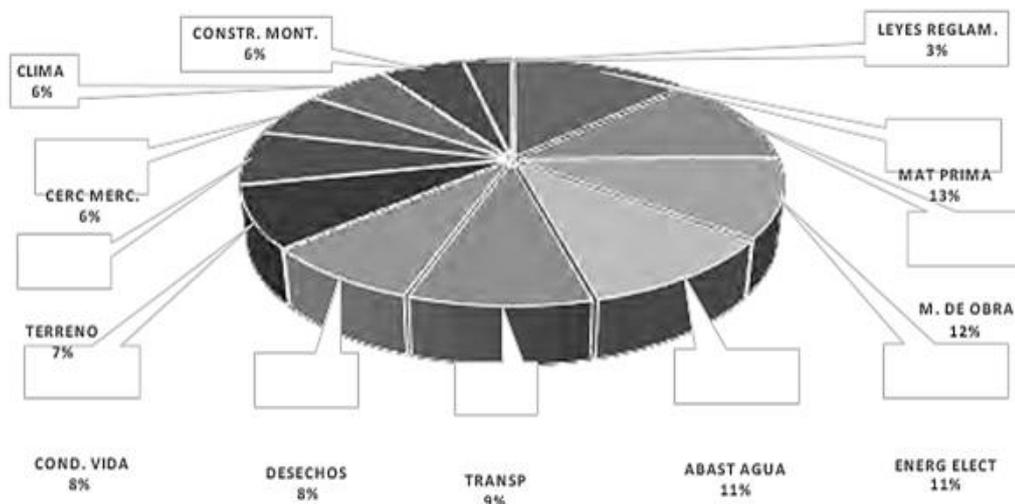


Figura 16. Distribución de los factores en la ubicación de la planta – *Elaboración propia*

### 3.3. Propuestas de Mejora

Se propone incrementar el área del terreno para mejorar la capacidad de la planta concentradora y tener la capacidad de tratamiento del mineral a producir. Este mayor tratamiento de minerales que son el zinc, cobre, plomo y plata permitiría disminuir el costo de procesamiento y minado como resultado del mayor volumen a extraer. En este sentido hay espacio suficiente para instalar una nueva y más grande que la planta actual, por lo que el costo del terreno sería 0.00 soles debido a que el terreno será dentro de la concesión minera. Teniendo en cuenta que el costo de tratamiento por tonelada es de 10.40 \$ y el proyectado por el incremento de volumen tratado es de 8.80 \$ con 8,000 toneladas tratadas por día tenemos un costo anual en tratamiento de \$25'344,000 dólares, por el cual tendremos un ahorro de 15.39% según apéndice F, que son un ahorro de \$4,608,000.00 al año, en el costo de extracción por cada tonelada de mineral producida en un año, teniendo como utilidad optima 10 años.

Acercas de la localización de la planta, idealmente la mejor ubicación en la actualidad es en las cercanías de la mina y en la zona alta de las operaciones mineras la cual es llamada la zona de patio de winches, así también para poder disponer el relave como relleno hidráulico

en las labores abiertas que quedan, debido al proceso de minado, además de esto la relavera tiene que estar dispuesta y ubicada de forma tal que no ocasione gastos por bombeo y no dañe al entorno, por lo que la ubicación actual de la planta de Chumpe en un futuro se debería trasladar a la zona alta y así evitar el costo de transporte y de bombeo, este punto, sería una de las propuesta de mejora que planteamos en primer lugar.



*Figura 17. Planta Concentradora Chumpe – Fotografía memoria anual 2018 Yauricocha.*

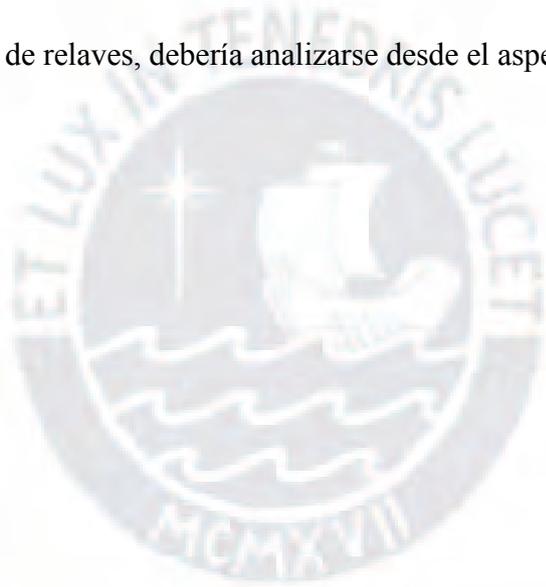
Según se puede apreciar en la Tabla 7, la que muestra una calificación de las diferentes opciones para ubicar el terreno, se puede apreciar que el puntaje de la planta de Chumpe en Comparación con otras plantas del mismo nivel, pero de otra compañía diferente como es Volcan Compañía Minera, tiene mayor puntaje debido a sus características favorable con el entorno. Por otro lado, hacemos notar que el traslado de concentrado tiene la restricción de la carretera debido a que la vía Yauricocha – Yauyos – Cañete – Lima (370 kms) no cuenta con condiciones para trasladar del concentrado, puesto que, es muy angosta, motivo por el cual se encuentra cerrada para el tránsito de camiones encapsulados, siendo necesario transitar por la vía Yauricocha – Chupaca – Oroya – Lima (420 kms). Sin embargo, la mejor opción sería la primera vía, pero existen las restricciones ya descritas, sin embargo,

si se habilitaría esta vía para el tránsito de camiones encapsulados, el transporte de concentrados sería más directa, con lo que se ahorraría el costo de los 50 kms más que se tiene por la ruta de la carretera central. Por consiguiente, la ubicación de la planta cerca al proceso de minado es lo más adecuado; también se sustenta su ubicación dentro de las operaciones por el alto costo de transportar toneladas de mineral a distancias considerables, sumado al requerimiento de grandes áreas de terreno para depositar los desmontes y relaves. La mano de obra, insumos indirectos, en este caso son factores secundarios que no influyen en la ubicación de la planta. Respecto al tema social, como la operación minera se desarrolla en un área minera tradicional no se tienen comunidades en el entorno, pero si, relativamente cerca se ubica la comunidad de Tinco, que cuenta con un nivel de población relativamente bajo de aproximadamente 345 habitantes al 2017. No se puede omitir los requisitos legales que también afectan en la decisión de la ubicación de la planta. En este acápite el costo de adquisición de un terreno nuevo no representaría un costo adicional ya que nuestra recomendación es ampliar la nueva planta en la zona del patio winches zona que es propiedad de SMCSA en tal sentido haciendo una inversión, según la cotización con la consultora HATCH, de \$35,544,000.00 dólares, la cual según el cálculo anterior tendríamos un ahorro de \$46,080,000.00 dólares por año, por lo consiguiente esta inversión de ampliación tiene una utilidad optima de 10 años, por lo cual tendríamos un beneficio de \$10,536,000 de dólares.

### **3.4. Conclusiones**

En lo que se refiere al dimensionamiento, las líneas de producción de concentrado se encuentran dentro de su máxima utilización, en este sentido es casi imposible aumentar considerablemente su capacidad sin realizar una inversión importante, como es el ampliar el área de terreno para la planta, por lo cual incluso habría un retorno de inversión adecuado en estos momentos, pero para alcanzar el proyecto de tratamiento de 8000 TMD se tiene que habilitar infraestructura en la mina de forma integral, teniendo como objetivo principal la

optimización de costes dentro de la planta concentradora, para llegar a este nivel de producción, puesto que, en estos momentos se producen 3500 TMD. Respecto a la localización, a pesar de contar con la ventaja de tener una planta que hasta el momento es “amigable” con el medio ambiente por ser una competencia institucional, esta tiene un costo de transporte, por el tema del bombeo de relave, ya que, si la planta estaría por encima de las operaciones el relave sería dispuesto por gravedad, minimizando el costo significativamente, debido a la disposición de este material sin un coste de transporte tradicional. Según lo visto, la reubicación a la zona de el Nivel 0 para la búsqueda de eficiencias en costos de disposición de relaves, debería analizarse desde el aspecto medio ambiental.



## Capítulo IV: Planeamiento y diseño de los productos

En el siguiente capítulo pasamos a describir y detallar la secuencia que sigue la empresa para el planeamiento y diseño del producto del proceso de producción de concentrados, sin embargo, considerando que el concentrado es un commodity, el producto no requiere diseño, pero, es necesario seguir estándares del mercado minero a nivel internacional. Los contenidos de metal, impurezas y humedad son las principales características que se debe cumplir en la producción de concentrados de minerales para ser comercializado a nivel global. En ese sentido no es necesario realizar desarrollo del diseño de producto, pero si es prioritario asegurar y garantizar que cumple con los mínimos requisitos y estándares internacionales de calidad para los concentrados a producir sin sufrir penalidades en la venta de este.

### 4.1. Secuencias del Planeamiento y Aspectos a Considerar

Las decisiones sobre productos afectan a cada una de las cuatro áreas operativas de toma de decisiones; por lo tanto, las decisiones sobre productos deben coordinarse estrechamente con las operaciones para garantizar que se integren en el desarrollo del producto. A través de una estrecha cooperación entre las operaciones, el marketing y otras áreas cuyas funciones puedan integrarse en decisiones de diseño de productos relacionados con el proceso, calidad, capacidad e inventario (Schroeder, Goldstein, & Rungtusanatham, 2011, pág. 40).

D'Alessio (2012, p. 120) menciona que “el aspecto más importante en la gestión empresarial es el planteamiento y diseño del producto debido a que no existe otra forma para el éxito empresarial que no sea el producto de calidad, así como buen costo para los mercados que lo necesitan.” El diseño del producto afecta los requerimientos del diseño del proceso, diseño de planta, y los requerimientos de habilidades del personal. Por eso, es importante que el diseño del producto primero tenga la aprobación de la alta dirección siguiendo las

exigencias del cliente, esta debe ser reconocida y plasmada en el producto que se diseñó. Para el caso del presente estudio a nivel de producción de concentrados polimetálicos. Evaluaremos el tema de analizar el contexto actual con la secuencia, y aspectos para el desarrollo y diseño del producto, así como los puntos que los clientes esperan:

**Selección del producto:** No existe necesidad de testear distintas ideas del producto, porque nuestro concentrado no tiene de atributos, es por ello que lo necesario es medir el contenido metálico de nuestro producto. La decisión de la forma final del producto influye en los intereses de la empresa, específicamente en el costo de transporte y la seguridad durante el traslado.

**Diseño preliminar:** la producción inicial era de concentrados de plata y zinc y los demás contenidos metálicos eran sub productos, pero por su diversidad geológica se implementaron procesos adicionales para la producción de concentrados que incluyan Cobre y Plomo.

**Construcción del prototipo:** Definitivamente el final de este proceso son los concentrados de Plata, Plomo, Cobre y Zinc.

**Pruebas:** El producto puesto en el mercado es el concentrado, como ejemplo con contenido de plata, de 18 kg.

**Diseño definitivo del producto:** El concentrado en este caso de más valor (plata) debe tener un contenido de plata con una pureza del 85%. En resumen, la plata y el cobre son productos de gran demanda, su presencia dentro del yacimiento (insumo – mineral) aseguran una rentabilidad adecuada en el aspecto económico: No pudimos hacer estudios de Mercado como encuestas o algo relativo para diseñar el producto, porque estos productos se comercializan a demanda. El tema a analizar quizás sería respecto al diseño del producto: ¿Se extrae mineral y se procesa a través de un tercero?, ¿Se debe extraer y procesar mineral, vendiendo concentrado Polimetálico?, ¿O es mejor vender un producto más refinado y

fundido? El contexto real de las mineras como SMCSA que venden productos básicos y no le dan el valor agregado a su producción, realizando este valor agregado pueden llegar a tener mejores productos como las barras de plata o los cátodos de cobre, con lo que cambiaría sus ingresos, así como también sus procesos y su realidad nacional.

#### **4.1.1. Aspectos tomados por el productor**

- Características (variables): Para este análisis se evalúa e implementa el laboratorio químico a fin de analizar los contenidos de plata, plomo, zinc, cobre, oro, arsénico y cadmio. Los cinco primeros son los metales valiosos, los tres últimos aplican penalidad si sobrepasa especificaciones del cliente.
- La tecnología usada y tradicional para la producción: La diferenciación minero genética de las pruebas metalúrgicas identifican la tecnología a aplicar, en este aspecto si se hicieron evaluaciones test geo metalúrgicos, además se determinó un sistema de tratamiento de mineral con molino de bolas, agitación, espesamiento, flotación, precipitación.
- Conocimiento del personal para producirlo: Se cuenta con ingenieros y expertos metalurgistas idóneos.
- La normativa existente: Requiere permisos y autorizaciones del gobierno, así como el cumplimiento de la normativa y fiscalización en el manejo y eliminación de residuos al medio ambiente.
- Posibilidades de fabricación con los procesos conocidos: en este tema en el mercado existen una variedad de posibilidades en los que se puede aprovechar cualquiera de las tecnologías existentes, las cuales se encuentran en constante innovación.
- Disponibilidad (confiabilidad y mantenibilidad): Es muy importante ya que una disponibilidad adecuada de equipos hace continua las operaciones y los procesos.

- Costo: El control mediante una jefatura de costo es vital, en una empresa que realiza el control de este o no.

SMCSA implementó siete de los ocho aspectos definidos en temas de planeamiento, así como para el diseño del producto. Dentro de los aspectos que consideran los clientes, se encuentran solamente la conformidad con las especificaciones y la disposición del servicio y tendría relación con el producto de SMCSA.

#### **4.1.2. Aspectos del Cliente**

Para poder tener una mejor aceptación se implementan patrones ya conocidos por el mercado, esto conlleva a que la estandarización puede ser mejorada si el cliente desea cambiarla, pero normalmente esto no es tan trascendental ya que el cliente lo que más le importa es la calidad del material entregada con su debida anticipación en los volúmenes establecidos.

- Prestaciones: La unidad minera corona presta un servicio continuo y rápido en la producción de concentrado para sus clientes.
- Peculiaridades: El concentrado pasa por un análisis químico a fin de determinar la composición química y humedad del concentrado el cual es transportado en un contenedor que guarda las especificaciones del producto.
- Confiabilidad: SMCSA cuenta con mecanismos que le permiten entregar la cantidad de concentrado en forma continua y acorde a las especificaciones requeridas.
- Conformidad con las especificaciones: El concentrado depende en gran medida de la ley del mineral tratado, sin embargo, este debe tener la cantidad de humedad requerida para lo cual este es tratado previamente, envasado y transportado en medios óptimos. SMCSA realiza los análisis de la pulpa en ALS Perú Lab Chemex y en su propio laboratorio, así mismo, el aseguramiento y control de la

calidad se realiza de acuerdo a la norma canadiense NI-43-101 hecha por SRK Consulting.

- Durabilidad: SMCSA vende concentrados en función a las especificaciones técnicas del producto los cuales son transformados en una planta de concentrados.
- Disposición del servicio: SMCSA comercializa concentrado en forma continua, puntual y lleva buenas relaciones con sus clientes, de forma tal que esta predispuesta a solucionar cualquier problema que se presente con su producto.
- Estética: se comercializa concentrado con características físicas y químicas específicas, que es transportado en un contenedor que conserve estas características.
- Calidad percibida: SMCSA se ha ganado una imagen de empresa que cumple y entrega concentrado polimetálico de calidad en el mercado en forma continua.

#### **4.2. Aseguramiento de la Calidad del Diseño**

Los sistemas de administración de la calidad total se manejan mediante la identificación y satisfacción de las necesidades del cliente, mediante el Sistema de Gestión Corona SIGCO (Sistema de Gestión Corona), el cual es una de las exigencias que se tiene que cumplir, en temas medio ambientales, de salud y seguridad ocupacional, y de calidad, dentro este sistema integrado de gestión, diseñado para obtención de los concentrados polimetálicos, como resultado de la extracción de mineral de sus minas subterráneas, los que son productos aceptado en cualquier mercado y su demanda es constante, teniendo como una única variable que afecta al proceso, a la variación del precio de los metales, como consecuencia del mercado, por lo tanto el precio lo establece el mercado y no la empresa.

Una administración de la calidad total cuida a su cliente. En consecuencia, aceptamos la definición de calidad adoptada por la American Society for Quality: “La totalidad de

rasgos y características de un producto o servicio que respaldan su habilidad para satisfacer las necesidades establecidas o implícitas.” (Render & Heizer, 2007, pág. 3867).

Como se ha indicado en la sección anterior, la empresa aplica y verifica el cumplimiento de los diversos requisitos para evitar la penalización en sus productos, según las diferentes normas técnicas que emplea en la producción de sus concentrados. Asimismo, cuenta con la aprobación del PAMA (Programa de Adecuación y Manejo Ambiental), según apéndice A. donde el Estado peruano acredita el compromiso de reducir los impactos ambientales que generan las actividades mineras. Sin embargo, debemos mencionar como hecho importante que, en el año 2012, según apéndice B. la empresa fue multada con 50 UIT por el exceso de los límites máximos permisibles, causando daños al ambiente.

#### **4.3. Propuestas de Mejora**

Dada la desventaja percibida en este proceso que se genera en la actividad minera, se propone, iniciar la ampliación de depósitos de desmonte que genera la planta concentradora, se evitaran impactos negativos en el ambiente y en poblaciones cercanas según normas del PAMA, que son normas a cumplir del Ministerio de energía y Minas (MEM). Esta acción nos brindara diversos beneficios cuantitativos, como el ahorro de multas y beneficios cualitativos, con los stakeholders. La inversión sería de \$ 9 millones por la ampliación de depósitos de desmonte útiles para 10 años de uso; la empresa se beneficiará evitando imposiciones de multas por incumplimiento del PAMA que son 50 UIT la primera vez y 500 UIT la segunda vez, según apéndice B, considerándose una segunda multa con un monto que asciende a los \$640,000.00 aproximadamente, normalmente se hacen 2 visitas al año a las operaciones mineras en Corona, siendo un ahorro por los 10 años de utilidad de un promedio de \$ 7 millones. Es importante recordar, que si es reiterativa esta actividad podría ocasionar la máxima sanción, que es la de cierre de mina.

#### 4.4. Conclusiones

- SMCSA debe de realizar esta acción de forma inmediata ya que es una operación medular para la empresa y se optó por gestión de la gerencia general tener una política ambiental (RSE), como competencia institucional. Del mismo modo operan con una política institucional de responsabilidad social, que fortalece las relaciones con comunidades cercanas a la minera, dejándola operar con normalidad por comprometerse con proyectos sociales en las diferentes comunidades que se ubican en el área de influencia de la mina.
- El concentrado que oferta SMCSA, Unidad operativa Yauricocha, no posee un alto grado de especialización en la fase de diseño final.
- Redirigir las acciones de una gestión de calidad en SMCSA fomentando una cultura de la calidad, en primer lugar, de la alta dirección, realizando actividades como la propuesta, para superar la resistencia al cambio en caso se necesite realizar la ampliación de zona de desmonte o de la relavera, así como, el control y supervisión de los métodos empleados en la obtención de mineral y concentrados. “Deming puso en suma importancia a la alta gerencia como responsable de la producción de artículos defectuosos”. (Deming, 1989).

## Capítulo V: Planeamiento y Diseño de Proceso

Sociedad Minera Corona ha definido de manera oportuna y clara lo referente a la caracterización y flujo de sus procesos productivos (operaciones) y administrativos, teniendo como antecedente su Sistema de Gestión Corona SIGCO, acá detallaremos los procesos que serán analizados en este capítulo. También haremos énfasis y evaluaremos el diseño específico del proceso para el minado y la concentración de minerales, utilizando para ello las herramientas de análisis tratados en capítulos anteriores.

### 5.1. Mapeo de los Procesos

Es esencial entender cómo funcionan los procesos para garantizar la competitividad de una empresa. Un proceso que no se ajusta a las necesidades de la empresa le perjudicará a cada minuto de operación. Un proceso se refiere a la parte de una empresa que recibe insumos y los transforma en productos que, como se esperaba, tendrán un valor mayor que los insumos originales (Jacobs & Chase, 2014, pág. 108).

El mapeo de los procesos en Sociedad Minera Corona son parte de la estrategia y el soporte operativo de la empresa, los que son medidos y auditados por el sistema de gestión **SIGCO**, por el laboratorio químico y el área de geología. En los procesos operativos, el único que provee valor agregado al producto final es el proceso de recuperación del mineral. Previa a esta etapa, se realiza la reducción de tamaño del mineral (Molienda); luego, los procesos de elaboración del concentrado final, listo para ser embarcado en los camiones encapsulados contando con las especificaciones técnicas requeridas por el cliente. Aquí entra a tallar el porcentaje de humedad, la pureza del concentrado y los subproductos como el oro o el molibdeno que tienen un valor comercial dentro de la valoración.

Por ejemplo, se tendrá que retirar impurezas mediante procesos metalúrgicos, luego dar paso al proceso de flotación, estas impurezas pueden ser desde contaminantes químicos propios del yacimiento (Arsénico, Antimonio) por las cuales se pagan penalidades cuando

están presentes en el concentrado, hasta residuos físicos como maderas, clavos, pernos de anclaje, jebes, plástico debido al traslado del mineral de interior mina, estos hacen colapsar las celdas de flotación (derrame de material). También es básico verificar como es la densidad de pulpa en el ingreso de las celdas de flotación, para permitir un flujo uniforme entre las diferentes etapas del proceso flotación, disminuir la variabilidad de los resultados metalúrgicos e impactar en la calidad del producto.

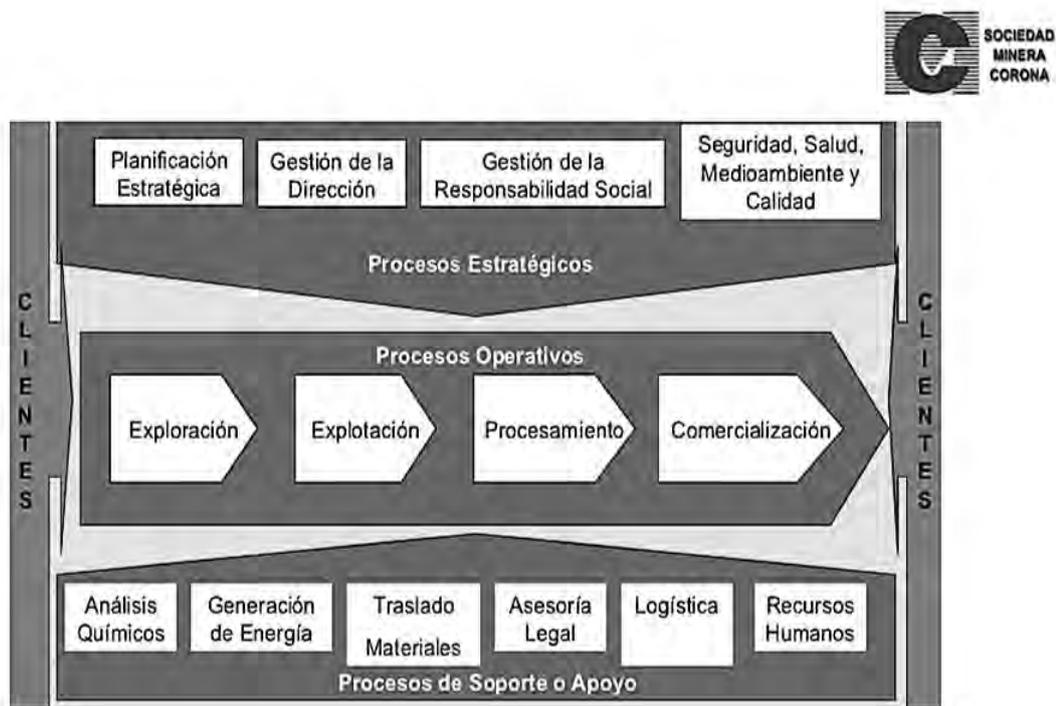


Figura 18. Diagrama de los procesos.

Adaptado de "Memoria Annual 2017," por SMCSA, 2018a

Los procesos operativos de SMCSA son:

- Geología: Prospección, exploración y control de mineral (control y renovación reservas y recursos de mineral).
- Mina: Define el método de explotación más eficiente y seguro para explotar el yacimiento.
- Procesamiento (planta): Define el proceso de recuperación del mineral valioso para obtener concentrado de mineral polimetálico.

- Comercialización: Área encargada del proceso de ventas, hacer notar que no existe Dpto. de Post venta.

## 5.2. Diagrama de las Actividades de los Procesos Operativos

La ausencia de un DAP tanto para las operaciones de mina como para los procesos metalúrgicos son notorios, en ese sentido parte de esta tesis es implementar uno que responda a las exigencias del proceso. Pasamos a explicar en resumen las actividades de mina y planta a continuación:

- Mina: En esta etapa las operaciones actuales se definen en: avances y desarrollos, explotación, extracción, izaje y traslado de mineral y desmonte. Los sub procesos de avances y desarrollos, así como explotación son trabajos similares, pero con distinta intensidad. A continuación, se explica brevemente:
- Avances y desarrollos: Son trabajos que se realizan para construir la infraestructura de la mina, es el proceso de preparación para la mina, es la fase donde se habilitan los minerales que no están accesibles a la explotación del mineral económico. Se construyen laboreos mineros para explorar mineral en profundización de la mina y cuando se tiene la certeza del mineral se hacen los accesos e instalaciones que hagan posible la explotación. Se realizan galerías, cruceros, chimeneas, rampas y subniveles. Asimismo, instalaciones de servicios de energía, agua, aire comprimido y conductos de ventilación. Finalmente, la mina se pasa a la fase explotación del mineral con valor económico. Sus actividades principales son: perforación, voladura, limpieza, sostenimiento y extracción.
- Explotación: etapa en la que mediante la voladura el mineral con valor es separado quedando apto para su extracción.

| D.A.P. FLUJO DE PROCESO UNIDAD OPERATIVA YAURICOCHA PLANTA CONCENTRADORA CHUMPE |                     |                   |           |            |            |         |                | Resumen  |  |
|---|---------------------|-------------------|-----------|------------|------------|---------|----------------|--|--|
|   |                     |                   |           |            |            |         |                | Operaciones                                      | Actual                                   |
|   |                     |                   |           |            |            |         |                | Operaciones                                      | 7  |
|   |                     |                   |           |            |            |         |                | Transporte                                       | 4  |
|   |                     |                   |           |            |            |         |                | Inspección                                       | 3  |
|   |                     |                   |           |            |            |         |                | Demoras  | -  |
|   |                     |                   |           |            |            |         |                | Almacenamiento                                   | 2  |
| Recursos Humanos  | Distancia en metros | Tiempo en minutos | Operación | Transporte | Inspección | Demoras | Almacenamiento | Descripción de Actividad                         | Observaciones                            |
| 36  | 2000                | 15                | ○         | ➔          | ◻          | ◻       | ▽              | Transporte de mineral de la mina subterránea.    | Volquetes, vía férrea                    |
| 3   | 150                 | 2                 | ○         | ➔          | ◻          | ◻       | ▽              | Recepción y pesaje de mineral                    | Balanza                                  |
| 2   | 10                  | 1                 | ○         | ➔          | ◻          | ◻       | ▽              | Almacenaje de mineral en la cancha temporal      | Cancha de minerales                      |
| 6   | 15                  | 8                 | ●         | ➔          | ◻          | ◻       | ▽              | Chancado   | Reducción del tamaño del mineral         |
| 2   | 1                   | 2                 | ○         | ➔          | ◻          | ◻       | ▽              | Traslado a tolvas de fino                        | Tolvas de finos                          |
| 2   | 1                   | 3                 | ●         | ➔          | ◻          | ◻       | ▽              | Molienda   | Molienda primaria, secundaria, terciaria |
| 4   | 2                   | 3                 | ●         | ➔          | ◻          | ◻       | ▽              | Clasificación                                    | Celdas de diferenciación                 |
| 3   | 1                   | 10                | ●         | ➔          | ◻          | ◻       | ▽              | Flotación  | Proceso continuo y automático en celdas  |
| 3   | 2                   | 2                 | ●         | ➔          | ◻          | ◻       | ▽              | Separación                                       | Proceso continuo y automático en celdas  |
| 1   | 3                   | 3                 | ●         | ➔          | ◻          | ◻       | ▽              | Filtrado de concentrados                         | Proceso continuo y automático en celdas  |
| 4   | 15                  | 2                 | ●         | ➔          | ◻          | ◻       | ▽              | Envasado de concentrado                          | Bolsas big bag cada uno de 1000 kg       |
| 2   | 1                   | 1                 | ○         | ➔          | ◻          | ◻       | ▽              | Pesado de concentrado envasado                   | Encapsulados en camiones adaptados       |
| 1   | 15                  | 72                | ○         | ➔          | ◻          | ◻       | ▽              | Almacenamiento de concentrado                    | Cargador frontal                         |
| 2   | 25                  | 2                 | ○         | ➔          | ◻          | ◻       | ▽              | Traslado de concentrado a semitrailers           | Cargador frontal                         |
| 1   | 1                   | 1                 | ○         | ➔          | ◻          | ◻       | ▽              | Sellado y pesaje de semitrailers con concentrado |  |
| 2   | 420000              | 780               | ○         | ➔          | ◻          | ◻       | ▽              | Traslado a almacenes de clientes                 | Traslado con personal de seguridad       |

Figura 19. D.A.P. del flujo de proceso de planta

Adaptado de "Administración de las operaciones productivas," por F. A. D'Alessio Ipinza, 2012-2015, p. 185. México D. F., México: Pearson.

- Extracción: El mineral separado en la explotación es extraído del interior de la mina hacia los distintos niveles de extracción y su disposición hacia la zona de izaje (tolvas de mineral y desmonte). En este caso al NV 1070 nivel principal de

extracción de los 2 piques existentes en la mina central y el otro ubicado en la zona de Cachi Nivel 720.

- Transporte: Se traslada desde el Nivel 720 por el túnel klepetko hacia la planta concentradora o la desmontera según sea el caso de material a extraer.

Haciendo una evaluación de estos procesos, como los avances y desarrollos, explotación e izaje, transporte, también debemos involucrar como un proceso clave a la perforación y voladura ya que son muy importantes debido a que el resultado positivo o negativo de este tendrá resultados muy significantes en el proceso productivo.

Planta: Tiene seis actividades principales: chancado, molienda, sedimentación y agitación, precipitación, flotación y disposición de relaves, a continuación, se explica brevemente:

- Chancado: Reducir el mineral que llega de mina en un 90 % menor a 3/8 pulgadas.
- Molienda: Reducir el mineral que ingresa de chancado en 90.5% menor a 70 um (micrones).
- Sedimentación y agitación: Recibe la pulpa, separa el líquido que contiene los minerales valiosos y la pulpa pasa a agitación, luego a un lavado previo a disponerlo en el relave.
- Precipitación: Recuperar la plata y el cobre disuelto con la amalgamación.
- Flotación: La mezcla química con los aditivos químicos precipita los materiales no económicos y hace flotar en forma de burbujas el mineral económico.
- Disposición de relaves: La última etapa donde se dispone el material de baja ley o no económico en la cancha de relaves.

Diagrama de Flujo: Chancado y molienda

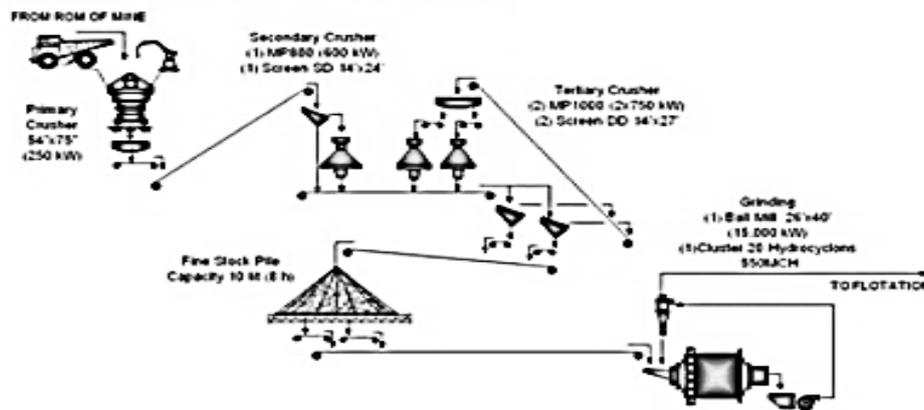


Diagrama de Flujo: Flotación, Espesamiento y Filtración

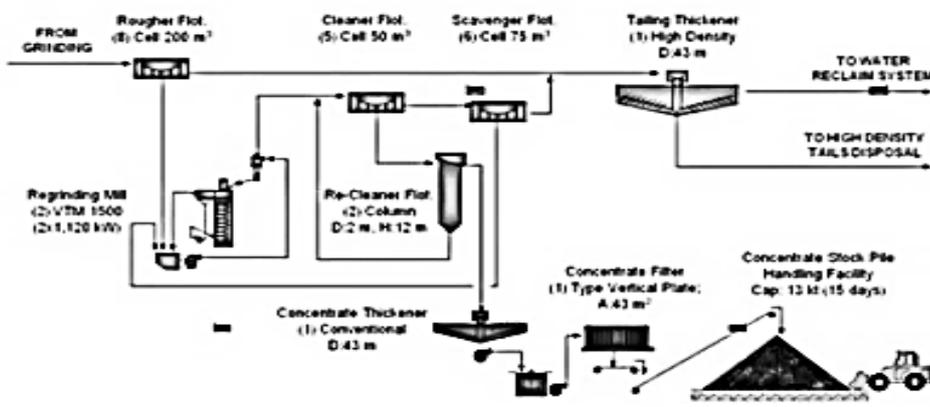


Figura 20. Flujo del proceso de la planta concentrado de Chumpe.

Tomado de “<http://www.miningpress.com/nota/60975/agua-y-mineria-polemica-en-mendoza-carotti-vs-barbeito>” por mining Press.

### 5.3. Herramientas para Mejorar los Procesos

Entre las herramientas para la mejora de procesos, la SMCSA gestiona diversos indicadores adaptados a su proceso de gestión (Sistema Integrado de Gestión Corona) siendo estos: (a) tormenta de ideas, (b) diagrama de causa y efecto, (c) diagrama de Pareto, (d) histograma de frecuencias, (e) test de hipótesis, (f) gráficos de control, y (g) otras. Estas herramientas fueron usadas, tanto por personal de SMCSA para sus operaciones, así como por los autores del presente DOE. Además, para evaluar un problema recurrente en la SMCSA, se empleó el diagrama de espina de pescado, encontrando que a partir de la información recopilada y sobre la base de las entrevistas sostenidas, que la principal causa del análisis de causa muestra cuatro causas raíz bien definidas, abriendo la posibilidad de

implementar medidas correctivas eficaces que ayuden a incrementar la producción de concentrados polimetálicos, estas causas son:

- En el marco de responsabilidad social y medioambiental reducir el daño al acuífero de la zona impactando lo menos posible a la laguna y al cauce del río.
- El área de RR.CC deberá trabajar de la mano con operaciones para coordinar los asuntos referentes al daño a las tierras de los comuneros.
- El proceso de producción del concentrado depende casi exclusivamente del tipo de yacimiento con el que se cuenta y el tratamiento dependerá de las pruebas metalúrgicas adecuadas para maximizar su recuperación.
- Capacidad de la planta al tener profesionales y técnicos con experiencia.

#### **5.4. Descripción de los Problemas Detectados en los Procesos**

Orientados en el diagrama de procesos, detallamos las debilidades identificadas, las cuales definimos y hallamos las que serían problemas a corregir además de buscar oportunidades de mejora:

- Dentro de las operaciones productivas en el mapa de procesos de la SMCSA se considera al minado Sub Level Stopping, Geología y Comercialización como procesos operativos. El primer proceso a través de sus actividades de perforación, voladura, izaje , transporte, hacen viable la operación de la mina, el tema del minado es muy delicado por el método de explotación utilizado, puesto que, si bien es cierto es eficiente también tiene sus debilidades en temas de seguridad por el hundimiento en bloques que se realiza, geología ayuda a determinar reservas y encontrar nuevos recursos, determinan el potencial de las reservas que luego son desarrolladas para luego realizar el plan de minado de acuerdo a la capacidad de la planta . Comercialización tiene como función la venta del producto, sin embargo, el servicio post venta como dijimos anteriormente no existe.

- El mineral obtenido al interior de mina es transportado a la superficie el cual tiene un costo y su déficit de procesamiento en planta representa pérdida de oportunidad de ventas, así mismo la distracción de costos que pueden ser empleados en otras actividades que requieren de presupuesto.

Tabla 8

*Matriz de selección del proceso crítico*

| Proceso                     | CTT  | CTQ  | CTC  | Total |
|-----------------------------|------|------|------|-------|
| Exploración                 | 1.00 | 2.00 | 3.00 | 6.00  |
| Perforación                 | 1.00 | 1.00 | 4.00 | 6.00  |
| Voladura                    | 2.00 | 1.00 | 4.00 | 7.00  |
| Transporte de mineral       | 3.00 | 0.00 | 4.00 | 7.00  |
| Chancado primario           | 3.00 | 0.00 | 4.00 | 7.00  |
| Chancado secundario         | 2.00 | 1.00 | 5.00 | 8.00  |
| Chancado terciario          | 3.00 | 2.00 | 6.00 | 11.00 |
| Lavado de mineral           | 3.00 | 2.00 | 2.00 | 7.00  |
| Molienda                    | 5.00 | 6.00 | 8.00 | 19.00 |
| Clasificación               | 2.00 | 6.00 | 2.00 | 10.00 |
| Flotación                   | 6.00 | 9.00 | 7.00 | 22.00 |
| Espesamiento de concentrado | 4.00 | 0.00 | 3.00 | 7.00  |
| Filtración de concentrado   | 5.00 | 3.00 | 4.00 | 12.00 |
| Espesamiento de relaves     | 3.00 | 0.00 | 4.00 | 7.00  |
| Disposición de relaves      | 1.00 | 0.00 | 3.00 | 4.00  |

*Nota.* Se valida la criticidad de cada subproceso con un valor de 0 a 9, luego se suman los parciales para definir el proceso más crítico.

Adaptado de la «Memoria Anual– Sierra Metals» (p. 32), por la Sierra Metals Inc. Toronto, Canadá, 2018: Sierra Metals.

#### 5.4.1. Valor agregado

El valor agregado es el valor que un determinado proceso productivo adiciona al ya plasmado en la materia prima y al capital fijo (bienes intermedios) o desde el punto de vista de un productor, es la diferencia entre el ingreso y los costos de la materia prima y el capital fijo. Desde el punto de vista contable es la diferencia entre el importe de las ventas y el de las compras. En ese sentido el valor agregado de los productos de SMCSA es la calidad del concentrado, por que como ya advertimos debido a la calidad de su yacimiento estos tienen una serie de ventajas con respecto a los concentrados de otras mineras en la región central, hablamos de concentrado de cobre con contenido de oro promedio de 300 gramos por

tonelada y el molibdeno en el concentrado de plomo que tiene un promedio 8% de este mineral.

#### **5.4.2. Restricciones o cuellos de botella en el proceso productivo industrial**

Decimos que en nuestra cadena de producción tenemos un cuello de botella cuando una fase de nuestro proceso productivo es más lenta que las demás y eso ralentiza nuestro proceso de producción en general. En otras palabras, un cuello de botella es una limitación de la capacidad del sistema que produce una caída considerable de la eficiencia. Es muy usual escuchar la frase que “una cadena es tan fuerte como su eslabón más débil”, lo que significa que la capacidad de nuestro proceso, será la definida por aquella etapa que tiene menor capacidad, es decir, el cuello de botella (el proceso no puede ir más rápido de lo que pasa a través del cuello de botella). Estos pueden ocurrir por falta de personal, por desperfectos de máquinas, por una mala gestión y equilibrado de líneas. Normalmente un cuello de botella tiene un elevado inventario pendiente de procesamiento porque la velocidad es menor que los procesos anteriores. Debido al cuello de botella, las siguientes fases del proceso sufrirán retrasos en forma de tiempos de inactividad no deseados, reduciendo la productividad y, por tanto, aumentando los costos.

En este sentido uno de los aspectos o cuellos de botella en SMCSA es la evacuación del desmonte, porque no cuenta con la capacidad suficiente en los piques para evacuar todo el material movido para las preparaciones de la mina y llegar a las zonas mineralizadas, en tal sentido es necesario acelerar la construcción del pique Yauricocha que servirá para evacuar desmonte, mientras el pique Central y Mascota izaran mineral. Ese es el Proyecto que ayudara a evitar los cuellos de botella.

#### **5.4.3. Eliminación o reducción de restricciones**

“Existen diversas metodologías que ayudan a mejorar la eficiencia empresarial y permiten cumplir con los planes a corto y largo plazo. Algunas mencionadas, como el six

sigma y lean, pero hay otras que van también ganando cada vez más adeptos. Una de ellas es la teoría de las restricciones de Eliyahu Goldratt. Inicialmente fue pensada para procesos productivos en empresas de manufactura, sin embargo, es útil para cualquier tipo y tamaño de empresa, La teoría de las restricciones busca mejorar el sistema de una empresa en su conjunto, es decir, la serie de procesos que están interrelacionados para poder desarrollar el producto. El problema que hay en toda organización, es que al estar los procesos relacionados unos a otros, las demoras en uno afectan al otro, reduciendo la eficiencia en cadena, aumentando los costos e impidiendo cumplir tiempos de entrega. Esa demora o ineficiencia original, se denomina restricción. Es lo que comúnmente llamamos “cuello de botella”. Entonces, la performance del sistema depende del eslabón más débil o restricción. La clave está en identificar donde se encuentra ese eslabón más débil y eliminarlo” (Pistarelli. 2010).

### **5.5. Propuestas de Mejora**

De acuerdo a lo establecido en el análisis del presente capítulo, la propuesta es:

- Evitar tiempos muertos y mantener un buen flujo de materia prima en planta. Para esto se propone la adquisición de camiones que transportan el mineral que será procesado en planta y generan demoras o ralentizan el tratamiento, debido a esto se incrementaran con 10 unidades que tienen un costo por unidad de \$200,000.00, lo cual permitirá procesar mayor cantidad de toneladas y evitar tiempos muertos en planta debido a mantenimientos, reparaciones y fallas de las otras unidades sirviendo de back up. Teniendo en cuenta que esta maquinaria tiene una garantía de fábrica y los mantenimientos generados por la misma empresa que los comercializa por un periodo de 5 años. Para efectos de saber el impacto en costos, se considera el costo de alquiler de estas unidades que por una hora son \$90.00, tenemos en cuenta que cada 15 días tiene un mantenimiento regular de 6 horas por 10 unidades serian 1440 horas al año que tendría un costo de \$ 129,600.00,

que podrían ser un ahorro, evitando estos procedimientos regulares. Se debe tener en cuenta que en un periodo se paga por 10 unidades \$3,888,000.00 en alquiler por un año.

#### **5.5.1. Escenario esperado**

¿Qué es lo mejor que puede pasar en el futuro? Tal vez es la pregunta que la mayoría de empresas se hace: un producto que se convierte en un éxito impensable, un gran contrato con el gobierno, un orden para exportar, etc. No se trata de idear, pero sí de considerar esos proyectos que pueden estar rondando, aunque no sea claro cuál es su probabilidad de ocurrencia. Analiza el impacto en ventas, rentabilidad y costos para anticipar qué hacer en caso de que se dé este escenario positivo, en este caso, es beneficioso para la industria minería el alza del precio de los metales, la baja de las tarifas eléctricas y la flexibilización de los reglamentos medioambientales.

#### **5.6. Conclusiones**

En el diagnóstico realizado a SMCSA y su unidad Operativa Yauricocha, se identificó que el proceso que agrega un valor al producto es el minado, la extracción y la planta. Dependiendo de los controles exclusivos de cada área responsable de realizar una supervisión adecuada en el proceso que realizan.

SMCSA es un claro ejemplo de una industria madura donde ya se han puesto en marcha varias iniciativas de mejora, tales como, la reducción los tiempos muertos en los cuellos de botella, la reducción de flota de transporte, la reducción de inventarios, las pruebas metalúrgicas, los cambios en el método de minado, logro de eficiencias energéticas, etc. Sin embargo, a pesar de esto, fue posible identificar algunas oportunidades con potencial económico considerable, las cuales pueden tener 0 tiempos muertos, lo que brindara a la empresa mayor productividad y ahorro de costes, así como alternativas de innovación y automatización de la mina.

## Capítulo VI: Planeamiento y Diseño de Planta

Continuando con el desarrollo del DOE de SMCSA nos enfocamos en la distribución actual de la planta concentradora de Chumpe, ayudándonos con el diagrama de descripción de tareas, se analiza y evalúa una forma diferente de la estructura interna, con una mejora en la distribución de los espacios, enfocada en dar eficiencia además de mejorar la productividad en las operaciones de la mina Yauricocha.

La planta concentradora actual de SMCSA ubicada en Chumpe, fue diseñada de forma empírica basada en la experiencia de los antiguos operadores de la mina (CENTROMIN Perú), con la finalidad de producir 1000 toneladas de concentrado en su momento considerando el año 1989.

### 6.1. Distribución de Planta

El modelo definido para la distribución de la planta de Chumpe de Sociedad Minera Corona, es en forma de distribución por producto, pues se enfoca en escenarios operativos diferentes, dado que son diferentes los concentrados comerciales producidos por la planta concentradora, es así que los equipos y maquinaria tiene una secuencia definida por el proceso metalúrgico, es aquí en donde entra a tallar nuestras recomendaciones para poder disminuir los subprocesos que se tiene desde que el mineral ha sido removido de interior mina, por lo que es necesario disminuir los tiempos improductivos, maximizar y optimizar el proceso de transporte teniendo una planta concentradora cerca de las áreas de operación.

La frecuencia optada para el trabajo en la planta concentradora es de frecuencia continua, porque para conseguir un producto final (concentrado polimetálico) se necesita diversos procesos como la molienda, el chancado y la flotación, después de todo este laboreo se obtiene los concentrados económicamente rentables.

En estos momentos la concentradora de Chumpe, debido a su relieve del terreno, la morfología del área y el volumen de producción, tiene áreas pre definidas, los cual hacemos notar en la Figura 21:

- Área de chancado.
- Molino y flotación.
- Área de filtrado y espesamiento de relaves.
- Abastecimiento de aguas.



*Figura 21. Fotografía aérea de la planta Concentradora de Chumpe.*  
Tomado de “ <https://www.google.com/maps/place/Planta+Concentradora+Chumpe/@-12.2936332,-75.6983689,361m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x910efd9bf6fdf841:0x378c40037e142c70!8m2!3d-12.292807!4d-75.6973497> ”

### **6.1.1. Factores de Distribución de la Planta**

Lo primordial en el diseño de planta es su distribución, para lo cual es importante identificar el posicionamiento de los servicios básicos como almacenes, los tiempos perdidos en reparaciones y procesos metalúrgicos. Los talleres de servicio deben tener áreas para el mantenimiento, y áreas conexas para realizar trabajos sin desconexiones con las áreas auxiliares. Por lo tanto, la planta tendrá detalles tanto en el interior como el exterior, la construcción incluirá, instalaciones del equipo y su distribución. El “cambio”, incluye versatilidad, flexibilidad y expansión (Muthers, 1981).

### **6.2. Análisis de la Distribución de Planta**

Debido al sin número de procesos que realiza la planta concentradora de Chumpe estas están distribuidas según la secuencia del proceso de concentración de mineral, como se muestra en la Figura 20, diagrama de flujo de la planta concentradora de Chumpe. Para la distribución de la planta concentradora de minerales se debe tener en cuenta el comportamiento del mineral que se extrae de las 2 minas en producción (Central y Cachi Cachi), y el mineral frente al proceso de concentración que se emplea en nuestra planta (flotación, gravimétrica, magnética) según sea la zona o tipo de mineral que se explota y de donde proviene, por lo que su ubicación lo más cercana a la mina es un aspecto importante a considerar. Lo que implica establecer una relación entre la zona de una veta y el proceso de concentración. Este tema es lo básico en este diagnóstico operacional que estamos realizando ya que por la particularidad del yacimiento y las áreas mineralizadas de Yauricocha es muy difícil separar un mineral determinado y las áreas de explotación están cada vez a niveles más profundos, Por lo que creemos necesario acercar la planta concentradora a la zona del Pique Central para minimizar las distancias y reducir el tiempo de transporte. La distribución de la planta sigue una secuencia lógica, debido a que el transporte del mineral, se realiza a través de locomotoras que extraen el mineral de interior mina. Otro problema detectado es la cancha

de acumulación de mineral que abastece al circuito de chancado que ha quedado sub dimensionada por la cantidad, calidad y características del mineral que se extrae del interior de la mina. Este componente (cancha de mineral) está ubicada en un área pequeña, pero ha perdido área disponible por el cercado de la planta y el movimiento de los camiones que ingresan para el despacho de concentrado; este movimiento es obligatorio debido a que aprovechan la balanza de camiones que es parte del despacho de los concentrados.

En la elaboración del diagrama presentado en la Figura 22, se emplearon los valores de las tablas 9 y 10.

Tabla 9

*Relación de actividades*

| Relación                 | Valores cercanos |
|--------------------------|------------------|
| Absolutamente necesario  | A                |
| Especialmente importante | E                |
| Importante               | I                |
| Ordinario                | O                |
| Sin importancia          | U                |
| No deseable              | X                |

Nota. Tomado de Muther R. (1977). Distribución en planta (3ª ed.). Barcelona, España: hispano europea.

Tabla 10

*Valores según la cercanía y uso de recursos*

| Criterio                           | Valor |
|------------------------------------|-------|
| Uso de registros comunes           | 1.00  |
| Compartir personal                 | 2.00  |
| Compartir espacio                  | 3.00  |
| Grado de contacto personal         | 4.00  |
| Grado de contacto documentario     | 5.00  |
| Secuencia de flujo de trabajo      | 6.00  |
| Ejecutar trabajo similar           | 7.00  |
| Uso del mismo equipo               | 8.00  |
| Posibles situaciones desagradables | 9.00  |

Nota. Tomado de Muther R. (1977). Distribución en planta (3ª ed.). Barcelona, España: hispano europea.



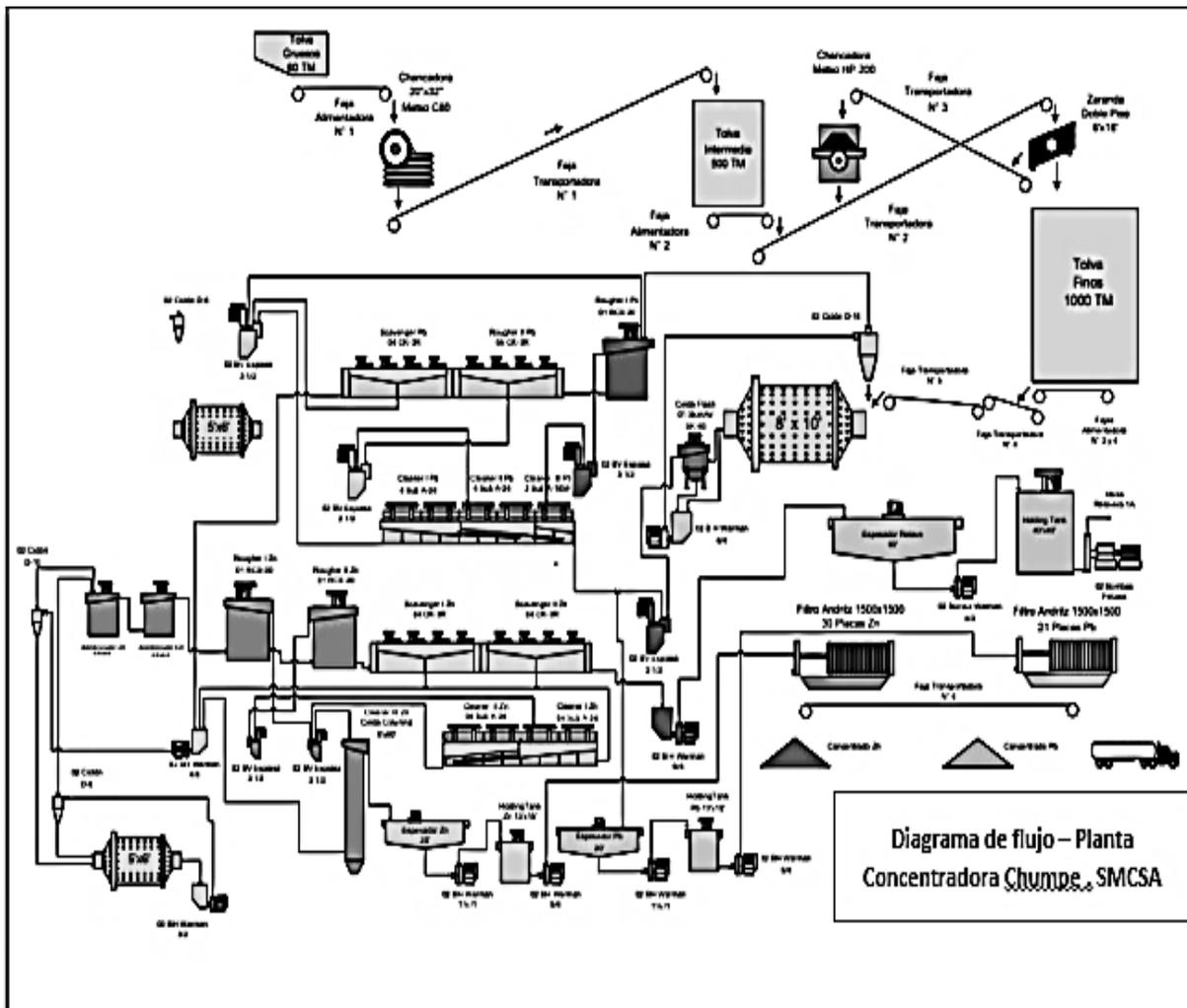


Figura 23. Diagrama de Flujo de la planta Concentradora de Chumpe. Tomado de *Gerencia de planeamiento de SMCSA – realizado por Ing. Luis Rendón – enero 2017.*

### 6.2.1. Elaboración de la hoja de trabajo del diagrama de relación de la actividad

Continuando con nuestro análisis utilizaremos el diagrama de relaciones utilizando como sustento el DAP (diagrama de actividades del proceso). La hoja de trabajo es el resultado de vincular las actividades planteadas en el diagrama de Muther, en función de las relaciones de actividades cercanas con los valores de cercanía y usos de recursos, detalladas en las tablas 9 y 10 respectivamente, en la que se contempla que una determinada área este ubicada próxima o lejana de otra. La finalidad de este proceso es encontrar el nivel de vinculación de los procesos que se realizan en la planta a fin de optimizar el proceso de producción de

concentrados. En la tabla 11, se puede observar la hoja de trabajo de relación de la actividad para la planta concentradora de Chumpe.

### 6.2.2. Patrón de Distribución de Bloques

|   |   |  |
|---|---|--|
| <p><b>A:</b> 2<br/><b>E:</b></p> <p><b>Recepción de material grueso</b><br/><b>1</b></p> <p><b>X:</b> 7,8,9,10,12,13,14</p> <p><b>I:</b>                    <b>O:</b><br/>                                 3,5,6,11</p>                               | <p><b>A:</b> 1,3<br/><b>E:</b></p> <p><b>Cancha temporal de mineral</b><br/><b>2</b></p> <p><b>X:</b> 6,7,8,10,11,12,13,14</p> <p><b>I:</b>                    <b>O:</b><br/>                                 4,5,9,11</p>  | <p><b>A:</b> 2,4<br/><b>E:</b></p> <p><b>Chancado (primario y secundario)</b><br/><b>3</b></p> <p><b>X:</b> 7,8,10,11,12,13,14</p> <p><b>I:</b>                    <b>O:</b><br/>                                 1,5,6,9</p>  |
| <p><b>A:</b> 3,5<br/><b>E:</b> 6</p> <p><b>Molienda</b><br/><b>4</b></p> <p><b>X:</b> 11,12,13,14</p> <p><b>I:</b>                    <b>O:</b><br/>                                 2,7,8,9,10</p>   | <p><b>A:</b> 4,6<br/><b>E:</b> 7</p> <p><b>Clasificación</b><br/><b>5</b></p> <p><b>X:</b> 11,13,14</p> <p><b>I:</b>                    <b>O:</b><br/>                                 1,2,3,8,9,10</p>   | <p><b>A:</b> 5,7,8<br/><b>E:</b> 4</p> <p><b>Flotación</b><br/><b>6</b></p> <p><b>X:</b> 2, 11,12,13,14</p> <p><b>I:</b>                    <b>O:</b><br/>                                 1,3,9,10</p>  |
| <p><b>A:</b> 6,8<br/><b>E:</b> 5</p> <p><b>Separación</b><br/><b>7</b></p> <p><b>X:</b> 1,2,3,11,12,13,14</p> <p><b>I:</b>                    <b>O:</b><br/>                                 4,9,10</p>   | <p><b>A:</b> 6,7,9,10<br/><b>E:</b></p> <p><b>Filtrado de concentrados</b><br/><b>8</b></p> <p><b>X:</b> 1,2,3,12,13,14</p> <p><b>I:</b>                    <b>O:</b><br/>                                 4,5,11</p>   | <p><b>A:</b> 8<br/><b>E:</b></p> <p><b>Área de disposición de relaves</b><br/><b>9</b></p> <p><b>X:</b> 1,11,12,13,14</p> <p><b>I:</b>                    <b>O:</b><br/>                                 2,3,4,5,6,7,10</p>  |
| <p><b>A:</b> 8<br/><b>E:</b> 11</p> <p><b>Abastecimiento de agua</b><br/><b>10</b></p> <p><b>X:</b> 1,2,3</p> <p><b>I:</b> 14                    <b>O:</b><br/>                                 4,5,6,7,9</p>   | <p><b>A:</b>                    <b>E:</b><br/>                                 10,12</p> <p><b>Zona de carga de tráiler</b><br/><b>11</b></p> <p><b>X:</b> 3,4,5,6,7,9</p> <p><b>I:</b>                    <b>O:</b><br/>                                 1,2,8,13</p>                    | <p><b>A:</b>                    <b>E:</b><br/>                                 11,13,14</p> <p><b>Oficinas administrativas, logística, mantenimiento, y laboratorio</b><br/><b>12</b></p> <p><b>X:</b> 1,2,3,4,6,7,8,9</p> <p><b>I:</b>                    <b>O:</b></p> |
| <p><b>A:</b>                    <b>E:</b><br/>                                 12,14</p> <p><b>Comedor</b><br/><b>13</b></p> <p><b>X:</b> 1,2,3,4,5,6,7,8,9</p> <p><b>I:</b>                    <b>O:</b><br/>                                 11</p> | <p><b>A:</b>                    <b>E:</b><br/>                                 12,13</p> <p><b>Servicios higiénicos</b><br/><b>14</b></p> <p><b>X:</b> 1,2,3,4,5,6,7,8,9</p> <p><b>I:</b>                    <b>O:</b><br/>                                 10                    5,6</p> |  |

Figura 24. Patrón de distribución de bloques

Tabla 11

*Hoja de trabajo para la producción de concentrado de mineral*

| Ítem | Área de actividades  | A           | E          | I  | O             | U      | X                  |
|------|--|-------------|------------|----|---------------|--------|--------------------|
| 1    | Recepción de material grueso                                     | 2           |            |    | 3, 5, 6, 11   | 4      | 7-10, 12-14        |
| 2    | Cancha temporal de mineral                                       | 1,3         |            |    | 4, 5, 9,11    |        | 6, 7, 8, 10, 11-14 |
| 3    | Chancado (primario y secundario)                                 | 2, 4        |            |    | 1, 5, 6, 9    |        | 7, 8, 10-14        |
| 4    | Molienda   | 3, 5        | 6          |    | 2, 7-10       | 1      | 11-14              |
| 5    | Clasificación  | 4, 6        | 7          |    | 1, 2, 3, 8-10 | 12     | 11, 13,14          |
| 6    | Flotación  | 5, 7, 8     | 4          |    | 1, 3, 9, 10   |        | 2, 11-14           |
| 7    | Separación   | 6, 8        | 5          |    | 4, 9, 10      |        | 1, 2, 3, 11-14     |
| 8    | Filtrado de concentrados   | 6, 7, 9, 10 |            |    | 4, 5, 11      |        | 1-3, 12-14         |
| 9    | Área de disposición de relaves                                   | 8           |            |    | 2-7, 10       |        | 1, 11-14           |
| 10   | Abastecimiento de agua   | 8           | 11         | 14 | 4-7, 9        | 12,13  | 1-3                |
| 11   | Zona de carga de tráiler   |             | 10, 12     |    | 1, 2, 8, 13   | 14     | 3-7, 9             |
| 12   | Oficinas administrativas, logística, mantenimiento y laboratorio |             | 11, 13, 14 |    |               | 5, 10, | 1-4, 6-9           |
| 13   | Comedor  |             | 12, 14     |    | 11            | 10     | 1-9                |
| 14   | Servicios higiénicos   |             | 12, 13     | 10 |               | 11     | 1-9                |

En detalle, la figura 24, muestra el patrón de distribución en el que se trata de evaluar las formas, dimensiones y restricciones que tiene el sitio de producción en el sentido de que se pueden hacer combinaciones, definir tamaños del área de la producción y definir circuitos, flujos reales y correctos, acá tomamos en cuenta o nos basamos en la cantidad de trabajadores que laboran en determinado proceso o si hay igualdad o repetición de trabajos y otras necesidades con las que cuente la operación.

Tabla 12

*Relación de cercanía total (TCR)*

| Ítem | Área de actividades  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | TCR |
|------|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|-----|
| 1    | Recepción de material grueso                                     | 0 | 6 | 3 | 2 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1  | 3  | 1  | 1  | 1  | 27  |
| 2    | Cancha temporal de mineral                                       | 6 | 0 | 6 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1  | 3  | 1  | 1  | 1  | 31  |
| 3    | Chancado (prim y sec.)   | 3 | 6 | 0 | 6 | 3 | 3 | 1 | 1 | 3 | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 31  |
| 4    | Molienda   | 2 | 3 | 6 | 0 | 6 | 5 | 3 | 3 | 3 | 3  | 1  | 1  | 1  | 1  | 38  |
| 5    | Clasificación  | 3 | 3 | 3 | 6 | 0 | 6 | 5 | 3 | 3 | 3  | 1  | 2  | 1  | 1  | 40  |
| 6    | Flotación  | 3 | 1 | 3 | 5 | 6 | 0 | 6 | 6 | 3 | 3  | 1  | 1  | 1  | 1  | 40  |
| 7    | Separación   | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 6 | 0 | 6 | 3 | 3  | 1  | 1  | 1  | 1  | 33  |
| 8    | Filtrado de concentrados   | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 6 | 6 | 0 | 6 | 6  | 3  | 1  | 1  | 1  | 39  |
| 9    | Área de disposición de relaves                                   | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 6 | 0 | 3  | 1  | 1  | 1  | 1  | 32  |
| 10   | Abastecimiento de agua   | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 6 | 3 | 0  | 5  | 2  | 2  | 4  | 37  |
| 11   | Zona de carga de trailers  | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 5  | 0  | 5  | 3  | 2  | 30  |
| 12   | Oficinas administrativas, logística, mantenimiento y laboratorio | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2  | 5  | 0  | 5  | 5  | 27  |
| 13   | Comedor  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2  | 3  | 5  | 0  | 5  | 24  |
| 14   | Servicios higiénicos   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4  | 2  | 5  | 5  | 0  | 25  |

Nota. A=6; E=5; I=4; O=3; U=2; X=1

Culminado el patrón de distribución de bloques se procedió a realizar la categorización de las áreas, en función a la matriz de relación de cercanía total (TCR), con el apoyo de la información contenida en el diagrama de interrelaciones, en esta matriz se determina el área con mayor puntaje TCR, según como se muestra en tabla 12, en la que se puede observar que el área con mayor TCR es el de flotación, en consecuencia mayor jerarquía en proceso,

seguida por el de clasificación y en última posición se tiene al área destinada a los servicios higiénicos. Con estos datos se puede generar una propuesta de reparto de áreas.

Tabla 13

*Relación de diagramas*

| c  | Área | Justificación      | TCR |
|----|------|--------------------|-----|
| 1  | 6    | El mayor TCR       | 40  |
| 2  | 5    | Mayor TCR, A(7)    | 40  |
| 3  | 8    | A(10)              | 39  |
| 4  | 4    | A(5)               | 38  |
| 5  | 10   | A(8)               | 37  |
| 6  | 7    | A(8)               | 33  |
| 7  | 9    | A(8)               | 32  |
| 8  | 3    | A(4)               | 31  |
| 9  | 2    | A(3)               | 31  |
| 10 | 11   | E(12)              | 30  |
| 11 | 1    | A(2)               | 27  |
| 12 | 12   | E(14)              | 27  |
| 13 | 14   | E(14), últimos TCR | 25  |
| 14 | 13   | E(13), últimos TCR | 24  |

### 6.3. Propuestas de Mejora

Según el diagrama de relación de actividades de la Figura 22 y el esquema de la Figura 24, se puede apreciar que se están respetando la mayoría de las áreas operativas debido a su importancia, tomando en cuenta el diagrama de flujo, así mismo también proponemos dos ideas: la primera, reubicar las oficinas administrativas (gerencia de planta), y maximizar el espacio de recepción del mineral enviado de interior mina; para la primera propuesta se cuenta con un ambiente disponible bastante grande en el área de los antiguos campamentos, pero se necesita remodelar ciertas áreas y darle las comodidades del caso mientras que; en el segundo aspecto, debemos hacer movimiento de tierras para tener un área más grande y más cómoda para la mejor maniobrabilidad de los volquetes que trasladaran el mineral a la chancadora primaria. En ese sentido el costo horario de los equipos necesarios para hacer el movimiento de tierras es de 98.25 US\$ la hora por 10 horas al día 982.5 US\$ y el plazo para realizar el movimiento de 2000 M3 sería 12 días, dando un costo total de 11,970

US\$, costo adecuado a ser asumido por SMCSA para hacer más dinámica y segura sus operaciones. El beneficio que nos daría este trabajo sería básicamente la seguridad, costo invaluable en minería, que puede llegar a costar \$ 40,000.00 dólares, según Osinergmin, que multa con 30 UIT el accidente fatal dentro del proceso en mina, para indemnización por muerte, como tope permitido de dos muertes al año, además de ello se mejoraría las eficiencias en temas de tiempos y rendimientos

Lo mencionado resultaría muy beneficioso al habilitar el espacio necesario, y así evitar posibles accidentes con el personal y desorden con el material almacenado, así como también se podría beneficiar la mina con el manejo de los materiales para las operaciones de interior de mina.

#### **6.4. Conclusiones**

La disposición y distribución de la planta concentradora de Chumpe, tiene como principales restricciones su posicionamiento geográfico, limitaciones financieras y de seguridad, que por el relieve topográfico, el volumen de producción y/o la existencia de un área de trabajo definida desde los tiempos en la que la mina era administrada por CENTROMIN, las zonas o áreas no se encuentran disponibles, sólo, la ya adecuada para este fin década de los 70, la cual se está haciendo cada vez más alejada por el tema de la profundización de la mina, en ese sentido se tiene que hacer dos tipos de transporte y manipulación, el primero de las profundidades de la mina se extrae el mineral mediante el pique o los piques secundarios y luego del Nivel 720, se extrae el mineral en Locomotora, por lo que proponemos un solo sistema de transporte, optimizando el pique Central y reubicando la planta hacia la zona de influencia del Pique, y así también, aprovechar el relave por gravedad y rellenar las zonas ya explotadas y minimizar el relave en superficie.

Siendo el tema fundamental para la gestión de la minera: la seguridad, que es la protección de su principal activo, que es, su talento humano, la cual como ya mencionamos es



## Capítulo VII: Planeamiento y Diseño del Trabajo

El objetivo de la estrategia del personal es gestionar la fuerza laboral y el trabajo de diseño para que las personas se utilicen de manera eficiente y eficaz. Cuando nos enfocamos en la estrategia de recursos humanos, debemos asegurarnos de que las personas (Heizer & Render, 2007, pág. 485):

1. Se utilizan de manera eficiente a la vista de las limitaciones de otras decisiones de gestión empresarial.
2. Tienen una calidad de vida razonable en el trabajo, en una atmósfera de compromiso y confianza mutua.

Sociedad Minera Corona, tiene como disposición y aspectos de control primordial los temas de la planificación y control de la ejecución de todos sus procesos, para la producción de concentrados polimetálicos, la secuencia es planear, coordinar y controlar, la forma de ¿cómo deben ejecutarse los trabajos?, con el objeto de hacerlas más eficiente, efectivas y tener un rendimiento óptimo en el uso de los equipos, maquinarias y los recursos con que se cuentan, a fin de no tener desechos, desperdicios y retrasos en todos los procesos en SMCSA, tanto en recursos físicos como financieros. Este proceso debe ser controlado a lo largo de la etapa de producción desde el minado hasta el de la comercialización a fin de saber si se está cumpliendo o no con los procesos, o si este debe ser optimizado, con la finalidad de poder llegar al cumplimiento de los objetivos de la organización, como es el caso del tonelaje de mineral a concentrar. Debido a esto se realizara un control y seguimiento que analice e identifique el avance de los procesos, lo que ayude a evaluar lo programado y/o planeado, así también evaluar el desempeño de la mano, de obra la maquinaria y de cómo se encuentra el desempeño financiero al momento del análisis, con referencia al programa de producción previamente definido, es por eso que es necesario la evaluación y la determinación precisa de las instrucciones en los manuales funcionales operativos para evitar duplicidad de funciones,

definir el número de empleados, la cantidad de mano de obra especializada y el tipo de especialistas requeridos, entre otros. Luego, enfocarse en la búsqueda de una mejor productividad y rentabilidad para lo que se sugerirá algunas mejoras para dar condiciones favorables del caso a los trabajadores y así lograr índices que ayuden a potenciar y mejorar el rendimiento global de la mina.

### **7.1. Planeamiento del Trabajo**

El planeamiento de trabajo en el proceso de concentración de minerales se basa en el programa de producción anual donde se establece los fines a producir y la cantidad de mineral a tratar, esto quiere decir que se va a producir una determinada cantidad de mineral, además de saber cuáles son los recursos que se requieren para lograr la meta de manera que el objetivo trazado por la organización se cumpla sin inconvenientes, es decir, los resultados obtenidos en base a los recursos empleados; siendo estos recursos principalmente: mineral con especificaciones físico-químicos de acuerdo al proceso estandarizado, la capacidad del equipo con la tecnología instalada y las personas que intervienen en toda la cadena de trabajo para lograr obtener el concentrado de los distintos tipos de minerales que se produce.

El proceso de minado es el que ocupa más número de trabajadores operacionalmente hablando ya que SMCSA desarrolla labores mineras subterráneas con el método tradicional, es decir ejecuta labores con equipos de bajo perfil como son: chimeneas, galerías, tajeos de explotación masiva y no masiva, sostenimiento en su mayor parte mecanizada con equipos robolt y también convencional, limpieza de labores con Scoops desde 2.2 yardas hasta 4.5 yardas, y la preparación de los tajos donde se utiliza mano de obra para el armado de las cimbras y el transporte en locomotoras. Cabe mencionar que existe una gran variedad de tareas en el proceso de minado, por la complejidad de la mina subterránea; la mayor cantidad de personal de línea tiene un nivel de estudios de secundaria incompleta. Como profesionales

se cuenta con Ingenieros y Técnicos de Operaciones de Mina para el planeamiento de mina y la explotación minera.

Tabla 14

*Producción de finos por mineral (concentrados) y recuperaciones*

| Tipo                                  | TMS            | Ensayos Químicos |         |         |         | Recuperaciones |         |         |         |
|---------------------------------------|----------------|------------------|---------|---------|---------|----------------|---------|---------|---------|
|                                       |                | Ag<br>Oz/tm      | Pb<br>% | Cu<br>% | Zn<br>% | Ag<br>%        | Pb<br>% | Cu<br>% | Zn<br>% |
| Cobre polimetálico                    | 16,412         | 26.85            | 2.43    | 26.86   | 7.64    | 23.69          | 2.81    | 67.34   | 3.32    |
| Plomo polimetálico                    | 21,731         | 36.23            | 56.80   | 2.54    | 5.55    | 52.34          | 86.85   | 8.42    | 3.19    |
| Zinc                                  | 65,671         | 3.23             | 0.88    | 1.42    | 51.42   | 11.41          | 4.05    | 14.24   | 89.38   |
| Cobre (mineral sulfuro de cobre)      | 175            | 31.15            | 6.92    | 30.79   | 8.57    | 38.69          | 13.75   | 55.17   | 9.71    |
| Plomo (mineral sulfuro de cobre)      | 119            | 23.51            | 51.55   | 7.60    | 4.07    | 19.84          | 69.63   | 9.26    | 3.14    |
| Zinc (mineral sulfuro de cobre)       | 262            | 7.45             | 2.45    | 5.38    | 48.09   | 13.93          | 7.28    | 14.41   | 81.46   |
| Cobre (mineral de cobre)              | 967            | 13.97            | 4.66    | 23.54   | 12.80   | 51.21          | 61.75   | 72.35   | 62.70   |
| Cobre (mineral óxido de cobre)        | 2,872          | 3.37             | 2.99    | 21.76   | 4.83    | 32.41          | 30.00   | 53.80   | 16.96   |
| Plomo (mineral polimetálico terceros) | 119            | 19.59            | 54.58   | 1.75    | 7.35    | 24.85          | 60.84   | 55.28   | 2.84    |
| Zinc (mineral polimetálico terceros)  | 373            | 8.02             | 0.97    | 0.21    | 52.76   | 31.86          | 3.40    | 20.26   | 63.75   |
| Plomo Sulfuro (mineral terceros)      | 112            | 73.46            | 31.97   | 5.49    | 17.56   | 13.49          | 8.94    | 53.89   | 3.72    |
| Plomo Oxido (mineral terceros)        | 299            | 36.88            | 52.26   | 0.73    | 3.01    | 20.79          | 42.92   | 41.20   | 1.76    |
| Plomo sulfuro (mineral terceros)      | 14             | 39.93            | 32.99   | 2.77    | 7.79    | 18.19          | 15.30   | 35.12   | 11.19   |
| Plomo oxido (mineral terceros)        | 34             | 35.98            | 56.01   | 0.80    | 5.26    | 46.73          | 71.52   | 36.45   | 19.83   |
| <b>Total</b>                          | <b>109,160</b> |                  |         |         |         |                |         |         |         |

Tomado de *la Memoria Anual* (p. 33), por Sierra Metals Inc., 2018a, Toronto, Canadá:

La planta de procesos ya tiene estandarizado su proceso de tratamiento del mineral para obtener los concentrados polimetálicos, cuando hay fallas en algún subproceso, la posibilidad de parar todas las operaciones en la planta es muy probable. Los ingenieros metalúrgicos y personal operario solamente tienen la función de establecer controles en línea para mantener controlado el proceso de manera que es factible establecer mediciones de tiempo en sus tareas. Es importante por lo tanto que el proceso de Planeamiento e Ingeniería donde se centra toda la información para el programa de producción y recepciones, verifique

y confirme la información que entrega la mina, así como en la planta debe asegurar los requerimientos que necesita y estén disponibles en el tiempo, espacio y cantidad necesaria.

## **7.2. Diseño de Trabajo**

El diseño del trabajo especifica las tareas que constituyen el trabajo de un individuo o de un grupo. Examinaremos siete componentes del diseño del trabajo: (1) especialización del trabajo, (2) enriquecimiento del trabajo, (3) componentes psicológicos, (4) equipos auto dirigidos, (5) sistemas de motivación e incentivos, (6) ergonomía y métodos de trabajo, y (7) puesto de trabajo visual (Heizer & R5ender, 2007, pág. 488).

SMCSA en su unidad operativa Yauricocha cuenta actualmente con 1801 trabajadores entre trabajadores de planilla y contratistas, las operaciones de minado y el proceso metalúrgico por su naturaleza, requieren repetitividad, en ese aspecto los obreros en interior mina y planta desarrollan las mismas actividades y/o tareas, que fueron agrupadas para formar puestos de trabajo, que disponen de su manual de funciones y el perfil técnico/profesional; el perfil lo realiza el área de RR.HH en coordinación con las jefaturas de cada área para poder tener personal capacitado e idóneo en los puestos de trabajo requeridos. Todas las tareas o actividades cuentan con procedimientos de trabajo escritos, procedimientos de gestión o estándares donde se describe paso a paso cada tarea de manera que se cumpla, con el objetivo del puesto de manera segura; y con cuidado al medio ambiente.

La mina al igual que la planta tiene diseñados procesos por lo que los puestos de trabajos y los procedimientos requeridos ya están previamente establecidos. En estos momentos SMCSA mediante la gerencia de seguridad y salud ocupacional liderada por el Ing. Iván Lagones ha implementado las normas de gestión de seguridad mediante la evaluación de perfiles tanto psicológicamente, como la evaluación de rendimiento en campo, de forma que se ha mejorado el ingreso de nuevos colaboradores, logrando contar con gente con más experiencia, desafortunadamente también ingresa a tallar el tema de rotación

Tabla 15

*Programa de producción mensual y cash cost 2018*

|                           | ENE           | FEB           | MAR           | ABR           | MAY           | JUN           | JUL           | AGO           | SET           | OCT           | NOV           | DIC           | TOTAL            |
|---------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------------|
| <b>Producción Mineral</b> | <b>87,000</b> | <b>85,000</b> | <b>85,000</b> | <b>80,000</b> | <b>80,000</b> | <b>80,000</b> | <b>80,000</b> | <b>91,000</b> | <b>90,000</b> | <b>93,000</b> | <b>90,000</b> | <b>92,000</b> | <b>1,033,000</b> |
| <b>Mineral Tratado</b>    | <b>87,000</b> | <b>85,000</b> | <b>85,000</b> | <b>80,000</b> | <b>80,000</b> | <b>80,000</b> | <b>80,000</b> | <b>91,000</b> | <b>90,000</b> | <b>93,000</b> | <b>90,000</b> | <b>92,000</b> | <b>1,033,000</b> |
| <b>Tipo de Cambio</b>     | <b>3.350</b>     |
| <u>Por áreas</u>          |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |                  |
| Explorar. & Geología      | 1,045         | 1,182         | 1,029         | 975           | 1,111         | 957           | 1,028         | 957           | 957           | 1,059         | 1,184         | 983           | 12,465           |
| Mina                      | 10,581        | 9,547         | 12,693        | 10,592        | 10,551        | 10,771        | 11,088        | 11,100        | 10,799        | 11,110        | 10,510        | 11,865        | 13,1205          |
| Planta Concentradora      | 3,000         | 2,914         | 2,993         | 2,954         | 2,982         | 2,929         | 2,999         | 3,017         | 2,970         | 2,976         | 2,970         | 3,271         | 35,977           |
| Apoyo                     | 2,093         | 1,986         | 2,081         | 2,055         | 2,065         | 2,166         | 2,146         | 2,210         | 2,176         | 2,221         | 2,172         | 2,597         | 25,969           |
| <b>Cash Cost (000 S/)</b> | <b>16,720</b> | <b>15,630</b> | <b>18,795</b> | <b>16,575</b> | <b>16,709</b> | <b>16,822</b> | <b>17,261</b> | <b>17,283</b> | <b>16,903</b> | <b>17,366</b> | <b>16,836</b> | <b>18,716</b> | <b>205,616</b>   |
| Explorar. & Geología      | 3.59          | 4.15          | 3.61          | 3.64          | 4.14          | 3.57          | 3.84          | 3.14          | 3.17          | 3.40          | 3.93          | 3.19          | 3.60             |
| Mina                      | 36.30         | 33.53         | 44.57         | 39.52         | 39.37         | 40.19         | 41.37         | 36.41         | 35.82         | 35.66         | 34.86         | 38.50         | 37.91            |
| Planta Concentradora      | 10.29         | 10.23         | 10.51         | 11.02         | 11.13         | 10.93         | 11.19         | 9.90          | 9.85          | 9.55          | 9.85          | 10.61         | 10.40            |
| Apoyo                     | 7.18          | 6.98          | 7.31          | 7.67          | 7.71          | 8.08          | 8.01          | 7.25          | 7.22          | 7.13          | 7.20          | 8.43          | 7.50             |
| <b>Cash Cost (000 S/)</b> | <b>57.37</b>  | <b>54.89</b>  | <b>66.01</b>  | <b>61.85</b>  | <b>62.35</b>  | <b>62.77</b>  | <b>64.41</b>  | <b>56.70</b>  | <b>56.06</b>  | <b>55.74</b>  | <b>55.84</b>  | <b>60.73</b>  | <b>59.42</b>     |

Realizado por el área el planeamiento SMCSA - Ing. R. Manyari

de personal, el cual es muy alto, para la unidad se tiene un índice de 35% de personal que se retira al mes, los motivos son el sueldo, las condiciones de vivienda y el ritmo de trabajo, situación que lamentablemente no ha podido cambiar SMCSA.

Tabla 16

*Evolución del Número de trabajadores SMCSA*

| Año                 | 2011  | 2012  | 2013  | 2014  | 2015  | 2016  | 2017  |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Nº. de Trabajadores | 1,217 | 1,361 | 1,322 | 1,488 | 1,548 | 1,452 | 1,736 |

Tomado de *Memoria Anual 2017* – SMCSA Pág. 54.

### 7.2.1. Componentes del diseño de trabajo

Tabla 17

*Iniciativas principales del Sistema de Desarrollo de Personas en el 2017, por componente*

| Componentes                  | Alcance   |
|------------------------------|---|
| Estrategia de desarrollo     | Desarrollo de tres tipos de capacitaciones: (i) transversales, dirigido a todos los colaboradores; (ii) específicas, relacionadas al PDI individual y (iii) técnicas de acuerdo a la necesidad operacional. |
| Estrategia de retención      | Dirigida a colaboradores identificados como blue box y/o box 5, con los que se desarrollan acciones diferenciadas como, por ejemplo, beneficios académicos formativos                                       |
| Gestión del Plan de Sucesión | Identificación de sucesores para todas las posiciones gerenciales a nivel global, lo que permitió ver las diferentes oportunidades que tienen los blue box en todas las operaciones.                        |

Componentes del sistema del diseño de trabajo SMCSA

Tomado de *Memoria Anual 2017* SMCSA 2018a Lima, Perú.

La principal herramienta de gestión del talento humano de la empresa se basa en la identificación de talentos internos y en el desarrollo de sus capacidades, con el fin de que estén aptos para asumir nuevas responsabilidades dentro de la organización. El recurso humano es el pilar de SMCSA, con el cual lograra alcanzar sus objetivos; por esto, se requiere personal preparado para asumir nuevos roles en las operaciones de mina. Además de la preparación del talento interno seleccionado, la organización busca fomentar las capacidades de la totalidad de colaboradores con el fin de que desarrollen un mejor trabajo destaquen por sus competencias y que contribuyan con el crecimiento de la empresa.

Durante el 2017 priorizamos, de manera conjunta, el fortalecimiento de los principales procesos del Sistema de Desarrollo de Personas de líderes y profesionales, permitiendo la conformación de comités globales.

### **7.2.2. Características del trabajo**

Para la ejecución de los procesos de mina se tiene Ingenieros en Mina responsables del planeamiento y de la producción de mina, además del desarrollo de todas las actividades operativas hasta obtener el mineral disponible en planta. También los acompañan técnicos y personal de línea cuyos puestos principales de trabajos son: enmaderador, perforista, operador de winche, sostenedor de cimbras (cimbrero), etc. En el procesamiento acompañan a los Ingenieros Metalúrgicos, el personal de chancado, de molienda, de precipitación, de relaves, de concentración, los que cumplen diferentes funciones a fin de lograr obtener los concentrados de mineral polimetálico. En la Figura 27 se indica el organigrama del área de operaciones de mina de SMCSA. Así mismo, también se tiene supervisión de parte de las contratistas, que son: Operaciones mineras y Civiles Junior (OMICI Jr) y Operaciones mineras San Pedro (OMISAP) quienes son los dos contratistas que laboran al interior de mina. En la tabla 18 se muestra los principales puestos de trabajo con su función principal.

### **7.2.3. Satisfacción en el trabajo**

En la SMCSA el indicador corporativo de clima laboral ayuda a verificar, identificar y medir la percepción de cómo los trabajadores ven a la compañía en lo referente a satisfacción del personal referida a las condiciones de trabajo, a la remuneración, a la evaluación de las jefaturas, a la alimentación brindada por los comedores, a las viviendas en el campamento, y a la calidad de las unidades de transporte para el personal que sale y retorna a la unidad. “En el año 2017 se obtuvo un 47.94 % de satisfacción, en tanto que en la Unidad Operativa de Yauricocha el indicador fue del 54.1 %, desafortunadamente no se realiza inversión en mejoras de infraestructura por lo que hay un alto nivel de insatisfacción” (SMCSA, 2017).

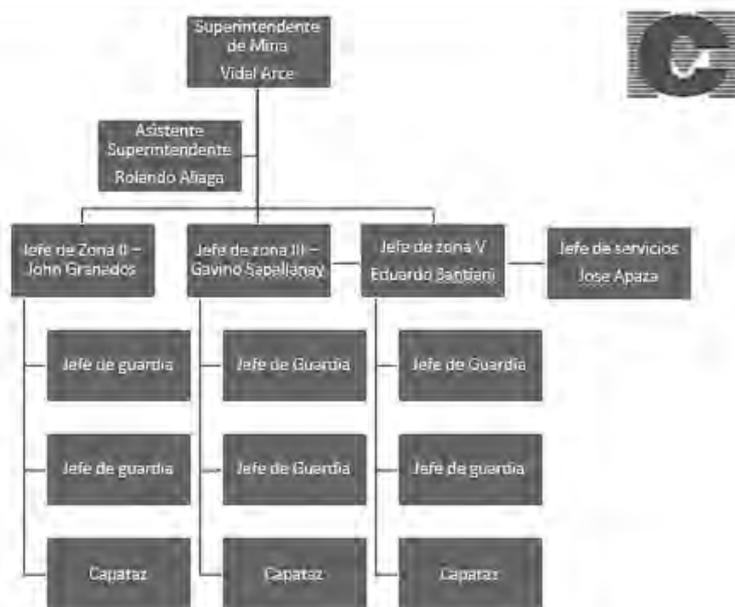


Figura 27. Organigrama de área de Operaciones Mina – Planeamiento de minado II Semestre año 2018, realizado por Ing. Vidal Arce - SMCSA 2018a Lima, Perú

Tabla 18

*Puestos de trabajo y función asignada*

| Puesto de trabajo         | Función principal  |
|---------------------------|--|
| Superintendente de mina   | Responsable del desarrollo del proceso de minado asegurando el cumplimiento de los objetivos.  |
| Jefe de servicios de mina | Planificar, dirigir y supervisar la ejecución de las actividades y programas de servicio mina.   |
| Jefe de zona              | Elaborar los programas de producción y avances de mina.  |
| Perforista de mina        | Efectuar en mina tareas de perforación, controlar la malla de perforación y voladura.  |
| Winchero                  | Operar, controlar y revisar el pique para realizar la operación de izaje o extracción de mineral o desmonte en interior mina                               |
| Cimbrero                  | Realizar los trabajos de sostenimiento con arcos de acero en interior mina, con el fin de asegurar cajas y alzas especialmente las ventanas de producción. |
| Superintendente de planta | Planifica, organiza, dirige, y supervisa los procesos de la planta de procesamiento en forma eficaz y eficiente.   |
| Jefe de guardia           | Organiza, ejecuta y supervisa el cumplimiento del programa de producción y avances.  |
| Molinero                  | Ejecuta labores operativas de los subprocesos de molienda y concentración.   |
| Precipitador              | Ejecutar labores operativas de los subprocesos de precipitación, sedimentación y agitación.  |
| Chancador                 | Ejecutar labores operativas del subproceso de chancado, maximizando su rendimiento.  |

#### **7.2.4. Medición del trabajo**

La consecución de los objetivos estratégicos de la SMCSA se encuentra directamente ligada al desempeño de sus colaboradores; por ello, en alineamiento con las directrices de la organización es fundamental, para lo cual se ha establecido el uso de un formato para la definición de las metas anuales de cada colaborador. De este modo, determinamos tres tipos de objetivos: (i) la meta 100, que indica el mínimo esperado; (ii) la meta 300, que representa el reto planteado para el año en curso; y (iii) la meta 500, que supera lo planteado y requiere un mayor esfuerzo y compromiso por parte del colaborador. Todos los colaboradores están sujetos a la evaluación de desempeño, con excepción de los operarios y practicantes, lo que significa que 33.6% de los colaboradores que laboran en SMCSA reciben esta evaluación (GRI 404-3). Dependiendo de los resultados obtenidos, se pueden recibir bonos por esfuerzo.

#### **7.3. Propuesta de Mejora**

- Estandarización de sueldos con las mineras del área circundante.
- Remodelación de los campamentos con la finalidad de que los ambientes con disponibilidad de agua, electricidad y calefacción, este último lo más importante por el clima de la zona.
- Mejora en el servicio de alimentación porque existe excesivas quejas tanto de empleados como obreros, la calidad y la higiene no son negociables y debe ser monitoreadas diariamente por el área de administración.
- Implementación y construcción de una antena de banda amplia para la recepción de la línea de celulares. Debido a que el servicio de Movistar es restringido y solo se tiene acceso a datos 2G, para lo cual se propone que puedan llevar a la mina otros operadores como Bitel o Entel.
- Realizar un programa asistencia social y hacer un adecuado seguimiento por parte del área de servicio social para monitorear las necesidades de los trabajadores.

- Mejoramiento de la carretera Huancayo - Yauricocha, por lo accidentado de la zona existe mucho riesgo de accidentes, los cuales ya se han producido. Este proyecto ya se está ejecutando y el costo de la inversión de este trabajo es S/ 55 000 000 soles el cual se monitorea continuamente para evitar retrasos y tener una vía con mayores facilidades. Teniendo en cuenta estas propuestas tendríamos una rotación de personal menor, según los cálculos y las evaluaciones que realizamos, disminuiríamos en un 80% la rotación de personal, de un promedio de 125 personas que se retiran al mes y teniendo en cuenta que el costo de atracción y selección de este personal es de 440 soles y siendo el 80% de 125 personas, son 100 personas y el costo es 44000 soles mensuales y 528,000 soles al año convertido en dólares sería un beneficio de \$156,213 dólares, teniendo en cuenta estas propuestas además del ya conocido tema de que personas con más experiencia en minería tiene menor índice de accidentabilidad.

Tabla 19

*Resumen de Propuesta de Mejora de Reducción de Rotación de Personal*

| Ítem    | Propuestas de mejora              | Objetivos estratégicos | Impactos en variables productivas y de gestión | Inversión \$ (comparativo otras minas) | Ahorro\$ | Beneficio   |
|---------|-----------------------------------|------------------------|--|--|----------|-------------|
| Cap. 07 | Reducción de rotación de personal | Reducción de 80%       | Mejor desempeño y productividad                | 21,148,211.00                          | 156,213  | -20,991,998 |

| PLANILLA CORONA 2018                    |               |                     |               |           |               |           |  |
|---|---------------|---------------------|---------------|-----------|---------------|-----------|--|
| N° DE TRABAJADORES DIRECTOS             |               | 760                 |               |           |               |           |  |
| N° DE TRABAJADORES INDIRECTOS           |               | 1042                |               |           |               |           |  |
| TOTAL                                   |               | 1802                |               |           |               |           |  |
|   |               | CORONA              |               | VOLCAN    |               | MILPO     |  |
| N° DE TRABAJADORES DIRECTOS             |               | COSTO DE M.O. X DIA |               |           |               |           |  |
| PERFORISTA                              |               | S/. 65.00           |               | S/. 90.00 |               | S/. 95.00 |  |
| AYUDANTE DE PERFORISTA                  |               | s/. 58.00           |               | S/. 70.00 |               | S/. 75.00 |  |
| PEON                                    |               | S/. 50.00           |               | S/. 62.00 |               | S/. 65.00 |  |
| GASTOS OPERATIVOS EN LOS ULTIMOS 3 AÑOS |               |                     |               |           |               |           |  |
| MINERA                                  | 2015          | %                   | 2016          | %         | 2017          | %         |  |
| CORONA                                  | S/ 30,086,012 | 8%                  | S/ 35,450,120 | 11%       | S/ 41,589,282 | 13%       |  |
| VOLCAN                                  | S/ 67,085,212 | 3%                  | S/ 68,127,487 | 4%        | S/ 69,903,254 | 2%        |  |
| MILPO                                   | S/ 68,127,487 | 2%                  | S/ 69,903,254 | 3%        | S/ 70,000,581 | 1%        |  |

Figura 28. Comparativo de sueldos del personal de Minera Yauricocha con las principales minas de la región.

#### 7.4. Conclusiones

En línea con la búsqueda de mejoras en el desempeño y la productividad de los colaboradores, medimos la aceptación que tienen los temas de gestión humana y satisfacción en la organización. Dicha evaluación tiene una periodicidad programada de 2 años; sin embargo, la edición esperada para el 2017 ha sido prorrogada para el 2018, por los cambios en la gerencia de RR. HH en la que se están enfocando actualmente. Dentro de este marco, se aplicaron las acciones del Programa Calidad de Vida, que consiste en inducir el cambio de hábitos de las personas en relación a los siguientes pilares: físico, psicológico, autonomía, ambiente, relaciones interpersonales y creencias. Es así como se trabajó en el clima laboral en este proceso transitorio.

Por último, hacemos notar que existe mucho por hacer para mejorar el clima laboral ya que en este tema las anteriores gestiones no le brindaban la prioridad necesaria, solo, cumpliendo con la legislación laboral vigente, ocasionando que exista mucha rotación de trabajadores en todos los niveles. Es por eso que la nueva filosofía de trabajo en SMCSA busca identificar oportunidades de mejora para la gestión de los colaboradores; manteniendo un diálogo constante y directo con el sindicato, ofreciendo libertad en sus acciones, y trabajadores no sindicalizados a través de la Política de Diálogo Abierto. En el 2017, los temas recurrentes en la agenda fueron las mejoras operativas, los servicios brindados a los trabajadores, el pago de utilidades y la información societaria de la empresa. Entre los principales logros de la gestión, en este periodo, destacaron el fortalecimiento del diálogo y el cierre de las negociaciones colectivas sin huelgas, ni paralizaciones. En ese sentido, el principal compromiso honrado en este período fue el pago de reintegros por negociación. Por consiguiente, cuantitativamente no se ocasionaría un ahorro, en comparación con la inversión frente a otras mineras.

Es importante apuntar que el trabajo en la empresa minera, tiene horarios de trabajo definidos en turnos, diurno y nocturno, los cuales se espeta a fin de evitar cansancio y accidentes por este efecto, es por eso que la compañía minera Coronal respeta los lineamientos establecidos en las normas de trabajo a fin de no saturar y sobrecargar la capacidad de trabajo de su recurso humano. Así mismo, cuenta con régimen de trabajo definido por tiempo de permanencia en mina y de salida, en segundo tiempo los trabajadores tienen la posibilidad de pasar tiempo en familia y descansar fuera del ambiente de trabajo. Por otro lado, la Sociedad Minera Corona trata de que sus colaboradores tengan un balance de vida, es decir un punto de equilibrio entre el trabajo, la familia y la vida personal de forma que estos sean más productivos. Sin embargo, la minera deberá de mejorar su infraestructura referido a los ambientes de permanencia en mina como es el caso de los dormitorios, comedor, ambientes de distracción e integración, como también ofrecer una línea de carrera a sus colaboradores fomentando un propósito de vida, autonomía, crecimiento personal, de la mano con las buenas relaciones humanas.

## Capítulo VIII. Planeamiento Agregado

Es la responsabilidad básica del papel de una acción de planificación conjunta destinada a definir la forma en que se utilizará la capacidad a mediano plazo; Sin embargo, requiere coordinación y cooperación funcional con todas las funciones comerciales, incluidas la contabilidad, las finanzas, el personal y el marketing (Schroeder, Goldstein & Rungtusanatham 2011, pág. 282).

El objetivo del planeamiento agregado es equilibrar la demanda con la producción de forma que se cumpla con está en forma exacta, controlando y resolviendo los posibles problemas que se presenten por cambios en los niveles de producción, para lo se deben tomar decisiones sobre la cantidad de trabajadores que se deben asignar o también la cantidad de unidades agregadas que se requieran para producir cada periodo planeado (Nahmias, 2007). Así mismo, también tiene por objetivo ajustar eficientemente la producción a la demanda prevista, es decir, establecer las cantidades necesarias a producir para satisfacer la demanda, enfocados en la reducción de costos en el horizonte de tiempo planificado y en brindar excelente nivel de servicio. (Núñez, Guitart & Baraza, 2015).

En el presente capítulo hacemos un análisis del planeamiento agregado de SMCSA, enfocado en el logro de las metas de producción de mediano y corto plazo de la empresa, para lo cual es importante la gestión eficientemente de sus recursos y de sus objetivos de producción que se encuentran definidas en su plan maestro anual y en su plan mensual, según su cronograma de trabajo y los entregables, teniendo en cuenta los procesos y acciones ejecutables por la SMCSA a fin de satisfacer las expectativas de venta y demanda del mercado. SMCSA produce diferentes tipos de concentrados, los cuales serán procesados a través de otros procesos o tratamiento en Fundiciones y/o Refinerías del Perú o el extranjero, con el consecuente incremento del precio del producto resultante.

### 8.1. Estrategias Utilizadas en el Planeamiento Agregado

La planificación total (también llamada programación agregada) se trata de determinar la cantidad que se producirá y cuándo será en el mediano plazo, generalmente entre 3 y 18 meses. Los gerentes de operaciones intentan determinar la mejor manera de satisfacer la demanda esperada ajustando las velocidades de producción, los niveles de trabajo, los niveles de inventario, las horas extraordinarias, los subcontratistas y otras variables controlables. Por lo general, el objetivo de la planificación agregada es minimizar el costo total durante el período de planificación. Sin embargo, otros objetivos estratégicos pueden ser más importantes que un costo reducido. Estas estrategias pueden esforzarse por reducir las necesidades de trabajo, reducir los niveles de inventario o alcanzar altos niveles de servicio.

Existen varias preguntas que el director de operaciones debe responder cuando hace un plan agregado como son:

1. ¿Se deben utilizar los inventarios para absorber los cambios en la demanda durante el periodo de planificación?
2. ¿Debe la empresa ajustarse a los cambios variando el tamaño de la plantilla?
3. ¿Debe utilizar empleados a tiempo parcial o utilizar las horas extras y el tiempo de inactividad para absorber las fluctuaciones?
4. ¿Debe utilizarse la subcontratación durante la fluctuación de pedidos para mantener una plantilla estable?
5. ¿Deben modificarse los precios u otros factores para influir sobre la demanda?

Todas las anteriores son estrategias legítimas de planificación. Suponen la variación del inventario, de las tasas de producción, de los niveles de mano de obra, de la capacidad y de otras variables controlables (Heizer & Render, 2008, págs. 113-114).

El planeamiento agregado se basa en la producción de mineral desde las dos minas en operación (Central y Cachi Cachi), enfocado en la reducción de costos e incremento de la

rentabilidad, además de cumplir con el programa de seguridad que exige tener cero accidentes fatales.

Tabla 20

*Evolución indicadores de Seguridad*

| Año  | TACSA <sup>1</sup> | TACA <sup>2</sup> |
|------|--------------------|-------------------|
| 2011 | 5.85               | 5.20              |
| 2012 | 6.82               | 2.57              |
| 2013 | 4.22               | 1.75              |
| 2014 | 3.48               | 1.43              |
| 2015 | 2.83               | 1.13              |
| 2016 | 2.47               | 0.86              |
| 2017 | 2.21               | 1.23              |

<sup>1</sup> Tasa de accidentabilidad con o sin descanso médico.

<sup>2</sup> Tasa de accidentabilidad con descanso médico = índice de frecuencia

Sobre la base de un millón de horas-hombres trabajadas

Tomado de *Programa de Seguridad 2018*, por Ing. Percy Gómez - SMCSA 2018a Lima, Perú.

Tiene por objetivo la producción del tonelaje y la ley total a producir; definido en el plan maestro de producción anual, El resto de áreas planifican sus respectivos planeamientos agregados en función a este tonelaje. De este modo, el área de abastecimiento ya sabe cuánto es o será necesario respecto a insumos de perforación, combustibles y cantidad de explosivos a utilizar en el proceso de minado, el que se realiza teniendo en cuenta a la cantidad de material a producir. La cantidad de equipos y maquinaria de transporte al interior de mina también se debe calcular de acuerdo con la cantidad de material a ser producido, para lo cual es importante garantizar la disponibilidad y el rendimiento de los equipos a fin de evitar el sobredimensionamiento o infra dimensionamiento de quipos y maquinaria. Un ejemplo clásico en minería subterránea es el factor de carga, en otros términos, es la cantidad de explosivo (kg) para remover una tonelada de mineral o desmonte; o el número de equipos de extracción (volquetes y/o locomotoras) para el transporte tanto de desmonte y mineral, más aún, se debe tener en cuenta el aspecto de la profundización de la mina, que es un proceso distinto que ayuda a preparar para el futuro los tajos de producción. En este sentido, se tiene

que ver las necesidades básicas y planear adecuadamente los procesos de drenaje, bombeo, ventilación, y servicios, (electricidad y agua, además de línea telefónica).

Tabla 21

*Evolución de indicadores de productividad y costos*

|                                   | 2007  | 2008  | 2009  | 2010  | 2011  | 2012  | 2013  | 2014  | 2015  | 2016  | 2017  |
|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Productividad Mina (TMS/Tarea)    | 2.26  | 2.42  | 2.59  | 2.81  | 2.75  | 2.67  | 2.70  | 3.03  | 2.57  | 2.28  | 2.11  |
| Productividad General (TMS/Tarea) | 2.00  | 2.21  | 2.28  | 2.44  | 2.31  | 2.26  | 2.41  | 2.71  | 2.31  | 1.88  | 1.90  |
| Costo de Mina (US\$/TMS)          | 36.93 | 38.92 | 32.44 | 34.62 | 35.12 | 41.68 | 40.68 | 36.56 | 42.72 | 46.57 | 57.42 |
| Tipo de Cambio S/                 | 3.126 | 2.928 | 3.012 | 2.827 | 2.799 | 2.636 | 2.7   | 2.839 | 3.183 | 3.377 | 3.262 |

La productividad en la mina entre los periodos de los años 2017 vs 2016, es inferior en 8% a pesar de tener 19% de la producción. Esto se debe básicamente al incremento del número de personal en shotcrete, dos máquinas de raise borer, incremento de máquinas en perforación diamantina, operadores de Bobcat, jumbos, scooptrams, camiones, entre otros. Parte del incremento se debe básicamente al incremento de avances.

Tomado de Planeamiento de minado 2018, realizado por Ing. Ricardo Manyari - SMCSA 2018a Lima, Perú.

Tabla 22

*Evolución de la producción año por año desde 2002 al 2017*

| Año  | TMS       | Leyes       |         |         |         |
|------|-----------|-------------|---------|---------|---------|
|      |           | Ag<br>gr/tm | Pb<br>% | Cu<br>% | Zn<br>% |
| 2002 | 124,377   | 4.85        | 3.81    | 0.42    | 6.66    |
| 2003 | 212,677   | 5.23        | 3.57    | 0.60    | 5.86    |
| 2004 | 233,486   | 3.61        | 3.03    | 0.58    | 6.87    |
| 2005 | 373,546   | 4.22        | 3.09    | 0.94    | 6.86    |
| 2006 | 487,909   | 3.83        | 2.57    | 1.05    | 4.77    |
| 2007 | 546,652   | 4.13        | 2.41    | 1.19    | 4.32    |
| 2008 | 690,222   | 5.75        | 3.33    | 0.98    | 3.60    |
| 2009 | 802,737   | 5.30        | 3.51    | 1.03    | 3.29    |
| 2010 | 837,389   | 5.30        | 3.51    | 1.03    | 3.29    |
| 2011 | 819,993   | 4.68        | 3.03    | 1.05    | 2.88    |
| 2012 | 849,613   | 4.75        | 30.3    | 0.76    | 3.31    |
| 2013 | 858,399   | 3.95        | 3.08    | 0.73    | 3.57    |
| 2014 | 929,316   | 3.78        | 3.68    | 0.84    | 3.58    |
| 2015 | 802,251   | 3.03        | 2.82    | 0.74    | 3.18    |
| 2016 | 847,467   | 2.85        | 2.50    | 0.67    | 3.79    |
| 2017 | 1'009,635 | 1.99        | 1.46    | 0.93    | 3.94    |

Nota. Tomado de Indicadores de productividad y costos – Planeamiento de minado 2018, por Ing. Ricardo Manyari - SMCSA 2018a Lima, Perú.

Además de lo descrito, en el planeamiento estratégico también se debe tener en cuenta que el tamaño de la fuerza de trabajo de la organización esté acorde con la ejecución de las actividades y proyectos que se realicen en ésta, como es el de la profundización del pique, reparación de tolvas, o el armado de cimbras. Así mismo, tenemos que hacer notar que hay personal (operarios) que cuentan con experiencia, son colaboradores estables con muchos años de experiencia, fieles y leales a la organización. Mientras que por otro lado existen colaboradores que son contratados para un determinado periodo de tiempo definido y/o indefinido, como por ejemplo para la construcción y/o mantenimiento del pique mascota o la construcción de muros de obras civiles tanto en mina como en planta, o colaboradores especializados en algún tipo de labor, cuyo vínculo laboral con SMCSA termina cuando culmina el proyecto o el trabajo proyectado.

## **8.2. Análisis del Planeamiento agregado**

Para la mayoría de las empresas no es probable que la estrategia de seguimiento ni la estrategia de nivelación sean ideales, por lo que habrá que estudiar la posibilidad de crear una combinación de las ocho opciones (lo que se denomina una estrategia mixta) para conseguir el mínimo coste. Sin embargo, porque hay un gran número de posibles estrategias mixtas, los directores creen que la definición de ese plan agregado puede constituir un gran reto. No siempre es posible encontrar el plan “óptimo”. De hecho, algunas empresas no tienen un proceso formal de planificación agregada: Utilizan el mismo plan año tras año, haciendo ajustes arriba y abajo únicamente para adecuarse a la nueva demanda anual. Este método ciertamente no proporciona mucha flexibilidad, y si el plan original no fuese óptimo, todo el proceso de producción quedaría atrapado en un rendimiento sub óptimo (Heizer & Render, 2008, pág. 118).

Considerando el programa anual de producción y seguridad de SMCSA, se plantea la curva de avance económico, que refleja el resultado esperado mensual. En función de la

producción del mes en coordinación con el área de Geológica y la planta concentradora, la proyección de la venta mensual se coordina con el área de Comercialización para su adecuada disposición en el mercado interno y/o externo, también se programa y coordina con el área de RR. HH y logística para tener el personal y materiales necesarios para el logro de las metas diarias, semanales y mensuales de progreso y producción. A la curva y a sus controles, se le ha llamado curva S, el cual es el fundamento primordial del método de control de la SMCSA.

En el análisis, además de la técnica de la curva S, también se emplearán, la evaluación de indicadores SPI (Schedule Performance Índice) y CPI (Cost Performance Índice), las que ayudan a determinar el nivel de cumplimiento del programa de producción y avances, y del costo ejecutado hasta una determinada fecha. De este modo se facilita la identificación de los puntos de mejora en la ejecución, tanto a nivel de cronograma, cumplimiento de producción y leyes, y metros de avances en labores de desarrollo tanto verticales como horizontales, así como los rendimientos económicos de la compañía.

### **8.3. Pronóstico y Modelación de la Demanda**

La demanda de metales básicos (cobre, plomo, zinc) para la industria dependerá mucho de los productos sustitutos que se puedan encontrar y de cómo puede afectar al medio ambiente determinados productos como el plomo, por lo que no es fácil manejar esta tendencia a nivel del productor, el cual es un manejo más global. Por ejemplo, el consumo de cobre de China en 2015 ha representado el 50% del mundo. El pronóstico científico de la demanda de cobre de China también es una base importante para analizar su impacto ambiental futuro. Podemos asumir que la economía de China desarrollará escenarios altos, medios y bajos, pronosticando indicadores económicos y sociales tales como el PIB total, la población y el PIB per cápita en China del 2016 a 2030. Luego, predijo la demanda de recursos de cobre en China desde 2016 a 2030. Mediante la combinación del modelo de dinámica de sistemas, la predicción del modelo ARIMA y el modelo empírico invertido de

tipo U. Los resultados muestran que: (1) en 2020, 2025 y 2030, la demanda de cobre refinado de China será de 13 Mt, 15 Mt y 15,5 Mt respectivamente, (2) El crecimiento de la demanda de cobre de China se desaceleró significativamente entre 2016-2030. (3) 2025-2030, la demanda de recursos de cobre de China es estable, en la plataforma de crecimiento de la demanda, el valor máximo más alto en 2027 será de 15,5 Mt. (4) 2030, años después, la demanda de recursos de cobre de China entrará en un lento declive (Yang, 2017).

Según este pronóstico de la producción de concentrados polimetálicos no depende del área de comercialización, como el ejemplo del cobre, que alimenta al plan de producción de las operaciones. Lo único que puede afectar la producción del cobre, zinc o el plomo es su precio internacional y la disminución de reservas a nivel global; si el precio baja se produciría un impacto negativo en la rentabilidad de la empresa. Para ello el planeamiento agregado trabaja en tres escenarios respecto al precio por tonelada de mineral: el escenario pesimista, baja el precio del cobre a menos de 1.8 dólares, realista (considera el precio actual), optimista que suba por encima de los 3 dólares por libra; todos los procesos dispondrán de sus presupuestos asignados en el planeamiento agregado, pero si el precio del cobre o el plomo baja, se reduce el presupuesto a los procesos estratégicos y de soporte, sin afectar el presupuesto de las operaciones. En caso el precio se incremente se desarrollan proyectos adicionales a los programados.

De acuerdo a nuestro análisis, se puede realizar una simulación de la demanda teórica como lo referido en el primer párrafo, pero también hacer notar que esta situación no es real, debido a que los factores que determinan la demanda de nuestro producto varían de acuerdo al mercado y no se pueden comparar con metales preciosos como el oro o la plata, por lo tanto no se requiere trabajar con las variables modificadoras de la demanda como: precio diferencial, publicidad y promociones, trabajo pendiente o reservaciones y desarrollo de productos complementarios; tampoco evaluar el uso de factores modificadores de la oferta

como: incrementar fuerza laboral por incremento en la demanda, incrementos de inventario de salida, postergación por exceso de demanda, variación de la producción con sobre tiempos, etc., debido a que el cobre, plomo o zinc, se despechan de acuerdo a las toneladas producidas. Los problemas en la operación que afecte el logro de los fines de uno u otro mineral a producir no se relacionan con la demanda. Con lo expuesto la producción de mineral polimetálico no se relaciona con el pronóstico y modelación de la demanda, debido a que no se requiere recoger información del mercado y la competencia para elaborar el programa de producción; si no, a la cantidad de reservas que se tiene en mina, además de lo que se encuentra disponible para su explotación.

#### **8.4. Propuestas de Mejora**

Teniendo en cuenta que en una operación minera subterránea siempre se van a presentar problemas, debido a la geología del yacimiento, y por ello la complejidad del labor minero a desarrollar, consideramos como propuesta primordial la optimización y la capacitación del recurso humano a fin lograr una eficiencia más acorde al diseño de la mina, en ese sentido la mina cambio a un proceso de mecanización recién desde el año 2015, sin embargo su rendimiento por hombre guardia no creció tal como se esperaba, más en lo contrario bajo, como se puede ver en la Tabla 20. Las capacitaciones en promedio brindadas por instituciones como TECSUP, ISEM, UTEC o IIMP (Instituto de Ingenieros de Minas del Perú) cuestan S/ 3,000 soles teniendo en cuenta que existen 3 guardias en mina, una de día, otra de noche y la otra de días libres, el costo mensual de 1a capacitación por mes sería de S/ 9,000 soles y S/ 108,000 soles anuales, este sería un costo totalmente viable para dar la calidad que se necesita al personal obrero y a los empleados, en tal sentido básicamente el beneficio que se tendría es no tener costos no proyectados, como por ejemplo, la mala manipulación de maquinaria o la deficiente operación de equipos (estos pueden producir choques, volcaduras, etc.) por personal sin una debida capacitación, que podrían ocasionar

accidentes o elevar el presupuesto del área de operaciones. Así mismo, teniendo en cuenta que un accidente incapacitante cuesta 15 UIT según Osinergmin, con Resolución CD N° 013-2010-OS/CD, el monto en dólares sería de \$19,000.00 dólares aproximadamente, este monto podría ser ahorrado con un programa de capacitaciones de forma adecuada y pertinente al personal.

Tabla 23

*Resumen de Propuesta de Mejora en Capacitación*

| Inversión en temas de Capacitación de Seguridad |                                     |                  |                   |            |
|---|-------------------------------------|------------------|-------------------|------------|
|   | Inversión Capacitación en Seguridad | N° de accidentes | Costo x accidente | Beneficio  |
| S/  | 108,000.00                          | 1                | 63,000.00         | -45,000.00 |
| US\$  | 32,727.27                           | 1                | 19,000.00         | -13727.27  |
| TC  | 3.30                                |                  |                   |            |

Este monto sería viable de manera cualitativa en referencia para los empleados y de mejor percepción, para que la empresa satisfaga las necesidades del talento humano, en tal sentido básicamente el costo beneficio estaría relacionado a la menos rotación de personal y mejor personal calificado.

En ese sentido es básico tomar en cuenta las recomendaciones de los capítulos anteriores, para retener al personal capacitado evitando la rotación significativa con la que se cuenta, por ende, es importante y necesario que la alta dirección apruebe en primer lugar la nivelación de los sueldos con la capacitación continua y estableciendo una línea de carrera, en otras palabras tener una política de satisfacción de los colaboradores, sin embargo, de forma cuantitativa esto no ocasionaría un ahorro para la minera Corona.

## 8.5. Conclusiones

Una debilidad identificada en SMCSA es el muy limitado planeamiento de corto plazo y mediano, debido a las carencias en el uso de material informático avanzado, para lo cual se debería usar softwares de planeamiento como el Studio 2D o el Minesight presentes en la

unidad, sin embargo, solo se utiliza para dibujar ciertas labores y secciones de la mina, más no para hacer una secuencia adecuada de la producción y los avances, lo que limita el desarrollo de una programación de actividades y el consumo eficiente de los recursos. La empresa opera con una programación básica y la gestión de suministros que se hace vía el SAP es deficiente en primer lugar por la calidad del internet, por lo que la comunicación es limitada, así como también por la falta de capacitación de gran parte del personal en el manejo de este software, y de capacitación para evitar accidentes por el manejo de maquinarias y equipos, como resultado de ello este software viene siendo subutilizado y mal utilizado en muchas ocasiones, lo que genera niveles de carga de trabajo con alta variabilidad. Por ello, es prioritario que la empresa implemente y desarrolle las siguientes acciones, y en la secuencia indicada, para prepararse para mejores tiempos:

1. Plan estratégico 2019 al 2023.
2. Plan de secuencia de procesos, mediante modelamiento de softwares y presupuesto anual optimizado en base a las necesidades como capacitaciones de la empresa al 2019.
3. Planeamiento Agregado para el 2019.

La productividad de la empresa se incrementará de ser implementadas estas propuestas de mejora indicadas en el punto anterior, sin ocasionar ahorros en la gestión.

## Capítulo IX: Programación de Operaciones Productivas

Continuando con nuestro Diagnostico Operativo Empresarial de SMCSA analizaremos como la optimización del proceso productivo, su programación y demás aspectos colaterales influyen en los procesos operativos de la unidad y damos propuestas de mejora para dinamizar y ser hacer más eficientes los procesos, también tocaremos el tema de los tiempos muertos, paradas operativas y la adecuada programación de la actividad extractiva relacionada a SMCSA.

### 9.1 Optimización del Proceso Productivo

En este sentido SMCSA tiene que trabajar de manera que se pueda optimizar y mejorar los rendimientos en la explotación de sus 2 yacimientos el programa maestro es la herramienta que nos ayudara a controlar e identificar cuáles son los cuellos de botella en los procesos. Las 2 minas en estos momentos tienen una producción de 3000 toneladas por día de mineral polimetálico, deben trabajar y producir el mayor tiempo posible por lo que optimizar el proceso productivo es vital, tanto en la reducción de costos como en los aspectos de la producción.

Las operaciones en la mina y la planta de Yauricocha son las 24 horas del día, los 7 días de la semana y los 365 días del año. La planta concentradora tiene un requerimiento mínimo de tratamiento, pero también debe y tiene que hacer paradas de planta por temas de mantenimiento, un aproximado de 12 horas por mes. No es común que estos trabajos duren 2 días a más ya que está muy definido el ciclo de mantenimiento, el personal técnico y de ingeniería ya tienen identificado los procesos a realizar debido a los años de experiencia en este tipo de labores además de haberlo automatizado. Es de saber también que el elevado costo de la energía eléctrica hace que la planta pare algunos días, este consumo de energía eléctrica es clave en las operaciones ya que planta es una de las áreas que más consume energía eléctrica y este costo está creciendo año tras año por lo que es recomendable

minimizar los consumos de este insumo, optimizando las maquinarias y equipos que tiene planta concentradora, un equipo que consume más, es el molino de bolas primario por lo que se debería cambiar por otro más moderno y utilizar tecnología para reducir el consumo. Cuando está operando la planta concentradora no detiene sus procesos por horas punta. Cuando hay paradas de mantenimiento en mina la planta concentradora no para y viceversa ya que el proceso debe ser continuo y evitar pérdidas en el proceso, el personal de las contratas cumple con su ciclo de trabajo, así para la planta concentradora o para los piques de extracción en interior mina.

La producción de concentrados polimetálicos que produce la planta concentradora de Chumpe cumplen y cuentan con los requisitos que exigen las empresas comercializadoras de concentrados, se deben evitar impurezas, como el Arsénico el Antimonio, Bismuto o Mercurio los cuales tiene penalidades, cierto grado de humedad no debe sobrepasar en este caso no más del 7%, la variedad de productos que produce la planta hace que sea necesario optimizar la programación de operaciones productivas para que la empresa minera no tenga pérdidas en el proceso.

## **9.2 Programación**

Una fortaleza de las empresas que enfrentan los desafíos del mercado de manera exitosa es la programación de sus operaciones, para lo cual tienen que implementar estrategias, procedimientos y tareas, centradas en diversas oportunidades de mejora, en ellas debe destacar la correcta programación de sus actividades, la mejora continua de sus procesos y la innovación basada en el talento de sus profesionales, la implementación de sistema de gestión de calidad, por ejemplo es una de nuestras reiterativas recomendaciones, es la de proporcionar los controles necesarios en sus procesos, puesto que, estas harán que se tomen mejores decisiones y se desarrollen habilidades enfocadas a un trabajo verdaderamente eficiente y también darán iniciativas de mejora en sus colaboradores.



hacen de acuerdo a las necesidades del procesos mediante un cálculo básico de acuerdo al consumo que se tuvo en el mes o la semana, Por ejemplo los materiales de sostenimiento que se compran son de acuerdo al estimado de avance mensual o semanal, pero a veces hay retrasos en los despachos o se presentar situación morfológicas del yacimientos en donde se necesitaran otro tipo de materiales como los mini Split set, que se utiliza para sostener las labores verticales (chimeneas) esto se evitaría si se tiene un sistema adecuado de pedidos y la adquisición sea más rápida y directa. Por lo que SMCSA pueden hacer esto al volver a examinar cómo pueden abordar los desafíos de la logística y la distribución.

### **9.2.2. Gestión administrativa**

Debido a que la industria minera estaba en recesión, y que esto se revirtió y en estos momentos existe una recuperación de esta y las organizaciones deben estar en condiciones de capitalizar cuando el mercado mejore. Es necesario tener una gestión administrativa acorde a las exigencias de los tiempos modernos; Porque la gestión administrativa es importante para tener los recursos necesarios y adecuados para una operación minera en este sentido la manera como hace esta gestión SMCSA es la siguiente:

“A fin de brindar el debido soporte a las operaciones, el área de administración de la unidad minera Yauricocha tiene el compromiso de mejorar constantemente los procesos a su cargo con el fin de optimizar los recursos con los que dispone la Compañía y brindar mejores condiciones de trabajo a nuestros colaboradores, promoviendo y manteniendo un clima laboral favorable y atendiendo las necesidades de gestión de la persona. Bajo este esquema, el área de administración continua realizando los trabajos de estadísticas de movimiento de personal y ausentismo, determinación de las causas de rotación de personal, participación en los sub comités de seguridad de planta concentradora y mantenimiento, así como del comité central de seguridad, inspecciones mensuales a los campamentos de Huacuypacha, La Esperanza y Chumpe, verificación del cumplimiento de las obligaciones labores y tributarias

de las empresas contratistas mineras y empresas de servicios” (SMCSA; 2017), Sin embargo esto no se traduce en resultados positivos para los trabajadores de la unidad minera, debido a la realidad distinta que se vive, la calidad de los campamentos, los servicios de comedores, las líneas de comunicaciones (celulares) no han mejorado y por el contrario se han deteriorado, más aún se ha incrementado el personal del área administrativa pasando a tener más de 12 personas en las oficinas de la mina y otro número similar en las oficinas de Lima, por lo que es necesario racionalizar esta cantidad de personal y dar condiciones óptimas de habitabilidad en la unidad minera.

### **9.2.3 Gestión de recursos humanos**

Encontrar nuevos trabajadores que se adapten a la realidad y el contexto de Yauricocha será el mayor desafío al que se enfrentará la minera en los próximos 5 años, ya que la mayoría de su fuerza de trabajo llega a la jubilación o deja la unidad por mejoras tanto salariales como operativas.

La necesidad del incremento de la productividad también es importante evaluarse ya que debe abordarse con mucho cuidado. Ya que en un proceso de innovación y automatización se necesitarán menos personas disponibles para hacer el trabajo, la empresa tendrá que depender más de los cambios tecnológicos para mejorar la producción, así como aumentar las inversiones en mano de obra calificada, desarrollo profesional y capital. El desarrollo de prácticas gerenciales nuevas o mejoradas, la mejora de las condiciones de trabajo y la adopción de enfoques innovadores para el trabajo también pueden tener que considerarse para seguir siendo competitivos. Esto es primordial en el futuro de Yauricocha.

Un componente clave para la contratación será la diversificación de la fuerza de trabajo mediante el aprovechamiento de poblaciones como las mujeres, pobladores de las zonas circundantes e inmigrantes. Las mujeres continúan teniendo una baja representación en

la minería, y la mayoría de las posiciones son administrativas. La industria minera es el mayor empleador del sector privado de pobladores de la zona.

Como ya indicamos en la Tabla 16 el número de trabajadores se incrementó en la unidad a 1802, pero la productividad no aumento, en ese sentido es recomendable tomar en cuenta las recomendaciones mencionadas.

#### **9.2.4. Gestión agrícola**

Como empresa minera no hay una gestión directa en este tema, pero se realizaron ciertos tipos de convenios y trabajos con las comunidades de la zona que damos a conocer:

- Contrapartida monetaria del sub proyecto de manejo y conservación del bosque de Lloque y Chamana en el sector de Lloclla
- Implementación de la Iniciativa “Conservación de pastos naturales en la unidad de Producción de alpacas de la Comunidad Campesina de Tomas - Yauyos”
- Mejoramiento de semillas de papas nativas en las comunidades de Laraos, Tomas y Alis.

#### **9.2.5 Gestión de producción**

Para tener un sistema moderno que optimice los procesos operativos de la mina y la planta es necesario utilizar tecnología que rastree las toneladas de materiales y leyes, así como el rendimiento de la planta y equipos desde la mina hasta su destino de almacenamiento. En ese aspecto SMCSA debería utilizar softwares o dar mejor uso al SAP para realizar auditorías de datos, generación de informes y reconciliación en cualquier etapa del proceso minero, transporte, almacenamiento y procesamiento, y le pueda brindar visibilidad de extremo a extremo. La información actualizada es primordial para tomar decisiones operativas efectivas: Yauricocha se ahoga en datos y hojas de cálculo, lo que lleva a demoras en la comprensión de lo que está sucediendo diariamente de una mina a otra. Por eso la utilización de simuladores, controladores y equipos robotizados son importantes para

minimizar los tiempos muertos y maximizar la productividad, en estos momentos en SMCSA la gestión operativa se lleva a cabo de una manera convencional, con los reportes al final de guardia que cada jefe de guardia realiza, en los repartos de guardia tanto matinal como nocturno se deciden y definen los trabajos a realizar sin hacer una adecuada planificación de ingeniería ya que la gerencia de operaciones exige que los ingenieros de turno o los jefes de mina estén dentro de la mina toda la guardia, llevando un trabajo monótono y sin innovación y menos aún automatizado.

### **9.3 Gestión de la Información**

El uso de los sistemas de monitoreo del transporte subterráneo y el personal para mejorar la efectividad del planeamiento, el cálculo y la reconciliación de reservas son información muy importante para el desempeño financiero que pueda tener SMCSA en el mercado bursátil o la información que pueda brindar a los accionistas por lo que es básico un sistema de información adecuado para que el agente externo vea el desempeño adecuado de las operaciones de Yauricocha, se cuenta con un departamento de sistemas que administra las comunicaciones y la información pero es básicamente en temas de voz, datos y de vez en cuando imágenes vía teleconferencias con las oficinas de Lima o Canadá y en la sede central existe el servidor general que administra la gestión de datos e información entre la unidad y la oficina corporativa.

### **9.4 Propuestas de Mejora**

Como parte de las propuestas de mejora planteamos las siguientes alternativas a fin de que puedan ser tomadas en cuenta como parte de un mejor desarrollo de las operaciones y optimización de la programación de las operaciones productivas en la cual es importante emplear las mejores técnicas de planificación minera y softwares de última generación como el Minesight y el Deswik para el diseño, el planeamiento y modelamiento anticipado

operativo, así como el SAP para el planeamiento logístico, los cuales son versátiles y ayudan a obtener mejores resultados productivos.

- Capacitación en temas de softwares como el SAP, el Minesight o el Deswik, softwares que se encuentran implementados en la unidad, sin embargo, son muy pocas las personas que lo dominan y manejan, este sería un primer paso hacia la automatización de la mina. El costo de una licencia para 20 máquinas es de 1'000.000 de US\$ y las capacitaciones son gratuitas en tal sentido un análisis financiero definitivamente será positivo ya que brindará conocimientos tecnológicos a los profesionales responsables del diseño de mina.
- Renovación de la flota de equipos en interior mina esta situación es definitivamente uno de los puntos álgidos en la operación ya que debido a las constante fallas de los equipos la operación se ve perjudicada, en tal sentido se cuenta con la cotización de proveedores de primer nivel como Sandvik y Caterpillar (Ferreyros) los cuales nos hacen llegar las cotizaciones de equipos necesarios para la operación. Un equipo de bajo perfil (Scoops) en el mercado cuesta \$480, 000 en promedio marca Caterpillar por 4 equipos seria \$1,920,000 y los equipos de perforación \$510,000 por 3 equipos mínimos de la marca Sandvik \$1,530,000 el cual nos da un monto inicial de \$3,430,000 el cual nos daría un beneficio más que nada en los tiempos en los rendimientos de la perforación un equipo nueva da como resultado un tiempo de 45 minutos versus los 128 minutos, que se tiene como tiempo promedio actualmente con los equipos obsoletos , entonces es un 35.16% de reducción de tiempo. Estos equipos funcionan 5 años óptimamente, llevándolo en números serian \$7, 787,940.00 por los 5 años.
- Realizar el planeamiento de producción utilizando los softwares arriba mencionados, pero involucrando verdaderamente al área de Geología para no

inflar las reservas de la mina de modo que los mineros preparen adecuadamente los trabajos en la mina y sigan un ciclo de minado adecuado y principalmente seguro.

Tabla 25

*Resumen de Propuesta de Mejora de Renovación de Sistemas y Equipos*

| Ítem   | Propuestas de mejora             | Objetivos estratégicos         | Impactos en variables productivas y de gestión | Inversión \$ | Ahorro \$                                   | Beneficio |
|--------|----------------------------------|--------------------------------|--|--------------|---|-----------|
| Cap. 9 | Renovación de sistemas y equipos | Reducción de tiempos en 35.16% | Incremento de productividad                    | 4,430,000.00 | 1,557,588(por año)<br>7,787,940(por 5 años) | 3,357,940 |

### 9.5 Conclusiones

Para que una programación de los procesos productivos sea efectiva, se tiene que evaluar y comprender en primer lugar las restricciones. En la mayoría de los casos, algunos factores pueden no ser relevantes, y algunos factores parecen ser mutuamente excluyentes, como la programación estructurada frente a la programación orientada a objetivos es importante. Esto no debería impedirnos analizar la situación y definir qué elementos se relacionan con el proceso de producción. Luego definir los recursos necesarios y así implementar un cronograma y cuantificar la cantidad a producir eficientemente. Por lo cual se determina, implementa y monitorea las estrategias, políticas y planes de producción, se planifica los detalles de las actividades de producción en términos de calidad y cantidad, costo, tiempo disponible y requerimientos de la operación, es el alma del plan maestro de producción. El controlar el funcionamiento de la planta de producción y los procedimientos de calidad mediante la planificación del mantenimiento, la designación de las horas de funcionamiento y el suministro de piezas y herramientas para monitorear la producción y los costos, y ajustar los procesos y recursos para minimizar los costos con la ayuda de softwares y equipos óptimos, que les permita ser más productivos.

## **Capítulo X: Gestión de Logística**

Como parte de la gestión logística se SMCSA cuenta procesos en su cadena de suministros lo cuales son realizados como parte del funcionamiento óptimo de la mina, buscando la eficiencia y la rentabilidad, a fin de reducir los costos de los procesos y productos, equipos, maquinaria, que intervienen en la producción del concentrado final y venta del mismo. En este capítulo se detalla los procesos de compras y abastecimiento, manejo de almacén, los inventarios de SMCSA

### **10.1 Diagnóstico de la Operación de Compras y Abastecimiento**

El proceso de compras y abastecimiento se realiza con la ayuda y a través del SAP manejado por la empresa el cual es utilizado por el área de logística y el área de personal capacitado respecto del SAP, con el cual se realizan los requerimientos de insumos, equipos, repuestos, entre otros; buscando la entrega oportuna y en el lugar solicitado, la que se inicia desde la solicitud hasta la facturación y cancelación de los bienes recibidos. Los requerimientos son aprobados por las áreas correspondientes en forma escalonada hasta llegar a la GG, pasando por los supervisores, hasta los Gerentes en función a las autonomías de aprobación y a las necesidades de tiempo y cantidad requeridas por las áreas que intervienen en la cadena de suministro; para lo cual la empresa cuenta con proveedores a nivel local y extranjero. Sin embargo, también este proceso se ve acortado en tiempo y proceso de uso del SAP cuando se presenta un requerimiento urgente, de algún insumo, repuesto, etc, que se requiera de forma inmediata, para lo cual la solicitud se realiza mediante correo electrónico, en el que se especifica los detalles del mismo, o vía telefónica. Del mismo modo, algunas solicitudes que involucren montos de hasta S/ 10,000 pueden ser procesadas por la jefatura y/o superintendencia respectiva con lo que se acorta los tiempos de entrega. Toda recepción de requerimientos es realizada con el más exigente control por parte del personal de almacén. Lo mencionado se realiza a fin de dar fluidez a la producción de concentrado.

El transporte usado para el movimiento de los insumos, repuestos, equipos a mina es realizado por los mismos proveedores puesto que las cotizaciones involucran entrega en mina. Con lo cual SMCSA reduce el costo de transporte de abastecimiento y traslada el riesgo a sus proveedores. Por otro lado, la empresa cuenta con insumos, equipos, repuestos, etc, en almacén que le permiten afrontar posibles interrupciones de sus operaciones frente a problemas medioambientales y/o sociales, para un mes. Cabe mencionar que la gestión se realiza por consumos previamente calculados para un mes.

## **10.2 La Función de Almacenes**

SMCSA cuenta con un único ambiente en mina para su almacén centralizado ubicado en el campamento minero de Yauricocha, con un área de 1500 m<sup>2</sup>, el que se tiene las oficinas del área logística, y cuenta con sub áreas organizadas en función del tipo de suministro, y se tienen repuestos para las chancadoras, molinos, insumos químicos para la producción de concentrados, materiales de escritorios, combustible, etc. Así mismo, se cuenta con otro almacén en la planta de procesamiento, con la finalidad de tener a la mano los insumos químicos, reactivos y materiales de escritorio necesarios para el proceso productivo su planta, los cuales se encuentran ubicados y almacenados en base a las exigencias legales.

### **10.2.1 Desarrollo de funciones de almacén**

SMCSA por el tipo de explotación minera subterránea necesita contar con materiales necesarios (explosivos, combustible, madera, etc.) los cuales se encuentran en áreas cercanas al ingreso de la mina. Así mismo, cuenta con combustible y explosivos al interior de mina los que se encuentran bajo la vigilancia y cuidado del área de logística y próximos a las áreas de minado o perforación. La reposición de los suministros de almacén se realiza a medida que se consumen con la finalidad de impedir la rotura de stock y facilitar la continuidad de las operaciones.

Los concesionarios que realizan trabajos para la SMCSA disponen de un área en el que mantienen un almacén en el que cuentan con elementos de desgaste, repuestos y accesorios de motor, repuestos para el sistema de transmisión y mandos finales, tuberías, válvulas, accesorios y spools, etc.

### **10.3 Inventarios**

SMCSA, unidad operativa Yauricocha cuenta con inventario clasificado en función a reactivos e insumos de laboratorio, materiales de escritorio, madera, combustible, repuestos, materiales de limpieza, etc., Al cierre del 2017 la empresa contaba con un inventario de US\$11'323,000 lo que representa un incremento del 48.65% respecto al cierre del 2016, año en el que cerró con US\$7'617,000, lo que puede indicar que viene haciendo un uso inadecuado del manejo de sus inventarios, pese al incremento de sus ingresos y al costo de producción. Esto se debería al hecho de mantener inventario por mayor tiempo del que debería ser retirado para su empleo, lo que conlleva al aumento de costos de almacenaje. Así mismo, esta deficiencia se debería al desconocimiento de la gestión de inventarios y de los costos que representa manejar un inventario alto por parte de los encargados y jefes, como también por la compra inadecuada de materiales, repuestos, equipos, etc, también por la poca coordinación del personal de las distintas áreas con los encargados de compras, aspecto que se ve favorecido por el desconocimiento técnico del personal de SMCSA.

El deficiente manejo de inventarios por los colaboradores, la entrega por parte de los proveedores y el retiro a destiempo por parte de los usuarios de los suministros o adquisiciones erróneas son los aspectos del aumento de los inventarios.

### **10.4 La Función de Transporte**

Los concentrados polimetálicos producidos por SMCSA al igual que los bienes y materiales adquiridos para la continuidad de sus operaciones de mina son movilizados por carretera, en el caso de las compras estas son llevadas desde los centros de distribución de sus

proveedores. Este servicio de transporte en general se encuentra tercerizado a las **Empresas TRANSA y Transatilsas** Con lo cual la empresa no incurre en costos por adquisición y mantenimiento de los tracto-camiones, de los vehículos para el traslado de personal y de bienes y materiales. Sin embargo, hacen un control y supervisión de los seguros necesarios con los que deben contar las unidades de transporte y sus conductores al momento de ingresar a la mina. Referente a este ítem SMCSA puede implementar un sistema de seguimiento de los vehículos que transportan bienes y materiales hasta sus instalaciones, similar al existente para el transporte de concentrados.

### **10.5 Definición de Principales Costos Logísticos**

Respecto a este punto la SMCSA debe considerar identificar los principales costos logísticos generados como parte de las actividades de movimiento de desmonte, traslado y almacenamiento de bienes y materiales, y de concentrados con la finalidad de mejorar la eficacia y eficiencia de sus operaciones como parte de la minería subterránea. Luego de su identificación debe considerar realizar hacer el seguimiento de las actividades y de sus respectivos costos, evaluándolos estadísticamente a fin de observar su comportamiento y le permita establecer indicadores y sus respectivos límites máximos que le permitan la reducción de costos logísticos. Como, por ejemplo: (a) balance de inventarios a nivel de SKUs, (b) meses de cobertura del inventario, (c) rotación de inventario, (d) variación del inventario.

### **10.6 Propuestas de Mejoras**

Se plantea las siguientes propuestas que pueden ayudar a mejorar la gestión logística en SMCSA:

- Mejorar la infraestructura de los almacenes y la distribución de los bienes y materiales, para lo cual es necesario la adquisición e implementación de un moderno sistema de almacenamiento. Implementación del Software como el

Random ERP que tiene un costo de 30,000 dólares, pero su implementación daría mayor eficiencia, debido a la mejor distribución y abastecimiento de bienes necesarios para la operación.

- Desarrollar y establecer indicadores de gestión logística y su análisis estadístico para el establecimiento de límites máximos que permitan la reducción de costos por transporte e inventario.
- Contratar personal capacitado en el manejo de gestión logística o en todo caso capacitar al personal en temas de gestión logística para mejorar su manejo.
- Establecer mejoras en la planificación de SKUs mediante la identificación de bienes o materiales con mayor precio y costo de almacenamiento.
- Coordinar la realización de reuniones trimestrales que involucren a los colaboradores relacionados directamente con la gestión logística y proveedores de servicios y materiales a fin de identificar oportunidades de mejora.

### **10.7 Conclusiones**

- Se observa el incremento de inventario de la SMCSA en un 48.65% para el año 2017 respecto del año 2016. En este punto se sugiere a la empresa hacer un control más detallado del consumo de materiales, a través de la identificación de consumos críticos y seguimiento de índices de consumo y la revisión de todos los procesos logísticos.
- SMCSA tiene dos almacenes, uno general y otro a nivel de la planta de procesamiento que tienen la necesidad de implementarla mediante personal calificado y a través de software que ayuden a mejora de la gestión logística.
- El área de logística debe elaborar indicadores de gestión logística para optimizar el control de compras y gestión de inventarios.

- Elaborar un plan de capacitaciones para el personal a fin de reducir las compras inadecuadas y realizar requerimientos oportunos al igual que su retiro de almacén a fin de evitar costos innecesarios de inventario.
- Establecer un programa de seguimiento de las unidades vehiculares a través de control satelital a fin de evitar problemas por el retraso en la entrega de materiales y consumo de hidrocarburos, lo cual nos ayudara a ahorrar costes de mantenimiento como de combustibles.



## Capítulo XI: Gestión de Costos

La administración de los costos operativos es esencial para la eficiencia y sostenibilidad económica de las operaciones mineras y, sin embargo, la mayoría de los sistemas de administración de costos en la industria minera están diseñados única y exclusivamente para cumplir con las necesidades de contabilidad financiera, de informes y la falta de enfoque en la toma de decisiones y la mejora continua. para desarrollar un sistema de gestión de costos para la mejora continua de la eficiencia operativa y la reducción de costos se necesita hacer un seguimiento constante de la operación, así como implementar acciones para disminuir el costo de ciertos procesos. Por lo que la implementación de la gestión de costos en la operación minera de Yauricocha implicaría un gran adelanto en el enfoque corporativo de las gerencias, desde el enfoque descendente convencional hasta el presupuesto y el control, hasta una integración ascendente de gestión de costos y responsabilidad.

### 11.1 Costeo Directo e Indirecto

En primer lugar, tenemos que hacer notar lo siguiente, dependiendo de la ubicación del proyecto y el tipo y la cantidad de minerales contenidos en el depósito, los costos de extracción pueden variar mucho entre los diferentes proyectos de minería.

En general, la minería subterránea es más costosa que la minería a cielo abierto, ya que con la minería a cielo abierto los minerales se encuentran cerca de la superficie a un máximo de aproximadamente 200-400 metros de profundidad en tonelaje a granel.

Los costos de extracción se estiman en el estudio de factibilidad los cuales entran directamente al costo operativo (OPEX) En el estudio de factibilidad, debe buscar los costos esperados de capital (CAPEX) y los gastos operativos (OPEX) para informarse sobre los costos de explotación del proyecto específico.

En la gestión de costos directos “Durante el periodo 2017 se tuvo un costo de mina de US\$ 57.42/TMS, lo que significó un incremento de US\$ 10.85 en relación con los US\$

46.57/TMS del año 2016. Con respecto a la planta concentradora de Chumpe, los costos se incrementaron en US\$ 0.76, alcanzando los US\$ 10.60/TMS en comparación con los US\$ 9.84/TMS del 2016” (SMCSA, 2018) y en los costos indirectos o costos fijos, se incrementaron por el incremento de personal en las diferentes áreas.

Tabla 26

*Capex 2018 de la Unidad Yauricocha 000 US\$ (En Miles de Dólares Americanos)*

| Área                     | Normativo  | Sostenimiento | Crecimiento   | Total 2018    | %          |
|--------------------------|------------|---------------|---------------|---------------|------------|
| Exploración - Brownfield | 0          | 0             | 2,084         | 2,084         | 8          |
| Exploración              | 0          | 0             | 2,616         | 2,616         | 9          |
| Geología                 | 0          | 32            | 0             | 32            | 0          |
| Desarrollo               | 0          | 0             | 1,258         | 1,258         | 5          |
| Proyectos                | 0          | 1,776         | 8,978         | 10,754        | 39         |
| Mina                     | 250        | 970           | 0             | 1,220         | 4          |
| Mantenimiento            | 0          | 1,820         | 0             | 1,820         | 7          |
| Ventilación              | 0          | 889           | 2,239         | 3,128         | 11         |
| Geo mecánica             | 0          | 150           | 0             | 150           | 1          |
| Planta                   | 0          | 1,130         | 470           | 1,600         | 6          |
| Medio ambiente           | 0          | 50            | 0             | 50            | 0          |
| Administración           | 0          | 1,000         | 0             | 1,000         | 4          |
| Sistemas                 | 0          | 114           | 0             | 114           | 0          |
| Seguridad                | 81         | 0             | 0             | 81            | 0          |
| Relavera etapa v         | 0          | 0             | 1,000         | 1,000         | 4          |
| Activos menores          | 227        | 475           | 67            | 769           | 3          |
| <b>Total, Capex 2018</b> | <b>558</b> | <b>8,406</b>  | <b>18,712</b> | <b>27,677</b> | <b>100</b> |

*Nota. Tomado de Programa de Producción 2018 – Capex SMCSA- realizado por el área de planeamiento.*

## 11.2 Costeo de Inventarios

El despacho de los concentrados después del proceso metalúrgico es inmediato, en ese sentido en la unidad minera Yauricocha no existen inventarios a costear o por lo menos esta actividad no se realiza por lo ya explicado. Las materias primas para el proceso productivo si merecen otro tratamiento para hacer una reducción en el tema de la cantidad a comprar se puede optimizar el uso de los recursos mediante la reutilización de ciertos materiales como las rieles, brocas y elementos de perforación se le daría más vida útil implementando el ya construido taller de afilado de brocas, la cantidad de materiales y cuál es su valor lo

determina el área de logística de acuerdo a un cálculo manual siguiendo el tradicional método de costeo con facturas.

### 11.3 Propuestas de Mejora

Durante el auge de la minería (2008 al 2012), los precios récord de los productos básicos apoyaron teóricamente el desarrollo de depósitos marginales de alto costo y baja productividad. A medida que los precios de las materias primas cayeron, las empresas tuvieron que recortar los gastos y costos operativos, lo cual es una respuesta tradicional a un ciclo de mercado cambiante. Lo que nos lleva a la pregunta: cuando el ciclo vuelva a girar, ¿los costos aumentarán una vez más a niveles insostenibles?

Para evitar este ciclo constante de reducción de gastos y costos, la minera Corona debe ir más allá de las medidas tradicionales de reducción de costos. Buscar en cambio, la productividad de la industria (definida como la contribución del valor de la producción que genera un trabajador promedio en una hora de trabajo) esta debe aumentar antes de que las empresas puedan reclamar el apoyo de los accionistas y ofrecer el valor final.

La empresa minera no puede controlar la volatilidad de la economía mundial, que cambian el valor de las monedas y los precios de los productos básicos. Sin embargo, pueden prever las circunstancias en las que se dan. A medida que las empresas se reorienten para convertirse en los productores de menor costo, deberán de tener los programas de gestión de costos sostenibles. Aquí hay algunas estrategias para considerar, desde el punto de vista minero de Deloitte sobre la productividad móvil y los costos en espiral.

- Fortalecer el tema del planeamiento minero
- Mejorar los presupuestos y la gestión de riesgos
- Dar la seriedad del caso a la cantidad de personal a contratar (planificar adecuadamente la cantidad necesaria de personas a laborar)
- Mejorar la eficiencia a través de la tecnología.

- Buscar la excelencia operacional.
- Inversión en pensamiento analítico.
- Racionalizar la cadena de suministro.
- Tener proyectos de capital de tamaño adecuado.

#### **11.4 Conclusiones**

En conclusión, se debería de hacer un seguimiento y control de los principales índices de productividad en todas las operaciones. También volvemos a incidir que las estrategias de las compañías mineras dependen en gran medida del estado actual del mercado. Cuando el mercado está al alza, las empresas desarrollan depósitos minerales marginales de alto costo y baja productividad, apoyados por los altos precios de los productos básicos. Pero cuando el mercado ingresa a la baja, las compañías responden recortando costos, es una respuesta natural a un ciclo de mercado cambiante.

Es prácticamente imposible controlar las vicisitudes de la economía mundial que provocan cambios en las monedas y los precios de los productos básicos. Pero, la minera podría controlar la forma en que operan. Las compañías ahora se están enfocando en reducir sus costos operativos de minería y deberán alejarse de los métodos reactivos de reducción de costos por el comportamiento del mercado y crear programas sostenibles para la administración de costosa largo plazo. En todo caso en todo esto se basa la innovación de procesos en la cadena de suministro.

## Capítulo XII: Gestión y Control de la Calidad

En el presente capítulo vamos a describir y analizar cómo la empresa minera Corona gestiona la calidad en sus procesos, los resultados que obtiene, así como las debilidades y propuestas de mejora que se puedan realizar con la finalidad de mejorar el resultado de sus procesos.

Es importante definir el concepto de la palabra, “calidad se puede definir como el conjunto de atributos de un objeto que nos permiten emitir un juicio de valor acerca de él.” (Gutiérrez, 2004).

### 12.1 Gestión de la Calidad en Corona

La gestión de calidad en la sociedad minera corona está basada en brindar el soporte a las diversas labores mineras a través de capacitaciones y evaluaciones de seguridad geológica y geo mecánicas, bajo un enfoque en procesos teniendo como base la satisfacción de los directivos. Para garantizar la calidad se monitorea las áreas de operaciones con los jefes de sección a cargo, por ejemplo, con el apoyo de equipos como el Robot Leica TM50, software Geomos Analyzer; el registro y actualización de las labores, supervisión diaria, ensayos de carga, controles de calidad shotcrete. Abasteciendo de manera segura y eficiente las labores al interior de la mina.

Del mismo modo SMCSA, lleva un riguroso control mensual de los avances, leyes y tonelajes, perforaciones diamantinas para ganar y descubrir nuevas zonas mineralizadas con un exigente control medio ambiental que considera la calidad de aguas, cuyos resultados son reportados ante el Ministerio de Energía y Minas y a la Autoridad Nacional de Agua con apoyo del Laboratorio Equas y otros. Dichos reportes incluyen la verificación del cumplimiento de los límites máximos permisibles; control de calidad de aire y emisiones atmosféricas, así como el mantenimiento y mejora de los proyectos ejecutados del PAMA,

tales como el mantenimiento de plantas de tratamiento de aguas, limpieza de canales, depósito de relaves, ampliación de relleno sanitario.



*Figura 29. Fotografías de las maquinas al interior de mina*

Cabe indicar, que durante el 2017 se incrementó el monitoreo para verificar estos puntos tan importantes para la gestión medio ambiental de los grupos de interés.

Las verificaciones de los procesos de calidad son llevadas a cabo mensualmente para su revisión periódica por parte de la gerencia a cargo. Podemos indicar que se registró un EBITDA de US\$ 75, 777,532 para diciembre del 2017 comparado con US\$ 34,991,200 del 2016, demostrándonos beneficios económicos anuales probables que se hayan logrado con las actividades de este último periodo; probables porque no se han demostrado tangiblemente estos beneficios, solo son valores que se presentan al cierre de año.

Parfraseando a Juran en su libro Quality Control Handbook, “La gestión de procesos de calidad no pueden brindar grandes ahorros, ya que existen muchos gastos inevitables como la calidad, pero otros se pueden evitar”. (Juran, 1999).



*Figura 30.* Fotografías de los trabajos en la evaluación de relaves

## 12.2. Control de la Calidad en Corona

Minera Corona tiene diversos productos metalúrgicos como zinc, plomo, cobre y oro, la planta realiza un control de materiales de consumo críticos y seguimiento de índices de consumo, así como la revisión de procesos logísticos, reportes de control, análisis de muestras a nivel de los procesos de planta, seguimiento de productividad en operaciones que aseguren las especificaciones de los metales procesados. “La calidad es un enfoque de gestión para mantener la competitividad. Es el modo más adecuado para afrontar con éxito mercados difíciles, con mejores competidores”. (Galgano, 1992).

Si bien es cierto, la planta tuvo una producción mucho mayor al periodo pasado debido sobre todo al procesamiento de mayor tonelaje, gracias a la implementación de la mecanización de la unidad minera. Podemos referenciar a Feigenbaum quien menciona que “no es posible fabricar productos de alta calidad si el área de producción trabaja aislada. Se tiene que controlar todo el proceso, por lo mismo la calidad es un compromiso de todo el personal de la empresa y de cada persona que interviene en cada uno de los procesos. (Feigenbaum, 1991), es importante que la empresa minera provea de un mejor presupuesto para mejorar los procesos.

Sugerimos entonces la implementación de un sistema de gestión de la calidad como el ISO 90001, para evitar el continuo reprocesamiento hasta que se cumpla con las

especificaciones de los clientes. Por lo tanto, se debe de replantear los sistemas de calidad, así como el diseño e implementación de la planta en factores de tecnología y geográficos, para reducir drásticamente los costos de transporte, optimizar tiempos y mejorar el procesamiento final.

### 12.3. Propuesta de Mejoras

- Implementar el Sistema de gestión de Calidad ISO 9001; que tiene costo de \$63, 000.00, el cual traerá la estandarización de los procesos y la mejora de condiciones para los colaboradores.
- Diseñar y reubicar la planta que cuente con las mejores tecnológicas usadas actualmente en el procesamiento metalúrgico.
- Mejorar la tecnología de maquinaria usada actualmente, la cual la renovación de estas maquinarias nos costaría US\$ 2 millones, vista en un anterior capítulo.
- Contar con una Balanced Scorecard – BSC, para conocer el tiempo real de los procesos.
- Evaluación y capacitación al personal para que contribuyan en la ejecución de sus actividades, visto en capítulos anteriores.

Implementando estas mejoras se podría mejorar la eficiencia de todos los procesos de la mina, brindando un ahorro económico drástico, encausado en función del transporte de los minerales, así como el reprocesamiento. Podemos asegurar, que es una buena oportunidad para la minera Corona mejorar su estrategia en la gestión de la calidad. Un monto aproximado para implementar una norma ISO 9001 es de 21,000 dólares y si se quiere implementar las 3 normas tenemos un costo aproximado de 63,000 dólares, pero se tendría un equipo motivado y alineado. Lo cual daría una mayor ventaja competitiva a la compañía, por ejemplo, se tendría ahorro relacionado a las multas por el daño al medioambiente, que tendrá que ser una competencia institucional, si se implementa la norma ISO 14001, tenemos que

tener en cuenta que se evitara multas de parte de los órganos reguladores en el sector minero, como el Osinerming, que puede costar en promedio (la más baja) 4 UITs lo que equivale a 16,600 soles, siendo \$5,000.00 dólares aproximadamente, asumiendo que la empresa minera cuente con una por mes, al año ahorraríamos 58,934 dólares versus los 63,000 dólares del costo de implementar la norma ISO 14001, 9001 y 18001 tenemos un beneficio de a largo plazo después del primer año.

Tabla 27

*Propuesta de Mejora Implementación de ISOS*

| Item    | Propuesta de mejora                     | Objetivos estratégicos                        | Impacto en variables productivas u de gestión | Inversión US\$ | Ahorro US\$ | Beneficio |
|---------|---|---|---|----------------|-------------|-----------|
| Cap. 12 | Implementación ISOS 14001, 9001 y 18001 | Reducción del 100% de multas medioambientales | Mayor reconocimiento de los stakeholders      | 63,000         | 58,934      | -4,006    |

**12.4. Conclusiones**

- La sociedad minera Corona no cuenta con una certificación en ISO 9001 ISO14001 y los OHSAS 18001, vital para mejorar la gestión de la calidad, medio ambiente y Salud ocupacional.
- Realizar el replanteo de la planta tanto en un cambio geográfico como de tecnología de la maquinaria, hará que se eviten gastos económicos y de reproceso.
- La no identificación de los directivos como de los empleados, para que exista una política de calidad basados en resultados a mediano y largo plazo.

Redirigir las acciones de una gestión de calidad en SMCSA fomentando una cultura de calidad, en primer lugar, de la alta dirección, realizando actividades para superar la resistencia al cambio en caso se necesite realizar, “Deming puso en suma importancia a la alta gerencia como responsable de la producción de artículos defectuosos”. (Deming, 1989).

### Capítulo XIII: Gestión del Mantenimiento

En el siguiente capítulo vamos a presentar, describir y analizar cómo la empresa minera corona gestiona el mantenimiento de correctivo y preventivo, esto nos debe mostrar las debilidades y oportunidades que podremos mejorar en la gestión.

Los procedimientos que tiene la minera Corona conforman diversos subprocesos, los cuales son: operaciones de minado, mantenimiento de planta y mantenimiento general. La minera Corona para el 2018 tiene previsto realizar inversiones de capital, las cuales están en el siguiente gráfico, cuyo monto total se estima que será de US\$ 27,675,661, de los cuales podemos observar que US\$ 1'820,000 están considerados en la inversión para el mantenimiento, monto en donde están incluidos las inspecciones que se realizan periódicamente.

Tabla 28

#### *Inversiones de capital*

| Inversiones              | US\$              |
|--------------------------|-------------------|
| Exploración - Brownfield | 2'083,075         |
| Exploración              | 2'647,770         |
| Desarrollo               | 1'257,942         |
| Proyectos                | 10'754,282        |
| Mina                     | 1'220,000         |
| Mantenimiento            | 1'820,000         |
| Ventilación              | 3'128,456         |
| Geo mecánica             | 150,000           |
| Planta                   | 1'600,000         |
| Medio Ambiente           | 50,000            |
| Administración           | 1'000,000         |
| Sistemas                 | 114,200           |
| Seguridad                | 81,000            |
| Relavera                 | 1'000,000         |
| Activos Menores          | 768,936           |
| <b>Total, CAPEX 2018</b> | <b>27'675,661</b> |

#### 13.1. Mantenimiento Correctivo

Actualmente, con el resultado de las inspecciones realizadas en el año anterior, se determinó que una parte de la estructura en el pique Mascota requiere un reemplazo. Por tal

motivo, requieren un mantenimiento correctivo y rehabilitación; por lo cual, se reemplazará la estructura con material de acero y concreto armado. Estos mantenimientos correctivos están a cargo de la empresa DC Mining, para todas las obras requeridas. Estimando un presupuesto de US\$ 1'750,000 para su ejecución.

Los factores de este mantenimiento correctivo se deben al desgaste por las operaciones durante el tiempo que está en uso este pique y a la ampliación del nivel 720 al 1070, así como realizar un debido mantenimiento preventivo e invertir en un sistema integral de proceso que nos brinde confiabilidad y sea predictivo.

### 13.2. Mantenimiento Preventivo

Dicho mantenimiento es actualmente gestionado en SMCSA, con las oportunas inspecciones que se realizan periódicamente el funcionamiento óptimo de los activos de la empresa, tanto en mejorar el interior mina, las instalaciones de los trabajadores, la gestión ambiental y las revisiones de todos los equipos en la planta concentradora de Chumpe:



*Figura 31.* Fotografías de máquinas en el interior de planta

Considerando el análisis de la planta de procesamiento de minerales, donde se obtiene los concentrados de la minera Corona, esta gestión de mantenimiento preventivo integral de la empresa será más eficiente si obtiene un software que mida las horas máquina, tipo de proceso, materias primas, maquinas en stand by y se implemente indicadores de estándar mundial para poder medir la efectividad y eficiencia de los mantenimientos.

### 13.3. Propuesta de Mejoras

- Realizar el planeamiento de mantenimiento preventivo, considerando indicadores y horas de operación.
- Implementar el mantenimiento predictivo para los equipos críticos y reducir o evitar al 100% las paradas de la planta Chumpe, lo cual dará mayor optimización de horas hombre y evitará que se deje de procesar los concentrados.
- Empoderar a los responsables de la planta Chumpe a que sean autónomos en el mantenimiento preventivo.
- Fortalecer las revisiones periódicas de todos los activos de la minera.
- Realizar alianzas estratégicas con los proveedores de los equipos, para que puedan tener un mantenimiento con mano de obra especializada en la planta.
- Adquirir un Software de Mantenimiento Integral, como el Ofisis ERP o el GIM 9.0 los cuales ayudaran a involucrar a todas las áreas en un solo objetivo y donde se puedan registrar los procesos de planta, las horas de operación, responsables de la operación, así como todas las observaciones que cada operador y/o responsable podría tener, para poder actuar de forma preventiva y en el momento adecuado, fortaleciendo la autonomía de los responsables de planta, para poder ejecutar dichos lineamientos.

Los resultados económicos y financieros se analizarán con las propuestas de mejora que se generaron en beneficio de la minera, de esta forma podrá ser más eficiente en los procesos de planta.

### 13.4. Conclusiones

- Minera Corona no cuenta con certificaciones de calidad ISO 9001, ISO 14000 e ISO 28000 por lo cual existen diferentes procesos a mejorar tanto en procedimiento como en el control.

- Las revisiones periódicas que ha implementado la minera Corona ha sido un hecho importante para localizar puntos de rehabilitación y mantenimiento correctivo, así como preventivo.
- No se ha iniciado con la adquisición de un Software de Mantenimiento Integral donde se puedan usar y brindar información instantánea para la optimización de los activos de la empresa.
- No se tiene indicadores ni estándares para poder fijar el correcto uso de los activos, así como sus mantenimientos respectivos, siendo difícil la medición de la gestión en mantenimiento de la minera Corona.
- Propuestas para el cambio de filosofía y manera de pensar de la jefatura, mediante talleres de coaching para trabajar de manera innovadora y enfocada a la modernización y automatización.

Tabla 29

*Propuesta - Costos de Mantenimiento Preventivo en planta y beneficios por buena gestión de Activos.*

| Ítem   | Contexto actual | Contexto propuesto año 1 | Contexto propuesto año 2 |
|--|-----------------|--------------------------|--------------------------|
| Costo anual Mantenimiento Preventivo         | 610000          | 550000                   | 550000                   |
| Costo anual Mantenimiento Correctivo         | 380000          | 350000                   | 330000                   |
| Costo de capacitación técnica                | 15000           |                          |                          |
| Implementación sistema de calidad ISO 9001   |                 | 21000                    |                          |
| Costo anual de Mantenimiento                 | 990000          | 900000                   | 880000                   |
| Ahorros por reducción de fallas              |                 | 315980                   | 315980                   |
| Insumos e incremento de ventas               |                 | 302341                   | 302341                   |
| Costo neto de Mantenimiento luego de mejoras | 990000          | 886361                   | 866361                   |
| Ahorro neto por mejoras                      |                 | <b>103639</b>            | <b>20000</b>             |

## Capítulo XIV: Cadena de Suministro

Uno de los importantes factores de todo proceso productivo es la cadena de suministro ya que ella nos ayuda a tener una mejor relación e integración de las unidades que conllevan a la transformación y producción del producto, una perspectiva integral que va desde los proveedores, el abastecimiento de la materia prima, los inventarios, procesos (producción), transporte, distribuidores e incorporar la seguridad que es muy importante en la minería, en nuestro caso la mina Yauricocha, posee una cadena de suministro obsoleta, con deficiencias que conlleva a la no efectividad y rentabilidad esperada, ya que el tiempo y la poca inversión para el mejoramiento a destinado a la mina Yauricocha a permanecer tecnológica y procesalmente antigua, a pesar de que sus ingresos no son nada pequeños para poder invertir en mejoras.

“La cadena de suministro no es una cadena de negocios de persona a persona, ni de relaciones entre una empresa y otra, sino que es una red de unidades de negocio con relaciones múltiples. La cadena de suministro ofrece la oportunidad de capturar la sinergia de la integración administrativa intra e inter empresarial. En ese sentido, la cadena de suministro consiste en procesos de excelencia y representa una nueva manera de manejar las transacciones comerciales y relaciones con otras unidades de negocio”. (Jmenez, 2002).

“La cadena de suministro gira en torno a la creación de valor tanto para los clientes como los proveedores y los accionistas de la empresa” (D’Alessio Ipinza, 2015).

### 14.1 Definición de Productos

En SMCSA se extrae el mineral en bruto para el proceso respectivo de su concentrado de plata, concentrado de plomo, concentrado de cobre, concentrado de zinc y como subproducto en poca proporción el oro de los polimetálicos producidos, los cuales son las que tienen una buena demanda en el mercado, lo que es ayudado por el oro, teniendo grandes ventajas en su comercialización a pesar de que el mercado es quien pone el precio, en los

últimos años hubo la caída de los precios de los minerales perjudicando la rentabilidad de las mineras a nivel internacional y nacional pero que en la actualidad esto ya está superado.

#### **14.2 Descripción de las Empresas que conforman la Cadena de Abastecimiento**

Las empresas que conforman la cadena de abastecimiento de la SMCSA son:

- La energía eléctrica, el cual es abastecida por la empresa STATKRAFT.
- Los reactivos para poder separar y ver la calidad de los metales a extraer.
- El abastecimiento de agua, que es de la propia de la zona
- Materiales de construcción, para los nuevos ambientes.
- Los explosivos para la voladura de rocas (FAMESA) y realizar la perforación y voladura en explotación y avances.

En todo momento se debe tener en cuenta que si alguno de estos materiales no se encuentra disponible para su utilización genera el atraso de las operaciones, por lo cual es muy importante para la continuidad del negocio y como parte de la cadena de abastecimiento se debe prevenir cualquier contingencia a fin de que la minera no quede desabastecida, siendo los responsables el jefe de almacén, con el área de administración y las superintendencias respectivas hacer los requerimientos necesarios.

#### **14.3 Descripción del Nivel de Integración Vertical**

Según Juan José Isaza “La integración vertical ocurre cuando una misma empresa se hace cargo de actividades que tradicionalmente ha delegado a manos de terceros. Para ello, esta puede crear o adquirir otras empresas mediante las cuales pueda autoabastecerse en lo que se refiere al suministro de materiales e insumos, y/o hacerse cargo de algunas o la totalidad de tareas relacionadas con la distribución de los bienes que produce (como lo puede ser tener sus propias bodegas o centros de distribución, realizar el transporte de las mercancías o la venta al consumidor final)”. En la actualidad la mina Yauricocha tiene un nivel de integración vertical, casi nula, solo mantiene sus equipos de operaciones propios, ya

que procesa solo sus recursos, muy por el contrario, sería más rentable tener un convenio con otras mineras para el proceso de selección y fundición, la única empresa que podía realizar este trabajo no se encuentra operando, años atrás quien realizaba este tipo de trabajo era el complejo metalúrgico DOE RUN de la Oroya. Los metales son llevados en camiones para su procesamiento, esta es una clara desventaja que afecta su rentabilidad ya que pudiendo realizarlo por sus propios medios para aminorar costos en el proceso del bien final.

#### **14.4 Estrategias del Canal de Distribución para llegar al Consumo Final**

En la actualidad el transporte de los concentrados se realizan en camiones encapsulados los cuales cuentan con los documentos del vehículo en regla y los equipos , herramientas y materiales requeridos, estos salen en convoy de hasta 7 unidades del patio de concentrados con precintos de seguridad para evitar robos en el trayecto, así mismo se cuenta con 7 custodios para su control en la ruta, los cuales son llevados al puerto del Callao a los almacenes de Cormin, en donde se constata el ingresos de todas las unidades de transporte y personal custodio, de igual manera en esta se realizan visitas de supervisión inopinadas a fin de verificar el estado de la carga y los precintos de seguridad. Los concentrados almacenados en Cormin son enviados en barco hacia su destino final, lamentablemente no se cuenta con el recurso de trenes para poder aminorar los costos de envío, años atrás se podía llevar el mineral por los trenes, pero la contaminación que dejaba en las ciudades aledañas era un problema para la empresa y la población, motivo por el cual se dejó de enviar por esta vía, con el consecuente incremento de los costos.

#### **14.5 Propuesta de Mejoras al Desempeño de la Cadena de Aprovisionamiento**

Se recomienda la automatización del carguío de mineral, de las excavaciones ya que en la actualidad lo realizan los scoops y se tiene doble o triple manipuleo, dependiendo de la zona de explotación, más aún se presentará en la zona de profundización, si no se da agilidad y rapidez a la construcción de la faja transportadora en el Nivel 1200, con lo que se mejoraría

el tiempo de limpieza y carguío, conjuntamente con la reducción de del personal, teniendo en cuenta menos consumo de combustibles y menor contaminación por emisiones contaminantes al interior de la mina producida por la combustión de los volquetes en tal sentido el beneficio sería tanto financiero como en la seguridad y salud de los empleados.

El costo de la construcción de la faja transportadora es de \$65'000,000 de dólares mientras que es costo total de \$7.05 dólares por tonelada dando un total de \$10'152,000 millones de dólares que se recuperarían en 6 años,

Tercerizar la contratación de personal, como resultado la empresa se encargaría de capacitar, la implementación del equipo del personal, contar con una mejor contratación de personal mucho más capacitado para realizar el trabajo de mina, aspecto que es vital para la mejora de las operaciones, con lo que se reduciría la rotación, se contaría con un mejor y capacitado personal.

Otra opción por tercerizar sería la maquinaria que posee la mina, con la finalidad de que el contratista tendría bajo su responsabilidad la renovación y modernización de los equipos y maquinaria cada cierto tiempo, trasladando este aspecto a las manos del contratista, bajo el control y supervisión de SMCSA.

Realizar un convenio con las empresas que llevan el concentrado, condicionado a su contrato en el que se detalle también que ellos deberían ayudar en el abastecimiento de materiales e insumos necesarios para la operatividad de la mina, con lo cual se podría bajar el costo del transporte, teniendo a una sola empresa proveedora de materiales e insumos necesarios para la mina y el transporte de concentrados. Las licitaciones deberían ser abiertas para que se pueda mejorar la calidad de los requerimientos y el mejor costo posible de lo que costaría si se hace en forma directa. Esto traería un ahorro promedio de 750,000 dólares anuales

Para poder estar con los estándares que las grandes minas manejan también se propone como mejora la implementación de los ISOS, como el ISO 9001 en gestión de calidad, el ISO 14001 gestión del medio ambiente, OSHAS 18001 gestión en salud ocupacional y seguridad, con lo cual la mina con la certificación adecuada. Otra mejora concerniente en la administración sería el mejorar la banda de internet para el proceso administrativo y cambiar la ubicación de esta ya que se encuentra en las mismas instalaciones del área de producción, el cual no cumple la política de salud ocupacional.

#### **14.6 Conclusiones**

En la minera Yauricocha, la cadena de suministros se debería de mejorar con la inversión sostenida en el transporte de su materia prima, como de su producto final, teniendo esta convicción de mejorar la cadena de suministros, debería de surgir de una decisión del accionista mayoritario, o funcionarios a cargo, sin embargo el accionista con más del 80% de participación, tiene como Core Bussines la exploración de yacimientos mineros, mas no la explotación o tratamiento de minerales en planta, si esto fuera diferente, se debería comenzar por implementar una política de mejora continua, empezando a modernizar sus equipos y maquinaria, para que mejore su rendimiento en tiempos de entrega, cero tiempos muertos, o a través de la tercerización. Otra importante y posible mejora es la de usar un número mayor de empleados contratados por terceros. Así como implementar ISOs de calidad, medio ambientales y de seguridad ocupacional que deberían ser competencias institucionales, para que puedan operar en todos sus procesos sin ninguna complicación interna o externa.

## Capítulo XV: Conclusiones y Recomendaciones

### 15.1 Conclusiones

1. Sobre el análisis de la ubicación de la planta llegamos a la conclusión que, no se encuentra en una ubicación óptima y su dimensionamiento debería de ser ampliado para que la planta procese mayor cantidad de minerales, considerando una inversión se llegaría a bajar los costes de producción y ahorrar significativamente en los procesos de tratamiento en planta.
2. Del análisis de planeamiento y diseños de la empresa se optó por gestión de la gerencia general tener una política ambiental (RSE), como competencia institucional. Del mismo modo operan con una política de responsabilidad social, que fortalece las relaciones con comunidades cercanas a la minera, dejándola operar con normalidad por comprometerse con proyectos sociales de diferentes comunidades.  
  
El concentrado que oferta SMCSA, Unidad operativa Yauricocha, al ser un commodity, no posee un alto grado de especialización en la fase de diseño final. Se concluye redirigir las acciones de una gestión de calidad en SMCSA fomentando una cultura de la calidad.
3. En el diagnóstico realizado a SMCSA y su unidad Operativa Yauricocha, se identificó que el proceso que agrega un valor en el planeamiento y diseño del proceso es el minado, la extracción y la planta. Dependiendo de los controles exclusivos de cada área responsable de realizar una supervisión adecuada en el proceso que realizan.  
  
Se analizó las mejoras, tales como, la reducción los tiempos muertos en los cuellos de botella, la reducción de flota de transporte, la reducción de inventarios, las pruebas metalúrgicas, los cambios en el método de minado, logro de eficiencias energéticas, etc. Por el cual, fue posible identificar algunas oportunidades con potencial económico considerable, las cuales fueron tener cero tiempos muertos, lo que brindara

a la empresa mayor productividad y ahorro de costes, así como alternativas de innovación y automatización de la mina.

4. La disposición y distribución de la planta concentradora de Chumpe, tiene como principales restricciones su posicionamiento geográfico, las zonas o áreas no se encuentran disponibles, sólo, la ya adecuada para fines de década de los 70, la cual se está haciendo cada vez más alejada por el tema de la profundización de la mina, por lo que proponemos un solo sistema de transporte, optimizando el pique Central y reubicación de la planta hacia la zona de influencia. Siendo el tema fundamental para la minera: la seguridad, que es la protección de su principal activo, que es, su talento humano, la cual como ya mencionamos es su visión a cumplir un ambiente de trabajo seguro y sano para sus trabajadores, de esta forma se eliminará las condiciones inseguras y se evitarán las infracciones por accidentes o muertes, que ocasionarán un ahorro de costes a la empresa por ser una política de seguridad y salud ocupacional, como competencia.
5. En el planeamiento y diseño del trabajo consideramos que los colaboradores, puede mejorar, si medimos adecuadamente su productividad, así como brindarle programas de calidad de vida y satisfacción a los colaboradores, que consiste en inducir el cambio de hábitos de las personas en relación a los siguientes pilares: físico, psicológico, autonomía, ambiente, relaciones interpersonales y creencias. La empresa brinda un diálogo constante y directo con el sindicato, ofreciendo libertad en sus acciones, y trabajadores no sindicalizados a través de la Política de Diálogo Abierto. Lo cual favorece al no ocasionar huelgas sindicales o paralizaciones en las operaciones mineras. También es importante encontrar un equilibrio en el balance de vida del personal de la minera con programas de integración social, línea de carrera y mejora de infraestructura.

6. En consecuencia, el planeamiento de corto plazo y mediano plazo, son limitadas por las carencias en el uso de material informático avanzado, para lo cual se debería usar softwares de planeamiento. Se debe determinar, implementar y monitorear las estrategias, políticas y planes de producción, planificar los detalles de las actividades de producción en términos de calidad y cantidad, costo, tiempo disponible y requerimientos de la operación para que sean más productivos.
7. De acuerdo a la programación de operaciones productivas, que la mina produce son concentrados polimetálicos. Toda la cadena de producción de SMCSA se basa en la reducción de costos y la seguridad de sus procesos operativos. Aun teniendo una producción con tendencia creciente, se verifica y demuestra que se tiene capacidad para producir más, ya que hay una capacidad ociosa desaprovechada de toneladas por procesar en la planta concentradora, esta nos da un rango de mayor porcentaje de volumen que se podría tratar, a menores costos. Por lo que existe una oportunidad para incrementar la producción en el corto plazo ya que el método utilizado para extraer los minerales de interior mina a planta es deficiente y su producción es masiva, solo necesitamos optimizar los controles geológicos para que eviten la contaminación y futuros pagos de multas por estos incidentes.
8. Respecto a la gestión logística, se llega a la conclusión de que el transporte hacia la planta es vital en este diagnóstico por que se asumen mayores costos, así como la inseguridad de las unidades defectuosas para el personal involucrado, teniendo que mejorar sus sistemas de abastecimiento referente al transporte del mineral a planta, con la finalidad de disminuir costos y disminuir el tiempo de obtención de concentrados y por ende incrementar la seguridad del personal.
9. En el análisis de la gestión de costos, debería de haber un seguimiento y control de los principales índices de productividad en todas las operaciones. De esta forma crear

programas sostenibles para la administración de costos. Basándose en la innovación de procesos en la cadena de suministro.

10. En la gestión y control de calidad, se cuenta con indicadores que demuestran lo que ocurre en los procesos de mina, esto podría mejorar adquiriendo los ISOs de gestión de calidad y otros sistemas de aseguramiento de control y calidad.
11. Sobre la gestión del mantenimiento de la minera Corona, no tiene desarrollada un sistema de control de indicadores, por tal motivo debería de implementar herramientas de gestión para tener indicadores de mantenimiento.
12. Respecto a la cadena de suministro, en la minera Corona, la cadena de suministros se debería de mejorar con inversión sostenida en el transporte de su materia prima como de su producto final, teniendo esta convicción de mejorar la cadena de suministros, así como implementar ISOs de calidad, medio ambientales y de seguridad ocupacional.
13. Es relevante resaltar el impacto que tiene el desarrollo de la actividad minera en el crecimiento económico del país y el impacto para todos los stakeholders, como por ejemplo para las comunidades campesinas, proveedores, entre otros pero en especial para el medio ambiente a través de la contaminación de la napa freática, suelo, animales, aire, destrucción de áreas verdes y sectores agrícolas, así como también sus efectos “nocivos” a la población, trabajadores y sociedad en general por la desfragmentación de la cultura, lo cual genera diversas percepciones de la actividad. En tal sentido la industria minera es importante para el crecimiento de país, sin embargo, esta debe efectuarse de manera transparente a todo nivel con las mejores actividades que permitan el crecimiento de la población respetando sus costumbres y el medio ambiente para lo cual el rol activo del estado es vital.
14. El análisis de los capítulos en el presente Diagnostico Operativo Empresarial, se han desarrollado los puntos principales para la mejora de la planta de la minera Corona,

así como mostramos cuantitativamente la Tabla 30, indicando el ahorro de costos más significativos en las operaciones dentro de planta que les resultará un beneficio en el corto y mediano plazo.

15. Otras mejoras que queremos resaltar son los que pasamos a detallar en los apéndices H e I.

## 15.2 Recomendaciones

SMCSA debe implementar las normas ISO 9001 el ISO 140001 relacionado a temas medioambientales que sería una política de gestión, el OHSAS 18001 sistema de gestión en salud y seguridad ocupacional a fin de que mejore sus procesos como parte de la mejora de calidad, que complemente a su sistema de gestión integral.

Proponemos además como se advierte en los distintos capítulos de la presente tesis la compra y modernización de la flota de carguío (Para mejorar los rendimientos y eficiencias en estos 2 procesos básicos en todo laboreo minero mecanizando el dimensionamiento y capacidad de la flota que permitiría obtener una mayor producción, para tener como resultado un mayor volumen de producción anual de Concentrados polimetálicos). También debemos llevar un control detallado y computarizado de los tajos de producción con los softwares que recomendamos como el Datamine, el Minesight y el Ventsim.

En el tema del proceso de tratamiento de los minerales en la planta concentradora también es indispensable hacer pruebas metalúrgicas con distintos reactivos que están saliendo en el mercado para mejorar los resultados.

Se debe conservar el mínimo de existencias con el mínimo de riesgo de fallos en el suministro y al menor costo posible de operación. La empresa debe seguir un programa de gestión que asegure la calidad de sus decisiones operativas y

administrativas orientadas a la mejora de procesos. Este programa de gestión debe estar orientado particularmente al mejor uso de los recursos humanos y tecnológicos a través de un flujo de actividades y funciones específicas a cumplir con índices de medición de performance y contribución a reducir costo.

En la minera, existe mucho por mejorar, claro está que es una decisión del accionista mayoritario, el cual tiene como Core Bussines la exploración de yacimientos mineros, y teniendo una nueva valorización, el siguiente paso es poner la mina en venta; mas no es el fin, la explotación o tratamiento de minerales en planta, si fuera diferente el caso, esta debería comenzar por tomar acciones correctivas, como las brindadas, para que mejore su rendimiento a través de la tercerización, sistemas, capacitaciones y otras propuestas de mejora mencionados en diferentes capítulos de la presente tesis.

Tabla 30

*Resumen de Propuestas de Mejora de DOE Sociedad Minera Corona*

| Ítem         | Propuestas de mejora                                     | Objetivos estratégicos                                     | Impactos en variables productivas y de gestión       | Inversión US\$    | Ahorro US\$       | Beneficio US\$    |
|--------------|--|--|--|-------------------|-------------------|-------------------|
| Cap. 3       | Ampliar el área del terreno para la planta               | Llegar a producir más toneladas diarias                    | Ahorro operativo en planta de 15.39%                 | 35,544,000.00     | 46,080,000.00     | 10,536,000        |
| Cap. 4       | Ampliación de los depósitos de relave                    | No tener impactos negativos según PAMA/EIA                 | Ahorro del 25% en multas por desechos de planta      | 9,640,000.00      | 12,800,000.00     | 3,800,000         |
| Cap. 5       | Incrementar 10 unidades de transporte de mineral         | Evitar tiempos muertos y pérdida de unidades de transporte | Aprovechar el 100% de capacidad de planta            | 2,000,000.00      | 3,888,000.00      | 1,888,000         |
| Cap. 6       | Ampliación del espacio de recepción de mineral en planta | Tener 0 accidentes   | Incrementar la seguridad y +25% de flujo de tránsito | 11,970.00         | 80,000.00         | 68,030            |
| <b>Total</b> |  |  |  | <b>47,195,970</b> | <b>62,848,000</b> | <b>16,292,030</b> |

## Referencias

- Aquino, A., & De la Cruz, Y. (2015). *Dimensionamiento y diseño de planta. Planeamiento agregado en las operaciones*. Obtenido de [https://www.academia.edu/24123469/Dimensionamiento\\_y\\_diseño\\_de\\_planta\\_planeamiento\\_agregado\\_en\\_las\\_operaciones](https://www.academia.edu/24123469/Dimensionamiento_y_diseño_de_planta_planeamiento_agregado_en_las_operaciones).
- Bautista, E., & Riveros, P. (2015). *Propuesta de transformación lean para el proceso de mantenimiento de equipos en la mediana minería. (Tesis de maestría)*. Lima, Perú: Universidad de Ciencias Aplicadas (UPC).
- Blank, L., & Tarquin, A. (2006). *Ingeniería Económica. Sexta Edición*. México D.F. México: McGraw- Hill.
- Carro, R., & González, D. (2006). *Administración de las operaciones*. Mar del Plata, Argentina: Universidad Nacional de Mar del Plata.
- Cash Cost Operativo – Sierra Metals Inc. – Unidad Minera Yauricocha Tomado de «Capex & Opex 2017» (p. 8), por Sierra Metals, 2017a. Lima, Perú.
- Chase, R., Jacobs, F., & Aquilano, N. (2009). *Administración de Operaciones Producción y Cadena de Suministros (12ma ed)*. D.F. México: Mc Graw Hill.
- China's Copper Demand Forecasting Based on System Dynamics Model Jianbo Yang 1, Xin Li 2, \*, Qunyi Liu Posted: 31 March 2017.
- Chumpitaz, D. O. (2015). Caracterización del control interno en la gestión de las empresas comerciales del Perú 2013. *In Crescendo*, 6(1), 64-73.
- Coyle, J., Langley Jr, C., Novack, R., & Gibson, B. (2013). *Administración de la cadena de suministro: Una perspectiva logística*. México D.F, México: Cengage Learning.
- Cuevas, C. (2010). *Contabilidad de Costos. Enfoque gerencial y de gestión*. México D.F, México: Pearson Educación.

- D'Alessio, F. (2012). *Administración de las operaciones productivas. Un enfoque en procesos para la gerencia*. México DF: Pearson Educación.
- D'Alessio Ipinza, F. (2015). *Administración de las Operaciones Productivas - Un enfoque en procesos para la gerencia*. México: Camara Nacional de la Industria Editorial Mexicana.
- David, F. (2013). *Conceptos de administración estratégica (14 ed.)*. México: Pearson Educación.
- Deming, W. E. (1989). *Calidad, productividad y competitividad: la salida de la crisis*. Ediciones Díaz de Santos.
- Distribución en planta Richard Muthers, 1981 5ta edición editorial hispano europea Barcelona.
- Eckes, G. (2004). *El six sigma para todos*. Bogotá, Colombia: Norma S.A.
- González, Jaime. (2014). *Análisis de necesidades y justificación para crear un modelo de planeación de la innovación del diseño de nuevos productos*. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5811244>.
- ESAN. (9 de marzo de 2016). *¿De qué hablamos cuando nos referimos al planeamiento agregado?* Obtenido de <http://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2016/03/de-que-hablamos-cuando-nos-referimos-al-planeamiento-agregado/>.
- Evans, J., & Lindsay, W. (2013). *Administración y control de la calidad (9a ed.)*.
- Feigenbaum, A. V. (1956). Total quality-control. *Harvard business review*, 34(6), 93-101.
- Feijoó, M. (2015). *Utilización de remanentes de piedra natural como mármol, granito, travertinos y pizarra para el diseño de productos*. Ecuador: Tesis de bachillerato, Universidad del Azuay.
- Frazelle, E. H. (2002). *Supply Chain Strategy: The Logistics of Supply Chain Management*.

New York, NY: McGraw-Hill.

Fuentes, Daniel. E. (2015). *Identificación de sistemas de gestión para mantenimiento industrial*. Recuperado de [http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/1661/1/Rivera\\_re.pdf](http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/1661/1/Rivera_re.pdf).

Gaither, Norman., & Frazier, Greg. (2000). *Administración de producción y operaciones* (8a ed.). México DF, México: Thomson.

Galgano, A. (1992). Los siete instrumentos de la Calidad Total. En A. Galgano, *Los siete instrumentos de la Calidad Total* (págs. 17-28). Madrid: Ediciones Díaz de Santos S.A.

Gómez, Rodrigo. A., Cano, Jose., & Campo, Emiro. (2016). Selección de proveedores en la minería de oro con lógica difusa. *Revista Venezolana de Gerencia*, 21(75).

Gómez, Marcelo. (2006). *Introducción a la metodología de la investigación científica*. Córdoba, Argentina: Brujas.

González, C., Domingo, R., & Sebastián, M. (2013). *Técnicas de mejora de la calidad*. España: UNED.

Gutarra, Felipe Néstor. (2017). *Sílabo de Economía minera y evaluación de minas*. Recuperado de [http://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/continental/2568/4/DO\\_FIN\\_110\\_SI\\_A05\\_95\\_2017\\_.pdf](http://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/continental/2568/4/DO_FIN_110_SI_A05_95_2017_.pdf).

Gutiérrez, M. (2004). Administrar para la Calidad: Conceptos Administrativos del control Total de Calidad. En M. Gutiérrez, *Administrar para la Calidad: Conceptos Administrativos del control Total de Calidad* (págs. 87-101). Balderas: Editorial Limusa S.A.

Heizer, J., & Render, B. (2004). *Principios de administración de operaciones* (5 ed.). México: Pearson Educación.

- Heizer, J., & Render, B. (2007). Dirección de la producción y de operaciones. Decisiones estratégicas. España: Pearson Educación.
- Heizer, J., & Render, B. (2008). Dirección de la producción y de operaciones. Decisiones tácticas (8 ed.). España: Pearson Educación.
- Heizer, Jay. & Render, Barry. (2009). *Principios de administración de operaciones*. México: Pearson Educación.
- Heizer, Jay. & Render, Barry. (2015). *Dirección de la producción y de operaciones estratégicas*. Madrid: Pearson Education.
- Hijar Sifuentes, Cesar. Augusto., Otiniano, Laiza., & Enrique, Jaime. (2015). Propuesta de diseño de un sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo, basado en la norma OHSAS 18001: 2007, para disminuir los costos de multas por incidentes en el proyecto minero “El Galeno” de la empresa Lumina Copper SAC- Cajamarca.
- Hornngren, Charles. T., Foster, George., & Datar, Srikant. M. (2012). *Contabilidad de costos: Un enfoque gerencial*. México D.F., México: Pearson Educación.
- Galán, Burbano. (2012). Sistema de información de costos “SIC”. Desarrollo, Economía y Sociedad, 1(1), 103-113.
- Ingeniare. *Revista chilena de ingeniería*, 21(1), 125-138.
- ISO. (2015). Norma Internacional ISO 9000:2015. Ginebra: Secretaría Central de ISO.
- Jacobs, F., & Chase, R. (2014). Administración de operaciones. Producción y cadena de suministros (13 ed.). México: McGraw Hill Interamericana.
- Jmenez, J. &. (2002). Marco Conceptual de la Cadena de Suministro: Un Nuevo Enfoque Logístico. En J. &. Jmenez, Marco Conceptual de la Cadena de Suministro: Un Nuevo Enfoque Logístico. México: Secretaria de Comunicaciones y Transportes - Instituto Mexicano de Transporte.
- Juran, J., & Godfrey, A. B. (1999). Quality handbook. Republished McGraw-Hill, 173-178.

- Juran, Joseph. (1996). *Juran y la calidad por el diseño. Nuevos pasos para planificar la calidad de bienes y de servicios*. Madrid, España: Díaz de Santos.
- Krajewski, Lee. J., & Ritzman, Larry. P. (2000). *Administración de Operaciones, Estrategia y Análisis* (5ta edición). DF México: Pearson Educación
- Krajewski, L., Ritzman, L., & Malhotra, M. (2013). *Administración de operaciones* (10 ed.). México: Pearson Educación.
- Levin, Richard.I., Kickpatrick, Charles. A., & Rubin, David. S. (1982). *Quantitative approaches to management* (5<sup>th</sup> ed.). New York, NY: McGraw-Hill.
- Meyers, F., & Stephens, M. (2006). *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales*. México: Pearson Educación.
- Miranda, F. J. (s.f.). *Gestión del mantenimiento*. Recuperado de [http://mercado.unex.es/operaciones/descargas/EE%20\(LE\)/Cap%C3%ADtulo%2015%20\[Modo%20de%20compatibilidad\].pdf](http://mercado.unex.es/operaciones/descargas/EE%20(LE)/Cap%C3%ADtulo%2015%20[Modo%20de%20compatibilidad].pdf).
- Monks, Joseph. (1991). *Administración de operaciones*. México DF, México: McGraw-Hill.
- Nahmías, S. (2007). *Análisis de la Producción y de las Operaciones* (5 ed.). México D.F., México: McGraw-Hill.
- New York University. (2017). *Cost of Capital by Sector (US)*. Recuperado de <https://goo.gl/jPkaQ9>.
- Núñez, Guitart & Baraza (2015). *Dirección de operaciones. Decisiones tácticas y estratégicas*. E-book: UDC.
- Pistarelli, Alejandro. (2010). *Manual de Mantenimiento. Ingeniería, Gestión y Organización*. Buenos Aires, Argentina: Talleres gráficos R y C.
- Project Management Institute Inc. (PMI) (2013). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (guía del PMBOK)* (5<sup>a</sup> ed.). Newtown Square, Pennsylvania.

- Render, B., & Heizer, J. (2007). *Administración de la producción*. México: Pearson Educación.
- Rojas, M., & Medina, L. (2011). *Planeación estratégica. Fundamentos y casos*. Colombia: Ediciones de la U.
- Sacher, William. (2014). Recursos socio naturales: La importancia de la dimensión social de los yacimientos. *Nueva Sociedad*, (252), 87-100
- Sánchez, M., & Altair, D. (2016). *Análisis normativo para la seguridad en procesos del comercio y la cadena logística*. (Tesis de bachillerato). Universidad Militar de Nueva Granada.
- Schroeder, R., Goldstein, S., & Rungtusanatham, M. (2011). *Administración de operaciones. Conceptos y casos contemporáneos* (5 ed.). México: McGraw Hill Interamericana.
- Schroeder, Roger. G. (2005). *Administración de operaciones. Casos y conceptos contemporáneos* (2th ed.) México D.F., México: McGraw-Hill.
- Serpel Alfredo. & Alarcón Luis. (2009). *Planificación y control de proyectos*. Santiago de Chile. Ediciones Universidad Católica de Chile.
- Sisalima, Vizhco., Magali, Silvia., & Zapata Méndez, Carmen. Agustina. (2016). *Análisis de los costos de explotación para el sector minero en el área de extracción de oro e implementación de un sistema de costos por procesos en la Asociación Comunitaria Minera La Maná* (Tesis de bachillerato).
- SMCSA – programade producción Ricardo Manyari.
- Ulrich, K., & Eppinger, S. (2013). *Diseño y desarrollo de productos* (5 ed.). México: McGraw Hill Interamericana.
- Unzueta-Aranguren, G., Goti-Elordi, A., Garitano-Aranda, J., & Sánchez-Ganchegui, I. (2014). Aplicación de un sistema de gestión del mantenimiento basado en un RCM adaptado. *DYNA-Ingeniería e Industria*, 89(3).

Valenti, Giovana., Casalet, Monica., & Avaro, Dante. (2008). *Instituciones, sociedad del conocimiento y mundo del trabajo*. México D.F., México: Plaza y Valdés Editores.

¿De qué hablamos cuando nos referimos al planeamiento agregado? (2016, 9 de marzo).

Viveros, Pablo., Stegmaier, Raúl., Kristjanpoller, Fredy., Barbera, Luis., & Crespo, Adolfo. (2013). Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo.



## Apéndices

### Apéndice A: Aprobación EIA



PARA SU PUBLICACION INMEDIATA  
TSX: SMT  
BVL: SMT  
NYSE AMERICAN: SMTS

No. 03-2019

#### **SIERRA METALS OBTIENE APROBACION DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) PARA LA EXPANSION DE SU DEPÓSITO DE RELAVES EN LA MINA YAURICOCHA**

**Toronto, ONTARIO – 13 de febrero de 2019 – Sierra Metals Inc.** (Bolsa de Toronto – Bolsa de Lima - BVL: SMT) (Bolsa de Nueva York - NYSE AMERICAN: SMTS) ("Sierra Metals" o "la Compañía") reporta que su subsidiaria en Perú (Sociedad Minera Corona S.A.) ha obtenido la respectiva aprobación del SENACE (Servicio Nacional de Certificación Ambiental), quien es la agencia responsable de la evaluación de recursos naturales y proyectos de producción en Perú, con respecto a su reciente Estudio de Impacto Ambiental (EIA) correspondiente a la evaluación para la expansión del depósito de relaves en la mina Yauricocha.

Igor Gonzáles, presidente y CEO de Sierra Metals comentó que, *"habiendo recibido la aprobación del EIA correspondiente a la mina Yauricocha, podemos ya proceder con el trámite para la obtención del permiso de construcción para la próxima fase del depósito de relaves, y comenzar el planeamiento para lograr unas instalaciones de desperdicio de roca más amplias. Una vez que dichas etapas hayan sido completadas, entonces estaríamos en la capacidad de completar la presentación final de un documento ITS, el cual se requiere para llevar a cabo cualquier expansión potencial en la Mina. La Compañía permanece comprometida con el estricto cumplimiento de los permisos regulatorios en Perú y en Méjico, inherentes al desarrollo y al crecimiento orgánico en todas sus minas en operación."*

#### **Acerca de Sierra Metals**

Sierra Metals es una compañía minera canadiense, cuya producción polimetálica proviene de su Mina Yauricocha en Perú, y de sus Minas Bolívar y Cusi en Méjico. La Compañía se encuentra enfocada en incrementar el volumen de su producción, y en hacer crecer sus recursos minerales. Sierra Metals recientemente ha realizado varios descubrimientos y aún mantiene oportunidades de exploración brownfield en sus tres minas localizadas en Perú y en Méjico, oportunidades que se encuentran dentro de o cercanas a las operaciones de minado ya existentes. Adicionalmente, la Compañía posee grandes extensiones de tierras en sus tres minas, en las que se encuentran varios objetivos de prospecto regionales, los mismos que nos proporcionan ventajas en exploración de largo aliento en el tiempo y un potencial de crecimiento de nuestros recursos minerales.

Las Acciones Comunes de la Compañía se negocian en la Bolsa de Valores de Lima, y en la Bolsa de Valores de Toronto bajo el símbolo "SMT", y en la Bolsa de Nueva York, NYSE American Exchange, bajo el símbolo "SMTS".

Para más información concierne a Sierra Metals, por favor visite [www.sierrametals.com](http://www.sierrametals.com)

O contactar con:

**Mike McAllister**

V.P., Desarrollo Corporativo  
Sierra Metals Inc.  
+1 (416) 366-7777  
Email: [info@sierrametals.com](mailto:info@sierrametals.com)

**Igor Gonzales**

Presidente & CEO  
Sierra Metals Inc.  
+1(416) 366-7777

**Gordon Babcock**

Jefe Operaciones  
Sierra Metals Inc.  
+1(416) 366-7777

**Siganos y monitoree nuestro progreso en:**

**Web:** [www.sierrametals.com](http://www.sierrametals.com) | **Twitter:** [sierrametals](https://twitter.com/sierrametals) | **Facebook:** [SierraMetalsInc](https://www.facebook.com/SierraMetalsInc) | **LinkedIn:** [Sierra Metals Inc](https://www.linkedin.com/company/SierraMetalsInc)

**Declaraciones de Informaciones a futuro**

Esta Nota de Prensa contiene "información a futuro" y "declaraciones a futuro", dentro del significado estipulado en la Ley Canadiense y en la de los EE.UU. de NA en relación con los instrumentos financieros relacionados a la Compañía (colectivamente llamada "Información a Futuro"). La información a futuro incluye, pero no se limita a, declaraciones con respecto a las operaciones de la Compañía, incluyendo los desarrollos anticipados de las operaciones de la Compañía en periodos futuros, las actividades de exploración planeadas de la Compañía, la adecuación de los recursos financieros de la Compañía y otros eventos o condiciones que podrían ocurrir en el futuro. Las afirmaciones concierne a los estimados de las reservas y recursos minerales podrían también ser juzgados como afirmaciones a futuro en la medida que involucran estimados de mineralización que serán encontrados en caso de, y siempre que las propiedades sean desarrolladas. Estas afirmaciones se relacionan a los análisis y a otra información que se basa en pronósticos de resultados a futuro, estimados de cantidades que no han sido aún determinadas y presunciones de la gerencia. Cualquier afirmación que exprese o involucre discusiones con respecto a predicciones, expectativas, creencias, planes, proyecciones, presunciones o eventos futuros o resultados (a menudo, pero no siempre, usando palabras tales como "espera", "anticipa", "proyecta", "estima", "asume", "intenta", "estrategia", "objetivos", "potencial", "metas", o variaciones afines a partir de estas palabras, o afirmando que ciertas acciones, eventos o resultados "podrían", "serían", o "serán" tomados, ocurrirán o serán alcanzados, o la negación de cualquiera de estos términos y expresiones similares) no son afirmaciones de hechos históricos y podría ser información a futuro.

La información a futuro está sujeta a una variedad de riesgos e incertidumbres, las que podrían causar que los eventos reales o sus resultados difieran de aquellos reflejados en la información a futuro, incluyendo, sin limitaciones, riesgos inherentes a la industria de minería tales como peligros ambientales, accidentes industriales, formaciones geológicas inusuales o inesperadas, inundaciones, perturbaciones laborales, explosiones, derrumbes, condiciones climáticas y actividad criminal; fluctuaciones en los precios de los metales; mayores costos operativos y/o de capital; falta de infraestructura disponible; la posibilidad de que las exploraciones, desarrollos y resultados mineros

futuros no sean consistentes con las expectativas de la Compañía; riesgos asociados con la estimación de los recursos minerales y la geología, ley y continuidad de los depósitos minerales y la inhabilidad de reemplazar reservas; fluctuaciones en los precios de los metales usados en las operaciones de la Compañía; riesgos relacionados a operaciones en el extranjero; cambios en las leyes o políticas, imposiciones tributarias extranjeras, demoras o la inhabilidad de obtener permisos del gobierno; riesgos relacionados a regulaciones medioambientales; riesgos de litigación relacionados a préstamos por pagar; asuntos relacionados a la titulación de las propiedades de la Compañía; riesgos relacionados a peligros no asegurables; impacto de la competencia; volatilidad en el precio de los instrumentos de la Compañía; riesgos financieros globales; inhabilidad de atraer o de retener empleados calificados; conflictos potenciales de interés; riesgos relacionados al grupo controlante de accionistas; dependencia en terceros; diferencias en el reporte de reservas y recursos minerales bajo procedimientos Norteamericanos y Canadienses; reclamos bajo la normatividad de las leyes de instrumentos financieros de los Estados Unidos; transacciones debilitadoras potenciales; riesgos de cambio de moneda extranjera; riesgos relacionados a los ciclos económicos; riesgos de liquidez; confiabilidad en sistemas de control internos; riesgos de créditos, incluyendo los riesgos relacionados al cumplimiento por parte de la Compañía de los compromisos con respecto al crédito con el BCP; incertidumbre de los estimados de producción y costos en las Minas Yauricocha, Bolívar y Cusi; riesgos asociados con el hecho de no continuar satisfaciendo los requerimientos del listado en el NYSE MKT, en la fecha de listado anticipada, el no lograr los beneficios anticipados a partir de lo anteriormente descrito, y otros riesgos identificados en los listados de las acciones de la Compañía con los reguladores de instrumentos financieros de Canadá y con la SEC de los EE.UU., cuyos registros se encuentran disponibles en: [www.sedar.com](http://www.sedar.com) y [www.sec.gov](http://www.sec.gov), respectivamente.

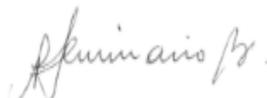
Esta lista no es exhaustiva de los factores que podrían afectar cualquier información a futuro de la Compañía. Esta información a futuro incluye declaraciones acerca del futuro y son inherentemente inciertas, y los logros reales de la Compañía u otros eventos futuros o condiciones podrían diferir materialmente de aquellos reflejados en las afirmaciones a futuro debido a una variedad de riesgos, incertidumbres, y otros factores. Las declaraciones de la Compañía con respecto a información a futuro se basan en las creencias, expectativas y opiniones de la gerencia a la fecha de que se efectúan, y la Compañía no asume ninguna obligación para actualizar estas afirmaciones si las circunstancias o las creencias de la gerencia, expectativas u opiniones deban cambiar, a no ser de ser requeridos por ley. Por las razones antes expuestas uno no debería poner bajo una mirada confiable las afirmaciones a futuro.

#### **Nota Concerniente a los Estimados de Reservas y Recursos**

Todos los estimados de reservas y recursos reportados por la Compañía son calculados de acuerdo con la Norma Nacional Canadiense 43-101 - Estándares para la Divulgación de Proyectos Mineros, y a la normativa del Sistema de Clasificación del Instituto Canadiense de Minería y Metalurgia. Estos estándares difieren de aquellos requeridos por la SEC significativamente. Las diferencias entre estos dos estándares se discuten en nuestros registros ante la SEC. Los recursos minerales que no son reservas minerales no tienen viabilidad económica demostrada.

---

Traducido en la ciudad de Lima, el 13 de febrero de 2019.



RICARDO SEMINARIO BREGANTE  
DNI N° 03876085  
Teléfono: 948948861  
Email: [seminariobregante@yahoo.com](mailto:seminariobregante@yahoo.com)

## Apéndice B: Antecedente Propuesta de Mejora



PERÚ  
Ministerio  
del Ambiente

Resolución Directoral N° 801-2015-OEFA/DFSAI

Expediente N° 062-08-MA-R

**EXPEDIENTE N°** : 062-08-MA/R  
**ADMINISTRADO** : SOCIEDAD MINERA CORONA S.A.  
**UNIDAD MINERA** : YAURICOCHA  
**UBICACIÓN** : PROVINCIA DE YAUYOS, DEPARTAMENTO DE LIMA  
**SECTOR** : MINERÍA  
**MATERIA** : RECONSIDERACIÓN  
 EXCESO DE LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES

**SUMILLA:** Se declara **INFUNDADO** el recurso de reconsideración interpuesto por Sociedad Minera Corona S.A. contra la Resolución Directoral N° 371-2012-OEFA/DFSAI, toda vez que la nueva prueba aportada no ha desvirtuado la infracción al Artículo 4° de la Resolución Ministerial N° 011-96-EM/VMM, que aprueba los Niveles Máximos Permisibles para Efluentes Líquidos Mineros-Metalúrgicos.

Lima, 31 de agosto del 2015

### I. ANTECEDENTES

- Mediante Resolución Directoral N° 371-2012-OEFA/DFSAI<sup>1</sup> del 30 de noviembre de 2012 y notificada la misma fecha, la Dirección de Fiscalización, Sanción y Aplicación de Incentivos del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA sancionó a la Sociedad Minera Corona S.A. (en adelante, Corona) con una multa de cincuenta (50) Unidades Impositivas Tributarias (UIT), por incumplir la normativa ambiental, conforme se detalla a continuación:

| CONDUCTA INFRACTORA   | NORMA INCUMPLIDA  | TIPIFICACIÓN DE LA INFRACCIÓN   | SANCIÓN |
|---|---|---|---------|
| Incumplimiento de los Límites Máximos Permisibles (en adelante, LMP) respecto de los parámetros potencial de hidrógeno (pH), sólidos totales en suspensión (STS), plomo (Pb), cobre (Cu), zinc (Zn) y hierro (Fe) en el punto | Artículo 4° de la Resolución Ministerial N° 011-96-EM/VMM que aprueba los Niveles Máximos Permisibles para Efluentes Líquidos Minero - Metalúrgicos (en adelante, Resolución Ministerial N° 011-96-EM/VMM) <sup>2</sup> . | Numeral 3.2 del punto 3 del Anexo de la Escala de Multas y Penalidades a aplicarse por incumplimiento de disposiciones del Texto Único Ordenado de la Ley General de Minería y sus normas reglamentarias, aprobado por Resolución | 50 UIT  |



<sup>1</sup> Folios 476 al 483 del Expediente N° 062-08-MA/R (en adelante, el Expediente).

<sup>2</sup> Aprueban los Niveles Máximos Permisibles para Efluentes Líquidos Minero-Metalúrgicos mediante Resolución Ministerial N° 011-96-EM/VMM

"Artículo 4°.- Los resultados analíticos obtenidos para cada parámetro regulado a partir de la muestra recogida del efluente minero-metalúrgico, no excederán en ninguna oportunidad los niveles establecidos en la columna "Valor en cualquier Momento", del Anexo 1 ó 2 según corresponda (...)."



#### ANEXO 1 NIVELES MÁXIMOS PERMISIBLES DE EMISIÓN PARA LAS UNIDADES MINERO-METALÚRGICAS

| PARÁMETRO                  | VALOR EN CUALQUIER MOMENTO | VALOR PROMEDIO ANUAL      |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------|
| pH                         | Mayor que 6 y Menor que 9  | Mayor que 6 y Menor que 9 |
| Sólidos suspendidos (mg/l) | 50                         | 25                        |
| Plomo (mg/l)               | 0.4                        | 0.2                       |
| Cobre (mg/l)               | 1.0                        | 0.3                       |
| Zinc (mg/l)                | 3.0                        | 1.0                       |
| Hierro (mg/l)              | 2.0                        | 1.0                       |
| Amonio (mg/l)              | 1.0                        | 0.5                       |



PERÚ

Ministerio  
de Energía y Minas

Resolución Directoral N° 801-2015-OEFA/DFSAI

Expediente N° 052-08-MA-R

|  |  |
|--|--|
| Identificado como ESP-1, correspondiente al efluente de la bocamina Cachi Cachi - Nivel 410. | Ministerial N° 353-2000-EM/VMM (en adelante, Resolución Ministerial N° 353-2000-EM/VMM) <sup>3</sup> . |
|--|--|

2. Asimismo, en dicho acto administrativo se archivó los siguientes extremos del presente procedimiento administrativo sancionador:

| HECHOS IMPUTADOS  | NORMA INCUMPLIDA   | TIPIFICACION DE LA INFRACCION  |
|---|--|--|
| Se observó que los depósitos de desmonte "Chumpe y Éxito" no se encuentran contemplados en ningún estudio ambiental aprobado por el Ministerio de Energía y Minas (en adelante, MEM). | Numeral 3 del Artículo 7° del Reglamento para la Protección Ambiental en la Actividad Minero - Metalúrgica, aprobado por Decreto Supremo N° 016-93-EM (en adelante, RPAAMM) <sup>4</sup> | Numeral 3.1 del punto 3 de la Resolución Ministerial N° 353-2000-EM/VMM <sup>5</sup> . |
| El titular minero vierte al ambiente el efluente de la bocamina Cachi Cachi nivel 410, sin estar contemplado en   | Artículo 5° del RPAAMM <sup>6</sup> , el Artículo 104° de la Ley N° 26842 - Ley General de la Salud <sup>7</sup> , y el Artículo 74° de la   | Numeral 3.4 del punto 3 de la Resolución Ministerial N° 353-2000-EM/VMM <sup>8</sup> . |

|                     |     |     |
|---------------------|-----|-----|
| Cianuro total (mg)* | 1.0 | 1.0 |
|---------------------|-----|-----|

\* CIANURO TOTAL, equivalente a 0.1 mg/l de Cianuro Libre y 0.2 mg/l de Cianuro fuertemente disociables en ácido<sup>9</sup>

- Escala de multas y penalidades a aplicarse por incumplimiento de disposiciones del TUO de la Ley General de Minería y sus normas reglamentarias, aprobada por Resolución Ministerial N° 353-2000-EM-VMM

### 3. MEDIO AMBIENTE

(...)

3.2. Si las infracciones referidas en el Numeral 3.1 de la presente escala, son determinadas en la investigación correspondiente, como causa de un daño al medio ambiente, se considerarán como infracciones graves y el monto de la multa será de 50 UIT por cada infracción hasta un monto máximo de 600 UIT, independientemente de las obras de restauración que está obligada a ejecutar la empresa<sup>10</sup>.

- Reglamento para la Protección Ambiental en la Actividad Minero - Metalúrgica, aprobado por Decreto Supremo N° 016-93-EM

"Artículo 7°.- Los titulares de la actividad minera deberán presentar:

(...)

3. Los titulares de concesiones que se encuentren en la etapa de producción u operación y que requieran ampliar sus operaciones deberán presentar al Ministerio de Energía y Minas un Estudio de Impacto Ambiental del correspondiente proyecto."

- Escala de multas y penalidades a aplicarse por incumplimiento de disposiciones del TUO de la Ley General de Minería y sus normas reglamentarias, aprobada por Resolución Ministerial N° 353-2000-EM-VMM

### 3. MEDIO AMBIENTE

3.1. Infracciones de las disposiciones referidas a medio ambiente contenidas en el TUO, Código del Medio Ambiente o Reglamento de Medio Ambiente, aprobado por D.S. N° 016-93-EM y su modificatoria aprobado por D.S. N° 058-93-EM, D.S. N° 038-98-EM, Reglamento Ambiental para Exploraciones; D. Ley N° 25763 Ley de Fiscalización por Terceros y su Reglamento aprobado por D.S. N° 012-93-EM, Resoluciones Ministeriales N°s 011-96-EM/VMM, 315-96-EM/VMM y otras normas modificatorias y complementarias, que sean detectadas como consecuencia de la fiscalización o de los exámenes especiales el monto de la multa será de 10 UIT por cada infracción, hasta un máximo de 600 UIT. En los casos de pequeño productor minero la multa será de 2 UIT por infracción."

- Reglamento para la Protección Ambiental en la Actividad Minero - Metalúrgica, aprobado por Decreto Supremo N° 016-93-EM

"Artículo 5°.- El titular de la actividad minero-metalúrgica, es responsable por las emisiones, vertimientos y disposición de desechos al medio ambiente que se producen como resultado de los procesos efectuados en sus instalaciones. A este efecto es su obligación evitar e impedir que aquellos elementos y/o sustancias que por sus concentraciones y/o prolongada permanencia puedan tener efectos adversos en el medio ambiente, sobrepasen los niveles máximos permitibles establecidos."

- Ley N° 26842 - Ley General de Salud

"Artículo 104°.- Toda persona natural o jurídica, está impedida de efectuar descargas de desechos o sustancias contaminantes en el agua, al aire o el suelo, sin haber adoptado las precauciones de depuración en la forma que señalan las normas sanitarias y de protección del ambiente."





PERÚ

Ministerio  
de Ambiente

Resolución Directoral N° 801-2015-OEFA/DFSAI

Expediente N° 062-06-MA-R

|   |   |  |
|---|---|--|
| ningún estudio ambiental aprobado por el MEM.   | Ley N° 28611 – Ley General del Ambiente <sup>8</sup> .  |  |
| Se verificó que el efluente de la bocamina Éxito se vierte al ambiente, sin estar contemplado en ningún estudio ambiental aprobado ni contar con un punto de control ni reportar sus resultados al MEM. | Artículo 5° del RPAAMM, el Artículo 104° de la Ley N° 26842 - Ley General de la Salud, y el Artículo 74° de la Ley N° 28611 – Ley General del Ambiente. | Numeral 3.4 del punto 3 de la Resolución Ministerial N° 353-2000-EM/VMM. |

3. El 21 de diciembre de 2012<sup>10</sup>, Corona interpuso un recurso de reconsideración contra la Resolución Directoral N° 371-2012-OEFA/DFSAI alegando lo siguiente:

- (i) De la fotografía N° 47 del informe de supervisión sólo se aprecia un canal adyacente a la bocamina Cachi Cachi y no la conducción de agua desde el interior de la mina. Asimismo, dicho componente tiene una pendiente positiva en relación a la entrada y salida de agua.

En vista a tales elementos probatorios, se ofrece como prueba complementaria la realización de una inspección oficial para la verificación de los hechos mencionados.

- (ii) El agua que drenaba por la bocamina Cachi Cachi provenía de infiltraciones de lluvia (época pluvial). Dicho factor era externo y no antropogénico<sup>11</sup>, por lo que no correspondía a las labores mineras de Corona.
- (iii) El Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA) de la Unidad Minera Yauricocha fue aprobado, ejecutado y fiscalizado entre los años 1997 y 2007 sin que alguna vez las autoridades hayan indicado que el flujo de agua proveniente de la bocamina Nivel 410 – Cachi Cachi deba incorporarse al manejo ambiental. Ello se sustenta en el informe que



8. Escala de multas y penalidades a aplicarse por incumplimiento de disposiciones del T.U.O. de la Ley General de Minería y sus normas reglamentarias, aprobada por Resolución Ministerial N° 353-2000-EM/VMM

### 3. MEDIO AMBIENTE

(...)

3.4 La descarga de relaves y desechos, así como la emisión de gases o polvos al ambiente en general, sin contar con la autorización correspondiente será sancionada de acuerdo a la tabla siguiente:

| SANCION POR OCURRENCIA         |                 |                  |                             |
|--------------------------------|-----------------|------------------|-----------------------------|
|                                | 1° Vez          | 2° Vez           | 3° Vez                      |
| Productores Mineros en General | Multa de 50 UIT | Multa de 600 UIT | Paralización de actividades |
| Pequeño Productor Minero       | Multa de 5 UIT  | Multa de 5 UIT   | Paralización de actividades |

#### Ley N° 28611 - Ley General del Ambiente

##### "Artículo 74".- De la responsabilidad general

Todo titular de operaciones es responsable por las emisiones, efluentes, descargas y demás impactos negativos que se generan sobre el ambiente, la salud y los recursos naturales, como consecuencia de sus actividades. Esta responsabilidad incluye los riesgos y daños ambientales que se generen por acción o omisión."

<sup>10</sup> Folios 497 al 501 del Expediente.

<sup>11</sup> "Antropogénico: Cualquier acto, generalmente perturbador, que es originado y ejecutado por las seres humanos".

Consulta: 31 de mayo de 2013

<http://alocarios.servidor-aficante.com/vicologia/antropogenico>



## Apéndice C: Propuesta de Mejora por Servicio de Carga



Lima, 10 de Marzo del 2019

Señores  
**MINERA CORONA**  
 Lima.-

De mi consideración:

En relación a su solicitud de cotización por transporte de mineral, procedemos a enviar nuestra mejor propuesta:

| ITEM | DESCRIPCION   | P.U. TON (\$) |
|------|---|---------------|
| 01   | ALQUILER HORARIO DE VOLQUETE PARA SERVICIOS DE TRANSPORTE EN MINA | \$ 90.00      |

**NOTA IMPORTANTE:**

- A.- Las propuestas indicadas NO incluyen I.G.V.
- B.- FORMAS DE PAGO:  
15 días de presentado factura.
- C.- DISPONIBILIDAD:  
10 días una vez confirmada la propuesta.
- D.- MONITOREO:  
Contamos con Centro Control las 24 Horas para el control de las unidades de transporte vía GPS.

Sin otro particular, quedo a la espera de sus gratas órdenes.

Atentamente,

JD Ingenieros Contratistas S.A.C.  
  
 Mg. Judith A. Delzo Paucar  
 Gerente General

## Apéndice D: Cotización de Maquinaria Pesada

# SANDVIK LH307 NARROW VEIN LOADER

### TECHNICAL SPECIFICATION

Sandvik LH307 is a 6,7 tonnes Load-Haul-Dump (LHD) developed specially for underground use for the most diverse application, including development work, mining and tunnelling construction.



#### OPERATIONAL CONDITIONS AND LIMITS

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| Environmental temperature   | From -20°C to +50°C   |
| Standard operating altitude | With engine Volvo TAD850VE from -1500 m to +3000 m at 25°C without rated power derate |

#### REQUIREMENTS AND COMPLIANCE

|  |
|--|
| Compliance with 2006/95/EC Low voltage directive   |
| Compliance with 2004/108/EC Electromagnetic compatibility directive  |
| Compliance with 2006/42/EC Machinery directive (Equipment for EU area, achieved with relevant options)   |
| Design based on EN 1889-1. Machines for underground mines. Mobile machines working underground. Safety. Part 1: Rubber tyred vehicles.               |
| Design based on MDG 15. Guideline for mobile and transportable equipment for use in mines. (Equipment for Australia, achieved with relevant options) |

#### POWER TRAIN

##### ENGINE

|                      |  |
|----------------------|--|
| Diesel engine        | Volvo TAD850VE   |
| Output               | 160 kW @ 2200 rpm  |
| Torque               | 1060 Nm @ 1200 rpm   |
| Number of cylinders  | In-line 6  |
| Displacement         | 7.70 l   |
| Cooling system       | Liquid cooled  |
| Combustion principle | 4-stroke, turbo with intercooler   |
| Air filtration       | Donaldson PowerCore  |
| Electric system      | 24 V   |
| Emissions            | Tier 3, Euro Stage III A   |
| Exhaust system       | Catalytic purifier and muffler with Proventia thermal insulation system exhaust pipe |
| Fuel tank capacity   | 210 l  |

##### CONVERTER

Dana C273.1

#### CAPACITIES

|                       |                    |
|-----------------------|--------------------|
| Tramming capacity     | 6 700 kg           |
| Break out force, lift | 13 700 kg          |
| Break out force, tilt | 11 400 kg          |
| Tipping load          | 16 070 kg          |
| Standard bucket       | 3.0 m <sup>3</sup> |

#### SPEEDS FORWARD & REVERSE (LEVEL/LOADED)

|          |           |
|----------|-----------|
| 1st gear | 4.5 km/h  |
| 2nd gear | 9.0 km/h  |
| 3rd gear | 15.0 km/h |
| 4th gear | 24.7 km/h |

#### AXLES

|            |  |
|------------|--|
| Front axle | Kessler D91, Spring applied hydraulically released brakes, limited slip differential |
| Rear axle  | Kessler D91, Spring applied hydraulically released brakes, limited slip differential |

#### TIRES

|   |                      |
|---|----------------------|
| Tire size (Tires are application approved. Brand and type subject to availability.) | 17,5 x 25 L5S 20 ply |
|---|----------------------|

#### OPERATOR'S COMPARTMENT

##### CABIN (Cabin option replaces the standard canopy)

|  |
|--|
| ROPS certification according to EN ISO 3471                                      |
| FOPS certification according to EN ISO 3449                                      |
| Sealed, air conditioned, over pressurized, noise suppressed closed cabin         |
| Sound absorbent material to reduce noise   |
| Laminated glass windows  |
| Cabin mounted on rubber mounts to the frame to reduce vibrations                 |
| Air conditioning unit located outside the cabin to reduce noise inside the cabin |

##### CANOPY (Standard)

|   |
|---|
| ROPS certification according to EN ISO 3471   |
| FOPS certification according to EN ISO 3449   |
| Adjustable joysticks  |
| No high pressure hoses in the operator's compartment                                  |
| Inclinometers to indicate operating angle   |
| Emergency exit  |
| Floor washable with water to reduce dust  |
| Three-point contact access system with replaceable and colour coded handles and steps |
| 12 V output for communication radio connection  |
| Remote circuit breaker switch   |



### Apéndice F: OPEX SMCSA

| CAP. 3 Incrementar la procesamiento de la planta |                                     | USDD          | Costo x TN tratada | Costo total de Producción Anual en USS |
|--|-------------------------------------|---------------|--------------------|--|
| <b>Actual 2018</b>                               | tratamiento por tonelada x 8,000 TN | 10.4          | 8000               | 29,952,000.00                          |
| <b>Propuesta de mejora 2019</b>                  | tratamiento por tonelada x 8,000 TN | 8.8           | 8000               | 25,344,000.00                          |
| <b>AHORRO</b>                                    |                                     | <b>15.39%</b> |                    | <b>- 4,608,000.00</b>                  |

### OPEX

| CASH COST - 2018             |               |                        |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |                |
|------------------------------|---------------|------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
|                              | 01 ENE        | 02 FEB                 | 03 MAR        | 04 ABR        | 05 MAY        | 06 JUN        | 07 JUL        | 08 AGO        | 09 SET        | 10 OCT        | 11 NOV        | 12 DIC        | Total          |
| Produccion Mineral ( TMS )   | 87,000        | 85,000                 | 85,000        | 80,000        | 80,000        | 80,000        | 80,000        | 91,000        | 90,000        | 93,000        | 90,000        | 92,000        | 1,033,000      |
| Mineral Tratado ( TMS )      | 87,000        | 85,000                 | 85,000        | 80,000        | 80,000        | 80,000        | 80,000        | 91,000        | 90,000        | 93,000        | 90,000        | 92,000        | 1,033,000      |
| Tipo de Cambio - US\$        | 3.350         | 3.350                  | 3.350         | 3.350         | 3.350         | 3.350         | 3.350         | 3.350         | 3.350         | 3.350         | 3.350         | 3.350         | 3.350          |
| <b>Por areas</b>             |               |                        |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |                |
| Explorac. & Geologia         | 1,045         | 1,182                  | 1,029         | 975           | 1,111         | 957           | 1,028         | 957           | 957           | 1,059         | 1,184         | 983           | 12,465         |
| Mina                         | 10,581        | 9,547                  | 12,693        | 10,592        | 10,551        | 10,771        | 11,088        | 11,100        | 10,799        | 11,110        | 10,510        | 11,865        | 131,205        |
| Planta Concentradora         | 3,000         | 2,914                  | 2,993         | 2,954         | 2,982         | 2,929         | 2,999         | 3,017         | 2,970         | 2,976         | 2,970         | 3,271         | 35,977         |
| Apoyo                        | 2,093         | 1,986                  | 2,081         | 2,055         | 2,065         | 2,166         | 2,146         | 2,210         | 2,176         | 2,221         | 2,172         | 2,597         | 25,969         |
| <b>Cash Cost ( 000 S/. )</b> | <b>16,720</b> | <b>15,630</b>          | <b>18,795</b> | <b>16,575</b> | <b>16,709</b> | <b>16,822</b> | <b>17,261</b> | <b>17,283</b> | <b>16,903</b> | <b>17,366</b> | <b>16,836</b> | <b>18,716</b> | <b>205,616</b> |
| Explorac. & Geologia         | 3.59          | 4.15                   | 3.61          | 3.64          | 4.14          | 3.57          | 3.84          | 3.14          | 3.17          | 3.40          | 3.93          | 3.19          | 3.60           |
| Mina                         | 36.30         | 33.53                  | 44.57         | 39.52         | 39.37         | 40.19         | 41.37         | 36.41         | 35.82         | 35.66         | 34.86         | 38.50         | 37.91          |
| Planta Concentradora         | 10.29         | =+F14/F\$9/F\$8*\$B\$4 |               | 11.13         | 10.93         | 11.19         | 9.90          | 9.85          | 9.55          | 9.85          | 10.61         | 10.40         | 10.40          |
| Apoyo                        | 7.18          | 6.98                   | 7.31          | 7.67          | 7.71          | 8.08          | 8.01          | 7.25          | 7.22          | 7.13          | 7.20          | 8.43          | 7.50           |

**Apéndice G: Autorización de Sierra Metals**

----- Mensaje original -----

De : [miguel.paucar@sierrametals.com](mailto:miguel.paucar@sierrametals.com)

Para : [jpalominod@pucp.edu.pe](mailto:jpalominod@pucp.edu.pe)

Fecha : Tue, 23 Oct 2018 15:41:13 +0000

Asunto : Re: Diagnostico Operativo de Yauricocha

>Buen día Jesús,

>

>Puedes proceder con el documento enviado, aprobado. Solo una observación en el organigrama mostrado falta otro cuadro del COO que es Gordon Babcock que está entre la GG y el CEO.

>

>Saludos,

>

>

>[<https://mineracorona.sharepoint.com/:i/g/Firmas/EWbPTzghP-dAq9nTufpBJAEBKMHgV81lvI0yoTQmZelUWQ?e=kHKYS8>]

>

>

>

>De: Jesus Palomino <[jpalominod@pucp.edu.pe](mailto:jpalominod@pucp.edu.pe)>

>Enviado: jueves, 18 de octubre de 2018 16:19

>Para: Miguel Paucar

>Asunto: Re: Diagnostico Operativo de Yauricocha

>

>Estimado Ing. Miguel

>Un gusto de saludarle nuevamente, envié el documento en mención para su

>análisis tal como le comente alguna información es asumida por temas de

>reserva de la compañía lo demás es información pública

>atento a su respuesta

>Cordialmente

>Jesús Palomino

### Apéndice H: Propuestas de Mejoras por Capítulo

| Ítem         | Propuestas de mejora                                     | Objetivos estratégicos                                     | Impactos en variables productivas y de gestión       | Inversión US\$    | Ahorro US\$       | Beneficio US\$    |
|--------------|--|--|--|-------------------|-------------------|-------------------|
| Cap. 3       | Ampliar el área del terreno para la planta               | Llegar a producir más toneladas diarias                    | Ahorro operativo en planta de 15.39%                 | 35,544,000.00     | 46,080,000.00     | 10,536,000.00     |
| Cap. 4       | Ampliación de los depósitos de relave                    | No tener impactos negativos según PAMA/EIA                 | Ahorro del 25% en multas por desechos de planta      | 9,640,000.00      | 12,800,000.00     | 3,800,000.00      |
| Cap. 5       | Incrementar 10 unidades de transporte de mineral         | Evitar tiempos muertos y pérdida de unidades de transporte | Aprovechar el 100% de capacidad de planta            | 2,000,000.00      | 3,888,000.00      | 1,888,000.00      |
| Cap. 6       | Ampliación del espacio de recepción de mineral en planta | Tener 0 accidentes   | Incrementar la seguridad y +25% de flujo de tránsito | 11,970.00         | 80,000.00         | 68,030.00         |
| Cap. 7       | Reducción de rotación de personal                        | Reducción de 80%   | Mejor desempeño y productividad                      | 1,555,000.00      | 1,728,000.00      | 173,000.00        |
| Cap. 8       | Capacitación de Seguridad al personal                    |  | Tener 0 accidentes                                   | 108,000.00        | 189,000.00        | 81,000.00         |
| Cap. 9       | Renovación de sistemas y equipos                         | Reducción de tiempos en 35.16%                             | Incremento de productividad                          | 4,430,000.00      | 7,787,940.00      | 3,357,940.00      |
| Cap. 12      | Implementación ISOS 14001, 9001 y 18001                  | Reducción del 100% de multas medioambientales              | Mayor reconocimiento de los stakeholders             | 63,000.00         | 117,868.00        | 54,868.00         |
| Cap. 13      | Optimización de mantenimiento                            |  | 100% ahorro por fallas de maquinaria                 | 1,750,000.00      | 2,985,000.00      | 1,235,000.00      |
| <b>Total</b> |  |  |  | <b>55,101,970</b> | <b>75,655,808</b> | <b>21,193,838</b> |

### Apéndice I: Línea de Tiempo de Inversión y Ahorro

| N°      | Propuestas de mejora                                     | Inversión Total<br>US\$ | TOTAL CAPEX<br>2018  | PARCIAL<br>CAPEX 2019 | Ahorro en número de años |  |               |               |              |              |              |              |              |              | BENEFICIO US\$ |                      |
|---------|--|-------------------------|----------------------|-----------------------|--------------------------|--|---------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------------|----------------------|
|         |  |                         |                      |                       | 1                        | 2  | 3             | 4             | 5            | 6            | 7            | 8            | 9            | 10           |                |                      |
|         |  |                         |                      |                       | Cap. 3                   | Ampliar el área del terreno para la planta | 37,544,000.00 | 28,544,000.00 | 7,000,000.00 | 4,608,000.00 | 4,608,000.00 | 4,608,000.00 | 4,608,000.00 | 4,608,000.00 |                | 4,608,000.00         |
| Cap. 4  | Ampliación de los depósitos de relave                    | 9,640,000.00            | 5,540,000.00         | 4,100,000.00          | 1,280,000.00             | 1,280,000.00                               | 1,280,000.00  | 1,280,000.00  | 1,280,000.00 | 1,280,000.00 | 1,280,000.00 | 1,280,000.00 | 1,280,000.00 | 1,280,000.00 | 1,280,000.00   | 3,880,000.00         |
| Cap. 5  | Incrementar 10 unidades de transporte de mineral         | 2,000,000.00            | 1,500,000.00         | 500,000.00            | 777,600.00               | 777,600.00                                 | 777,600.00    | 777,600.00    | 777,600.00   | 777,600.00   | 777,600.00   | 777,600.00   | 777,600.00   | 777,600.00   | 777,600.00     | 1,888,000.00         |
| Cap. 6  | Ampliación del espacio de recepción de mineral en planta | 11,970.00               | 11,970.00            | -                     | 80,000.00                |  |               |               |              |              |              |              |              |              |                | 68,030.00            |
| Cap. 7  | Reducción de rotación de personal                        | 1,555,000.00            | 1,555,000.00         | -                     | 1,793,000.00             |  |               |               |              |              |              |              |              |              |                | 173,000.00           |
| Cap. 8  | Capacitación de Seguridad al personal                    | 100,000.00              | 100,000.00           | -                     | 63,000.00                | 63,000.00                                  | 63,000.00     | 63,000.00     | 63,000.00    | 63,000.00    | 63,000.00    | 63,000.00    | 63,000.00    | 63,000.00    | 63,000.00      | 81,000.00            |
| Cap. 9  | Renovación de sistemas y equipos                         | 4,430,000.00            | 1,616,307.00         | 2,813,693.00          | 1,557,508.00             | 1,557,508.00                               | 1,557,508.00  | 1,557,508.00  | 1,557,508.00 | 1,557,508.00 | 1,557,508.00 | 1,557,508.00 | 1,557,508.00 | 1,557,508.00 | 1,557,508.00   | 3,557,940.00         |
| Cap. 12 | Implementación ISOS 14001, 9001 y 18001                  | 63,000.00               | 63,000.00            | -                     | 48,634.00                | 48,634.00                                  | 48,634.00     | 48,634.00     | 48,634.00    | 48,634.00    | 48,634.00    | 48,634.00    | 48,634.00    | 48,634.00    | 48,634.00      | 54,668.00            |
| Cap. 13 | Optimización de mantenimiento                            | 1,750,000.00            | 1,750,000.00         | -                     | 2,985,100.00             |  |               |               |              |              |              |              |              |              |                | 1,235,000.00         |
|         |  | <b>55,101,970.00</b>    | <b>40,688,277.00</b> | <b>14,413,693.00</b>  |                          |  |               |               |              |              |              |              |              |              |                | <b>21,183,838.00</b> |