

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERÚ

ESCUELA DE POSGRADO



Diagnóstico Operativo Empresarial de la Planta Procesadora Industrial

Río Seco

TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE MAGÍSTER EN ADMINISTRACIÓN

ESTRATÉGICA DE EMPRESAS OTORGADO POR LA PONTIFICIA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

PRESENTADO POR

Gianpierre Emmanuel Camacho del Aguila

Juan Antonio Cardozo Gonzales

Max Oscar Cerna Chavez

Main Graciela Tenorio Palomino

Asesor: Jorge Benny Benzaquen de las Casas

Surco, setiembre 2019

Dedicatoria

Al Eterno, que con soberana y absoluta diligencia ha querido conducirme hasta aquí.

A los que están, a los que vendrán. A todos ellos, gracias.

Gianpierre Camacho del Águila

Dedico el presente logro a mi madre, mi padre y mi hermano por haberme apoyado durante el proceso previo y durante la duración de la maestría. Asimismo, a mi equipo de estudios sin el cual no hubiese sido posible alcanzar este objetivo.

Juan Cardozo Gonzales

Dedicado a mi familia, quienes durante este tiempo de estudio me brindaron su amor, que es mi fuerza para continuar día a día. A mis amigos y compañeros, en especial a Juan, Gianpierre y Main, quienes entregaron su tiempo, dedicación y amistad de manera incondicional para lograr nuestro objetivo de culminar con éxito esta maravillosa etapa.

Max Cerna Chávez

Este trabajo, que es fruto del esfuerzo y dedicación puesto en la culminación de mi maestría, se lo dedico a Dios, a mis padres, hermanos y amigos que me acompañaron durante todo este tiempo y gracias a quienes hoy puedo seguir creciendo.

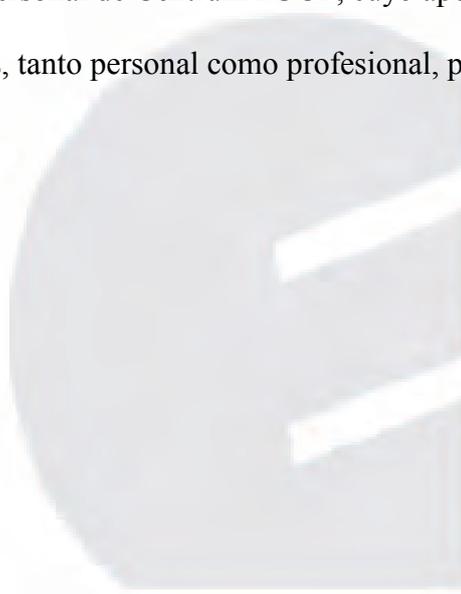
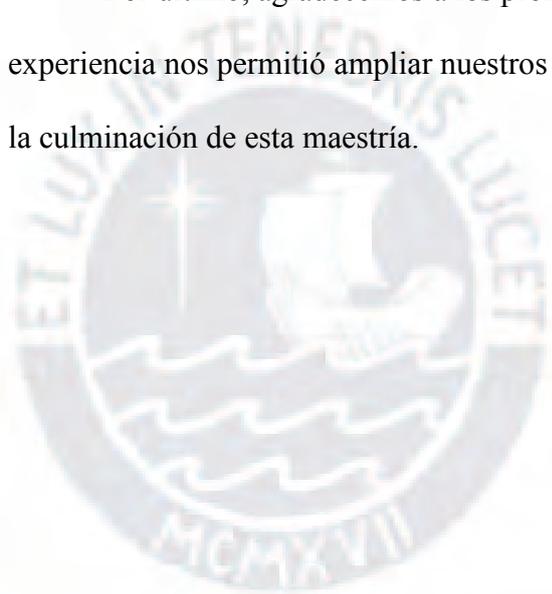
Main Tenorio Palomino

Agradecimiento

En primer lugar, agradecemos a Dios por darnos la oportunidad de ser mejores cada día y tener las capacidades para cumplir nuestras metas. Asimismo, agradecemos a nuestras familias y amigos por su soporte incondicional durante este tiempo de estudio.

Agradecemos también al ingeniero Jaime Díaz Yosa, al equipo de la Procesadora Industrial de Río Seco y a la Compañía de Minas Buenaventura por su gentil asistencia, gracias a la cual nos fue posible desarrollar y finalizar la tesis de manera satisfactoria.

Por último, agradecemos a los profesores y personal de Centrum PUCP, cuyo apoyo y experiencia nos permitió ampliar nuestros horizontes, tanto personal como profesional, para la culminación de esta maestría.



Resumen Ejecutivo

El trabajo de investigación desarrollado en la presente tesis es fruto de un profundo análisis y revisión del estado de las operaciones de la Procesadora Industrial Río Seco S.A., que es una empresa subsidiaria de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. El objetivo de este trabajo es diagnosticar las actividades operativas de la empresa y contrastarlas con las mejores prácticas y métodos para detectar oportunidades de mejora. Esto se logró mediante el uso de conceptos y técnicas aprendidos durante la maestría, tales como la comprensión de la cultura organizacional hasta el análisis contable de los estados financieros de la empresa. Gracias a ello, se identificaron puntos en los cuales el desempeño de la empresa es de gran nivel y puntos en donde aún puede mejorar. Las recomendaciones generadas tras este estudio buscan mejorar la rentabilidad de la empresa, así como su desarrollo competitivo y sostenibilidad.

En el presente trabajo de investigación se describe a la empresa y su contexto con un especial énfasis en el proceso productivo de lixiviación de concentrado Pb-Ag-Mn, el cual es la razón de ser del negocio. A continuación, detallamos aspectos tales como los productos elaborados, dimensionamiento de planta, capacidad instalada, planificación, operación, cadena de suministro, costos operacionales y la gestión de mantenimiento. El análisis de cada uno de estos puntos se llevó a cabo haciendo uso de la bibliografía especializada en cada tema en cuestión.

Al final, se determinan las buenas prácticas de la empresa, se calculan costos adicionales en los que incurren y las nuevas herramientas que deben emplear para lograr un desempeño de clase mundial. Por lo tanto, se señala que la implementación de las propuestas de mejora requiere una inversión de USD 1'693,425 y como resultado se puede obtener una rentabilidad estimada de USD 6'474,086 en cinco años.

Abstract

In this thesis, we are presenting a business operating diagnosis of the Industrial Plant Río Seco after a rigorous data collection and analysis. The company is a subsidiary of Compañía de Minas Buenaventura, one of the biggest mining companies in Peru. The development of this diagnosis was possible because of the use of every concept learnt in our MBA, like leadership, financial analysis and organizational behavior. Due to the application of those concepts we were able to identify the critical points that generate economical losses to the company and, therefore, propose ideas to make Rio Seco profitable and sustainable across time.

In the present research, the company and its context are described, with a special emphasis on the leaching of Pb-Ag concentrate, which is the core of the business. Then, we detail aspects such as the elaboration of products, plant dimensions, total capacity installed, planning, operation, supply chain, costs and maintenance management. The analysis of each of these points was carried out by using the specialized bibliography on each subject in question.

At the end, the good practices of the company are determined and the additional costs incurred are determined. Finally, the tools that the company must use to achieve a world-class performance are proposed. Therefore, it is pointed out that the implementation of the improvement proposals requires an investment of USD 1'693,425 and as a result, an estimated return of USD 6'474,086 in five years can be obtained.

Tabla de Contenido

Lista de Tablas	xii
Lista de Figuras.....	xv
Capítulo I. Introducción	1
1.1 Introducción	1
1.2 Descripción de la Empresa.....	2
1.2.1 Visión, Misión y Valores de la empresa,.....	2
1.2.2 Objetivos organizacionales.....	3
1.3. Productos Elaborados.....	3
1.4 Ciclo Operativo de la Empresa.....	4
1.5 Diagrama Entrada-Proceso-Salida	6
1.6 Clasificación según sus Operaciones Productivas	6
1.7 Matriz del Proceso de Transformación	8
1.8 Conclusiones	9
Capítulo II. Marco Teórico	11
2.1. Ubicación y Dimensionamiento de la Planta	11
2.2. Planeamiento y Diseño de los Productos	13
2.3. Planeamiento y Diseño del Proceso	15
2.4. Planeamiento y Diseño de Planta.....	15
2.5. Planeamiento y Diseño del Trabajo	17
2.6. Planeamiento Agregado	18
2.7. Programación de Operaciones Productivas.....	21

2.8. Gestión de Costos.....	23
2.8.1 Identificación del costo.....	24
2.9. Gestión Logística.....	24
2.10. Gestión y Control de Calidad.....	25
2.11. Gestión del Mantenimiento.....	25
2.11.1 Mantenimiento preventivo.....	26
2.11.2 Mantenimiento correctivo.....	26
2.12. Cadena de Suministro.....	27
Capítulo III. Ubicación y Dimensionamiento de la Planta.....	29
3.1. Dimensionamiento de Planta.....	29
3.2. Ubicación de Planta.....	32
3.3. Propuesta de Mejora.....	35
3.4. Conclusiones.....	36
Capítulo IV. Planeamiento y Diseño de los Productos.....	38
4.1 Secuencia de Planeamiento y Aspectos que se deben de considerar.....	38
4.2 Aseguramiento de la Calidad del Diseño.....	38
4.3 Propuestas de mejoras.....	43
4.4 Conclusiones.....	43
Capítulo V. Planeamiento y Diseño del Proceso.....	44
5.1 Mapeo de los Procesos.....	44
5.2 Proceso Productivo.....	46

5.2.1 Recepción	46
5.2.2 Homogeneización	46
5.2.3 Lixiviación de Carbonatos y Sulfuros	47
5.2.4 Circuito de Flotación	48
5.2.5 Espesado y Filtrado de Material	48
5.2.6 Planta de Ácido Sulfúrico.....	49
5.3 Diagrama de Actividades de los Procesos Operativos (D.A.P.)	49
5.4 Descripción de los Problemas Detectados en los Procesos.....	50
5.5 Herramientas para mejorar los procesos	51
5.6 Propuestas de Mejoras.....	54
5.7 Conclusiones	54
Capítulo VI. Planeamiento y Diseño de la Planta	56
6.1 Distribución de Planta	56
6.2 Análisis de la Distribución de Planta	57
6.3 Propuesta de Mejora.....	65
6.4 Conclusiones	66
Capítulo VII. Planeamiento y Diseño del Trabajo.....	68
7.1 Planeamiento del Trabajo.....	68
7.2 Diseño del Trabajo	70
7.3 Método de Trabajo	73
7.4 Propuesta de Mejora.....	74

7.5 Conclusiones	77
Capítulo VIII. Planeamiento Agregado	78
8.1 Estrategias Utilizadas en el Planeamiento Agregado	78
8.2 Análisis del Planeamiento Agregado	80
8.3 Pronóstico y Modelación de la Demanda.....	85
8.4 Propuesta de Mejoras	88
8.5 Conclusiones	89
Capítulo IX. Programación de Operaciones Productivas	90
9.1 Optimización del Proceso Productivo	90
9.2 Programación	94
9.3 Gestión de la Información	95
9.4 Propuestas de Mejora	96
9.5 Conclusiones	97
Capítulo X. Gestión de Logística	99
10.1 Diagnóstico de la Función de Compras y Abastecimiento	99
10.2 Función de Almacenes	101
10.3 Gestión de Inventarios.....	103
10.4 Función del Transporte.....	103
10.5 Definición de Principales Costos Logísticos.....	104
10.6 Propuestas de Mejoras.....	105
10.7 Conclusiones	108

Capítulo XI. Gestión de Costos.....	109
11.1 Costeo por órdenes de trabajo	109
11.2 Costeo basado en actividades	112
11.3 Propuestas de Mejoras.....	116
11.4 Conclusiones	117
Capítulo XII: Gestión y Control de la Calidad	119
12.1. Gestión de la Calidad	119
12.1.1 Gestión de la calidad en operación industrial	121
12.2 Propuesta de Mejoras	124
12.3 Conclusiones	126
Capítulo XIII: Gestión del Mantenimiento	129
13.1 Ubicación y distribución del área de mantenimiento.....	132
13.2 Mantenimiento Preventivo y periódico programado.....	133
13.2.1 Stock de materiales para mantenimiento preventivo	135
13.2.2 Flujograma de mantenimiento preventivo	135
13.3 Mantenimiento Correctivo o basado en la demanda y averías.....	135
13.3.1 Flujograma del mantenimiento correctivo.....	136
13.4 Mantenimiento predictivo/basado en la condición.....	137
13.4.1 Flujograma del mantenimiento predictivo.....	138
13.5 Mantenimiento basado en la ingeniería/control y evaluación de fallas	139
13.6 Propuesta de Mejoras	139

13.7 Conclusiones	141
Capítulo XIV: Cadena de Suministro	142
14.1 Definición de Productos	142
14.2 Descripción de las Empresas que Conforman la Cadena de Suministro.....	143
14.3 Descripción del Nivel de Integración Vertical y Tercerización.....	145
14.4 Estrategias del Canal de Distribución para Llegar al Consumidor Final	145
14.5 Propuestas de Mejora	146
14.6 Conclusiones	148
Capítulo XV: Conclusiones y Recomendaciones.....	149
15.1 Conclusiones	149
15.2 Recomendaciones.....	151
Referencias.....	155
Apéndice A. Certificado BASC 2018.....	161
Apéndice B. Certificado ISO 9001:2015 parte 1	162
Apéndice C. Certificado ISO 9001:2015 parte 2	163
Apéndice D. Certificado ISO 14001:2015	164
Apéndice E. Certificado OHSAS 18001:2017.....	165
Apéndice F. Certificado SENASA.....	166
Apéndice G. Política de Gestión de Calidad, Ambiental, Social, Seguridad y Salud en el Trabajo.....	167
Apéndice H. Ficha de Sulfato de Manganeso Monohidratado de Calidad Estándar... 	168
Apéndice I. Ficha de Sulfato de Manganeso Monohidratado de Calidad Premium	169

Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Estrategias del Planeamiento Agregado</i>	19
Tabla 2 <i>Leyes del Concentrado de Plata</i>	29
Tabla 3 <i>Planta Procesadora de Mineral</i>	34
Tabla 4 <i>Propuestas de Mejora</i>	35
Tabla 5 <i>Proyección de Beneficios de Propuesta de Mejora</i>	36
Tabla 6 <i>Concentración Máxima de Elementos Presentes</i>	40
Tabla 7 <i>Estándares Finales e Iniciales de los Concentrados</i>	41
Tabla 8 <i>Reacciones Químicas en la Lixiviación de Carbonatos y Sulfuros</i>	48
Tabla 9 <i>Propiedades Físicas y Químicas del Ácido Sulfúrico</i>	49
Tabla 10 <i>Resultados de Problema Detectados en el Proceso</i>	51
Tabla 11 <i>Propuestas de Mejoras</i>	55
Tabla 12 <i>Proyección de Beneficios de Propuesta de Mejora</i>	55
Tabla 13 <i>Calificación de Cercanía</i>	59
Tabla 14 <i>Razones de Cercanía</i>	59
Tabla 15 <i>Hoja de Trabajo para el Proceso de Producción</i>	61
Tabla 16 <i>Relación de Cercanía Total (TCR)</i>	63
Tabla 17 <i>Propuestas de Mejora</i>	66
Tabla 18 <i>Proyección de Beneficios de Propuesta de Mejora</i>	66
Tabla 19 <i>Características del Diseño del Trabajo Orientado a la Persona</i>	72
Tabla 20 <i>Competencias Evaluadas en Perfil Psicológico</i>	73
Tabla 21 <i>Estimación de Liquidación de Beneficios Sociales</i>	75
Tabla 22 <i>Propuestas de Mejora</i>	76
Tabla 23 <i>Proyección de Beneficios de Propuesta de Mejora</i>	76
Tabla 24 <i>Metas de la Planta Río Seco</i>	81

Tabla 25 <i>Planeamiento Agregado de la Planta Río Seco para el 2018</i>	81
Tabla 26 <i>Disponibilidad Planeada de Planta</i>	83
Tabla 27 <i>Rendimientos Históricos de los Últimos Dos Años</i>	87
Tabla 28 <i>Propuestas de Mejora</i>	88
Tabla 29 <i>Proyección de Beneficios de Propuesta de Mejora</i>	89
Tabla 30 <i>Propuestas de Mejora</i>	96
Tabla 31 <i>Proyección de Beneficios de Propuesta de Mejora</i>	97
Tabla 32 <i>Empresas Proveedoras de Productos</i>	99
Tabla 33 <i>Categorización mediante el Modelo Kraljic</i>	100
Tabla 34 <i>Descripción de los Principales Costos Logísticos</i>	104
Tabla 35 <i>Listado de los Costos Ocultos y de Reversa más Comunes</i>	105
Tabla 36 <i>Detalle de las Propuestas de Mejoras para la Gestión Logística</i>	107
Tabla 37 <i>Proyección de Beneficios de Propuesta de Mejora</i>	108
Tabla 38 <i>Costos de Operación en el Año 2018</i>	110
Tabla 39 <i>Costos Unitarios de Producción en el Año 2018</i>	111
Tabla 40 <i>Costos Directos de Producción en el Año 2018</i>	113
Tabla 41 <i>Base de Aplicación de los Costos en el Año 2018</i>	113
Tabla 42 <i>Cálculo de la Tasa del Costo Indirecto</i>	114
Tabla 43 <i>Prorrates del Costo de la Depreciación</i>	115
Tabla 44 <i>Costeo de Producción Basado en Actividades</i>	115
Tabla 45 <i>Comparativo de los Sistemas de Costeo</i>	116
Tabla 46 <i>Propuestas de Mejora</i>	117
Tabla 47 <i>Proyección de Beneficios de Propuesta de Mejora</i>	117
Tabla 48 <i>Comparativo de la Utilidad Bruta Obtenida Mediante los Sistemas de Costeo</i>	118
Tabla 49 <i>Personal y Función de Soporte de Calidad del Producto</i>	121

Tabla 50 <i>Propuestas de Mejora</i>	124
Tabla 51 <i>Proyección de Beneficios de Propuesta de Mejora</i>	125
Tabla 52 <i>Tipos de Indicadores Recomendados para la Gestión de Mantenimiento</i>	134
Tabla 53 <i>Ruta de Mantenimiento Predictivo para Equipos Rotativos</i>	138
Tabla 54 <i>Cálculo del Costo de la No Disponibilidad</i>	139
Tabla 55 <i>Propuestas de Mejora</i>	140
Tabla 56 <i>Proyección de Beneficios de Propuesta de Mejora</i>	141
Tabla 57 <i>Contenido de Concentrados de Pb – Ag</i>	143
Tabla 58 <i>Demanda Mundial de Sulfato de Manganeso Monohidratado</i>	146
Tabla 59 <i>Detalle de la Propuesta de Mejora para la Gestión de la Cadena de Suministro</i> .	147
Tabla 60 <i>Proyección de Beneficios de Propuesta de Mejora</i>	147
Tabla 61 <i>Detalle de las Propuestas de Mejora a lo largo del Presente Estudio</i>	154

Lista de Figuras

<i>Figura 1.</i> Ciclo Operativo de la planta Río Seco	5
<i>Figura 2.</i> Diagrama de entrada/proceso/salida de la planta industrial Río Seco	7
<i>Figura 3.</i> Clasificación de las operaciones productivas del proceso	8
<i>Figura 4.</i> Matriz del proceso de transformación de la procesadora industrial Río Seco	9
<i>Figura 5.</i> Mapa de Literatura	12
<i>Figura 6.</i> Flujograma de Plan Agregado	20
<i>Figura 7.</i> Estados de la Naturaleza	23
<i>Figura 8.</i> Sistema de programación específico	23
<i>Figura 9.</i> Ciclo de Mejora Continua	26
<i>Figura 10.</i> Flujograma de mantenimiento preventivo	27
<i>Figura 11.</i> Proceso de la Planta de Ácido Sulfúrico	30
<i>Figura 12.</i> Proceso de la Planta de Lavado de Ácido	31
<i>Figura 13.</i> Proceso de la Planta de Cristalización	31
<i>Figura 14.</i> Producción y Demanda Mundial de Sulfato de Manganeso	32
<i>Figura 15.</i> Ubicación de Planta Procesadora Río Seco	33
<i>Figura 16.</i> Diseño del Producto y Secuencia de Desarrollo	39
<i>Figura 17.</i> Frugalización de los procesos	45
<i>Figura 18.</i> Distribución de las etapas del proceso	46
<i>Figura 19.</i> Diagrama de actividades de los Procesos Operativos	50
<i>Figura 20.</i> Mapa de Proceso Operacional de la Planta de Río Seco, Planta de Sulfato de Manganeso Monohidratado	52
<i>Figura 21.</i> Distribución actual de planta de la Procesadora Industrial Río Seco	58
<i>Figura 22.</i> Diagrama de Muther de la Procesadora Industrial Río Seco	60
<i>Figura 23.</i> Patrones de la Distribución en Bloques de la Procesadora Industrial Río Seco	62

<i>Figura 24.</i> Alternativa de Distribución en Planta de Procesadora Industrial Río Seco.....	64
<i>Figura 25.</i> Principios Corporativos de Buenaventura	69
<i>Figura 26.</i> Organigrama de Río Seco	71
<i>Figura 27.</i> Crecimiento de la producción y tratamiento de concentrado	82
<i>Figura 28.</i> Tratamiento de $MnSO_4$	83
<i>Figura 29.</i> Pronósticos basados en datos históricos	86
<i>Figura 30.</i> Producción general de Río Seco 2016-2018.....	90
<i>Figura 31.</i> Producción de tratamiento de concentrado de Pb-Ag 2013-2015	91
<i>Figura 32.</i> Producción de sulfato de manganeso monohidratado 2014-2015	91
<i>Figura 33.</i> Producción de planta de cristalización.....	93
<i>Figura 34.</i> Producción y consumo de ácido sulfúrico	93
<i>Figura 35.</i> Relación entre el tratamiento de concentrado de Pb-Ag y el consumo de ácido... 94	
<i>Figura 36.</i> Excel para control de coberturas	98
<i>Figura 37.</i> Edificio de almacén 1 y 2	101
<i>Figura 38.</i> Almacén de productos terminados de la Procesadora Rio Seco	102
<i>Figura 39.</i> Almacén de suministros de la procesadora de Río Seco	102
<i>Figura 40.</i> Zonas de optimización del almacén de suministros.....	106
<i>Figura 41.</i> Proceso de aseguramiento de los insumos y el producto.....	127
<i>Figura 42.</i> Matriz de Trazabilidad.....	128
<i>Figura 43.</i> Variación de la disponibilidad mecánica en el 2018	129
<i>Figura 44.</i> Divergencia entre la disponibilidad anual proyecta y ejecutada.....	130
<i>Figura 45.</i> Macro proceso del mantenimiento en la Procesadora de Rio Seco	131
<i>Figura 46.</i> Mapa del taller mecánico de la Planta Procesadora Industrial de Rio Seco S.A. 132	
<i>Figura 47.</i> Mapa del taller eléctrico de la Planta Procesadora Industrial de Rio Seco S.A. .132	
<i>Figura 48.</i> Flujograma de las etapas del mantenimiento preventivo.....	135

Figura 49. Flujograma de las etapas del mantenimiento correctivo no planificado..... 137

Figura 50. Flujograma de las etapas del mantenimiento correctivo..... 137

Figura 51. Flujograma de las etapas del mantenimiento predictivo..... 138

Figura 52. Flujo de la cadena de suministro del concentrado de Pb - Ag..... 145



Capítulo I. Introducción

1.1 Introducción

La actividad minera en el Perú constituye una gran fuente de ingresos, pues representa el 9.9% del producto bruto interno (PBI) y el 61.8% del valor total de las exportaciones nacionales, lo cual lo destaca como un impulsor del desarrollo económico en las últimas décadas (Osinergmin, 2016). Este desarrollo de la actividad minera tiene consigo muchos retos, tanto de carácter técnico, social y ambiental, que requieren de soluciones disruptivas nacidas de proyectos de investigación y desarrollo. Es por ello que muchas empresas mineras han invertido en desarrollar nuevos procesos que mejoren la eficiencia productiva de sus operaciones y faciliten la creación de valor. De esta manera, surge la necesidad, por parte de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A., de crear una planta procesadora que solucione un problema existente en la mina Uchucchacua -perteneciente a la empresa- con la cual se busca minimizar el contenido de manganeso, a fin de disminuir los castigos por una alta concentración de contaminantes en el producto de exportación.

La procesadora en mención lleva el nombre de Planta Procesadora de Río Seco, que es una subsidiaria de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. Esta compañía minera, en adelante Buenaventura, es de origen peruano y cuenta con 65 años de experiencia en los sectores industriales relacionados a la geología, minería y metalurgia. Cabe señalar que la empresa Buenaventura inició sus operaciones con la mina Julcani en el año de 1953, de la mano de su fundador Alberto Benavides de la Quintana. Desde ese entonces, su enfoque en el crecimiento le ha impulsado a invertir en exploraciones mineras para explotar nuevas reservas que le permitan ser rentables y sostenibles (Compañía de Minas Buenaventura S.A.A., 2017).

Actualmente, la inversión minera de Buenaventura incluye, según su última memoria anual publicada en el año 2017, la operación directa de nueve unidades mineras de tipo

subterráneo y tres de tajo abierto. Asimismo, operan como accionistas en las compañías mineras El Brocal, Cerro Verde, entre otras. Dentro de los negocios de Buenaventura se encuentra la Planta Procesadora de Río Seco, de la cual Buenaventura es propietaria del 100% de las acciones (Compañía de Minas Buenaventura S.A.A., 2017).

1.2 Descripción de la Empresa

La planta procesadora industrial Río Seco se ubica en la localidad de Pampa Jaguay de la Comunidad Lomeras en Huaral, a la altura del kilómetro 122 de la Panamericana Norte, perteneciente a Buenaventura. En esta procesadora se trata minerales con alto contenido de manganeso, lo cual es penalizado en el mercado internacional de metales mediante un cobro que reduce el ingreso por ventas. Es por ello que lixivía concentrados de plata, plomo y manganeso (Ag-Pb-Mn) para producir concentrado no castigable. Por otro lado, la planta tiene una característica que le añade valor agregado, el cual consiste tener como objetivo cero mermas. Esto se consigue mediante la reutilización de los todos los subproductos generados durante el proceso de lixiviación, con lo cual se mantienen controlados los costos de producción y se aminoran los efectos ambientales. Asimismo, la procesadora posee una planta de energía eléctrica para su propio uso, se abastece de agua de manera independiente a través de pozos subterráneos y recupera los ácidos utilizados en la lixiviación.

1.2.1 Visión, Misión y Valores de la empresa,

La procesadora industrial Río Seco comparte la visión, misión y valores de la corporación a la que pertenece, pues forman parte de las actividades estratégicas de Buenaventura. La visión de la compañía de minas Buenaventura es desarrollar recursos minerales generando el mayor valor posible a la sociedad. La misión es: (a) ser el operador minero de elección y de mayor aceptación para las comunidades, las autoridades y la opinión pública en general; y (b) generar la más alta valoración de la compañía ante todos sus *stakeholders*. Asimismo, los valores que comparten son:

- Seguridad: promover el respeto a la vida de nuestros colaboradores en todos nuestros procesos, operaciones y actividades.
- Lealtad: comprometerse con la empresa, su misión, visión y valores. Somos parte de un mismo equipo.
- Honestidad: actuar de manera recta y proba, sin mentir, engañar u omitir la verdad.
- Respeto: ser considerados y brindar un trato cortés hacia las personas, sus ideas, su cultura y sus derechos.
- Laboriosidad: tener pasión por el trabajo, dando lo mejor de uno mismo, actuando de manera eficiente, segura y responsable.
- Laboriosidad: tener pasión por el trabajo, dando lo mejor de uno mismo, actuando de manera eficiente, segura y responsable.

1.2.2 Objetivos organizacionales

Los objetivos organizacionales respecto al bienestar de los trabajadores es el de fortalecer la cultura de seguridad para mejorar los resultados y alcanzar la meta de cero accidentes. Para ello, la empresa posee el programa de Pacto por la Vida, la cual consiste en velar por el cumplimiento puntos críticos que pueden ocasionar una lesión grave o la muerte.

Respecto a la gestión social, Río Seco comparte objetivos con la empresa

Buenaventura:

- Mantener una relación cordial y de confianza con las comunidades del área de influencia de nuestras operaciones.
- Impulsar el desarrollo sostenible bajo una mirada de responsabilidad social compartida.

1.3. Productos Elaborados

La Compañía de Minas Buenaventura, por medio de su planta industrial Río Seco, procesa minerales extraídos de la mina Uchucchacua. El contenido de manganeso de los

concentrados es de 25%, lo cual es un alto porcentaje en el mercado internacional, por lo que la planta se encarga de producir concentrados con menos del 5% de manganeso. Esto se logra en el proceso de lixiviación, mediante el cual Río Seco consigue generar valor agregado al mineral de plata, pues incrementa la ley de concentrado de 140 Oz Ag/TM a 280 Oz Ag/TM (Compañía de Minas Buenaventura S.A.A., 2017). De esta manera, la procesadora ha hecho viable la explotación de zonas con gran potencial minero al lograr aumentar las reservas, antes consideradas inexplotables, para obtener rentabilidad inclusive de minerales con alto grado de impurezas.

Asimismo, mediante la investigación e innovación tecnológica, Río Seco ha logrado convertir los residuos de manganeso, generados durante la limpieza química de concentrados, en un producto químico de excelente calidad que es industrializado como sulfato de manganeso monohidratado. Río Seco produce anualmente más de 22,000 toneladas de este compuesto, el cual es usado como fertilizante en el sector agrícola en los países europeos. Debido a este gran volumen de producción, Perú es considerado uno de los principales productores de sulfato de manganeso monohidratado a nivel mundial.

1.4 Ciclo Operativo de la Empresa

El ciclo operativo de la empresa (ver Figura 1) está conformado en sus tres áreas principales: operaciones, finanzas y marketing. Además, estos vienen a estar asociados por un componente fundamental, que es el talento humano que posee la empresa para realizar y gestionar sus actividades. Dentro de este diagrama hemos identificado la lógica de entrada y salida, los cuales contemplan los insumos directos (materia prima de Uchucchacua), indirectos (combustible, electricidad, etc.) y los productos terminados.

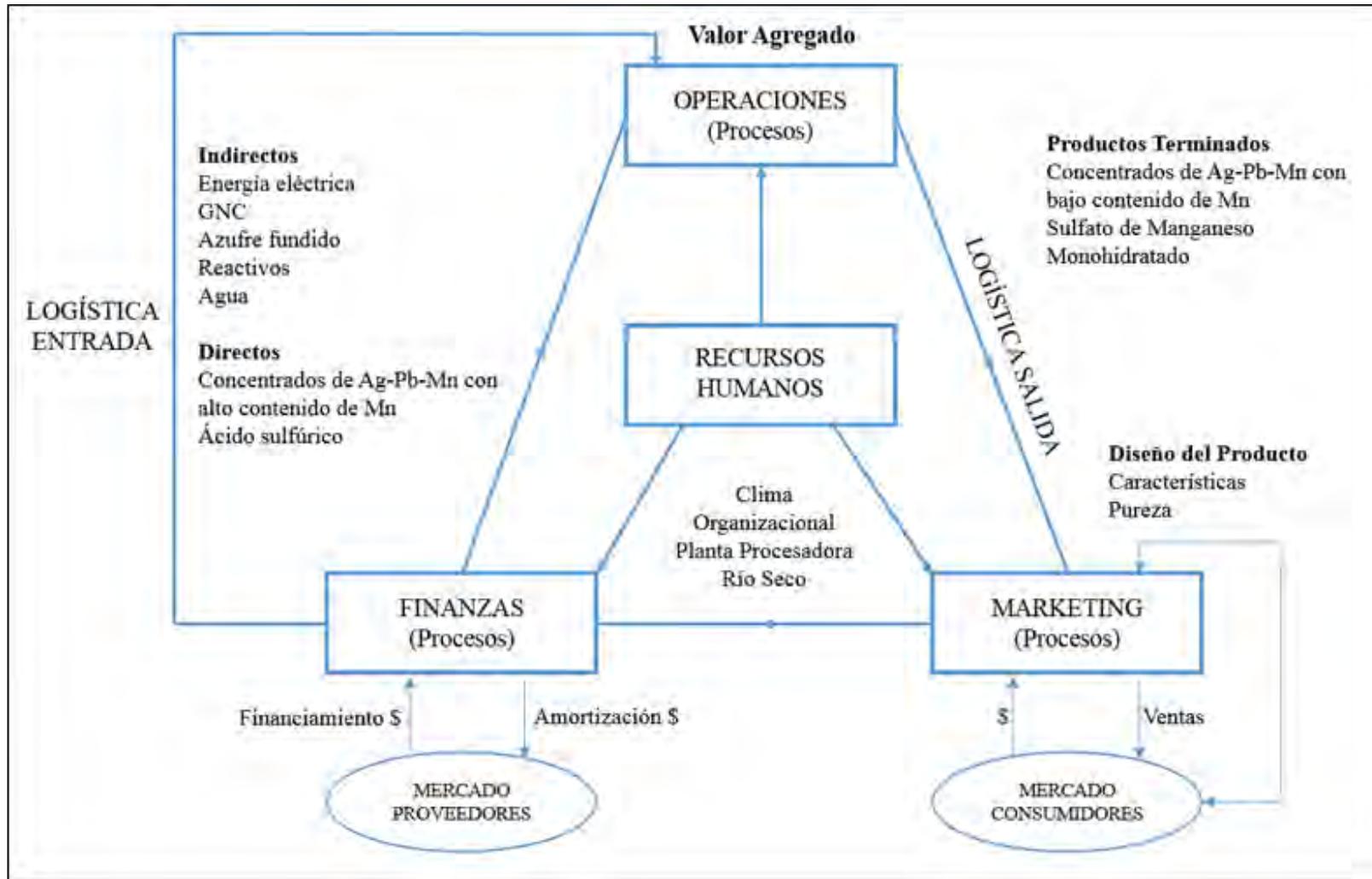


Figura 1. Ciclo Operativo de la planta Río Seco

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

La logística de entrada está directamente relacionada con las finanzas, ya que proveen los recursos económicos para el funcionamiento de las operaciones. En este caso, las finanzas de Buenaventura observan que la lixiviación en Río Seco es rentable para obtener un producto sin penalidad en el mercado extranjero. Las operaciones transforman los insumos de entrada a los productos terminados: (a) concentrado lixiviado, y (b) sulfato de manganeso monohidratado. Después, el área de conocimiento de marketing se encarga de la comercialización de los productos y del traslado entre empresa y cliente. El departamento de Comercial Lima se encarga de dirigir la cadena de insumos y productos terminados de acuerdo a las necesidades de los clientes (mercado).

1.5 Diagrama Entrada-Proceso-Salida

Dado que Río Seco es una planta química dedicada a la transformación de materias primas, los insumos en el diagrama de entrada-proceso-salida son los recursos minerales extraídos de la mina Uchucchacua, que son concentrados de Ag-Pb-Mn con alto contenido de manganeso. Para su procesamiento, intervienen tres plantas: (a) planta de lixiviación, (b) planta de ácido sulfúrico y (c) planta de cristalización.

La factibilidad de las operaciones es posible mediante el diseño del proceso productivo, el cual permite la obtención de concentrados con bajo contenido de manganeso y subproductos a partir del tratamiento del concentrado y sus insumos. Otro factor determinante en las operaciones de esta procesadora es la cultura organizacional y su paradigma de cero accidentes, que favorece constantemente el crecimiento de la empresa de manera sostenible. En la Figura 2, se presenta el diagrama de entrada-proceso-salida para la conversión de concentrados de Ag-Pb-Mn.

1.6 Clasificación según sus Operaciones Productivas

La procesadora industrial Río Seco se clasifica como una empresa de producción de bienes físicos, puesto que transforma los concentrados en productos con alto grado de pureza.

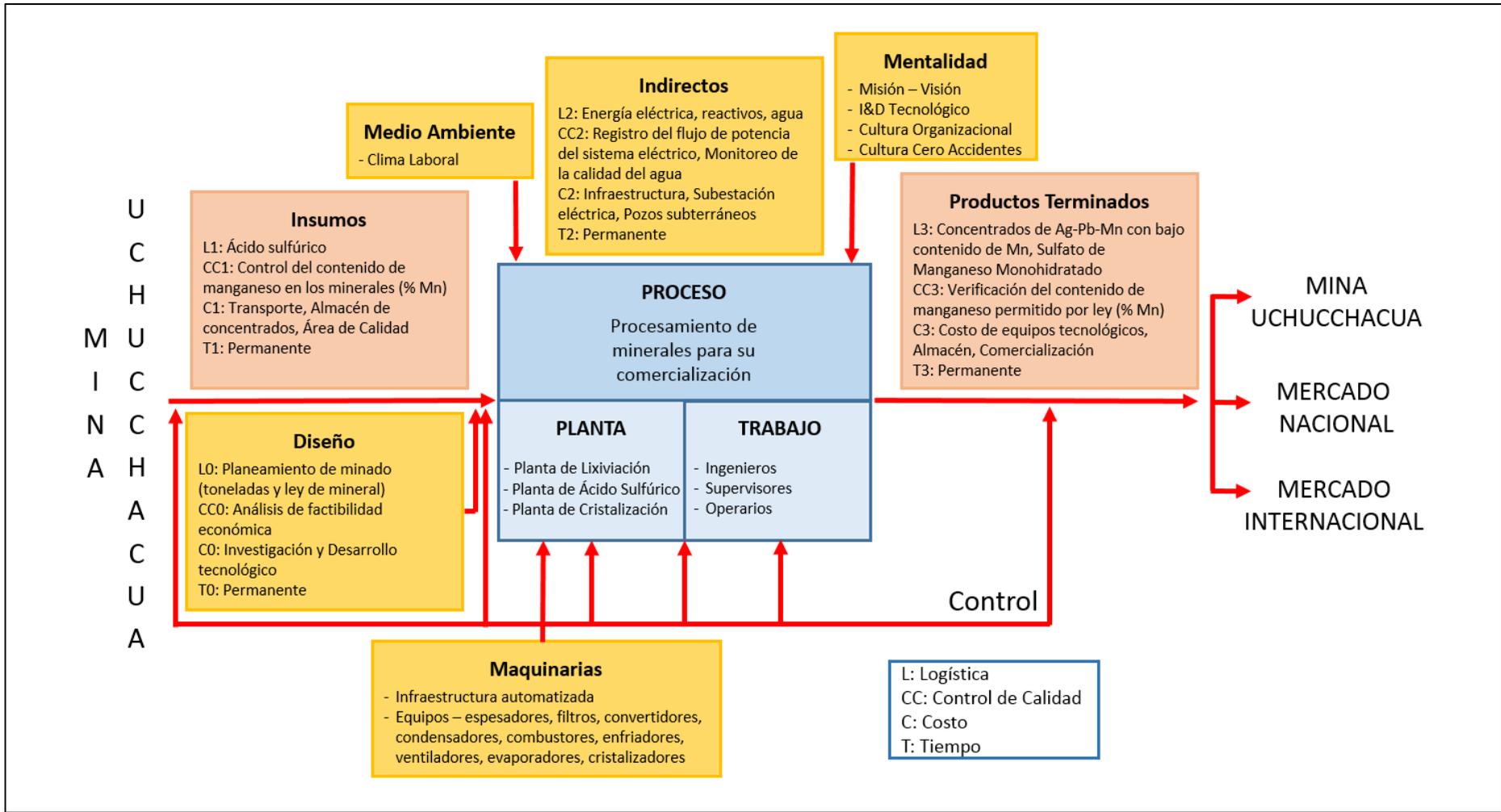


Figura 2. Diagrama de entrada/proceso/salida de la planta industrial Río Seco.
Adaptado de “Administración de las operaciones productivas,” por F. A. D’Alessio, 2012, p. 9. México D. F., México: Pearson.

Además, según las principales características de sus operaciones, Río Seco se clasifica como una empresa de conversión, ya que sus procesos implican la transformación de recursos minerales en estado no permitidos según ley, a productos con valor agregado. En la Figura 3 se esquematiza la clasificación de la planta Río Seco según sus operaciones productivas.

1.7 Matriz del Proceso de Transformación

En la matriz del proceso de transformación, la procesadora industrial Río Seco se ubica en el cuadrante Masivo-Continuo, ya que el volumen de producción es grande pero varía en función de la capacidad de extracción de la mina Uchucchacua, y continuo, pues los productos finales son normalizados mediante un procedimiento estandarizado de conversión. Asimismo, se caracteriza por el elevado grado de automatización de sus procesos y el requerimiento de personal de alta calificación en programación y mantenimiento de maquinarias especializadas, pues Río Seco maneja la supervisión de sus procesos con línea automatizada y monitoreo constante de las operaciones. En la Figura 4 se muestra la ubicación de la procesadora industrial Río Seco en la matriz del proceso de transformación.

+ Volumen de producción +		Una vez	Intermitente	Continuo
	Artículo único			
	Lote			
	Serie			
	Masivo			
	Continuo			
		- Frecuencia de producción +		

Figura 3. Clasificación de las operaciones productivas del proceso.
Adaptado de “Administración de las operaciones productivas,” por F. A. D’Alessio, 2012, p. 28. México D. F., México: Pearson.

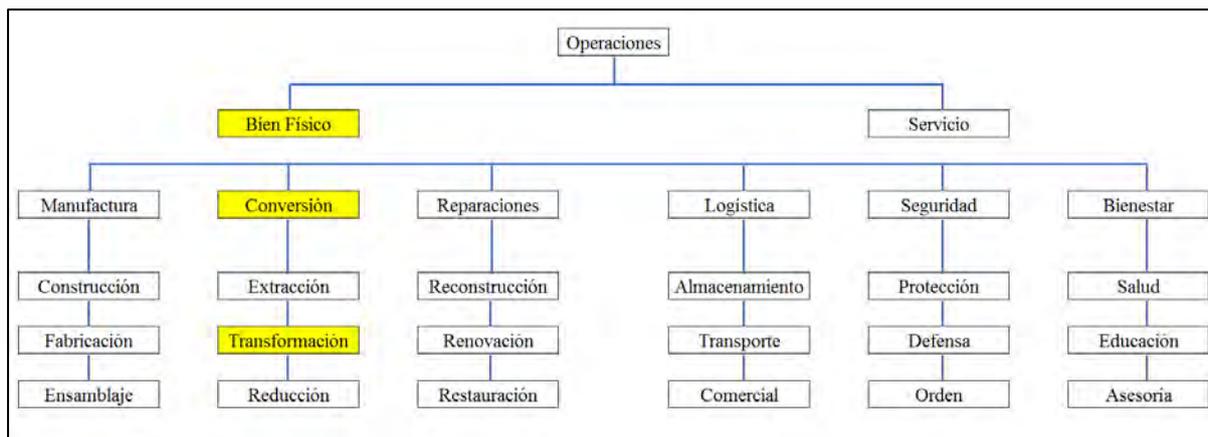


Figura 4. Matriz del proceso de transformación de la procesadora industrial Río Seco. Adaptado de “Administración de las Operaciones Productivas: Un enfoque en procesos para la Gerencia,” por F. A. D’Alessio, 2012, p. 29. México D. F., México: Pearson.

1.8 Conclusiones

- La procesadora industrial Río Seco es una empresa que cuenta con un sistema integral de procesos. Éstos son la base para los cambios estratégicos de la organización, ya que están permanentemente sometidos a revisiones para responder a la búsqueda de un mejor desempeño o a los cambios de mercados, clientes y nuevas tecnologías.
- El ciclo operativo muestra un gran desarrollo tecnológico e industrial; sin embargo, existen etapas en la cadena de abastecimiento que necesitan ser analizadas por su alto impacto en los resultados económicos.
- Los procesos de la planta química aún no permiten la obtención de un yeso comercializable, lo que genera un gasto de almacenamiento y transporte. Esta es una oportunidad que podría ser aprovechada por la empresa para la obtención de beneficios.
- La compañía muestra poco interés en maximizar beneficios por la venta de sulfato de manganeso al no ser el *core* (núcleo) del negocio.
- La operación de la compañía se encuentra en una zona socialmente amigable con la industria y se muestra proactiva ante las actividades metalúrgicas, por lo que los conflictos sociales son poco probables.
- El proceso es estandarizado, continuo y con pocas variaciones, por lo que los

controles de calidad se pueden realizar de manera frecuente, a través de un monitoreo constante.

- Debido al grado de automatización de los procesos de la planta, la empresa tiene la capacidad de minimizar costos, pues desarrolla economías de escala.



Capítulo II. Marco Teórico

En el presente capítulo se desarrollará el estado de conocimiento con relación al tema de la investigación para sustentar el análisis y las propuestas de mejora planteadas en cada uno de los siguientes capítulos. A continuación, se muestra el Mapa de Literatura con las referencias bibliográficas empleadas en el desarrollo de la investigación (ver Figura 5).

2.1. Ubicación y Dimensionamiento de la Planta

Tomando en consideración lo desarrollado por Chase et al. (2009), la toma de decisiones en función a la ubicación de la planta va en relación a dos criterios fundamentales: por un lado, la necesidad de cercanía al consumidor a fin de potenciar la competitividad en el mercado, que se refleja en un mejor tiempo de respuesta ante las dinámicas ocurridas; y, por otro lado, la necesidad de cercanía al colaborador, para disponer de una mayor y mejor mano de obra especializada. En esa misma línea, Collier y Evans (2015) afirman que los factores a tomar en cuenta para establecer la ubicación de la planta están ligados a: (a) acceso al cliente, (b) acceso al mercado, (c) capacidad de abastecimiento, (d) capacidad para retener fuerza laboral, (e) disponibilidad de mano de obra adecuada, (f) ubicación de la competencia, y (g) volumen de tráfico alrededor de la ubicación elegida. Por lo tanto, se evidencia la importancia estratégica de las decisiones sobre la ubicación y dimensionamiento de la planta para el desempeño de la empresa, las cuales en palabras de D'Alessio (2012), deben enmarcarse en el planeamiento general de las operaciones. Esto exige una participación activa de la alta dirección en la elección de la ubicación y dimensionamiento, teniendo en cuenta las implicancias directas que la misma conlleva en cuanto a la calidad, cantidad y capacidad de producir de manera óptima.

Mapa de Literatura - Capítulo II			
<p>2.1 Ubicación y Dimensionamiento de Planta</p> <p>Aquino, A., & De la Cruz, Y. (2015). Dimensionamiento y diseño de planta. Planeamiento</p> <p>Chase, R. B., Jacobs, F. R., Aquilano, N. J., Torres Matus, R., Montufar Benítez, M. A., Horton Muñoz, H., ... Mauri Hernández, M. E. (2009). Administración de operaciones: producción y cadena de suministros.</p> <p>Collier, D. A., & Evans, J. R. (2015). Administración de operaciones (5ta edición).</p> <p>D'Alessio, F. (2012). Administración de las operaciones productivas: un enfoque en procesos para la gerencia.</p>	<p>2.2 Planeamiento y Diseño de los Productos</p> <p>D'Alessio, F. (2012). Administración de las operaciones productivas: un enfoque en procesos</p> <p>Krajewski, L. J., Ritzman, L. P., & Malhotra, M. K. (2013). Administración de operaciones: procesos y cadena de suministro.</p> <p>Vilcarromero, R. (2017). La gestión en la producción (2da edición).</p>	<p>2.3 Planeamiento y Diseño del Proceso</p> <p>Campana, G., Barrios, R., Zans, R., & Jiménez, S. (2018). Diagnóstico operativo empresarial de la</p> <p>D'Alessio, F. (2012). Administración de las operaciones productivas: un enfoque en procesos para la gerencia.</p> <p>Heizer, J., & Render, B. (2009). Principios de administración de operaciones (7ª ed).</p>	<p>2.4 Planeamiento y Diseño de Planta</p> <p>Aquino, A., & De la Cruz, Y. (2015). Dimensionamiento y diseño de planta. Planeamiento</p> <p>D'Alessio, F. (2012). Administración de las operaciones productivas: un enfoque en procesos para la gerencia.</p>
<p>2.5 Planeamiento y Diseño del Trabajo</p> <p>D'Alessio, F. (2012). Administración de las operaciones productivas: un enfoque en procesos para la gerencia.</p>	<p>2.6 Planeamiento Agregado</p> <p>D'Alessio, F. (2012). Administración de las operaciones productivas: un enfoque en procesos para la gerencia.</p> <p>Holt, C. C., Modigliani, F., Muth, J. F., Simon, H. A., Bonini, C. P., & Winters, P. R. (1960). Planning Production, Inventories, and Work Force.</p> <p>Taha, H. A. (2012). Investigación de operaciones.</p>	<p>2.7 Programación de Operaciones Productivas</p> <p>D'Alessio, F. (2012). Administración de las operaciones productivas: un enfoque en procesos para la gerencia.</p> <p>Saaty, T. L. (2000). Fundamentals of decision making and priority theory with the analytic hierarchy process (Vol. 6).</p>	<p>2.8 Gestión de Costos</p> <p>Backer, M., Jacobsen, L., & Ramírez, P. D. N. (1983). Contabilidad de costos: Un enfoque administrativo para la toma de decisiones.</p> <p>D'Alessio, F. (2012). Administración de las operaciones productivas: un enfoque en procesos para la gerencia.</p>
<p>2.9 Gestión Logística</p> <p>D'Alessio, F. (2012). Administración de las operaciones productivas: un enfoque en procesos para la gerencia.</p> <p>Parada Gutiérrez, Ó. (2009). Un enfoque multicriterio para la toma de decisiones en la gestión de inventarios.</p>	<p>2.10 Gestión y Control de Calidad</p> <p>D'Alessio, F. (2012). Administración de las operaciones productivas: un enfoque en procesos para la gerencia.</p> <p>Deming, W. E. (1989). Calidad, productividad y competitividad: la salida de la crisis.</p> <p>Drummond, H. (2001). La calidad total: El movimiento de la calidad.</p> <p>Gaither, N., Sánchez, G. G., & Frazier, G. (2000). Administración de producción y operaciones.</p>	<p>2.11 Gestión de Mantenimiento</p> <p>Colmenares, O. G., & Villalobos, D. E. (2014). Prospectiva metodológica para el mantenimiento preventivo.</p> <p>González, F. (2014). Auditoría del mantenimiento e indicadores de gestión.</p> <p>Mora, L.A. (2009). Mantenimiento: planeación, ejecución y control.</p>	<p>2.12 Cadena de Suministro</p> <p>Ballou, R. (2004). Logística. Administración de la cadena de suministro (5ta edición).</p> <p>Chopra, S., & Meindl, P. (2008). Administración de la cadena de suministro: estrategia, planeación y operación (3ra edición).</p> <p>Stock, J. R., & Lambert, D. M. (2001). Strategic Logistics Management (4th ed).</p>

Figura 5. Mapa de Literatura

A partir de la propuesta de D'Alessio (2012), se toma en cuenta que el dimensionamiento de una planta es muy importante para las operaciones de una empresa, ya que está directamente relacionada con su capacidad productiva. Es por ello que afirma que las decisiones sobre la misma deben ser llevadas a cabo por los directivos de la organización, teniendo en cuenta para ello una serie de variables, las cuales se presentan a continuación:

1. Nivel de demanda
2. Gama de productos
3. Tecnología del proceso
4. Grado de integración vertical
5. Tipo de maquinaria a utilizar
6. Rendimiento del recurso humano
7. Capacidad financiera para la inversión
8. Probable comportamiento de la competencia
9. Costo de la distribución o costo de atender rápidamente al mercado
10. Costo de la falta de capacidad
11. Ubicación de la planta

Por su parte, Aquino y De la Cruz (2015) sostienen que el tamaño de la planta va en función de la sostenibilidad del proceso productivo, el cual parte de la consideración de los requerimientos de los grupos de interés. De esta forma, el dimensionamiento de la planta puede darse a partir de la interacción entre (a) el nivel de la demanda, (b) la disponibilidad de insumos, (c) su ubicación propiamente dicha y (d) el plan estratégico de la empresa.

2.2. Planeamiento y Diseño de los Productos

El planeamiento y diseño del producto resulta una parte fundamental para la competitividad de la empresa y su posicionamiento en el mercado, ya que implica usar los

recursos de la empresa a fin de satisfacer las necesidades de sus clientes. Ello implica un proceso de creación, el cual según D'Alessio (2012) está dividido de la siguiente manera:

- Generación de la idea, la cual puede darse a partir de la identificación de necesidades específicas en los consumidores o de las capacidades tecnológicas existentes.
- Selección del producto, el cual pasa previamente por un filtro de evaluación de las ideas generadas en la fase anterior, basado en el potencial de mercado, factibilidad financiera y factibilidad de elaboración.
- Diseño preliminar, relacionado con la propuesta base para la creación del nuevo producto.
- Construcción del prototipo, que sirve para recolectar información en base al desenvolvimiento del producto en entornos reales.
- Pruebas, a fin de conocer la aceptación del público objetivo y hacer mejoras al respecto.
- Diseño definitivo del producto y su proceso, a fin de iniciar la actividad productiva.

De esta forma, la importancia del diseño del producto recae cuando se genera valor agregado en el producto. Es ahí donde se materializa la misión y se proyecta la visión, interviniendo para ello la capacidad humana para transformar un recurso en un bien o servicio. En la misma línea, Krajewski, Ritzman y Malhotra (2013) sostienen que la etapa del diseño resulta fundamental, puesto que viene a ser uno de los nodos que vincula aquello que se trabaja internamente en la empresa con la promesa de valor hacia los clientes, pasando por la estructura y recursos necesarios que están presentes en la cadena de suministro.

Por su parte, siguiendo la misma línea propuesta, Vilcarromero (2017) postula que existe una serie de etapas que dan forma a esa transformación, iniciando con la generación de la idea en función de su potencial de mercado, siguiendo el diseño preliminar vinculado a la factibilidad financiera, la cual determinará la selección del diseño final del producto. Acto

seguido se procede a establecer los lineamientos de calidad y costos asociados, para dar paso posteriormente a la construcción del prototipo con el objetivo de hacer las pruebas correspondientes para analizar su desempeño real y así quedar listo para su producción.

2.3. Planeamiento y Diseño del Proceso

Tomando como base lo dicho por Campana, Barrios, Zans y Jiménez (2018), los procesos vienen a ser en sí la unidad fundamental que organiza el trabajo en una organización, presente en todo nivel y área dentro de la misma. Es por ello que la alta dirección debe asegurarse que los procesos estén alineados a generar valor a través de la transformación de los recursos empleados para así maximizar los beneficios percibidos por los clientes. En efecto, Heizer y Render (2009) sostienen que los procesos deben nutrirse de las características y especificaciones que manifieste el cliente, sin dejar de cumplir los marcos que dirigen la gestión de costos o alguna otra restricción dentro de la organización. De esta forma, el objetivo principal se basará en contar con un sistema de procesos que, según D'Alessio (2012), permita producir bienes o servicios en el momento adecuado y con el menor costo posible.

2.4. Planeamiento y Diseño de Planta

Según D'Alessio (2012), el planeamiento y diseño de planta centra su razón de ser en la eficiencia, traducida en la capacidad de organizar estratégicamente los equipos, materiales y personas, así como su ubicación, espacios y distribución. De la misma forma, tiene que ver con el flujo de almacenamiento, y los procesos de entrada y salida de los productos terminados. En ese sentido, un buen diseño de planta significará: (a) el incremento del nivel de seguridad de los trabajadores, (b) simplificación del proceso de producción y con ello una pronta reducción de tiempo, (c) aumento de la productividad y nivel de producción, (d) reducir niveles de demoras y atrasos, (e) gestión eficiente del espacio, (f) maximización del uso de recursos humanos y materiales, (g) minimización de la manipulación de insumos o

materiales, (h) reducción de la cantidad de recursos empleados, (i) facilitación para la gestión de cambios, (j) aumento de la satisfacción laboral, y (k) capacidad de mejora continua y supervisión del proceso. En ese sentido, se indica que la distribución de la planta puede clasificarse teniendo en cuenta dos criterios: el flujo de trabajo y la función de sistema productivo. De esta forma, según el flujo de trabajo se tienen las siguientes consideraciones:

1. Distribución por producto: de acuerdo con la secuencia de actividades necesarias para la fabricación de un producto o gama de productos.
2. Distribución por proceso: de acuerdo con el tipo de operación que un conjunto de máquinas y equipos realicen de manera continua y similar.
3. Distribución celular: es una modificación que permite agrupar un conjunto de máquinas y personas con el fin de elaborar productos relacionados a gran escala dentro de una misma instalación.
4. Distribución por posición fija: aquella en la cual el producto se mantiene en un mismo lugar, haciendo que el desplazamiento sea dado más bien por los distintos medios de producción necesarios.

Asimismo, según la función del sistema productivo, se puede clasificar la distribución de acuerdo con las siguientes características:

1. Distribución de Almacenamiento: relacionado con la colocación selectiva de diversos materiales, con el objetivo de minimizar el costo total del manejo de los mismos, a partir de una combinación óptima entre espacio y recursos a ubicar.
2. Distribución de Marketing: referido al arreglo de los componentes de manera que estén ordenados y se facilite la venta o publicidad de un producto, asumiendo que las ventas varían de acuerdo con la exposición de los productos al cliente.
3. Distribución de Proyectos: referente al ordenamiento de los componentes en torno a los requerimientos especiales del proyecto.

Por su parte, Aquino y De la Cruz (2015) sostienen que la distribución toma un valor importante en la gestión de la planta, la cual se puede realizar hasta de tres formas:

1. Por procesos, en donde las máquinas, equipos y el personal se agrupan en función de los procesos productivos. Aquí la empresa se organiza en relación al flujo del producto dentro del proceso.

2. Celular, vinculado a la reducción de costos y recursos a través de la automatización.

3. De punto fijo, es decir, se proyecta la ubicación del producto en un lugar fija, desplazándose los equipos alrededor del mismo. Esta forma es usualmente apropiada cuando se elabora productos de grandes dimensiones, ya que permite enfocarse en un solo espacio de trabajo.

2.5. Planeamiento y Diseño del Trabajo

Para D'Alessio (2012) la gerencia debe ejecutar cuatro fases: (a) diseño del trabajo, (b) satisfacción en el trabajo, (c) métodos del trabajo y economía de movimientos, y (d) medición del trabajo. En primer lugar, el diseño del trabajo consiste en detallar el contenido de cada puesto, junto con las responsabilidades de cada empleado, especificando las tareas, la forma cómo deben hacerse, el cuándo y el dónde. En segundo lugar, la satisfacción en el trabajo que puede ser definida como la actitud general de un empleado hacia su trabajo. De esta forma, una persona con un alto nivel de satisfacción tiene una actitud positiva hacia el trabajo, mientras que una persona insatisfecha con su trabajo tiene una actitud negativa. En tercer lugar, los métodos del trabajo y economía de movimientos se enfocan en cómo llevar a cabo al trabajo buscando eficiencia y eficacia, al mismo tiempo que se consideran las necesidades de los trabajadores.

Finalmente, se tiene a la medición del trabajo, que consiste en estimar el tiempo que cada empleado invierte en completar determinada tarea, según las normas preestablecidas.

Así, al medir el trabajo se busca lo siguiente: (a) evaluación del comportamiento del

colaborador, (b) planeamiento de las necesidades de los trabajadores, (c) planeación de la capacidad, (d) establecimiento de precios, (e) control de costos, (f) programación de operaciones, y (g) definición de los incentivos salariales.

2.6. Planeamiento Agregado

De acuerdo con D'Alessio (2012), el planeamiento agregado es el proceso mediante el cual se realiza una planificación de la cantidad y el tiempo (momento adecuado) de las operaciones productivas en el corto plazo, y se adecúa el régimen de producción, la utilización de los inventarios y de otras variables controlables. El término agregado implica que la planeación se realiza en una sola medida de producción o en unidades homogéneas, tales como número de automóviles, litros de helado o toneladas de acero.

El planeamiento agregado es una actividad de responsabilidad primordial de la función de operaciones, sin embargo, requiere la cooperación y coordinación de las otras áreas de la empresa, las cuales cumplen un rol importante que se explica a continuación:

- Finanzas: para el desarrollo inicial del presupuesto.
- Marketing: para determinar la oferta futura de producción de la empresa y con ello el servicio al cliente.
- Recursos humanos: para la planeación del personal, reclutamiento y decisiones de horas extras.
- Logística: para el manejo de inventarios y su capacidad de almacenamiento, distribución física, manipulación, entre otros.

Según Taha (2012), el planeamiento agregado es, gerencialmente, una “decisión negociable” de alto nivel que coordina las actividades de marketing, finanzas, logística, recursos humanos y operaciones; y considera los siguientes aspectos:

1. Objetivos de utilidades a política empresarial.
2. Pronósticos y demanda a estrategia de marketing.

3. Planes de ventas a estrategia comercial.
4. Objetivos de inventarios a estrategia logística.
5. Planes presupuestales y de capital a estrategia financiera.
6. Capacidad y disponibilidad de mano de obra a estrategia laboral.
7. Capacidad y disponibilidad de planta y facilidades a estrategia operativa.

Asimismo, se debe considerar que existen modificadores de la demanda, los cuales se reflejan en las variables: (a) precio diferencial, (b) publicidad y promociones, (c) trabajo pendiente o reservaciones, y (d) desarrollo de productos complementarios. Al cambiar alguna de estas variables, se pueden aplicar las estrategias listadas en la Tabla 1, de forma que la organización responda de manera adecuada y no se vea perjudicada (Holt et al., 1960).

Tabla 1
Estrategias del Planeamiento Agregado

Estrategia	Método de satisfacer demanda	Debilidades
Uso del inventario para nivelación	Producir para inventario durante los periodos de producción baja, reducir inventarios	Costo de mantener inventario
Postergación del exceso de demanda	Diferir las órdenes, los pedidos y servicios hasta después, cuando la producción se nivele con la demanda	Satisfacción del cliente disminuido. Necesidad de un mercado controlado
Variación de tamaño de la fuerza laboral	Aumentar trabajadores (y posibles turnos) cuando la demanda excede la producción normal; reducir trabajadores cuando la demanda está por debajo de la normal	Disponibilidad, entrenamiento y productividad de trabajadores adicionales eventuales
Variación de la producción con sobretiempos y tiempos de parada	Trabajar horas adicionales para llevar la producción por encima de la normal, permite tiempo de inactividad cuando la demanda está por debajo de la normal	Costo de planilla de trabajadores en inactividad, mayor costo y menor productividad de las horas de sobretiempo
Subcontrato para satisfacer el exceso de demanda	Contratar a otras firmas cuando la demanda exceda la producción	Mayor costo de bienes contratados; menor control de calidad
Uso de la capacidad instalada total	Trabajar al máximo las máquinas	Problemas de mantenimiento y desgaste de máquinas

Además, con el fin de optimizar la planificación agregada, D'Alessio (2012) propone la siguiente guía operacional:

- Determinar la política de la empresa con relación a las variables controlables.
- Usar un buen pronóstico como base para el planeamiento.
- Planear las unidades apropiadas según la capacidad.
- Mantener la fuerza laboral tan estable como sea práctico.
- Mantener el control requerido sobre los inventarios.
- Mantener la flexibilidad necesaria para los cambios.
- Responder a la demanda de una manera controlada.
- Evaluar el plan de manera regular.

En suma, se debe de considerar el “Flujograma del Plan Agregado” propuesto en la Figura 6. El planeamiento agregado implica la selección de los niveles de producción y las estrategias de satisfacción de la demanda en el corto plazo. Las estrategias nacen de la adopción del uso de recursos que pueden ser:

1. El tamaño de la fuerza de trabajo.
2. Los niveles de inventarios.
3. Los niveles de producción.

Finalmente, la forma de enfrentar una demanda cambiante en el horizonte del tiempo, que puede ser mensual o estacional (ver Figura 6).



Figura 6. Flujograma de Plan Agregado.

Tomado de *Administración de las operaciones productivas* por F. D'Alessio, 2012.

2.7. Programación de Operaciones Productivas

La programación de las operaciones productivas puede considerarse como la fase de puesta en marcha de la planificación, ya que convierte las decisiones sobre instalaciones, capacidad, recursos humanos, plan agregado y programa maestro en secuencias de tareas y asignaciones específicas de personal, materiales y maquinaria (D'Alessio, 2012). El diseño de un sistema de programación requiere:

- Asignar pedidos, medios de producción y personal a los puestos de trabajo.
- Determinar la secuencia idónea para el cumplimiento del pedido.
- Iniciar la realización del trabajo programado.
- Vigilar el estado de los pedidos a medida que se van cumplimentando a través del sistema.
- Ser expeditivo en el envío de los pedidos retrasados, difíciles o especiales.
- Revisar el programa a la luz de cualquier cambio introducido en el orden de ejecución de los pedidos.

Adicionalmente a los criterios mencionados, se debe también considerar el estado de la naturaleza en el cual se encuentra la empresa (ver Figura 7), los cuales se refieren al grado de incertidumbre que se maneja en las actividades a realizar. De acuerdo con este nivel, se puede aplicar un tipo de herramienta específico para la programación de las operaciones productivas (Saaty, 2000).

Existen métodos cuantitativos para realizar la programación de nuestras actividades productivas, los cuales se listan a continuación:

1. Programación lineal:

- Útil cuando debe hacerse una elección entre numerosas opciones.
- Se usa cuando se requiere determinar combinaciones óptimas de los recursos destinados a lograr algún objetivo.

- Algoritmos de propósitos especiales: métodos del transporte y de la asignación.
- Métodos gráficos, analíticos y uso del computador.
- Programación entera, dinámica y metas.
- Producción masiva y continua.

2. Simulación: estudio del estado del problema bajo condiciones probabilísticas con uso extensivo de medios computacionales.

3. Teoría de Colas:

- Estudia la llegada errática a algún servicio de capacidad limitada.
- Los modelos permiten calcular la longitud de las futuras colas, tiempo promedio por cada persona que espera, servicios ocupados y facilidades requeridas adicionales.
- Producción por lotes y serie.

4. Teoría de redes:

- Permiten enfrentar complejidades de los grandes proyectos
- Reducen significativamente el tiempo necesario para planear y fabricar productos complejos.
- Técnicas usadas: PERT, CPM, PERT/costo y programación con limitación de recursos.

- Producción única y proyectos.

5. Análisis de Markov:

- Permite predecir cambios en el tiempo cuando la información acerca del comportamiento de un sistema es conocido.

- Permite conocer la preferencia de los consumidores en el tiempo.

6. Gráficas: Permite un mejor análisis de la situación y facilita el convencimiento.

Por último, se muestra en la Figura 8 el sistema de programación específico, el cual representa las etapas detalladas en las que se visualizan los requerimientos de materiales y

capacidades como resultado del análisis y comparación del programa maestro y la lista del inventario con la que se cuenta.



Figura 7. Estado de la Naturaleza.

Tomado de *Administración de las operaciones productivas* por F. D'Alessio, 2012.

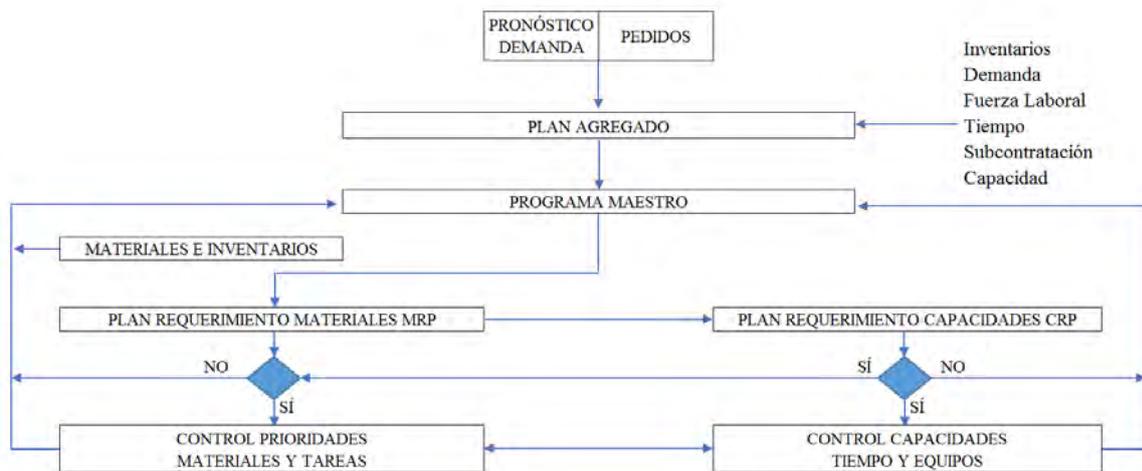


Figura 8. Sistema de programación específico.

Tomado de *Administración de las operaciones productivas* por F. D'Alessio, 2012.

2.8. Gestión de Costos

Las decisiones concernientes al planeamiento agregado, su mano de obra y sus niveles de inventario influyen en varios costos relevantes:

- Costo de contratación y despido
- Costo de tiempo extra y tiempo de parada
- Costos de mantenimiento de inventarios

- Costos de los subcontratistas
- Costo de la mano de obra eventual
- Costo de faltantes de inventario

2.8.1 Identificación del costo

Para D'Alessio (2012), la gestión de costos forma parte del control de las operaciones productivas. El costo es un sinónimo de recurso y se incurre en ellos cuando se utilizan insumos o recursos, tales como materiales, maquinarias o mano de obra, entre otros.

Usualmente, el costo se asocia con el recurso monetario o dinero, pero es mucho más amplio y se refiere al consumo de cualquier recurso. Alguna decisión relacionada con los recursos, como el mantenimiento, su gestión u operación, genera costos, y se incurre en éstos esperando alcanzar beneficios para la organización. Backer, Jacobsen, & Ramírez (1983) identificaron los siguientes tipos de costos: (a) de oportunidad, (b) explícitos, (c) implícitos, (d) incrementales, (e) irrelevantes y (f) hundidos.

2.9. Gestión Logística

Según D'Alessio (2012), la logística es la actividad mediante la cual se abastece a la empresa de los recursos necesarios en la cantidad requerida, en el momento deseado y con el costo pertinente. Asimismo, la logística total está compuesta por la logística del diseño del producto, la logística de entrada (insumos), logística del proceso e indirectos, logística de salida (productos) y logística de posventa (servicios). Los modelos más conocidos se fundamentan en la minimización de costos, sobre todo la de los inventarios. La búsqueda de la logística ideal está ligada a la metodología Justo a Tiempo (JIT); por ello resulta importante la correcta gestión de los inventarios.

Según Parada (2009), un sistema de control de inventario eficiente no trata por igual a todos los renglones en existencia, sino que aplica métodos de control y análisis en correspondencia con la importancia económica relativa de cada producto. En la práctica, se

diferencia la gestión de inventario con la dependencia de las características de los artículos que lo componen y, según la literatura revisada, se recomienda el método de clasificación ABC, a partir de una variable o parámetro base cuantitativo.

2.10. Gestión y Control de Calidad

Deming (1989), el principal referente de la calidad total, definió 14 principios para transformar la gestión de las empresas occidentales, basados en el desarrollo de la calidad y la productividad, a fin de mejorar el nivel de vida de todos, incidiendo en el involucramiento y acción de todos los niveles de la organización (D'Alessio, 2012).

Gaither y Frazier (2000) indicaron que, para las empresas de clase mundial, la calidad en los productos y servicios empieza al formularse la estrategia empresarial, única e innovadora que los distinga del resto y orientada al largo plazo. La calidad mueve el engranaje de la productividad en todos los niveles de la organización. Se busca dejar de depender de la inspección para identificar defectos, pues se enfocan en hacer todo bien desde la primera vez. Aplican la administración de calidad total (TQM), donde los clientes son su primera prioridad. Los tres preceptos básicos de Edward Deming así lo demuestran: (a) orientación al cliente, (b) mejora continua (ver Figura 9), y (c) la calidad establecida por el sistema (Drummond, 2001).

2.11. Gestión del Mantenimiento

Dependiendo del tipo de empresa, éstas se enfocarán en procesos específicos. Sin embargo, el mantenimiento aplica a todas, pero más aún a las manufactureras que, debido a su logística, requieren optimizarlo a través medios tecnológicos que agilicen la gestión y no retrasen la producción. El mantenimiento también tiene impacto en la competitividad de la empresa, así como el nivel de innovación y la complejidad de los sistemas que pueda utilizar, tanto en las áreas administrativas y operacionales, el cual siempre debe de definir objetivos, ambiente y capacitación para efectuar el mismo y garantizar su efectividad (Fuentes, 2015).

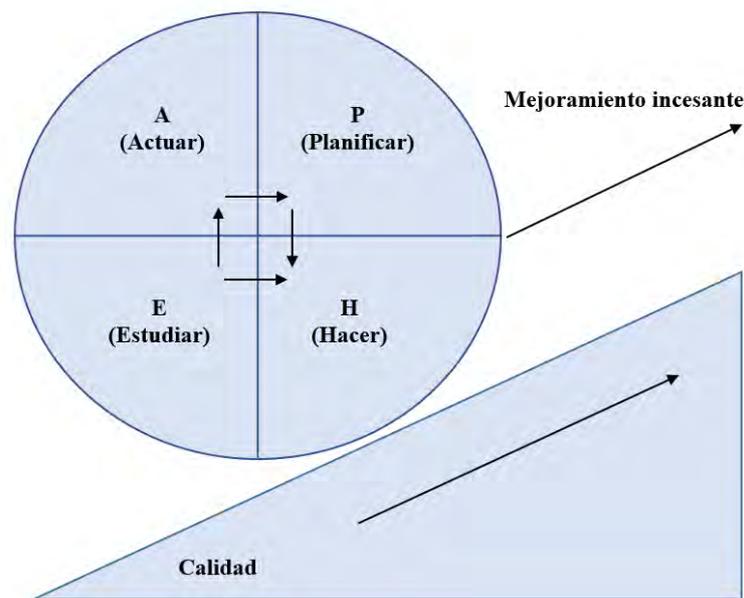


Figura 9. Ciclo de Mejora Continua.

Tomado de *Administración de las operaciones productivas* por F. D'Alessio, 2012.

2.11.1 Mantenimiento preventivo

Permite contar con el adecuado funcionamiento de los activos o equipos, eliminando o minimizando la probabilidad de falla. Estos mantenimientos son programados, predictivos, integrales y enfocados en mejorar la productividad (ver Figura 10).

2.11.2 Mantenimiento correctivo

Solamente se realiza ante la ocurrencia de una falla, por lo que se limita a acciones que no fueron programadas con anterioridad. Usualmente implican la paralización de las operaciones, lo que causa retrasos en la entrega de productos terminados. Para algunas personas, esto no es un mantenimiento, sino realmente una reparación.

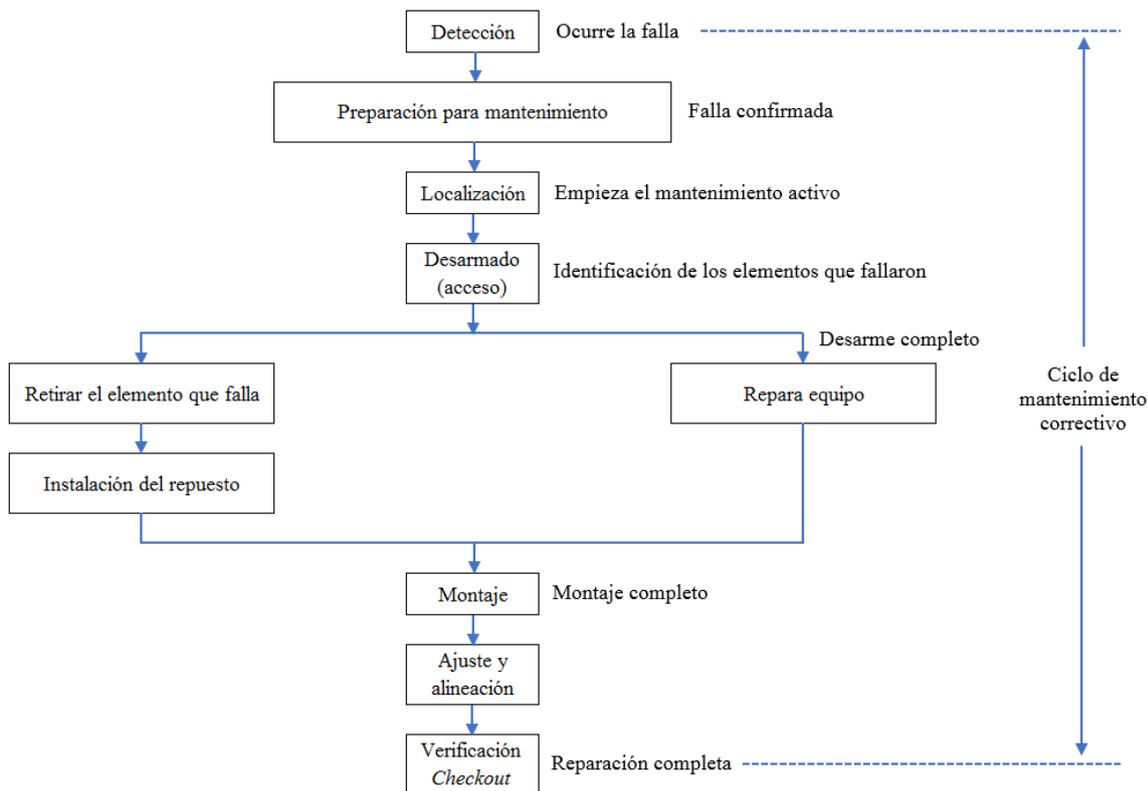


Figura 10. Flujograma de mantenimiento preventivo.

Tomado de *Administración de las operaciones productivas* por F. D'Alessio, 2012.

2.12. Cadena de Suministro

La cadena de suministro, según Chopra y Meindl (2008), es un sistema compuesto por todas las partes involucradas, directa o indirectamente, en satisfacer una solicitud de un cliente, tales como: proveedores, transportistas, fabricantes, almacenistas, operadores logísticos, distribuidores, detallistas, entre otros. Por otro lado, la Administración de la Cadena de Suministro o *Supply Chain Management* (SCM por sus siglas en inglés) son, según Ballou (2004), todas las actividades relacionadas con el flujo y transformación de bienes o servicios desde las etapas iniciales extractivas hasta la entrega al usuario final, esto incluye también los flujos de información. Por su parte, Stock y Lambert (2001) definieron a la cadena de suministro como la integración de las principales funciones de una organización, iniciando en el usuario final y llegando hasta los proveedores originales de los productos o servicios, agregando valor a todos los grupos interesados o *stakeholders*. Además, clasificaron en dos tipos a los miembros de la cadena de suministros: (a) los primarios,

referidas a aquellas empresas autónomas que realizan sus actividades para satisfacer las necesidades de sus clientes; y (b) las de soporte, que proveen los recursos a las primarias para que cumplan con sus objetivos.



Capítulo III. Ubicación y Dimensionamiento de la Planta

En este capítulo se describe la ubicación actual y el dimensionamiento de la planta de Río Seco, y se evalúa la capacidad actual instalada de la unidad de procesamiento de mineral, para realizar un análisis que permita calificar si es apropiada. En su defecto, se formulan propuestas de mejora en base a la evaluación realizada, con la finalidad de que la empresa optimice sus procesos y el desempeño de sus operaciones.

3.1. Dimensionamiento de Planta

La procesadora divide sus procesos productivos en tres plantas. La primera de ellas es la planta de lavado ácido, la cual trata por día alrededor de 32,435 toneladas métricas secas (TMS) de concentrado provenientes de Uchucchacua, cuyas leyes promedio del 2018 fueron 129.4 oz/t de plata, 10.9% de plomo y 25.7% de manganeso. Río Seco lixivia concentrado de Plomo y Plata (Pb-Ag) de alto contenido de manganeso (25%) con ácido sulfúrico y produce un concentrado con bajo contenido de manganeso (<5%), dando un valor agregado al mineral de plata, al incrementar la ley de 140 Oz Ag/TM a 220 Oz Ag/TM. Después del lavado ácido, las leyes obtenidas del concentrado se muestran en la Tabla 2 (Compañía de Minas Buenaventura S.A.A, 2017).

Tabla 2
Leyes del Concentrado de Plata

	TMS ¹	Plata Oz ² /TMS	Plomo %	Manganeso %
Concentrado de mina	32,435.3	129.4	10.9	25.7
Concentrado lavado	19,862.9	210.4	17.8	3.4

Nota. Tomado de “Memoria Anual 2017” por Compañía e Mina Buenaventura S.A.A., 2017(p. 44)

¹TMS = toneladas métricas secas

²OZ = onzas

La segunda planta es de ácido sulfúrico, la cual produce aproximadamente 17,014 TM de ácido sulfúrico con 98% de pureza, mediante la tecnología WSA (*Wet Sulphuric Acid*) que es limpia y amigable con el medio ambiente (ver Figura 11). El 52.8% del ácido sulfúrico se produce a partir de la fundición de azufre; y el 47.2%, a partir de los gases (H_2S) producidos en la planta de lavado ácido (ver Figura 12). Y por último, la tercera planta de cristalización (ver Figura 13) que produjo alrededor de 20,000 TMS de sulfato de manganeso monohidratado en el año 2017.

Asimismo, las instalaciones de Río Seco cuenta con un Centro de Investigaciones e Innovación Tecnológica de Buenaventura, que consiste en una planta piloto donde se realizan investigaciones enfocadas en el desarrollo de procesos industriales para la producción de cobre catódico a partir de concentrados de cobre con enargita provenientes de El Brocal.

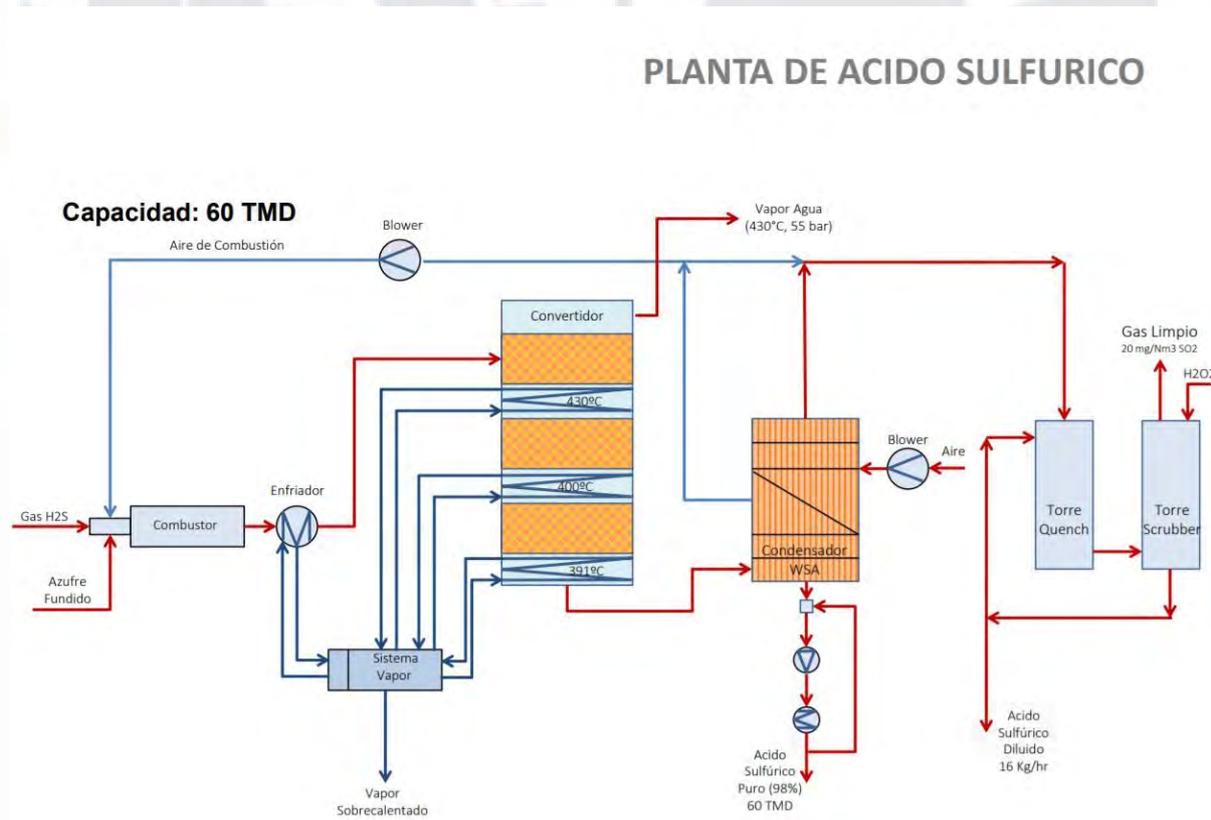


Figura 11. Proceso de la Planta de Ácido Sulfúrico.

Tomado de "Planta De Sulfato De Manganeso Monohidratado", por De la Cruz, 2015. Lima, Perú: Perumin.

PLANTA DE LAVADO ACIDO

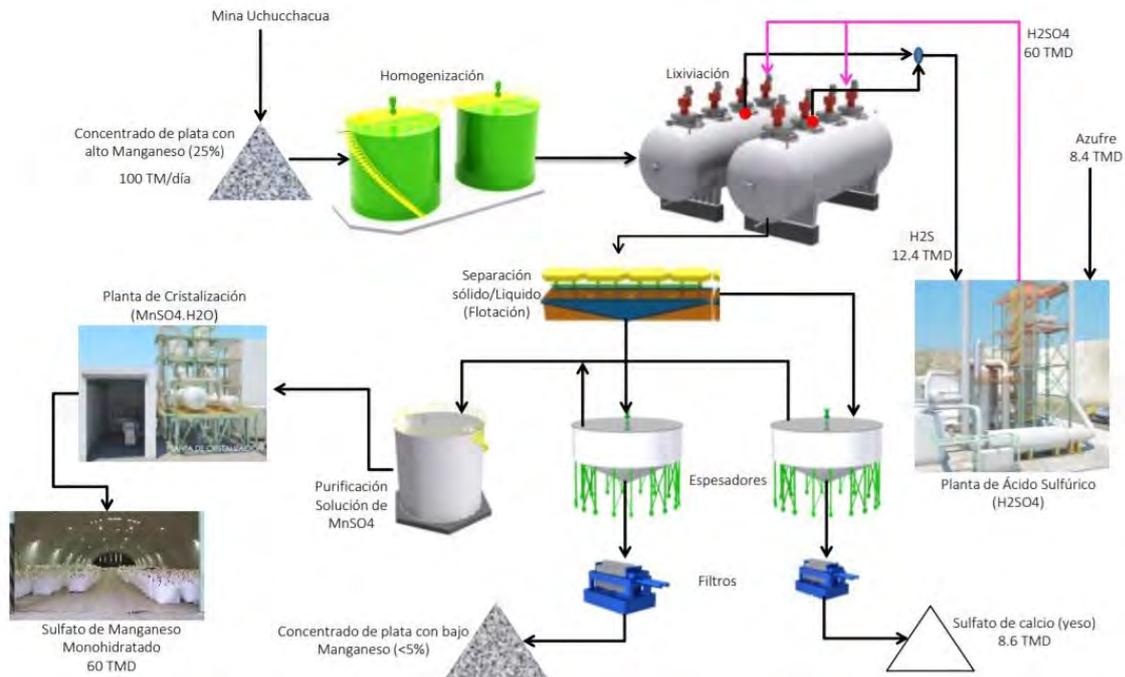


Figura 12. Proceso de la Planta de Lavado de Ácido.

Tomado de “Planta De Sulfato De Manganeseo Monohidratado”, por De la Cruz, 2015. Lima, Perú: Perumin.

PLANTA DE CRISTALIZACIÓN

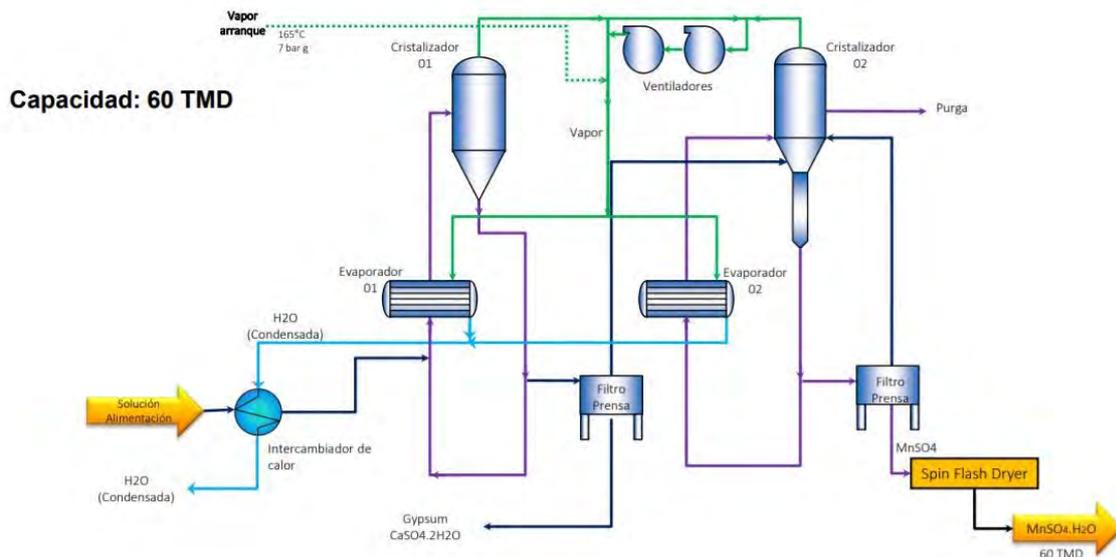


Figura 13. Proceso de la Planta de Cristalización.

Tomado de “Planta De Sulfato De Manganeseo Monohidratado”, por De la Cruz, 2015. Lima, Perú: Perumin.

La capacidad de cada una de estas plantas está ligada a la demanda de producción existente en el mercado, la cual se puede conocer a partir de índices de consumo y de producción. En la Figura 14, se observa data porcentual acerca del sulfato de manganeso monohidratado, en donde se puede afirmar que actualmente la producción mundial es equivalente a la demanda mundial.

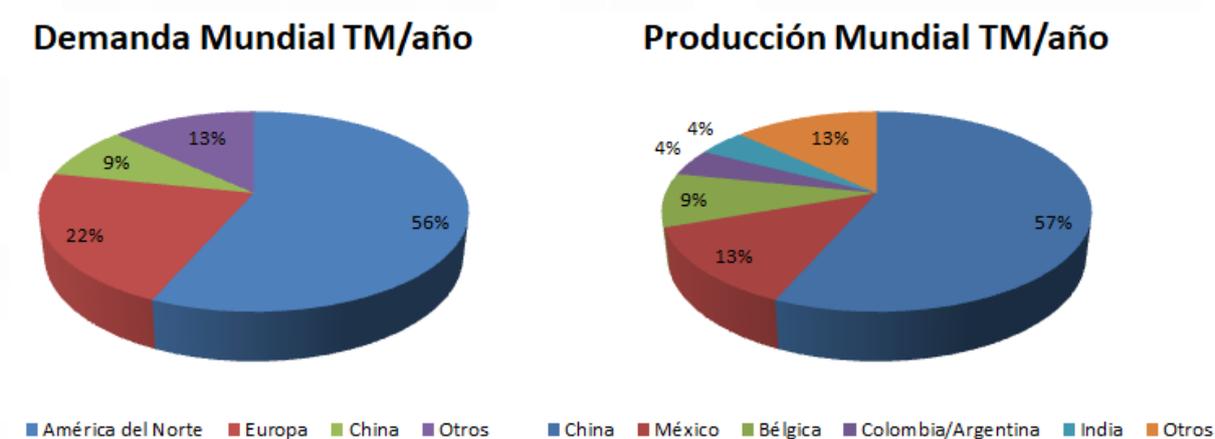


Figura 14. Producción y Demanda Mundial de Sulfato de Manganeso. Tomado de “Planta De Sulfato De Manganeso Monohidratado”, por De la Cruz, 2015. Lima, Perú: Perumin.

3.2. Ubicación de Planta

Como se ha mencionado en los capítulos anteriores, la planta se encuentra ubicada en Pampa Jaguay de la Comunidad Lomeras de Huaral, provincia de Huaral, departamento de Lima, a 112 km al norte de Lima. Es una planta químico-industrial, propiedad de la Compañía de Minas Buenaventura, que inició sus operaciones en enero de 2014 para producir sulfato de manganeso monohidratado a partir de concentrados de plomo, plata y manganeso, los cuales son extraídos en la mina Uchucchacua, ubicada al norte de Lima a dos horas de distancia (ver Figura 15).

Respecto al dimensionamiento, el perímetro de la planta es 3,772 m y el área es 531,506 m². De acuerdo a esto, en la Tabla 3 se evalúan ubicaciones inicialmente propuestas mediante un análisis QFR (ponderación cualitativa de factores), en base a factores relevantes y determinantes para una correcta elección de la ubicación de la planta de procesos:

disponibilidad de agua, área demográfica para manejo de relaves, clima social, y disposición de área para el incremento de la capacidad de tratamiento. Asimismo, se analizó si la ubicación actual de la planta de procesamiento permite a la empresa operar con normalidad y a un costo razonable, en base a determinantes como: (a) cercanía con el proveedor -mina Uchucchacua- para evaluar los costos de traslado, (b) proximidad a zonas de amortiguamiento que requieran de un tratamiento especial, (c) accesibilidad a fuentes de agua para las operaciones, (d) abastecimiento de energía, y (e) disposición de área para el acopio de desmontes y relaves. Además de estos factores, el futuro de las reservas de mineral y su comportamiento mineralógico también son determinantes relevantes para el análisis de costos de la planta procesadora.

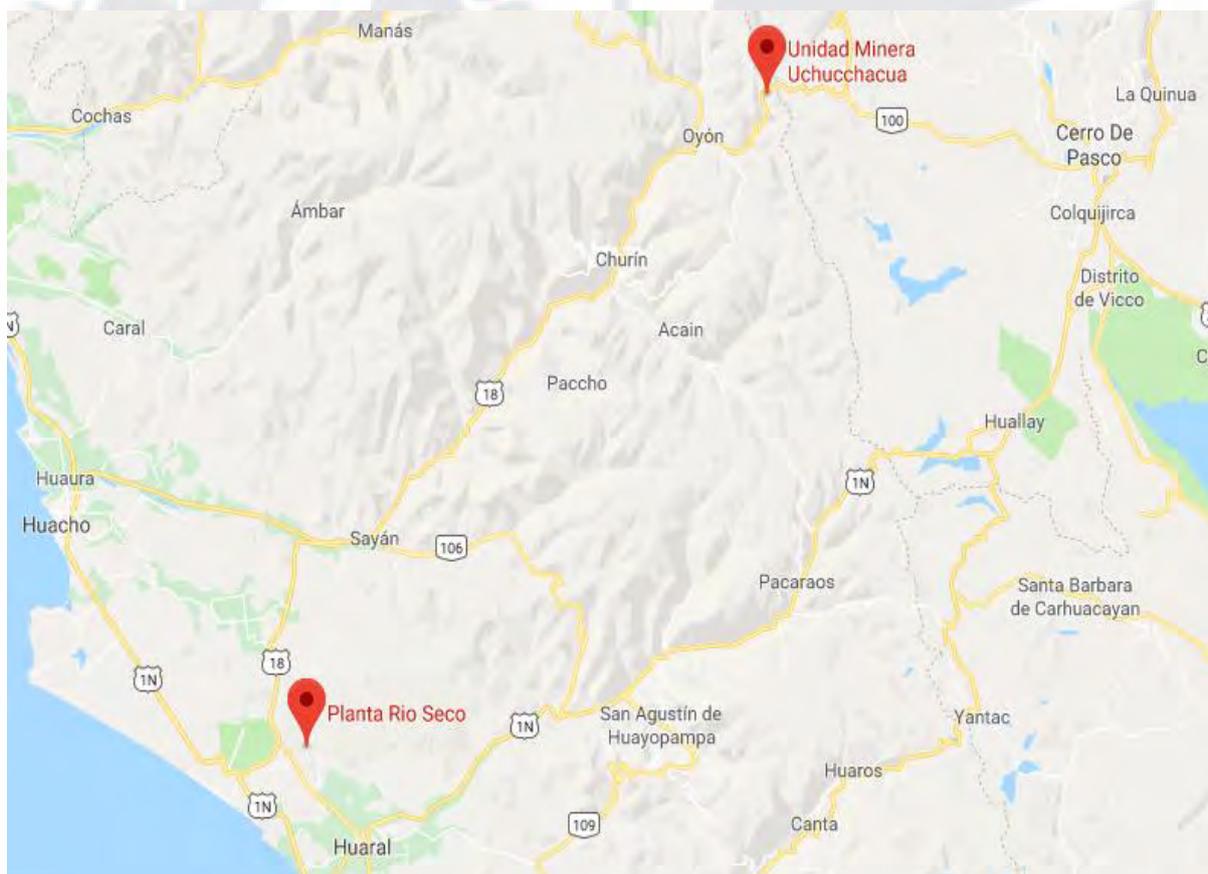


Figura 15. Ubicación de Planta Procesadora Río Seco.

Tomado de “Google Maps”, 2019 (<https://goo.gl/maps/VnGej1qzLAtFeMsL6>)

Tabla 3
Planta Procesadora de Mineral

Planta Procesadora de Mineral							
Factor Relevante	Alternativa 1 (Río Seco)			Alternativa 2 (Uchucchacua)		Alternativa 3 (Mallay)	
	Peso	Escala	Valor	Escala	Valor	Escala	Valor
Costo del terreno	0.03	2	0.06	1	0.03	1	0.03
Costos de transporte	0.1	7	0.7	9	0.9	8	0.8
Costos del servicio	0.05	4	0.2	4	0.2	5	0.25
Costos laborales	0.05	2	0.1	2	0.1	2	0.1
Aprovisionamiento de materias primas	0.08	4	0.32	3	0.24	3	0.24
Disposición de mano de obra	0.05	5	0.25	4	0.2	3	0.15
Proveedores	0.1	5	0.5	4	0.3	4	0.4
Características zonales	0.1	5	0.5	3	0.4	2	0.2
Influencias climáticas	0.05	3	0.15	2	0.1	2	0.1
Comunidad amigable a los negocios	0.05	4	0.2	4	0.2	3	0.15
Clima social	0.05	4	0.2	3	0.15	3	0.15
Reglamentos gubernamentales	0.05	5	0.25	4	0.2	4	0.2
Manipulación de materiales	0.03	7	0.21	5	0.15	6	0.18
Medios de transporte	0.03	8	0.24	5	0.15	6	0.18
Comunicaciones	0.05	6	0.3	5	0.25	6	0.3
Servicios básicos de energía y agua	0.08	6	0.48	5	0.4	5	0.4
Riesgos y peligros	0.05	5	0.25	5	0.25	6	0.3
Total	1		4.91		4.22		4.13

3.3. Propuesta de Mejora

En base al análisis QFR, la zona elegida es Río Seco, la cual se caracteriza por ser árida y de poca influencia meteorológica debido a la baja probabilidad de ocurrencia de fenómenos naturales; sin embargo, el impacto de éstos es alto, por lo que al interrelacionarlo en la matriz de riesgos, es clasificado como muy riesgoso. Un claro ejemplo de lo afirmado anteriormente fue la ocurrencia del fenómeno del Niño en el año 2017 y la magnitud de los daños causados, pues ocasionó el desborde del río denominado Río Seco y consecuentemente inundaciones. En este sentido, se propone mejorar el sistema de alerta temprana, pues si bien la probabilidad de ocurrencia de fenómenos similares es baja, es recomendable un sistema de prevención que evite daños posteriores. De acuerdo a las conversaciones realizadas con diversos ingenieros civiles y contratistas, la zona más vulnerable es la carretera por la que se transporta el concentrado, lo que puede significar daños que alcancen USD 200,000. En base a ello, se recomienda invertir en la construcción de muros de contención en las quebradas colindantes como medida preventiva, teniendo en cuenta que la planta tuvo una inversión de aproximadamente 100 millones de dólares. A continuación, el impacto económico de la propuesta de mejora se muestra en la Tabla 4 y el flujo financiero que determina su viabilidad se detalla en la Tabla 5, donde se indican los montos de ahorros y beneficios para un periodo de 5 años. Estos ahorros corresponden a programas de gestión social y a mejoras en la protección de carreteras y drenaje para aminorar leves inundaciones en zonas específicas.

Tabla 4
Propuesta de Mejora

Propuesta	Actividades	Beneficios	Impacto económico
Inversión en gestión de riesgo por efecto climático	(1) Construcción de muros de contención	(1) Minimización de riesgo	(1) Inversión: \$40,000
	(2) Estudios de flujos de caudal	(2) Mejor relación social de pueblos circundantes	(2) VAN: \$37,237.68
	(3) Inversión en gestión de riesgos		(3) TIR: 9%

Tabla 5
Proyección de Beneficios de Propuesta de Mejora

Propuesta	0	1	2	3	4	5
Costo de la Inversión	\$28,000.00					
Costo de mejora futura		\$12,000.00				
Ahorro		\$10,000.00	\$10,000.00	\$10,000.00	\$10,000.00	\$10,000.00
Beneficios	-\$28,000.00	-\$2,000.00	\$10,000.00	\$10,000.00	\$10,000.00	\$10,000.00
TIR	9%					
VAN	\$37,237.68					
ROI	33%					
tiempo de retorno de la inversión	4.00					
Costo de la Inversión	\$28,000.00					

3.4. Conclusiones

Para evaluar la ubicación y el dimensionamiento de Río Seco, es indispensable realizar un seguimiento total a los procesos operativos que influyen la producción de la planta. Debido a esto, inicialmente se consideró una ampliación continua de la capacidad instalada de tratamiento hasta alcanzar la actual, que representa el nivel máximo de producción disponible; sin embargo, es necesario realizar un análisis cuantitativo para verificar que la planta procesadora se encuentre realmente al 100% de su capacidad instalada. Actualmente, al considerar que la planta está operando al nivel máximo de su capacidad, un aumento del volumen de explotación de las reservas procedentes generaría cuellos de botella en las operaciones de la planta. La consecuencia inmediata sería la venta de mineral con alto sulfuro de manganeso al mercado internacional, lo que significa castigos considerables al pago del mineral de plata. Por otro lado, debido a la falta de espacio y a procesos que conviertan el yeso en un producto comercializable, la empresa incurre en gastos de transporte para el acopio de este subproducto en la mina Uchucchacua. En base a ello, se propone plantear acciones preventivas que tomen en cuenta el aumento del nivel de explotación de las reservas probadas en la mina Uchucchacua y la tendencia de crecimiento de la demanda de plata como *commodities* (Arriola, Alva, Calisaya, & Trujillo, 2017).

En base a la evaluación de factores determinantes para una correcta ubicación de la planta, se concluye que el consumidor no es un factor determinante, pues la localización de la procesadora depende principalmente de factores como la capacidad de producción y la gestión social. Asimismo, la ubicación de la procesadora hace posible que ésta sea auto sostenible, dado que posee suministros propios de agua y electricidad. Por otro lado, el resultado obtenido a partir del método de Ponderación Cuantitativa de los Factores (QFR), demuestra que Buenaventura seleccionó adecuadamente la ubicación de su planta entre las posibles alternativas, dado que tiene un mejor acceso a sus proveedores y contratistas.



Capítulo IV. Planeamiento y Diseño de los Productos

En el presente capítulo se realiza una revisión de los productos que obtiene Río Seco a partir de sus operaciones, describiendo la secuencia de sus procesos y la garantía de la calidad de su diseño. Además, se analizará el planeamiento de sus procesos dirigidos a la obtención de sus productos finales.

4.1 Secuencia de Planeamiento y Aspectos que se deben de considerar

El planeamiento y diseño de los productos se realiza en dirección a la obtención de concentrados que cumplan con las cláusulas internacionales establecidas con respecto a la aplicación de castigos por altos contenidos de componentes contaminantes y no comercializables. Para iniciar el planeamiento del producto, se analiza la composición del material proveniente de la mina Uchucchacua, así como también su granulometría, puesto que los recipientes de la planta tienen límites mínimos y máximos permisibles que determinan si el material se encuentra apto para la metalurgia. Por otro lado, los procesos hidrometalúrgicos garantizan que el concentrado de plata obtenido cumpla con las especificaciones determinadas para evitar el castigo adjudicado al precio del mineral. En cuanto a la venta de los metales, la plata se vende a través de la bolsa de metales de Londres, donde es común que la venta se pague previo a la extracción del mineral con el precio estimado al momento del pago, razón por la cual el precio es un factor variable; sin embargo, las mermas estimadas y de seguridad permiten que el planeamiento sea muy fiable.

4.2 Aseguramiento de la Calidad del Diseño

Para el aseguramiento de la calidad del diseño de los productos, tanto del concentrado lixiviado como del sulfato de manganeso monohidratado producido, Río Seco se enfoca principalmente en el cumplimiento de los requerimientos solicitados por el cliente para garantizar que sus productos se obtengan mediante un correcto planeamiento. De esta manera

se procedió a mapear las necesidades, objetivos, dificultades, entre otros, siguiendo la lógica de la Figura 16.



Figura 16. Diseño del Producto y Secuencia de Desarrollo.
Tomado de “Administración de las operaciones productivas,” por F. A. D’Alessio, 2012, p. 10. México D. F., México: Pearson.

El primer requerimiento parte de Buenaventura que exige que el concentrado contenga menos de 25% de manganeso para que no sea penalizado en el mercado internacional. Y el segundo requerimiento parte de los clientes de sulfato de manganeso monohidratado, que exigen que el porcentaje del compuesto sea mayor o igual al 95% en sus dos calidades. Con ello, este último producto posee las características de un buen fertilizante para la producción agrícola. De este análisis se extrae que los principales requisitos referidos a la calidad son los enlistados a continuación:

a. El Departamento de Investigación y Desarrollo de la empresa enfoca sus esfuerzos en el diseño y creación de procesos que cumplan con los estándares internacionales y requisitos del cliente.

b. Río Seco, desde su puesta en marcha, continúa invirtiendo en investigación y desarrollo para el mejoramiento de sus procesos hidrometalúrgicos, específicamente el de lixiviación.

c. Como principal objetivo de calidad, Río Seco apunta al cumplimiento de las especificaciones y trata adicionalmente a las mermas existentes para ofrecer un producto mucho más pagable en el mercado internacional por su pureza. Ejemplo de ello es el proceso aplicado por la planta piloto para la producción de cobre catódico a partir de cobre con enargita de la minera El Brocal (Compañía de Minas Buenaventura S.A.A., 2016).

d. Con la finalidad de eliminar o aminorar las fallas y defectos, el producto (concentrado de plata y plomo) de Río Seco se rige bajo estándares internacionales de los metales y sus respectivos castigos. Asimismo, la empresa busca maximizar el precio pagable del mineral sin sobrellevar el costo del proceso, para lo cual establece los parámetros de la Tabla 6 y 7.

Tabla 6
Concentración Máxima de Elementos Presentes

Elemento	ppm
MnSO ₄ .H ₂ O	≥98
Mn	32
Ca	0.18
Pb	<2
Cd	0.25
As	<1
Co	<1
Ni	2
Zn	0.4
Cu	2
Na	<0.01
Mg	0.07
K	0.005
Fe	<5
Ag	<1
P	<1

Nota. Tomado de “Planta de Sulfato de Manganeso Monohidratado” por Compañía e Mina Buenaventura S.A.A., 2016
³ppm = partículas por millón

Tabla 7
Estándares Finales e Iniciales de los Concentrados

	TMS	Ag Oz/TMS	Pb %	Mn %
Concentrado de mina	32,435.30	129.4	10.9	25.7
Concentrado de lavado	19,862.90	210.4	17.8	3.4

Nota. Tomado de “Planta de Sulfato de Manganeso Monohidratado” por Compañía e Mina Buenaventura S.A.A., 2016

Para el diseño del producto se han incluido siete aspectos que Río Seco consideró desde el inicio de sus operaciones, los cuales se detallan a continuación:

- a. Las características del producto deben cumplir con las condiciones mínimas exigidas por la corporación y mantenerse debajo de los límites de castigos internacionales.
- b. La tecnología aplicada en los procesos debe cumplir con las garantías de funcionamiento y el prototipo tiene que ser válido. En favor de esto, los procesos metalúrgicos de lixiviación y cristalización son empleados en otras unidades mineras, incluso en algunas de la misma corporación.
- c. El *know-how* del personal se encuentra a la altura de los requerimientos, puesto que el personal clave y especializado ya ha participado en operaciones similares dentro de unidades mineras.
- d. Las restricciones ambientales sobre el procesamiento del mineral son importantes, en especial sobre la normativa aplicable a los límites máximos permisibles de partículas que pueden ser expulsadas al medio ambiente. En este sentido, la empresa ha considerado la reutilización del 100% de los insumos utilizados a manera de minimizar el riesgo de afectaciones legales.
- e. La capacidad de producción de la planta está diseñada para abastecer la demanda de la mina Uchucchacua, debido a que su plan anual depende de lo proyectado por la mina. Sin embargo, al día de hoy, la planta se encuentra operando al 100% de su capacidad, lo cual no permitiría ampliar su capacidad de producción ante una alza del nivel de explotación de

Uchucchacua.

f. La disponibilidad de la planta para su oferta de trabajo depende la confiabilidad y mantenibilidad. De acuerdo a esto, la empresa ha considerado manejar indicadores de mantenimiento para mantener un bajo nivel de mantenimientos correctivos; sin embargo, al día de hoy aún se presentan deficiencias en el área.

g. El costo del proceso es manejado tomando en cuenta el costo de producción de las operaciones dentro de unidades mineras. Sin embargo, el costo del sulfato de manganeso monohidratado, se rige bajo el precio promedio del material y acordado con el intermediario. En el capítulo de costos se analizará que existen resultados cuestionables en cuanto al costo de este último producto y al costo de producción del mismo.

Por otro lado, en el desarrollo de los productos también se toman en cuenta los aspectos valorados por los clientes, los cuales se detallan a continuación:

a. Las prestaciones del producto principal, concentrado de plata con bajo contenido de manganeso, son de gran beneficio para Uchucchacua, puesto que evitan ser aplicables de castigos y de esta manera maximizan sus ingresos. Por otro lado, el producto secundario, sulfato de manganeso monohidratado, es muy utilizado en la industria química, agropecuaria y ganadera nacional e internacional.

b. La planta procesadora tiene la peculiaridad de formar parte del proceso de creación de valor al producto de la mina Uchucchacua, concentrado de Pb-Ag-Mn. Como se sabe, Río Seco permitió ampliar las reservas de la mina al hacer factible extraer mineral con alto contenido de manganeso.

c. La mina no tiene problemas de confiabilidad ni de durabilidad sobre el concentrado obtenido después del tratamiento, pues al ser un *commoditie* está estandarizado a un precio de acuerdo a sus características químicas presentes.

d. Buenaventura estableció los requerimientos y estándares mínimos de calidad para

los productos finales, los cuales se encuentran configurados en el diseño de la planta y en conformidad con las especificaciones.

e. La disposición del servicio es el principal beneficio de Uchucchacua como principal cliente y proveedor, pues la planificación entre ambas se realiza acorde a sus necesidades.

f. La estética del producto ofrecido involucra el tamaño de las partículas del concentrado y su humedad como los principales factores. Éstos cumplen con las especificaciones mínimas de calidad.

g. La calidad percibida por el cliente tiene la peculiaridad de ser la misma calidad diseñada por Uchucchacua como miembro de la empresa matriz y como cliente-proveedor principal. En este sentido, dicha calidad es conforme a lo esperado.

4.3 Propuestas de mejoras

En el presente capítulo no se han encontrado propuestas de mejora a corto plazo. Sin embargo, el proceso metalúrgico actual no es el más óptimo, de acuerdo a lo conversado con personal interno, por lo que actualmente existen planes para mejorar la concentración final de elementos presentes en el producto. En este sentido, se sugiere dar la prioridad respectiva a esta mejora sustancial evitando continuar con el aplazamiento.

4.4 Conclusiones

La planta procesadora de Río Seco depende del concentrado de mineral proveniente de la mina Uchucchacua, razón por la cual su producción está delimitada por el nivel de explotación de la misma. Actualmente, los operadores de la planta consideran que la operación metalúrgica está a su máxima capacidad y que una ampliación no resultaría factible, puesto que el tratamiento del mineral excedente no sería cubierto por la capacidad instalada resultante de la ampliación. Sin embargo, esta situación requiere la coordinación del área de planeamiento de ambas partes para llegar a una conclusión verídica.

Capítulo V. Planeamiento y Diseño del Proceso

Los procesos de la Planta Procesadora de Río Seco tienen la finalidad de aminorar la presencia de manganeso en los concentrados de plata y plomo mediante lixiviación en ácido. Sin embargo, para que este proceso pueda efectuarse con la precisión, eficiencia y eficacia planeada requiere que los procesos previos cumplan con ciertas normas. En este sentido, el presente capítulo desarrolla el análisis de todo el proceso productivo de la planta, desde la recepción del concentrado hasta el empaque del sulfato de manganeso y el transporte del concentrado con baja concentración de manganeso hacia sus respectivos destinatarios. Para esto, se analiza de manera independiente los procesos productivos y operativos a fin de obtener data independiente de cada actividad y poder procesarla para la obtención del D.A.P.

5.1 Mapeo de los Procesos

El desarrollo de los procesos en la Planta Procesadora de Río Seco se basa en las actividades estratégicas, de soporte y operativas, las cuales se encuentran en constante observación y monitoreo para mantener los estándares ajustados al aseguramiento de la calidad ofrecidos al mercado internacional tal como se muestra en la Figura 17. De los procesos antes mencionados, el de mayor prioridad son los operativos que incluyen el paso del concentrado desde el vertido inicial hasta la obtención del concentrado final, pues el proceso operativo es el que transforma el material entrante dándole un valor agregado para ofrecer un producto más beneficioso tanto al productor como al cliente. En la Planta Procesadora de Río Seco se cambia la ruta tradicional que seguía para su comercialización, la cual consiste en la extracción del mineral de plata con manganeso para luego extraer el concentrado con alto contenido de manganeso y terminar en su venta al mercado internacional. En su lugar, agrega un proceso posterior previo a la venta al mercado internacional y en este caso culmina con la venta de concentrado con bajo contenido de manganeso, lo que resulta en una alta ley de plata.

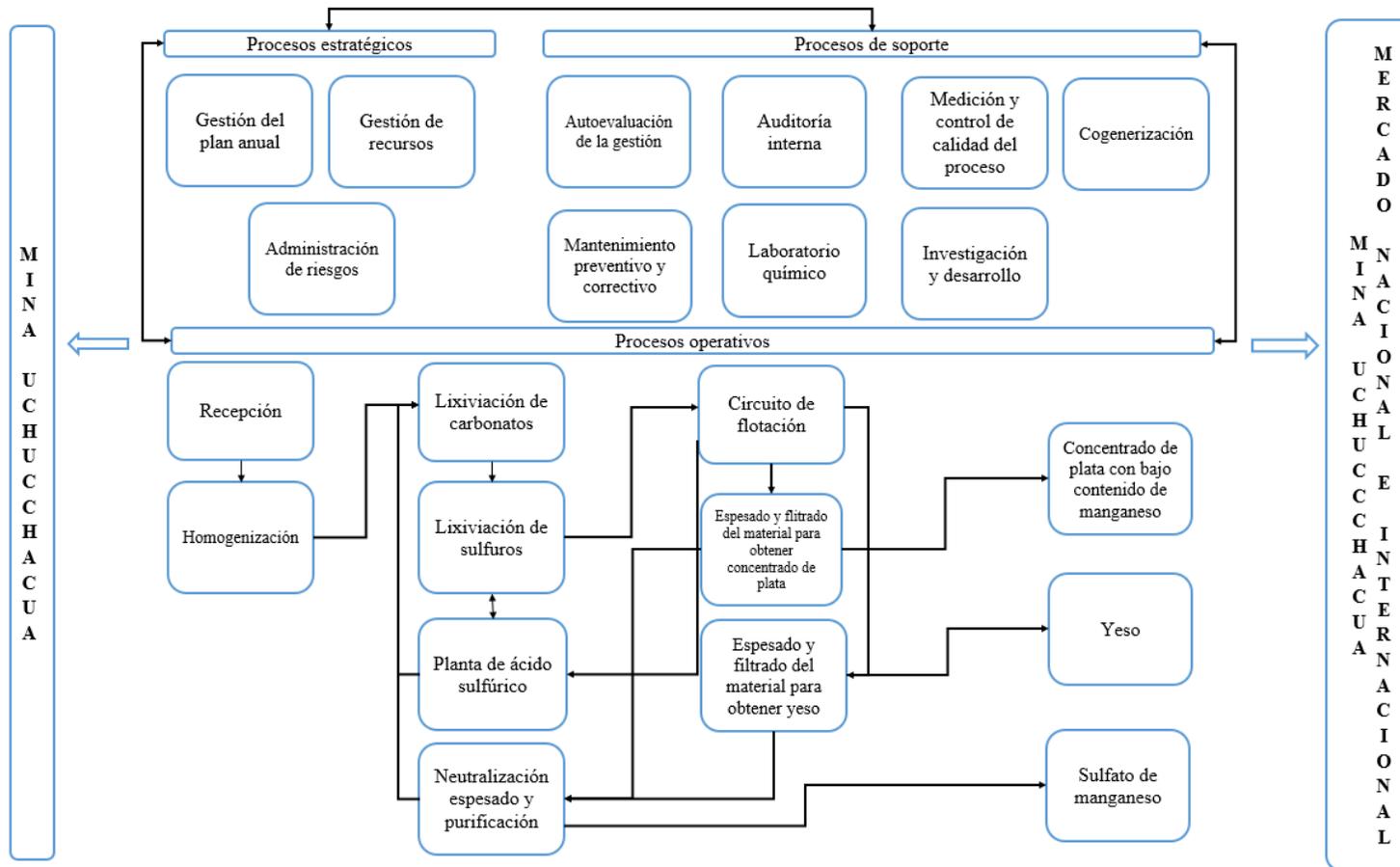


Figura 17. Frugalización de los procesos. Adaptado de *Planta de sulfato de manganeso monohidratado* por Compañía de Minas Buenaventura S.A.A., 2016.

5.2 Proceso Productivo

Desde los inicios de la minería moderna, las operaciones mineras se han visto en la necesidad de buscar métodos para tener el control de su producto final a razón de permitir la viabilidad de los proyectos. Es por esto que la inversión en investigación y desarrollo en la Planta Procesadora de Río Seco busca una mejor selectividad en el concentrado final comercializable, mejorando el porcentaje de plata y plomo, así como disminuyendo la presencia de manganeso. Para esto el proceso productivo consiste de una etapa principal que se subdivide en cuatro procesos productivos diferentes de acuerdo al producto a obtener tal como lo podemos ver en la Figura 1. Sin embargo, debido al análisis previo se determinó que el proceso productivo más importante de la compañía es el de la obtención del concentrado de plata con bajo contenido de manganeso razón por la cual la etapa de su proceso mostrado en la Figura 18 es la que conlleva a un análisis a fondo.

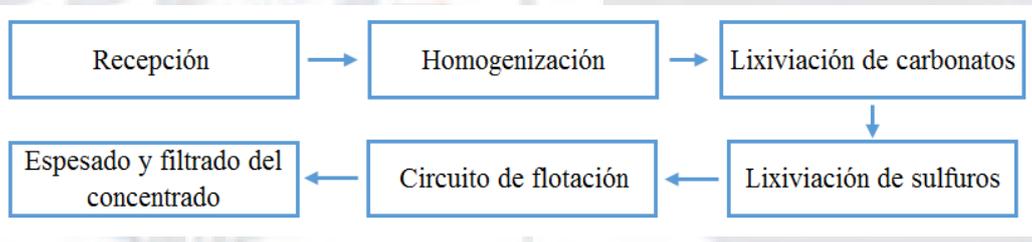


Figura 18. Distribución de las etapas del proceso. Adaptado de *Planta de sulfato de manganeso monohidratado* por Compañía de Minas Buenaventura S.A.A., 2016.

5.2.1 Recepción

La recepción consiste en la apertura de los terminales en donde los vehículos encapsulados vierten el mineral proveniente de la mina Uchucchacua para su posterior tratamiento.

5.2.2 Homogeneización

Los estanques de lixiviación, así como los equipos tienen parámetros para los tamaños de partículas que pueden ingresar a los procesos. Es debido a esto que se realiza la homogeneización de las partículas del concentrado recepcionado. Si bien es cierto que en

mina el mineral paso por la etapa de chancado y molienda, los estándares de partículas son acordes a los procesos que se tengan dentro; sin embargo, no se puede obviar mencionar que las medidas para lixiviación son las mismas que las utilizadas en mina, lo que varía es el máximo porcentaje erróneos permisibles.

5.2.3 Lixiviación de Carbonatos y Sulfuros

El concentrado de Plata-Plomo que es tratado en la Planta Procesadora de Río Seco tiene una concentración de 140 Oz Ag/TM, 10.9% Pb y 25.7% de Mn lo cual dificulta la comercialización en el mercado internacional y minimiza el pago por tonelada de concentrado por los castigos debido al manganeso. En este sentido, el objetivo del primer proceso de lixiviación es la separación en primera instancia de los carbonatos presentes en la actividad metalúrgica.

Lixiviación consiste en la separación de componentes solubles de material sólido mediante el uso de solventes (Comba, Lei & Carnahan, 1990), ácidos sulfúricos en el caso de la planta. De acuerdo a la presentación *Planta de sulfato de manganeso monohidratado*, el desarrollo de la lixiviación es completo ya que permiten la recuperación no sólo del material soluto sino también del solvente ya antes mencionado.

La etapa inicial del proceso de lixiviación consiste en la deposición del material sólido en el solvente que mediante reacciones químicas expresadas en la, ácido sulfúrico o H_2SO_4 en estado ácido, para obtener soluto de sulfato de manganeso y ácido sulfhídrico gaseoso el cual posteriormente pasa a la siguiente etapa de tratamiento de ácido sulfúrico. Por último, se deposita el componente sólido de carbonato de manganeso sólido con ácido sulfúrico para obtener sulfato de manganeso en soluto, dióxido de carbono y agua en estado líquido (ver Tabla 8 y Figura 12).

Tabla 8
Reacciones Químicas en la Lixiviación de Carbonatos y Sulfuros

Sólidos y solventes	→ Solutos y solvente recuperado en gas y agua
1. $\text{CaCO}_3(\text{s}) + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{ac}) \rightarrow \text{CaSO}_4(\text{sol}) + \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$	
2. $\text{MnS}(\text{s}) + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{ac}) \rightarrow \text{MnSO}_4(\text{sol}) + \text{H}_2\text{S}(\text{g})$	
3. $\text{MnCO}_3(\text{s}) + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{ac}) \rightarrow \text{MnSO}_4(\text{sol}) + \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$	

Nota. Tomado de *Planta de sulfato de manganeso monohidratado* por Compañía de Minas Buenaventura S.A.A., 2016.

5.2.4 Circuito de Flotación

El sulfuro de manganeso da secuencia a la generación de carbonatos MnCO_3 por lo que su control mediante los métodos tradicionales de flotación no es muy eficiente. El MnS tiene un comportamiento reactivo muy similar al de la mineral esfalerita el cual toma rápidamente activadores de sulfato de cobre y se pone en la parte superficial del sistema de flotación mediante el uso de xantato (Comba, Lei & Carnahan, 1990), compuesto por bisulfuro de carbono, soda cáustica y cierto tipo de alcohol que le otorgan cualidades colectoras. Por otro lado, los carbonatos obtenidos por mediante la flotación se consigue mediante el uso de depresores de manganeso compuesto principalmente por dextrina y silicato de sodio. Sin embargo, el uso de estos colectores no permite la obtención de carbonato de calidad comercial, razón por la cual el yeso producto del procesamiento es regresado a la concesión de la mina Uchucchacua para su almacenamiento.

5.2.5 Espesado y Filtrado de Material

El espesado del material se lleva acabo con la finalidad de eliminar todo el volumen posible de agua presente en el concentrado de plata. Posteriormente se realiza el filtrado que consiste en eliminar el agua remanente en el concentrado para obtener material con el menor porcentaje de humedad posible.

5.2.6 Planta de Ácido Sulfúrico

El ácido sulfúrico o H_2SO_4 es un componente de estado líquido de mayor densidad que el agua (Romero, 2014). Su utilidad en la lixiviación es la de actuar como material solvente para separar metales afines y no afines a este, además se caracteriza por reaccionar de forma exotérmica con el agua generando la liberación de gases y energía (ver Tabla 9). Debido a estas razones, el ácido sulfúrico es muy utilizado en procesos industriales lo cual es manifestado en su amplio consumo nacional (Mory, Montesinos, Gorvenia, & Mena, 2018).

Tabla 9

Propiedades Físicas y Químicas del Ácido Sulfúrico

Característica	Valor
Punto de ebullición	338°C
Densidad a 20°C	1.84 g/cm
Punto de fusión	-40°C (concentración de 65.13%)
Solubilidad	Soluble en agua
Temperatura de estabilidad máxima	340°C
Presión de vapor a 20°C	<0.001 bar

Nota. Adaptado de la tesis *Lixiviación de manganeso del concentrado plomo-plata para la producción de sulfato de manganeso*, por Antonio Romero, 2014.

5.3 Diagrama de Actividades de los Procesos Operativos (D.A.P.)

Un diagrama de actividades implica la interrelación de los procesos operativos para la consecución y cumplimiento de los objetivos u productos de forma satisfactoria y priorizando la eficiencia y eficacia. Para el presente trabajo, el D.A.P está centrado en el proceso general desde que el concentrado de Plata y Plomo llega proveniente de la mina Uchucchacua y se deposita en los recipientes iniciales hasta el momento en que son depositados los productos para su posterior comercialización tal y como se detalla en la Figura 19.

D. A. P. Flujo del proceso de recuperación de concentrado con bajo contenido de manganeso									
Recursos humanos (personas)	Distancia(m)	Tiempo(min)	Operación	Transporte	Inspección	Demoras	Almacenamiento	Descripción	
1	2	8	●	→	□	⊔	▽	Recepción del concentrado proveniente de mina	
2		1450	○	→	□	⊔	▽	Almacenaje temporal del concentrado	
3	2	150	○	→	□	⊔	▽	Transporte del concentrado hacia los tanques de lixiviación de carbonatos	
4		120	●	→	□	⊔	▽	Lixiviación de carbonatos	
5	10	1	○	→	□	⊔	▽	Transporte del concentrado hacia los tanques de lixiviación de sulfuros	
6		120	●	→	□	⊔	▽	Lixiviación de carbonatos	
7	1	25	○	→	■	⊔	▽	Muestreo del soluto resultante	
8	18	2	○	→	□	⊔	▽	Transporte del soluto hacia los tanques del sistema de flotación	
9		52	●	→	□	⊔	▽	Flotación y recolección del material bajo en manganeso	
10	12	2	○	→	□	⊔	▽	Transporte del material colectado hacia los tanques de espesado y	
11		125	●	→	□	⊔	▽	Espesado y filtrado del material	
12	15	1	○	→	□	⊔	▽	Transporte hacia el lugar de empaque de material	
13	1	25	○	→	■	⊔	▽	Inspección del concentrado final	
13		40	●	→	□	⊔	▽	Empaque en bolsas <i>BigBag</i> de 1TM	
14	2	10	●	→	□	⊔	▽	Carguo a los camiones de transporte	
15	2	35	○	→	□	⊔	▽	Espera por la orden de envío	
16	1	850	○	→	□	⊔	▽	Transporte del camión ya cargado	
Total	11	1065							

Figura 19. Diagrama de actividades de los Procesos Operativos para la obtención del concentrado de plata de planta procesadora de Río Seco.

5.4 Descripción de los Problemas Detectados en los Procesos

El principal problema encontrado en los procesos es el de tipo químico-metalúrgico, el cual, de acuerdo a las expectativas de la gerencia, aún no tiene la eficiencia deseada. Por

esta razón, es necesario encontrar las deficiencias del proceso o los puntos de mejora para obtener mejores resultados, los cuales se traducen en un concentrado con menor contenido de manganeso y una mayor producción de sulfato de manganeso monohidratado. Para ello, se utilizó la herramienta Diagrama de Causa Efecto (Ishikawa), una de las siete herramientas básicas de calidad (Novillo, Gonzáles, Quinche, & Salcedo, 2017), para identificar los puntos por mejorar.

El diagrama se completó tras consultar con expertos en el sector metalúrgico externos a la empresa. Se identificaron los posibles puntos deficientes del proceso, los motivos que generan esta condición y sus consecuencias. Con esta información, se recomienda se realice una investigación que profundice en las razones por las cuales se generan las situaciones subestándar, considerando los resultados del primer análisis, que se mencionan en la Tabla 10.

Tabla 10
Resultados de Problema Detectados en el Proceso

Posible problema	Razones	Consecuencia	Repercusiones
Liberación del concentrado de Pb-Ag-Mn	(1) Posible granulometría inadecuada (2) Análisis del material ingresado	(1) Limitaciones al disminuir el porcentaje de manganeso en el concentrado (2) Poca eficiencia en el proceso	Nuevos acuerdos contractuales de calidad entre Uchucchacua y Río Seco
Gran cantidad de carbonatos en las reacciones	(1) Concentrado ingresado de baja calidad (2) Poca interés en estudios previos del concentrado	(1) Mayor consumo de ácido (2) Poca eficiencia en el proceso	

5.5 Herramientas para mejorar los procesos

De acuerdo al mapeo desarrollado en la Figura 20, se determinó emplear herramientas enfocadas en aumentar la productividad y disminuir los costos de los procesos.

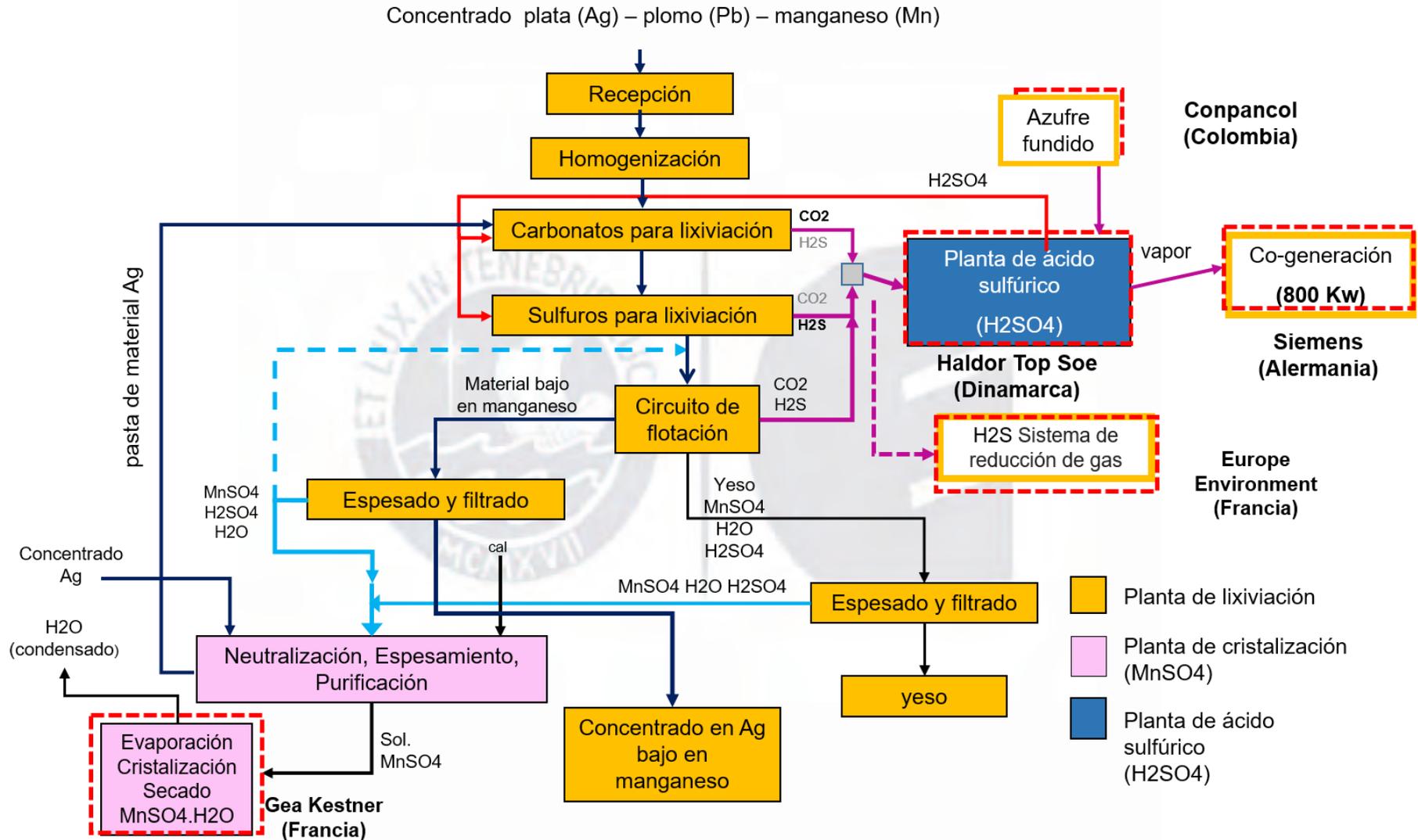


Figura 20. Mapa de Proceso Operacional de la Planta de Río Seco, Planta de Sulfato de Manganeso Monohidratado. Tomado de “Planta de Sulfato de Manganeso Monohidratado”, por L. De la Cruz, 2015

En primer lugar, para analizar el nivel de ingreso de concentrado a la zona de descarga se usará la herramienta *Little's Law* que, en forma simplificada, implica determinar el tiempo requerido para que una actividad sea terminada en un tiempo dado (Gutiérrez & Orejuela, 2018). Si bien el transporte de concentrado a planta corresponde a Buenaventura, la recepción, almacenaje e ingreso a la planta de lixiviación es trabajo de Río Seco. En síntesis, se buscará analizar los posibles cuellos de botella en la descarga y el desabastecimiento.

L = Número promedio de ítems en el sistema

A = Promedio de llegadas y tasa de salidas

W = Tiempo promedio que el ítem dura en el sistema

$$L = AxW$$

La aplicación de esta herramienta puede servir para la disminución de los cuellos de botella, disminución en costos de almacenaje y costos logísticos.

En segundo lugar, se utilizará la herramienta OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) la cual permite cuantificar la productividad y eficiencia de los procesos productivos a manera de obtener datos exactos de la eficiencia de los procesos (Binti, Garza, Kumar, Antony, & Rocha, 2016). El OEE se mide utilizando la disponibilidad de los equipos, el rendimiento y la calidad expresados de la siguiente manera:

$$OEE = Disponibilidad * Rendimiento * Calidad$$

En ese sentido, se procedió a realizar consultas respecto a la eficiencia del proceso metalúrgico, el cual juega un rol importante y por ende resulta necesario emplear una herramienta apropiada para cuantificar los costos operativos. De acuerdo a la Tabla 5, queda clara la necesidad de optimizar el uso de ácidos para los procesos en la búsqueda de minimizar el porcentaje de manganeso monohidratado en el concentrado.

5.6 Propuestas de Mejoras

El planeamiento y diseño del proceso de la Planta Procesadora de Río Seco muestra un alto grado de especialización. Sin embargo, se han analizado posibles mejoras a los procesos mediante la aplicación de instrumentos de gestión (ver Tabla 11 y 12). El impacto económico estimado comprende un ahorro por venta de concentrado combinado sin tratamiento, es decir, mediante la venta de concentrado sin tratar al mezclársele con concentrado tratado de muy baja ley de manganeso. Aproximadamente, si se baja la ley de Mn, se puede vender desde 1,750 toneladas adicionales sin la necesidad de lixiviar tras disminuir un punto porcentual en la concentración de manganeso en el producto hasta 5,250 toneladas adicionales sin el costo de la lixiviación al disminuir en tres puntos porcentuales el concentrado de manganeso final logrando un ahorro que varía desde USD 550,000 hasta los USD 800,000 considerando el precio de venta actual de USD 571.43 por tonelada de concentrado lixiviado; esto se logra estimando un planeamiento de 5 años, con lo cual el beneficio aproximado varía de USD 450,000 a USD 1,250,000 previa inversión inicial cercana de USD 1,080,000 en investigación e ingeniería, adicionalmente se planea futuras implementaciones por un monto total de USD 140,000.

5.7 Conclusiones

Según la información recabada, entrevistas al personal y tras entrevistas al consultor metalúrgico y pre docente de la PUCP Manuel Shishido es posible que el diseño del proceso aún tenga grandes deficiencias especialmente en el material que ingresa y esto se debe a que hay gran formación de carbonatos lo cual se ve expresado en la necesidad de utilizar altos volúmenes de ácido sulfúrico para las reacciones. Por otro lado, la eficiencia en el proceso depende mucho del concentrado proveniente de Uchucchacua. Si bien existen contratos para calidad de insumos, la totalidad del concentrado entrante puede no encontrarse con la granulometría adecuada lo cual limita la eficiencia de la planta de lavado ácido.

Tabla 11
Propuestas de Mejoras

Propuesta	Propuesta y Actividades	Beneficios	Impacto económico
Mejorar la eficiencia del proceso metalúrgico	(1) Inversión en investigación y desarrollo (2) Análisis a nivel de ingeniería del estado de la planta (3) Inclusión de conceptos de calidad total (Morosini, 2010) (4) Alianzas estratégicas de investigación compartida	(1) Optimización de insumos (2) Maximizar la eficiencia de planta (3) Posibilidad de combinar concentrado tratado de muy baja ley con concentrado sin tratar manteniéndose debajo de la ley castigable (4) Ahorro en insumos de acuerdo a los resultados de cambio en ingeniería alcanzados	(1) Inversión: \$1,080,000 (2) VAN: \$4,768,189 (3) TIR: 65%
Análisis del sistema de ingreso de concentrado a planta	(1) Aplicación de la herramienta <i>Little's Law</i> para precisar de forma más acertada la forma de manejar el ingreso del concentrado a planta	(1) Disminución de cuellos de botella (2) Disminución en costos de almacenaje	

Tabla 12
Proyección de Beneficios de Propuesta de Mejora

Conceptos /Año	0	1	2	3	4	5
Costo de la Inversión	\$1,080,000.00					
Costo de mejora futura		\$100,000.00	\$40,000.00			
Ahorro		\$550,000.00	\$800,000.00	\$1,200,000.00	\$1,200,000.00	\$1,250,000.00
Beneficios	\$-1,080,000.00	\$450,000.00	\$760,000.00	\$1,200,000.00	\$1,200,000.00	\$1,250,000.00
TIR	65%					
VAN	\$ 4,768,189.25					
ROI	341%					
tiempo de retorno de la inversión	4.11					
Costo de la Inversión	\$1,080,000.00					

Capítulo VI. Planeamiento y Diseño de la Planta

En el presente capítulo se analiza la distribución actual de la planta procesadora Río Seco, para evaluar si este diseño considera todos los factores que lo afectan como la mano de obra, las maquinarias, los materiales y el movimiento de los mismos. Asimismo, mediante la elaboración de diagramas de relaciones, se propone una nueva alternativa de distribución en planta que contribuya mejor a un proceso productivo eficaz y que evidencie distintas ventajas, tanto en costos como en riesgos.

6.1 Distribución de Planta

En la presente investigación se analizará la distribución de la procesadora industrial Río Seco, la cual está conformada principalmente por tres plantas: (a) planta de Lavado Ácido, (b) planta de Ácido Sulfúrico y (c) planta de Cristalización. Sin embargo, cada una de estas plantas será analizada como una unidad del proceso productivo, pues la disposición de las maquinarias que las conforman obedece únicamente a aspectos técnicos, investigación que hizo posible el procesamiento de minerales con alto contenido de manganeso. Asimismo, la distribución de la procesadora incluye también otras áreas como las siguientes: (a) almacén de recepción de concentrados, (b) área de secado, (c) área de empacado, (d) almacén de productos terminados, (e) oficinas, (f) laboratorios, (g) vestidores, (h) talleres, (i) almacén general, y (j) almacenamiento de agua.

La distribución de esta planta procesadora, según el flujo de trabajo, es del tipo de distribución por producto. Esto debido a que las operaciones se agrupan en determinadas áreas de trabajo para el procesamiento de los concentrados, de tal forma que están dispuestas de manera progresiva, a través de las cuales avanza la transformación de la materia prima. Asimismo, este tipo de distribución conforma una línea de montaje que establece una secuencia especializada del proceso y permite que las maquinarias de las distintas áreas estén próximas entre sí, lo cual implica retrasos mínimos al seguir rutas mecánicas directas, y por

consiguiente un tiempo total menor de producción. En cuanto a la mano de obra para este tipo de distribución, es altamente especializada y poco cualificada, capaz de realizar tareas de supervisión y mantenimiento, con un alto manejo de inventarios en materias primas y productos terminados. Sin embargo, esta disposición de planta requiere una elevada inversión en equipos especializados que hacen posible un uso eficiente del espacio.

El tipo de proceso que se alinea a las operaciones de la procesadora industrial Río Seco es de frecuencia continua, lo cual implica una secuencia de actividades determinada por el diseño de los productos. En base a ello, los procesos de la planta son estandarizados con pocas variaciones y una mínima flexibilidad, por lo que su control consiste en la supervisión con línea automatizada y monitoreo constante de las operaciones. Este tipo de procesos exige una distribución de planta que disponga un flujo continuo de trabajo, en donde todas las áreas sigan la misma secuencia de operaciones. Asimismo, para este tipo de procesos, es necesario que la disposición de planta evite problemas derivados de cuellos de botella desde el ingreso de la materia prima hasta la obtención de los productos terminados.

A continuación, en la Figura 21 se presenta la distribución general de planta de la procesadora industrial Río Seco, la cual señala cada una de las áreas que la conforman.

6.2 Análisis de la Distribución de Planta

Para analizar la distribución actual en planta de la procesadora Río Seco, se empleará el diagrama de relaciones entre actividades, tomando como referencia el diagrama de actividades del proceso (DAP) desarrollado en el capítulo anterior. Este esquema será usado a fin de reconocer las relaciones entre un área y el resto, y la proximidad entre ellas. Esto con el objetivo de conseguir distribuciones en el que las áreas con mayor flujo estén lo más cerca posible, teniendo en cuenta no solo el recorrido de los materiales, sino en general de cualquier circulación o relación existente dentro del proceso productivo.

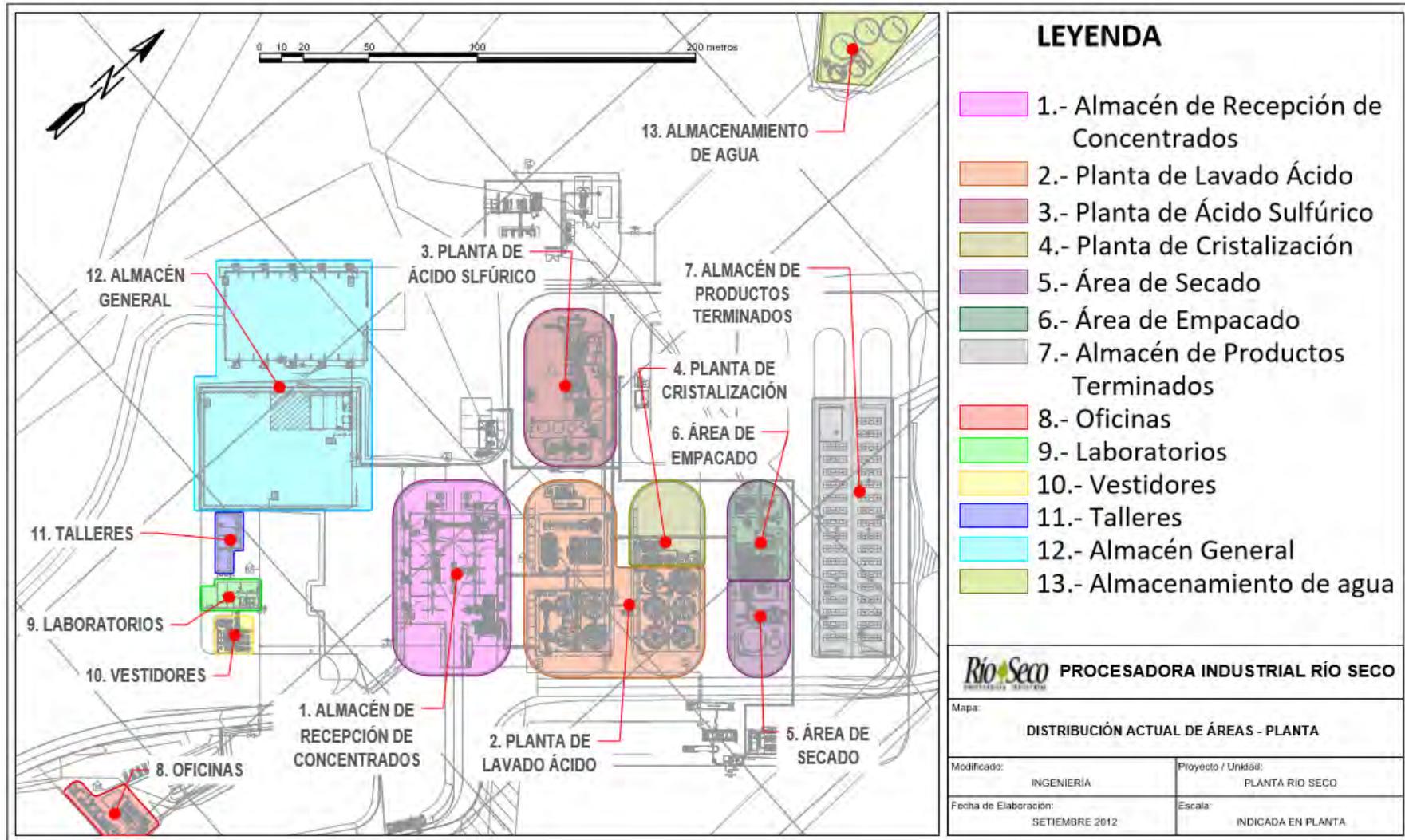


Figura 21. Distribución actual de planta de la Procesadora Industrial Río Seco.

Para la elaboración del Diagrama de Muther se emplearon los valores de calificación y razón de cercanía indicadas en las Tablas 13 y 14.

Tabla 13
Calificación de Cercanía

Cercanía	Valor
Absolutamente necesario	A
Especialmente importante	E
Importante	I
Ordinario de cercanía	O
No importante	U
Indeseable	X

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

Tabla 14
Razones de Cercanía

Razón	Código
Uso de registros comunes	1
Compartir personal	2
Compartir espacio	3
Grado de contacto personal	4
Grado de contacto de documentación	5
Secuencia del flujo de trabajo	6
Ejecutar trabajo similar	7
Uso del mismo equipo	8
Posibles situaciones desagradables	9

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

En la Figura 22, se muestra el Diagrama de Muther de la procesadora industrial Río Seco, construido en base a parámetros de calificación y razones de cercanía. Una vez desarrollado el Diagrama de Muther, se logra establecer las relaciones existentes entre las distintas áreas de la procesadora industrial Río Seco. A partir de este diagrama, se elabora una hoja de trabajo para el diagrama de interrelaciones (ver Tabla 15) en donde se resume los valores del grado de vinculación de un área con respecto a las demás. Con esta información organizada en base al grado de vinculación, se elaboran patrones de la distribución en bloques. Esto con el objetivo de sintetizar toda la información obtenida en las etapas

Tabla 15
Hoja de Trabajo para el Proceso de Producción

	Área de Actividad	Grado de Vinculación					
		A	E	I	O	U	X
1	Almacén de recepción de concentrados	2			3	4-6, 12	7-11, 13
2	Planta de Lavado Ácido	1, 3, 6, 13		9		5, 7, 12	8, 10, 11
3	Planta de Ácido Sulfúrico	2, 4		9	1	5-7, 12, 13	8, 10, 11
4	Planta de Cristalización	2, 3, 5, 6, 13		9		1, 7, 12	8, 10, 11
5	Área de Secado	4, 6			7	1-3, 8-13	
6	Área de Empacado	2, 4, 5, 7				1, 3, 8-13	
7	Almacén de Productos Terminados	6		9	5	2-4, 10-13	1
8	Oficinas				7, 9, 12	5, 6, 10, 11, 13	1-4
9	Laboratorios		10, 11	2-4, 7	8, 12	5, 6, 13	1
10	Vestidores		9, 11			5-8, 12, 13	1-4
11	Talleres		9, 10	12		5-8, 13	1-4
12	Almacén General			11	8, 9	1-7, 10, 13	
13	Almacenamiento de agua	2, 4				3, 5-12	1

Nota. Donde A=Absolutamente necesario; E=Especialmente importante; I=Importante; O=Ordinario de cercanía; U=No importante; X=Indeseable.

<p>A: 2 E: 10, 11</p> <p>Almacén de recepción de concentrados</p> <p>1</p> <p>X: 7-11, 13</p> <p>I: 3 O: 9</p>	<p>A: 1, 3, 4, 6, 13 E: 9, 11</p> <p>Planta de Lavado Ácido</p> <p>2</p> <p>X: 8, 10, 11</p> <p>I: 3 O: 9</p>	<p>A: 2, 4 E: 9, 10</p> <p>Planta de Ácido Sulfúrico</p> <p>3</p> <p>X: 8, 10, 11</p> <p>I: 9 O: 10</p>	<p>A: 2, 3, 5, 6, 13 E: 7, 9, 12</p> <p>Planta de Cristalización</p> <p>4</p> <p>X: 8, 10, 11</p> <p>I: 9 O: 12</p>	
<p>A: 4, 6 E: 7</p> <p>Área de Secado</p> <p>5</p> <p>X: 1</p> <p>I: 7 O: 10</p>	<p>A: 2, 4, 5, 7 E: 9, 11</p> <p>Área de Empacado</p> <p>6</p> <p>X: 1</p> <p>I: 7 O: 10</p>	<p>A: 6 E: 5, 8</p> <p>Almacén de Productos Terminados</p> <p>7</p> <p>X: 1</p> <p>I: 9 O: 8</p>	<p>A: 7, 9, 12 E: 10, 11</p> <p>Oficinas</p> <p>8</p> <p>X: 1-4</p> <p>I: 9 O: 10</p>	
<p>A: 10, 11 E: 8, 12</p> <p>Laboratorios</p> <p>9</p> <p>X: 1</p> <p>I: 2-4, 7 O: 12</p>	<p>A: 9, 11 E: 8, 12</p> <p>Vestidores</p> <p>10</p> <p>X: 1-4</p> <p>I: 12 O: 11</p>	<p>A: 9, 10 E: 8, 12</p> <p>Talleres</p> <p>11</p> <p>X: 1-4</p> <p>I: 12 O: 10</p>	<p>A: 11 E: 8, 9</p> <p>Almacén General</p> <p>12</p> <p>X: 1</p> <p>I: 11 O: 9</p>	<p>A: 2, 4 E: 8, 9</p> <p>Almacenamiento de agua</p> <p>13</p> <p>X: 1</p> <p>I: 11 O: 9</p>

Figura 23. Patrones de la Distribución en Bloques de la Procesadora Industrial Río Seco.

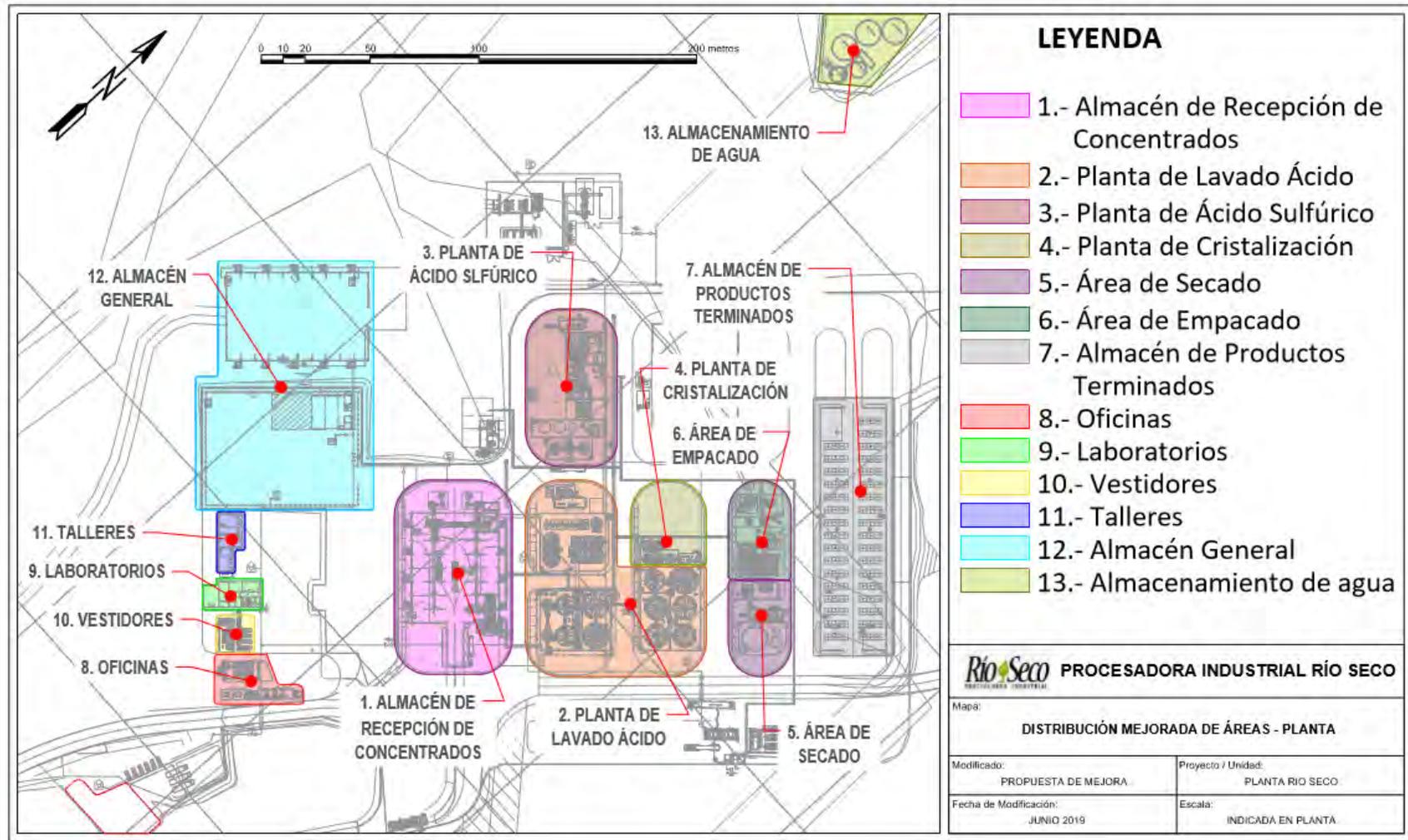


Figura 24. Alternativa de Distribución en Planta de Procesadora Industrial Río Seco

6.3 Propuesta de Mejora

Al concluir el análisis de la distribución en planta de la Procesadora Industrial Río Seco, se ha observado que la mayor parte de la distribución actual satisface los resultados obtenidos del análisis de TCR y de las áreas con calificación “A”, ya que el área de la Planta de Lavado Ácido, la de mayor TCR, se ubica cerca de las siguientes áreas: (a) almacén de recepción de concentrados, (b) planta de Ácido Sulfúrico, (c) planta de Cristalización, y (d) área del área de secado; lo cual corrobora los resultados de la disposición final de la planta obtenido del análisis previo.

Asimismo, se ha identificado una propuesta para mejorar el funcionamiento de la planta. Se observó que las oficinas están alejadas de la zona donde se ejecutan la totalidad de los procesos, por ello se plantea como alternativa de disposición ubicarlas al lado de los vestidores y los laboratorios, con lo cual se lograría reducir el desplazamiento hacia la zona de trabajo y, además, se protegería a los trabajadores, ya que la distancia es apropiada para no verse afectados por los olores y gases que se expulsan durante la producción.

Para analizar la factibilidad de esta propuesta de mejora, se optó por realizar un estudio visual de movimientos, debido a su mayor simplicidad y menor costo, para determinar el tiempo que le toma al personal desplazarse entre sus distintas áreas de trabajo. Al observar el desplazamiento que tiene como punto de partida el área de oficinas hasta las diferentes áreas dentro de la planta, se determinó que el tiempo promedio para realizar este recorrido de ida y vuelta es una hora y 15 minutos. Por lo que, en base a esta información, se definió reubicar el área de oficinas con el objetivo de reducir el tiempo que requieren los trabajadores para dirigirse a la planta. Así, al calcular este tiempo modificado, resultó 45 minutos, lo que significa media hora menos de tiempo en traslado, y por consiguiente, mayor productividad laboral. El costo de implementación de la propuesta de mejora, así como los

indicadores de rentabilidad de este proyecto se muestra en la Tabla 17, asimismo, se analiza la inversión realizada junto al flujo de caja neto proyectado durante 5 años en la Tabla 18.

Tabla 17
Propuesta de Mejora

Propuesta	Actividades	Beneficios	Impacto económico
Reubicación de las oficinas cerca de la zona de los vestidores y laboratorios.	(1) Estudios de tiempos y movimientos para el análisis de desplazamiento de los trabajadores.	(1) Reducción del tiempo requerido para el desplazamiento en la ejecución de los trabajos.	(1) Inversión: \$45,000.
	(2) Revisión de la normativa de seguridad vigente que garantice el cumplimiento de la distancia mínima de trabajo entre la planta de procesamiento y la zona de oficinas.	(2) Aumentar la productividad laboral, lo cual incide directamente en la rentabilidad de la empresa.	(2) VAN: \$ 114,988.30
	(3) Rediseño de los espacios en planta para localizar las oficinas con suficiente área al lado de los vestidores y laboratorios.	(3) Agilización para coordinación de controles operativos entre planta y oficinas.	(3) TIR: 41%
			Reducción del 40% del tiempo en desplazamientos innecesarios, lo que permite mejoras en la eficiencia productiva.

Tabla 18
Proyección de Beneficios de Propuesta de Mejora

Conceptos /Año	0	1	2	3	4	5
Costo de la Inversión	\$ 45,000.00					
Costo de mejora futura		\$ 5,000.00	\$ 3,000.00			
Ahorro		\$ 25,000.00	\$ 25,000.00	\$ 25,000.00	\$ 25,000.00	\$ 25,000.00
Beneficios	\$ -45,000.00	\$ 20,000.00	\$ 22,000.00	\$ 25,000.00	\$ 25,000.00	\$ 25,000.00
TIR	41%					
VAN	\$ 114,988.30					
ROI	156%					
Tiempo de retorno de la inversión	3.88					

6.4 Conclusiones

En base a la alternativa de distribución en planta obtenida a partir de los diagramas construidos, se concluye que la disposición actual cumple con los principios básicos, los cuales son: (a) principio de la integración total, (b) principio de la mínima distancia, (c)

principio de flujo óptimo, (d) principio del espacio cúbico, (e) principio de la satisfacción y seguridad, y (f) principio de la flexibilidad.

Se concluye que la distribución actual de la Procesadora Industrial Río Seco es adecuada para el sistema productivo de la empresa, pues reduce los riesgos para la salud al diseñar la ubicación de sus plantas de procesamiento alejadas de las áreas donde el personal permanece mayor tiempo.

Asimismo, se concluye que el Diagrama de Análisis del Proceso (DAP) es fundamental para el planteamiento de una alternativa de distribución en planta, pues mediante esta herramienta se pudo identificar a la Planta de Lavado Ácido como la zona de mayor TCR. Así se la reconoce como el área más importante en el proceso de transformación de la materia prima, por lo que su ubicación con respecto a las demás áreas es crucial para el planteamiento de una buena distribución de planta.

Finalmente, se concluye que una adecuada distribución de planta no solo se planifica en base al recorrido de los materiales, sino también en base a otros factores, como por ejemplo el desplazamiento de los trabajadores para el desarrollo de sus actividades. Es así que según este análisis, se puede lograr una reducción del 40% del tiempo en desplazamientos innecesarios, lo que permite mejoras en la eficiencia productiva.

Capítulo VII. Planeamiento y Diseño del Trabajo

En este capítulo se evaluará el planeamiento y diseño del trabajo de la Planta Procesadora Río Seco como un medio importante de la empresa para lograr integrar y equilibrar sus beneficios y costos de producción. A fin de perfeccionar la gestión de los recursos humanos y, de forma consecuente, conseguir un mejoramiento total de la productividad laboral, se evaluarán tanto aspectos cuantitativos como cualitativos, lo cual incluye características menos tangibles como el clima laboral, el nivel de satisfacción en el trabajo y el nivel de compromiso. En base a ello, se analizará la productividad laboral de Río Seco a partir de la observación del campo de la gestión operativa y de las ciencias del comportamiento, para finalmente diseñar propuestas de mejora que incrementen el grado de competitividad de la empresa por medio de su fuerza laboral.

7.1 Planeamiento del Trabajo

Según Jacobs y Chase (2014), el objetivo del planeamiento de las tareas consiste en desarrollar estructuras de trabajo que cumplan con los requerimientos de la organización y de la tecnología disponible. En base a ello, el planeamiento del trabajo en Río Seco se define según los requerimientos necesarios para garantizar el desarrollo sostenible de la empresa: (a) referente a aspectos técnicos, como la calidad y la disponibilidad operativa de las plantas; y (b) referente a aspectos de responsabilidad social, como la seguridad y salud ocupacional y la gestión ambiental. Es decir, el dimensionamiento y la distribución del personal que labora en la empresa dependen de los tonelajes de tratamiento y producción de la planta, y de sus objetivos anuales con respecto a la sostenibilidad de la empresa.

Los tonelajes de tratamiento y producción de Río Seco varían en función de la cantidad de concentrado de plomo-plata-manganeso proveniente de la Unidad Uchucchacua, por lo que en base a las estimaciones anuales de extracción realizadas por la misma Unidad, Río Seco determina el número necesario de trabajadores para el desarrollo de sus actividades.

Asimismo, en base a los principios corporativos de Buenaventura (ver Figura 25) que representa la relación de causa-efecto que existe entre sus objetivos trazados y sus temas estratégicos, Río Seco delimita y especifica las responsabilidades necesarias para crear valor de manera sostenible, logrando involucrar a sus trabajadores en la ejecución estratégica de la empresa.



Figura 25. Principios Corporativos de Buenaventura. Tomado de “Memoria Anual 2018” por Compañía de Mina Buenaventura S.A.A., 2018, p.44.

Debido al alto grado de automatización de los procesos operativos de Río Seco, el trabajo del personal operador es dinámico, a diferencia de los demás puestos de trabajo, pues sus responsabilidades varían de acuerdo a los distintos requerimientos en planta que se presentan en su respectivo turno de trabajo. Estos requerimientos se concentran principalmente en mantenimiento, siendo esta actividad de dos tipos: (a) mantenimiento preventivo, el cual se realiza en función a un cronograma establecido de acuerdo a los objetivos mensuales y anuales, y (b) mantenimiento correctivo. En base a ello, el planeamiento del trabajo del personal operador se realiza en base a la importancia del carácter poli-funcional de sus responsabilidades en la empresa, pues desarrolla diversas actividades,

tanto trabajos preestablecidos de mantenimiento preventivo y control de procesos, como trabajos operativos no programados y de mantenimiento correctivo.

Adicional al personal permanente, Río Seco subcontrata mano de obra calificada para realizar actividades de soporte técnico como la identificación de problemas puntuales de los procesos operativos, inspección de los equipos y análisis de las causas de su bajo rendimiento e imperfectos. Por ello, el planeamiento del trabajo de Río Seco integra las responsabilidades del personal permanente con las de los proveedores de tecnología, a fin de garantizar la optimización continua de la empresa.

Entonces, en base a la configuración de las responsabilidades laborales en Río Seco, el planeamiento del trabajo operativo se fundamenta en diseñar labores para la mejora continua de la empresa, pues al estar centrada en actividades de control y mantenimiento operativo, el objetivo principal es eliminar las causas reales y potenciales de los problemas que surgen en planta, evitando que puedan volver a repetirse. Asimismo, Río Seco también plantea y diseña responsabilidades del personal con el ambiente, las poblaciones del entorno y sus colaboradores para promover su desarrollo sostenible.

7.2 Diseño del Trabajo

En base a sus objetivos anuales de producción y sostenibilidad, Río Seco tiene 105 trabajadores actualmente, distribuidos en cinco niveles de especialización, tal como se observa en la Figura 26: 1) gerencia, 2) superintendencia, 3) jefatura, 4) supervisión y 5) técnico operadores. Según Monks (1991), el diseño de las tareas de una organización puede tener dos orientaciones: (a) orientación al objetivo, que proporciona técnicas cuantitativas para conseguir labores significativas, y (b) orientación a la persona, que busca aumentar la productividad mediante la motivación de sus trabajadores. En base a ello, según el análisis del diseño del trabajo realizado en Río Seco, se afirma que está orientado a la persona, pues cumple las características expuestas en la Tabla 19.

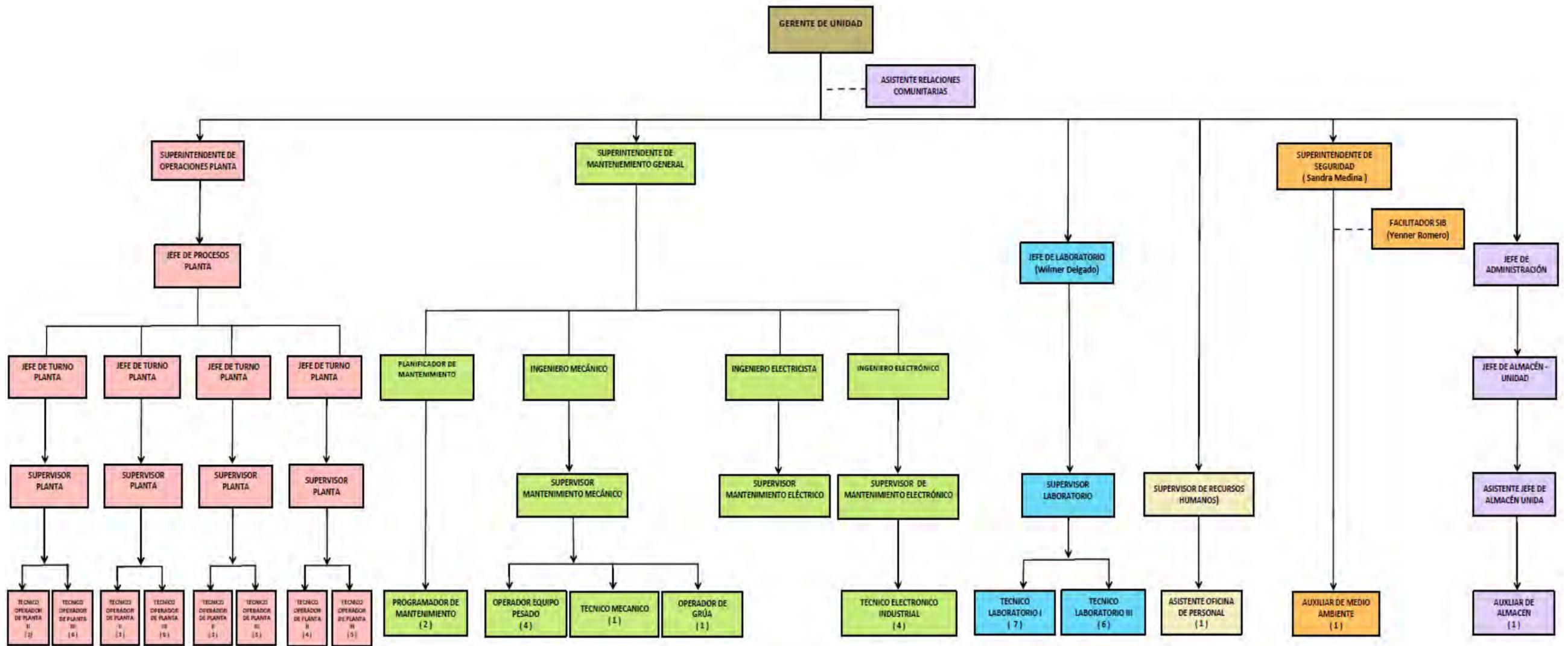


Figura 26. Organigrama de Río Seco

Tabla 19
Características del Diseño del Trabajo Orientado a la Persona

Diseño del Trabajo	Orientada a la persona
Énfasis	En la contratación individual
Descripción del trabajo	No escrito
Asignación del trabajo	Ampliamente diversificado
Capacitación del trabajo	General y continuo
Métodos del trabajo	No especificados
Eficiencia	Medición a largo plazo

Nota: Adaptado de Monks (1991)

Asimismo, Heizer & Render (2009) afirman que los principales aspectos que deben tenerse en consideración son: (a) la especialización laboral, (b) la ampliación del trabajo, (c) los componentes psicológicos, y (d) la ergonomía del trabajo. Al evaluar el diseño del trabajo de Río Seco, se observa que la asignación no detalla específicamente las labores a realizar del personal, sino solo define su área de desempeño y las tareas de forma genérica.

En cuanto a la ampliación del trabajo, Río Seco no modifica las labores de sus trabajadores mediante la agrupación o rotación de sus puestos laborales, sino los mantiene en la posición inicial para el que fueron contratados. Los componentes psicológicos para el diseño del trabajo son registrados por la empresa Pigmalion, especialista en brindar servicios en recursos humanos, mediante técnicas que permiten evaluar a los candidatos que quieren pertenecer a la organización. Esta evaluación se centra en determinadas competencias, las cuales se indican en la Tabla 20.

Dentro de los exámenes médicos que los trabajadores de Río Seco pasan anualmente, se actualiza la información del expediente de empleado de acuerdo a las funciones que desenvuelve actualmente y se adoptan medidas para adaptar las nuevas necesidades del trabajador a sus responsabilidades.

Tabla 20

Competencias Evaluadas en Perfil Psicológico

Competencia Evaluada	Descripción
Estabilidad emocional	Control de las emociones y afectos
Eficacia	Competencia percibida en la realización de distintas conductas
Seguridad en sí mismo	Confianza en las posibilidades y recursos propios
Dominancia	Tendencia de dirigir personas y organizar actividades
Sociabilidad	Facilidad para las relaciones sociales
Tolerancia	Capacidad de vivir con creencias y valores ajenos
Inteligencia social	Capacidad para adaptarse a distintos ambientes y situaciones
Integridad	Capacidad para actuar de forma responsable y seria
Liderazgo	Capacidad para dirigir grupos
Sinceridad	Libertad para hablar sin temor y con la verdad

7.3 Método de Trabajo

El método de trabajo se distribuye en tres turnos, cuya responsabilidad de cada uno es designada a un supervisor, teniendo así tres supervisores en periodos de ocho horas. Sin embargo, Río Seco cuenta con un supervisor que trabaja de relevo y reemplaza los días de descanso y vacaciones. Estos tiempos y períodos de rotación son definidos a decisión de la Superintendencia de Operaciones de Planta. Asimismo, en el caso de los operadores, éstos van rotando semanalmente en las diferentes plantas realizando controles planificados; sin embargo, esta rotación no se realiza en base a un esquema de distribución previamente establecido. Esta aleatoriedad en la asignación de rotaciones hace difícil la evaluación de desempeño laboral de los trabajadores, pues las labores varían y dependen de diversos factores como los distintos requerimientos que puedan surgir en cada una de las plantas.

Tal como afirma Monks (1991), el diseño del trabajo consiste en la descripción clara y sencilla de cada puesto de trabajo, considerando, entre otros aspectos, las funciones, los objetivos y las habilidades necesarias para lograr un óptimo desempeño. Sin embargo, para que la empresa logre alcanzar sus propósitos de forma integral, es necesario también tener en

cuenta los programas de capacitación desarrollados por la misma empresa para asegurar que sus empleados sigan creciendo. Es por ello que Río Seco elabora un programa anual de capacitación, el cual presenta los siguientes detalles:

- Los temas a tratar en las sesiones de capacitación se asocian en los siguientes ítems: (a) reglamento de seguridad y salud ocupacional en minería, (b) calidad, (c) asuntos sociales, (d) prácticas de seguridad, (e) temas legales, (f) comité seguridad y salud en el trabajo, (g) medioambiente, (h) curso orientado al proceso, y por último, (i) salud ocupacional.
- Las capacitaciones realizadas pueden ser de dos tipos: (a) internas, las cuales son desarrolladas por trabajadores designados por la empresa y (b) externas, las cuales son realizadas por personal contratado del Instituto de Seguridad Minera.

Este método de trabajo en Río Seco ha permitido alcanzar un nivel de satisfacción de los colaboradores de 68%, al igual que su nivel de compromiso con la empresa. Asimismo, en el año 2018, la consultora internacional Mercer se hizo cargo de la medición del índice general de clima laboral, el cual reflejó un crecimiento de 15% en comparación al periodo 2016. Este resultado fue determinado en base a la reducción del índice de ausentismo y retrasos en los trabajos, por lo que se obtuvo una mejora en la productividad laboral.

7.4 Propuesta de Mejora

En base al diagnóstico realizado en los puntos anteriores acerca del planeamiento del trabajo en Río Seco, se identifica como principal problemática la contratación de personal que trabaja de relevo para actividades ocasionales como tareas de mantenimiento correctivo que pueden ser controlados. Estas actividades imprevistas o no programadas son designadas a ocho operadores agrupados para un cuarto turno de trabajo, por lo que se plantea desvincularlos para conseguir una reducción de costos fijos.

Analizando la ejecución de la propuesta de mejora, los costos proyectados por concepto de liquidación y beneficios sociales por desvinculación laboral de ocho operadores

hasta fines del año 2019, se estiman en total USD 85,751. Esta propuesta de mejora permitirá una reducción de costos fijos anuales en personal por un monto de USD 137,114 a partir del año 2020 (véase la Tabla 21).

Tabla 21
Estimación de Liquidación de Beneficios Sociales

Operadores	Periodo	Soles	USD	USD/año
Promedio de sueldo básico mensual	12 meses	3,500.0	1,093.8	13,125.0
Tiempo de servicio promedio	1 año			131.3
Gratificación fiestas patrias				1093.8
Gratificación navidad				1093.8
Gratificación vacacional				1093.8
Gratificación primero de mayo	5 días			182.3
Sobretiempo	1.5 días			54.7
Trabajo en feriado promedio	3 días			109.4
Trabajo en día de descanso promedio	2 días			72.9
CTS				182.3
Costo fijo anual por cada operador				17,139.3
Número de operadores				8.0
Total ahorro costo fijo anual estimado				137,114.4
Total monto liquidación estimado				100,850.6

Nota. Tipo de cambio = 3.2

Asimismo, se propone que la evaluación de desempeño y satisfacción laboral de Río Seco se realice de forma independiente a Buenaventura, pues al valorarla al nivel de la compañía, no se cuantifica con precisión el grado de cumplimiento de los objetivos y expectativas a nivel individual. Por ello se propone la implementación de consultorías que permitan medir el clima laboral, el índice de desempeño y de satisfacción laboral únicamente del personal de Río Seco. Estas evaluaciones deben incluir además evaluaciones de 360 grados y autoevaluaciones que permitan analizar la interacción existente entre los

trabajadores de la empresa, a fin de identificar y lograr formar equipos de trabajo. Las propuestas de mejora mencionadas anteriormente se resumen en la Tabla 22, y el análisis de su rentabilidad se detalla en la Tabla 23 mediante el flujo de caja neto proyectado en 5 años.

Tabla 22
Propuestas de Mejora

Propuesta	Actividades	Beneficios	Impacto económico
(1) Desvinculación de cuatro trabajadores de la empresa que trabajan de relevo	(1) Identificar acciones correctivas recurrentes de planeamiento y control para mantenimiento centrado en la confiabilidad de los equipos. (2) Analizar los costos proyectados por concepto de liquidación y beneficios sociales por desvinculación hasta fines del año.	(1) Optimizar las actividades de control, supervisión, mantenimientos operativos del personal en las plantas.	(1) Inversión: \$ 50,425.30 (2) VAN: \$ 85,678.71 (3) TIR: 36%
(2) Autonomía de evaluación de desempeño y satisfacción laboral.	(1) Implementación de consultorías que midan el clima laboral, el índice de desempeño y de satisfacción laboral únicamente de Río Seco. (2) Planificación de evaluaciones 360 grados y autoevaluaciones para analizar la interacción entre los trabajadores.	(1) Identificar y formar equipos de trabajo, a partir del conocimiento de las relaciones personales entre los trabajadores de la empresa.	(1) Mejora el desempeño laboral, lo que incrementa la productividad de la empresa en un 20%, a través de la reducción de errores y a la acción colectiva para facilitar su solución.

Tabla 23
Proyección de Beneficios de Propuesta de Mejora

Conceptos /Año	0	1	2	3	4	5
Costo de la Inversión	\$ 50,425.30					
Costo de mejora futura		\$ 12,606.30	\$ 12,606.30	\$ 12,606.30	\$ 12,606.30	
Ahorro		\$ 68,557.20	\$ 17,139.00	\$ 17,139.00	\$ 17,139.00	\$ 17,139.00
Beneficios	\$ -50,425.30	\$ 55,950.90	\$ 4,532.70	\$ 4,532.70	\$ 4,532.70	\$ 17,139.00
TIR	36%					
VAN	\$ 85,678.71					
ROI	70%					
Tiempo de retorno de la inversión	6.22					

7.5 Conclusiones

A partir de lo desarrollado en los puntos anteriores, se concluye que una empresa como Río Seco, con un alto grado de automatización de sus procesos, requiere de personal con alta calificación en lo relativo a programación y mantenimiento de maquinarias especializadas. Asimismo, en base a lo observado con respecto a las deficiencias existentes en el desempeño laboral, la planificación de las actividades operativas con mayor puntualización resulta estratégica para enriquecer el cumplimiento laboral de cada uno de los trabajadores. Además, es de suma importancia lograr un alto grado de alcance con respecto a la predictibilidad mediante un constante control de los requerimientos operativos, pues así sería posible identificar acciones correctivas recurrentes. A partir de esta identificación, Río Seco tendría la capacidad de optimizar sus actividades de supervisión y evitar la ocurrencia de deficiencias operativas.

Finalmente, se identifica la necesidad de realizar estudios de tiempos y movimientos para la medición del trabajo, pues ayudaría a solucionar problemas de producción y a reducir costos operativos. Asimismo, se deduce la importancia de especificar puntualmente las tareas que deben realizarse, quien debe realizarlas, cuándo y dónde para obtener resultados esperados. Esto haría posible la desvinculación del personal de relevo, no solo con la finalidad de obtener beneficios económicos, sino también con la mira de obtener mayor productividad laboral al conseguir definir trabajos significativos que motiven al personal.

Capítulo VIII. Planeamiento Agregado

Río Seco planifica sus actividades productivas basándose en la cantidad de concentrado extraído de la mina de Uchucchacua, a la cual se le brinda el servicio de lixiviación y, por lo tanto, es el proceso más importante para la planta. Por ello, es en relación a la producción de la mina sobre la cual se elaboran los planes de producción anual de Río Seco. La planta tiene como característica particular el tener como proveedor y cliente a Buenaventura –grupo al cual pertenece-, lo que genera variabilidad en cuanto a la demanda ya que las órdenes de pedido se ajustan a la necesidad de la mina Uchucchacua. Asimismo, existen subproductos que se desprenden del proceso principal pero que guardan una relación de dependencia con la cantidad de mineral lixiviado, ya que todas las mermas del concentrado son reutilizadas o reprocesadas.

En el presente capítulo, se revisa el planeamiento agregado de Río Seco, el cual gira alrededor del proceso de lixiviación del concentrado Pb-Ag con alto contenido en manganeso y de la producción de sulfato de manganeso monohidratado, que es el principal subproducto recuperado.

8.1 Estrategias Utilizadas en el Planeamiento Agregado

El planeamiento agregado y la producción de la empresa dependen de las órdenes de procesamiento de concentrado solicitadas por Buenaventura. La demanda está dada por la cantidad de concentrado –materia prima principal de Río Seco- extraída de la mina Uchucchacua. Por lo tanto, la estrategia utilizada por Río Seco en el planeamiento agregado es conservadora según las clasificaciones propuestas por D'Alessio (2004), ya que el motivo por el cual se creó la procesadora es para atender la demanda del servicio de lixiviación a Buenaventura. Esta estrategia, aplicada a la planta de lavado ácido (lixiviación), tiene como característica que está basada en pedidos provenientes de la mina de Uchucchacua. Además, los niveles de producción (ver Tabla 24) se adecuan a las exigencias de la mina, para lo cual

Río Seco debe de adecuar su fuerza de trabajo a fin de cumplir con las fechas comprometidas. Cabe resaltar que tanto el traslado como la venta del producto final lixiviado están a cargo de Buenaventura. Además, el planeamiento agregado se utiliza los valores históricos de producción y la proyección de crecimiento de la demanda de producción.

Por otra parte, el sulfato de manganeso monohidratado es un subproducto obtenido del proceso de lixiviación y que se genera debido a la política de cero mermas. Para este subproducto, la empresa utiliza una estrategia moderada, ya que la fuerza de trabajo (cantidad de trabajadores) se mantiene constante adaptando las horas de trabajo y producción con la cantidad de manganeso que se extrae producto de la lixiviación. No existen mayores costos por contratación o despido de personal, puesto que el personal se mantiene constante en sus labores dentro de Río Seco. La planificación agregada consiste en una producción continua ya que existe gran demanda de este producto en los mercados extranjeros y nacionales.

Adicionalmente, la tercera planta produce ácido sulfúrico, el cual es otro subproducto del proceso de lixiviación es el (H_2SO_4). Este se obtiene a partir del sulfuro de hidrógeno (H_2S) y dióxido de carbono (CO_2) generado en el proceso. El ácido sulfúrico vuelve a ingresar al proceso de lixiviación y, en caso no ser suficiente para el proceso, se adiciona más de este insumo. Asimismo, en la planta de ácido sulfúrico se genera vapor que se reutiliza en el generador eléctrico Siemens que produce hasta 800 KW de potencia eléctrica que alimenta a parte de la planta de Río Seco. Ninguno de estos dos subproductos sigue una estrategia de planificación agregada basada en proyecciones de la demanda o de la oferta, ya que su producción es variable de acuerdo al proceso de lixiviación y de las leyes que tienen los concentrados. Para efectuar la estimación de la producción es estos subproductos se realizan proyecciones usando una estimación análoga con información histórica, pero la cantidad puede llegar a diferir en gran magnitud debido a que los concentrados extraídos varían sus leyes continuamente y con ello la cantidad de ácido sulfúrico y energía producida.

8.2 Análisis del Planeamiento Agregado

De acuerdo con Jacobs y Chase (2014), el propósito principal del plan agregado es especificar la combinación óptima de índice de producción, nivel de mano de obra e inventario disponible. Al analizar la Tabla 25 se puede apreciar el planeamiento agregado para el año 2018 de la planta de Río Seco. El planeamiento anual de Río Seco se elabora en base a valores históricos de producción y estimaciones de la mina de Uchucchacua obtenidos a través de estudios mineralógicos de la cantidad de concentrados a extraer en el año. Por lo tanto, como punto de inicio se tiene la cantidad de toneladas métricas secas de insumo y, como resultado, los productos finales que se procesarán en el año: (a) concentrado Pb-Ag bajo en manganeso y (b) sulfato de manganeso monohidratado. Cabe resaltar que la tonelada métrica seca (TMS) es la unidad de medida de un mineral aceptada internacionalmente para su comercialización.

El planeamiento agregado de Río Seco se efectúa para las tres plantas que posee (lixiviación, cristalización y ácido sulfúrico) y se consolida en una reunión anual entre las gerencias de cada operación de Buenaventura en la cual se proyectan las metas de cada unidad para el siguiente año. Este planeamiento agregado se realiza en el mes de noviembre tal de prever la demanda del siguiente año y en el mes de mayo se revisa si se está cumpliendo con el plan generado en noviembre. Las razones por las cuales no se cumple el planeamiento varían desde conflictos sociales que impiden la operación en Uchucchacua hasta las variaciones en las leyes de los concentrados. Aquí se evidencia la relación de dependencia entre Río Seco y la mina, siendo esta última la que dicta el ritmo de producción de la procesadora industrial.

Tabla 24
Metas de la Planta Río Seco

Descripción	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Trat. Concentrado Pb-Ag (TMS)	3,282.3	2,650.0	2,939.4	3,085.5	3,133.2	1,234.7	3,181.6	3,060.5	3,083.9	3,091.3	3,066.8	3,191.0
Producción H ₂ SO ₄ (TM.)	1,841.4	1,486.7	1,649.0	1,731.0	1,757.7	692.7	1,784.9	1,716.9	1,730.1	1,734.2	1,720.4	1,790.1
Generación de Energía (kW-hr)	424,560	424,560	424,560	424,560	424,560	141,520	424,560	424,560	424,560	424,560	424,560	424,560
Producción MnSO ₄ .H ₂ O (TM.)	2,213.0	1,800.0	1,800.0	1,800.0	1,800.0	700.0	1,915.0	1,915.0	1,915.0	1,915.0	1,915.0	1,912.0

Nota. Adaptado de “Planeamiento Anual”, por la Procesadora Industrial Río Seco, 2018. Lima, Perú: Buenaventura.

Tabla 25
Planeamiento Agregado de la Planta Río Seco para el 2018

Descripción	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Meta
Trat. Concentrado Pb-Ag (TMS)	2,862.40	920	3,204.90	3,181.60	3,119.10	3,133.20	3,085.50	3,060.50	3,083.90	3,091.30	3,066.80	3,191.00	35,000
Concentrado Pb-Ag Bajo Mn (TMS)	1,846.10	593	2,066.20	2,051.40	2,011.70	2,020.70	1,990.00	1,974.00	1,988.80	1,993.90	1,978.10	2,057.80	22,572
Ley Ag Sin Lavar (Oz Ag/TMS)	132.7	132.5	132.5	132.6	132.7	132.7	132.7	132.7	132.7	132.7	132.7	132.7	132.7
Ley Ag Lavado (Oz Ag/TMS)	204.7	204.5	204.5	204.6	204.7	204.7	204.7	204.7	204.7	204.7	204.7	204.7	204.7
% Recuperación Ag	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5
Ley Pb Sin Lavar (%)	11.3	11.1	10.5	10.3	10.2	10.4	10.4	10.4	10.4	10.2	10.9	10.7	10.6
Ley Pb Lavado (%)	17.4	17.1	16.2	15.9	15.8	16	16.1	16.1	16	15.6	16.9	16.5	16.3
Ley Mn Sin Lavar (%)	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29
Ley Mn Lavado (%)	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	5
Ácido Sulfúrico / Concentrado	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
Producción MnSO ₄ .H ₂ O (TM.)	1,800.00	600	1,920.00	1,920.00	1,920.00	1,920.00	1,920.00	1,920.00	1,920.00	1,920.00	1,920.00	1,920.00	21,600

Nota. Adaptado de “Planeamiento Anual”, por la Procesadora Industrial Río Seco, 2018. Lima, Perú: Buenaventura.

Por otra parte, Río Seco aumenta anualmente la cantidad de mineral procesado (TMS) desde el 2013, año en el cual la planta inició sus operaciones, y, para el año 2015, la empresa manejaba un ratio de crecimiento superior al 7%. La meta para 2018 fue tratar 35,000 TMS de concentrados de Pb-Ag con alto contenido en manganeso, con unas leyes estimadas en 132 oz/t de plata, 10.6% de plomo y 29% de manganeso (ver Figura 27). Con ello se buscaba obtener 22,572 TMS de concentrado Pb-Ag con bajo contenido en manganeso y una producción de 21,600 TMS de sulfato de manganeso monohidratado (ver Figura 28).

Asimismo, la capacidad máxima de tratamiento de la planta es 130 toneladas por día y a la fecha de corte del año 2017, la capacidad de la planta se encuentra operando entre 110 y 115 toneladas por día. La alta gerencia desea que la planta opere al máximo de su capacidad, proyectando un mínimo de disponibilidad de máquinas de 86% para la planta de lixiviación y cristalización, y un 94% para la planta de ácido sulfúrico para el 2018 (ver Tabla 26).

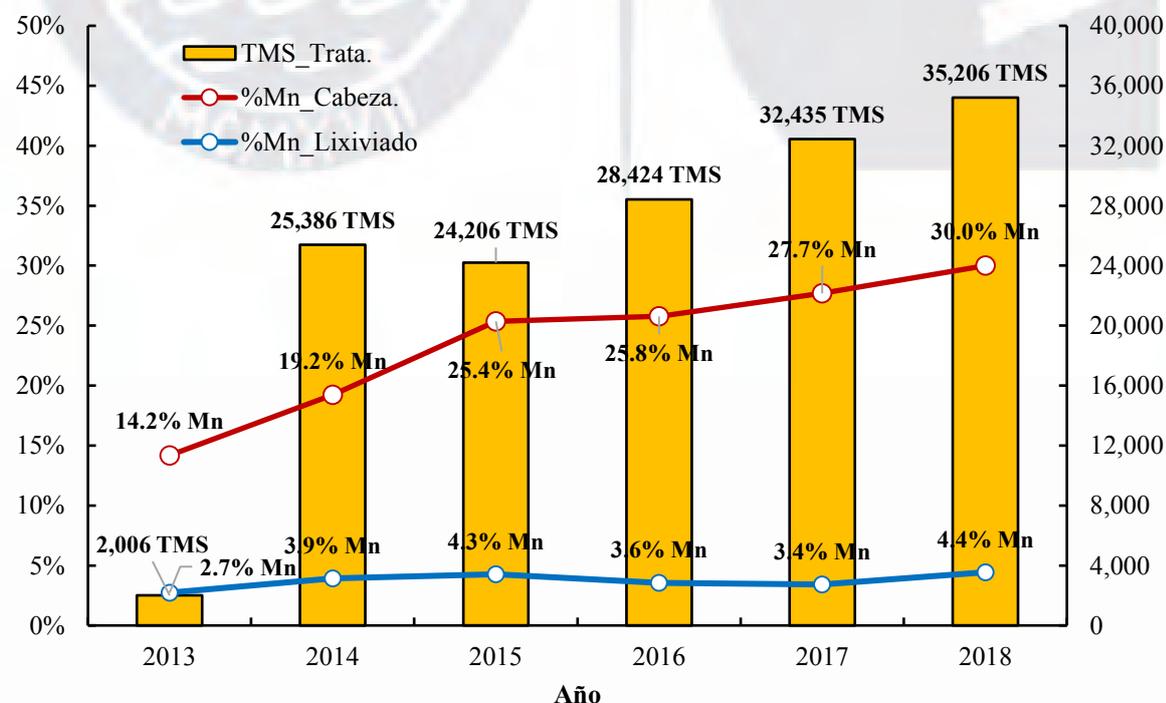


Figura 27. Crecimiento de la producción y tratamiento de concentrado.

Tomado de "Planeamiento Anual", por la Procesadora Industrial Río Seco, 2018. Lima, Perú: Buenaventura.

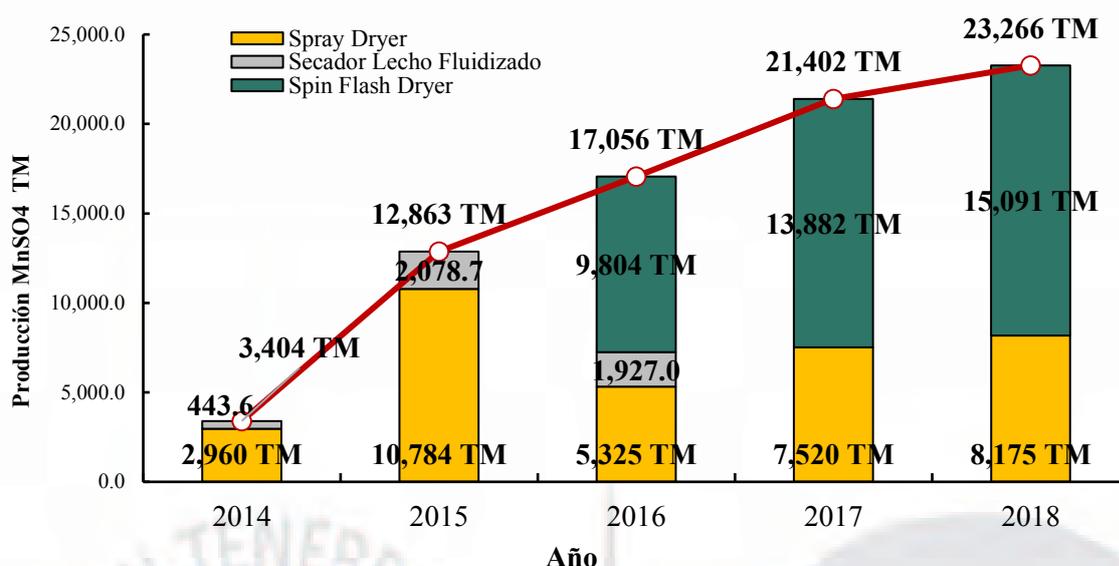


Figura 28. Tratamiento de MnSO4.

Tabla 26
Disponibilidad Planeada de Planta

Planta	2017	2018
Lavado ácido	84%	86%
Cristalización	84%	86%
Ácido Sulfúrico	94%	94%

Nota. Adaptado de "Planeamiento Anual", por la Procesadora Industrial Río Seco, 2018. Lima, Perú: Buenaventura.

Respecto a los insumos de entrada necesarios para la operación, se estima que para el tratamiento de 35,000 TMS planificados para 2018 se necesita: (a) 17,334 toneladas de ácido sulfúrico; (b) 3,015 toneladas de azufre; y (c) 2,728 toneladas de ácido sulfhídrico.

Adicionalmente, se debe considerar dentro del planeamiento agregado a los recursos eléctricos, hídricos y combustibles necesarios. En primer lugar, la energía eléctrica consumida en promedio durante un año es de 3.6 MVA, de los cuales se estima que 3 MVA serán proporcionados por la Red Nacional Interconectada y 0.6 MVA sean producto de la propia generación de la planta. En segundo lugar, el agua que utilizarán para la producción proviene de un pozo subterráneo propio de Río Seco, por lo cual su disponibilidad (en metros cúbicos) es permanente dependiendo del mantenimiento a la infraestructura de extracción de

agua. No se cuenta con un estimado de la cantidad de agua utilizada en el proceso y, dada su fácil adquisición, no es un recurso clave dentro del planeamiento de Río Seco. En tercer lugar, el suministro de combustible para la producción se da mediante una línea de gas natural de Camisea (GNC), cuyo consumo estimado para la producción en 2018 es de 320,000 metros cúbicos. En conclusión, la cantidad necesaria de todos los recursos e insumos que se estiman utilizar para los procesos productivos de la empresa se proyectan de acuerdo a la producción planificada de la mina de Uchucchacua del mismo año.

En adición, dentro del análisis del planeamiento agregado debemos considerar la mano de obra disponible. La empresa cuenta con 105 personas dedicadas a la operación de la planta Río Seco, que se rigen por diferentes turnos de producción (4 turnos rotativos) y también por un régimen de horario fijo. Para la planificación agregada durante el año 2018, se calcula que se destina 19 horas hombre a la producción de sus productos. Cabe mencionar que el inventario manejado por la empresa está controlado por la propia Buenaventura (conocidos como Comercial Lima), quienes proveen de insumos, reactivos y materia prima para la operación.

Por lo tanto, los recursos, materia prima, nivel de inventario, entre otros generan que el costo del tratamiento del concentrado Pb-Ag con alto contenido en manganeso planificado sea de 480 dólares por TMS. Asimismo, el costo de producción del sulfato de manganeso monohidratado planeado es 450 dólares por tonelada aproximadamente. Estos costos son la línea base para la producción y son sobre los cuales se centran los esfuerzos de la empresa para reducir costos. Se resalta que al final de 2018 año se logró procesar 34,840.7 TMS, cuyas leyes fueron 101.8 oz/t de plata, 13.6% de plomo y 26.7% de manganeso; lo cual guarda relación con las proyecciones realizadas por Río Seco en noviembre de 2017.

8.3 Pronóstico y Modelación de la Demanda

Según Heizer y Render (2009), el planeamiento agregado es una combinación apropiada y eficiente de los recursos, tales como la capacidad y disponibilidad de las máquinas y la planta, la cantidad de inventario, materias primas disponibles, el personal con el que se cuenta entre otros elementos; para que se pueda satisfacer la demanda pronosticada. Por ello, el pronóstico de la demanda es una entrada primordial para el planeamiento agregado y, consecuentemente, para el plan maestro. Este último brinda la información relevante a los sistemas de información de planificación de la producción, cadena de suministros y programas de manejo de persona para una programación detallada de la producción

En primera instancia, se debe mencionar que el concentrado de Pb-Ag es un bien clasificado como un *commodity*, es decir, que su precio lo fija la demanda del mercado mundial. Sin embargo, el sulfato de manganeso monohidratado maneja precios que son dictados por los mercados internacionales. El sulfato de manganeso monohidratado tiene una alta demanda en el mercado debido a sus usos como fertilizante, alimento y fungicida. El mercado peruano prosee tres empresas principalmente que producen este producto: Ferrostalt, Aris Industrial y Quiagral. La demanda extranjera está en el orden del 1'000,000 de toneladas (QY Research, 2017) y el mercado nacional satisface el 10% de dicha demanda, la cual crece en el tiempo debido a sus cualidades únicas.

De acuerdo con lo expuesto por el personal directivo de Río Seco los concentrados de Pb-Ag no son afectadas por las variables modificadoras de la demanda como: precio, publicidad y promociones, órdenes en *stand-by*, reservaciones e innovación en nuevos productos. De la misma manera, analizar a los factores modificadores de la oferta como la modificación fuerza laboral debido a variaciones en la demanda, desviaciones en el inventario de despacho, postergación por exceso de demanda, cambios en el plan de

producción con más horas de trabajo, entre otros; dadas las condiciones de que el concentrado varía de acuerdo a los precios estipulados en el mercado internacional. Factores exógenos como políticos, ambientes o sociales si tienen un efecto sobre el precio, pero la demanda se mantiene constante a lo largo de los últimos años. Este análisis es competencia de Buenaventura, pero Río Seco está expuesto a la cantidad de concentrado extraído, por lo cual, ante mayor extracción, variaciones en las leyes o factores socio-ambientales, la demanda varía. Por otra parte, el sulfato de manganeso monohidratado sí depende del precio diferencial, a pesar de que también este sometido a la cantidad de concentrado extraído.

Para el planeamiento agregado de Río Seco, la mejor herramienta con la que cuentan para pronosticar la demanda es la información histórica (ver Tabla 27). Con ello se logra modelar la demanda futura ya que se aplica una línea de tendencia que predice la demanda futura. No obstante, la variabilidad que existe en la extracción de Uchucchacua provoca que los modelos y pronósticos tengan un margen de error. En el caso de la cantidad de material tratado el margen de error es menos del 1%; pero en el caso del sulfato de manganeso monohidratado, la desviación con la producción pronosticada es de 11% (ver Figura 29).

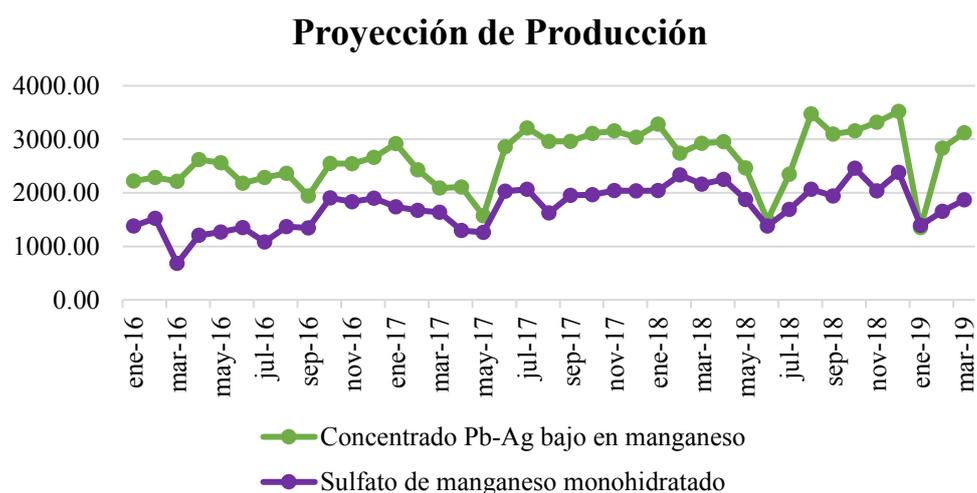


Figura 29. Pronósticos basados en datos históricos.

Adaptado de “Planeamiento Anual”, por la Procesadora Industrial Río Seco, 2018. Lima, Perú: Buenaventura.

Tabla 27
Rendimientos Históricos de los Últimos Dos Años

Año	Descripción	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2016	Pb-Ag (TMS)	2,222.0	2,289.0	2,214.0	2,620.0	2,557.0	2,181.0	2,284.0	2,362.8	1,941.9	2,547.9	2,544.0	2,660.8
	H2SO4 (TM.)	1,331.6	1,250.7	1,127.1	1,677.1	1,727.4	1,716.0	1,502.4	1,436.8	887.3	1,643.3	1,656.1	1,695.4
	Generación de Energía (kW-hr)	199,566.0	276,875.0	145,764.0	425,438.0	443,000.0	459,493.0	376,111.0	401,299.0	77,374.0	438,059.0	418,372.2	456,822.8
	MnSO4.H2O (TM.)	1,371.0	1,531.0	654.0	1,347.0	1,292.0	1,445.0	1,083.0	1,351.0	1,344.0	1,908.0	1,833.0	1,897.0
2017	Pb-Ag (TMS)	2,921.3	2,438.1	2,095.2	2,109.7	1,570.3	2,862.3	3,212.1	2,958.6	2,961.1	3,111.5	3,156.5	3,038.7
	H2SO4 (TM.)	1,537.6	1,286.1	1,498.4	1,310.1	925.3	1,407.6	1,658.3	1,623.8	1,636.9	1,636.9	1,456.0	1,063.8
	Generación de Energía (kW-hr)	388,153.0	299,298.0	247,867.0	275,421.0	238,991.0	91,020.0	354,982.0	344,939.0	368,654.0	354,242.0	218,310.0	63,093.0
	MnSO4.H2O (TM.)	1,743.0	1,673.0	1,636.0	1,377.0	1,259.0	2,029.0	2,064.0	1,624.0	1,954.0	1,962.0	2,045.0	2,036.0

8.4 Propuesta de Mejoras

Como mejora del planeamiento agregado de Río Seco se sugiere la implementación de un sistema que permita el planeamiento agregado sea más fino, y con ello conseguir estimaciones paramétricas que ajusten el régimen de producción de manera automática (ver Tabla 28). Asimismo, en la Tabla 29 se observa la proyección del flujo de caja en la cual se recuperará la inversión (*payback* es 3.57 años) y se empezarán a generar beneficios. Cabe resaltar que los datos fueron obtenidos según una estimación basada en la implementación de un ERP adecuado (en nuestro caso SAP). Según esta presentación se busca integrar a toda la cadena para que el planeamiento se de en base a datos actualizados en tiempo real.

Tabla 28
Propuestas de Mejora

Propuesta	Actividades	Beneficios	Impacto económico
(1) Implementación de sistema de la información integrado para mejorar la exactitud del planeamiento agregado y que sea parte de las entradas la programación de producción	(1) Elaboración de ficha técnica de requerimiento de software. (2) Esquematizar la información entre Uchucchacua y Río Seco (3) Capacitación de personal para llenado de información de las bases de datos de Uchucchacua y Río Seco (3) Instalar el sistema (4) Adaptación del sistema a los requerimientos de información de Uchucchacua y Río Seco	(1) Reducción del tiempo y calidad de respuesta (2) Ajustar variaciones de producción de manera automática	(1) Inversión: \$80,000 (2) VAN: \$127,459.34 (3) TIR: 35%

Tabla 29
Proyección de Beneficios de Propuesta de Mejora

Conceptos / Año	0	1	2	3	4	5
Costo de la Inversión	\$ 80,000.00					
Costo de mejora futura		\$ -				
Ahorro		\$ 10,000.00	\$ 15,000.00	\$ 35,000.00	\$ 35,000.00	\$ 35,000.00
Beneficios	\$ -80,000.00	\$ 10,000.00	\$ 15,000.00	\$ 35,000.00	\$ 35,000.00	\$ 35,000.00
Flujo acumulado	\$ -80,000.00	\$ -70,000.00	\$ -55,000.00	\$ -20,000.00	\$ 15,000.00	\$ 50,000.00
TIR	15%					
VNA	\$127,459.34					
ROI	59%					
tiempo de retorno de la inversión	3.57					

8.5 Conclusiones

Dentro de este capítulo se observó que la planificación agregada de Río Seco depende de la cantidad de concentrado Pb-Ag que se extrae de la mina Uchucchacua, por lo cual las variaciones en la demanda y la producción están sujetas a las condiciones de operación de la mina. Caracterizar los parámetros de la mina en una proyección es de suma utilidad para optimizar la planificación que realiza la procesadora. Los modelos utilizados por la empresa Buenaventura en la mina Uchucchacua se basan en los estudios mineralógicos los cuales poseen un rango de error. Por lo tanto, obtener información en tiempo real y que sea estándar tanto para la mina como para planta puede mejorar las estimaciones y predicciones.

Los factores exógenos a la producción de la mina, tales como manifestaciones, bloqueo de caminos o fenómenos naturales, y que afectan a la planificación anual Río Seco debido a que es único que suministra el bien a transformar (los concentrados). No es factible adquirir concentrado de otras minas porque las concentraciones de cada mineral son distintas, lo cual llevaría a una modificación del proceso. Por otro lado, el planeamiento de planta depende de factores operativos de la mina, razón por la cual la producción de la planta se ve afectada de manera directa por la gestión que se tiene de Uchucchacua. Una gestión conjunta con una visión en común mejoraría las operaciones en cada caso.

Capítulo IX. Programación de Operaciones Productivas

El presente capítulo presenta la estructura que materializa el planeamiento estratégico y direcciona las acciones de la procesadora industrial Río Seco. Se parte dando cuenta de los mecanismos implementados para la optimización, seguido de la descripción de la programación de las operaciones productivas, para finalmente especificar los alcances del sistema de información que maneja la empresa.

9.1 Optimización del Proceso Productivo

Río Seco se encarga principalmente del tratamiento de concentrado de Pb-Ag con alto contenido de manganeso, servicio que es realizado de manera exclusiva para Buenaventura. Para ello, se ha puesto en marcha la implementación de tres plantas: Lavado Ácido, Ácido sulfúrico y Cristalización. Tal como se observa en la Figura 30, Río Seco ha alcanzado las 35,000 TMS de tratamiento de concentrado de Pb-Ag y con ello el estar a máxima capacidad operativa, así como la producción de 21,600 TM de sulfato de manganeso monohidratado, lo que lo convierte en uno de los principales productores de la región.

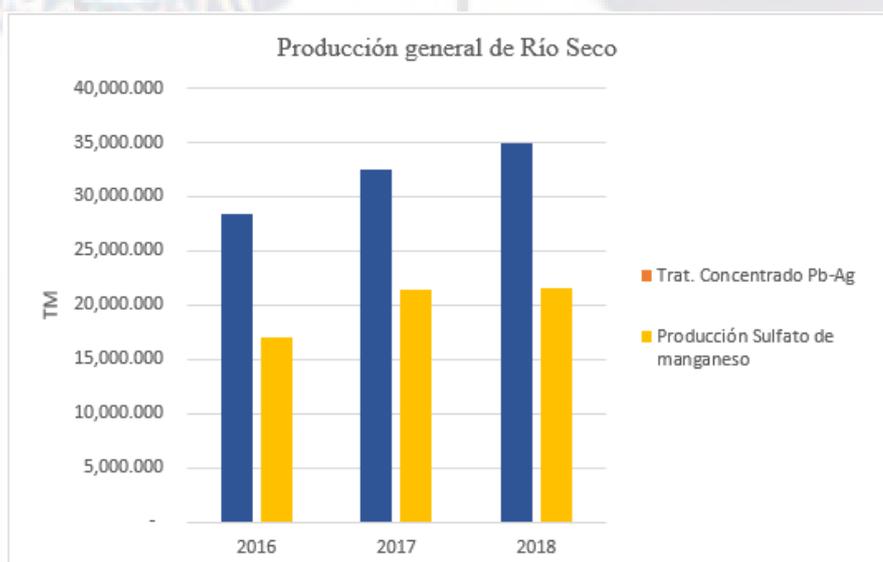


Figura 30. Producción general de Río Seco 2016-2018. Tomado de *Planta de Sulfato de Manganeso Monohidratado*, por L. De la Cruz, 2015

Tales resultados son productos de mejoras que se han ido implementando en los últimos tres años de operaciones que han permitido un incremento de la actividad productiva. Se observa así en la Figura 31 que al inicio de operaciones (2013) Río Seco registró un procesamiento de 2,000 TMS de concentrado de Pb-Ag-Mn y 3,000 TM producidas de sulfato de manganeso monohidratado (ver Figura 32). Las mejoras que se hicieron se basaron en aumentar la capacidad para el tratamiento del concentrado de Pb-Ag-Mn y la de producción del sulfato de manganeso monohidratado.

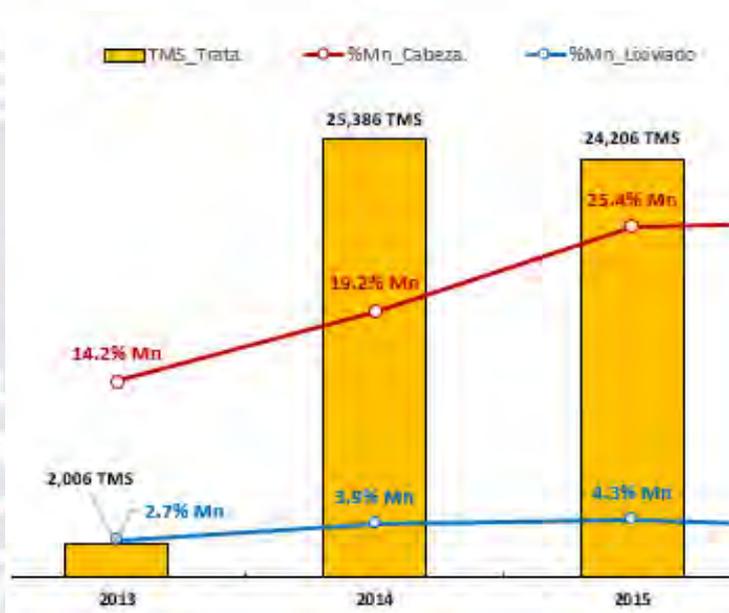


Figura 31. Producción de tratamiento de concentrado de Pb-Ag 2013-2015. Tomado de “Planta de Sulfato de Manganeso Monohidratado”, por L. De la Cruz, 2015

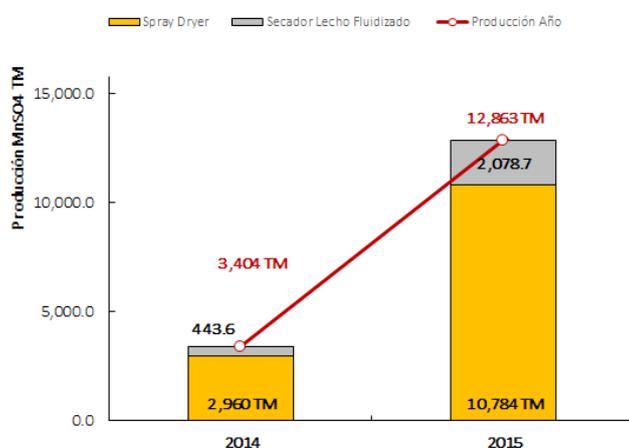


Figura 32. Producción de sulfato de manganeso monohidratado 2014-2015. Tomado de “Planta de Sulfato de Manganeso Monohidratado”, por L. De la Cruz, 2015

Por un lado, las propuestas apuntaron a potenciar el sistema de bombeo de aniego líquido que tenía una capacidad de extracción de los gases de los reactores a 60°C. Ya que el aumento de la cantidad de manganeso en los concentrados conlleva un aumento del tonelaje del tratamiento, se optó por colocarle a la bomba un enfriador que permita comprimir los gases hasta 20°C, pudiendo así bombear una mayor cantidad de gases a una menor temperatura, tratando así más tonelaje y asimilando el incremento del porcentaje de manganeso en los concentrados, los cuales varían de acuerdo a las exploraciones realizadas en Uchucchacua.

Por otro lado, se realizó modificaciones en los procesos de lixiviación. Si bien es cierto que en el diseño original de la planta se establecía el tratamiento primero de los carbonatos y después los sulfuros, con el tiempo se observó que el tiempo de residencia eran grandes en función de los tiempos de entrada/salida, por lo que se decidió hacer el cambio a trabajar ambos tanques en paralelo, haciendo para ello modificaciones en el proceso de neutralización incrementando el número de tanques. Asimismo, se modificaron los equipos de secado de la planta de cristalización, el cual tenía una producción de 40 toneladas de sulfato de manganeso por día, contando para ello con el sistema *Spin Flash Dryer*. Se incorporó el sistema *Spray Dryer*, con lo cual se pasaba de un sistema de secado en pulpa a uno en seco, obteniendo así un mejor tiempo de residencia y un control superior sobre la fluidización. Los resultados indican un aumento global del 46% de la producción de la planta de cristalización, observándose una mejora de 49% en el desempeño del *Spin Dryer* en los últimos tres años (ver Figura 33).

Los valores obtenidos del proceso son una entrada fundamental para definir las estrategias que permitirán optimizar el proceso productivo, por lo cual la fidelidad de la toma de datos tiene que ser efectuada de manera precisa. Para ello, la empresa dedica recursos especializados para la recolección y tratamiento de datos.

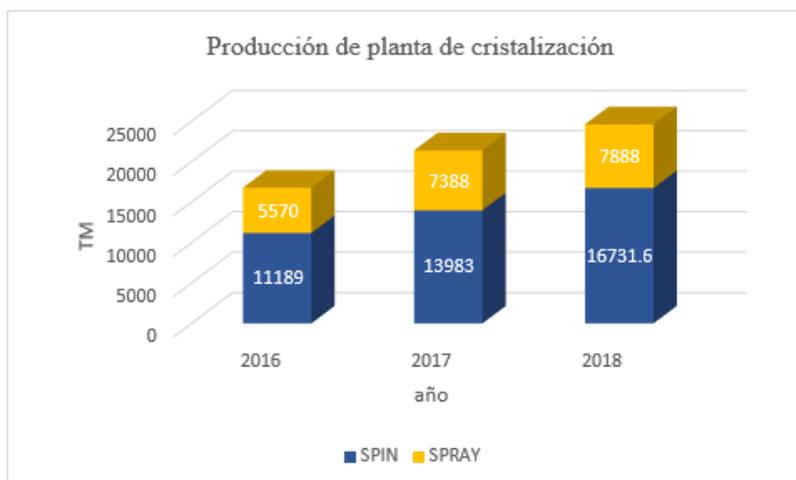


Figura 33. Producción de planta de cristalización.

Tomado de “Planta de Sulfato de Manganeso Monohidratado”, por L. De la Cruz, 2015

Asimismo, desde el inicio de operaciones se dispuso de la propia producción de ácido sulfúrico, elemento clave para el proceso de lixiviación, lo cual le permite tener una mayor eficiencia operativa al tener total disposición sobre tal insumo al momento del tratamiento del tratamiento de concentrado de Pb-Ag. Como se observa en la Figura 34, Río Seco ha tenido una capacidad de consumo al 95% de la producción anual en los últimos 3 años, lo cual se explica a partir de los acuerdos previos fijados en los contratos entre Buenaventura y Río Seco sobre la cantidad de concentrado a tratar durante las operaciones productivas de cada año (ver Figura 35).

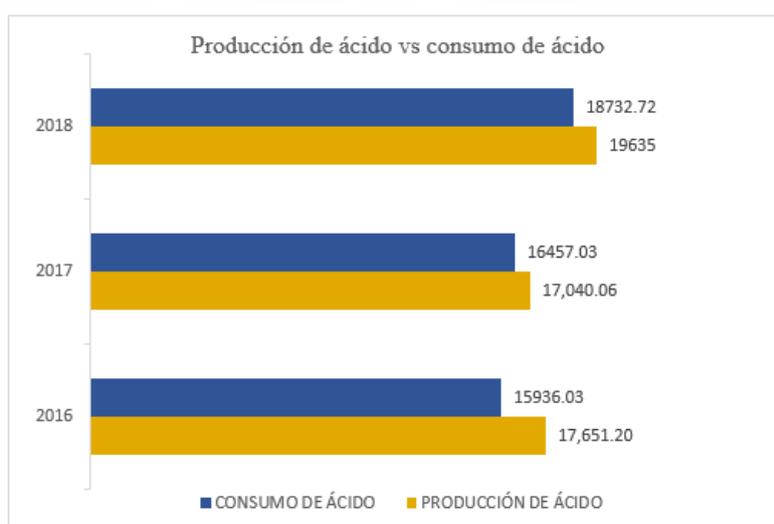


Figura 34. Producción y consumo de ácido sulfúrico.

Tomado de “Planta de Sulfato de Manganeso Monohidratado”, por L. De la Cruz, 2015

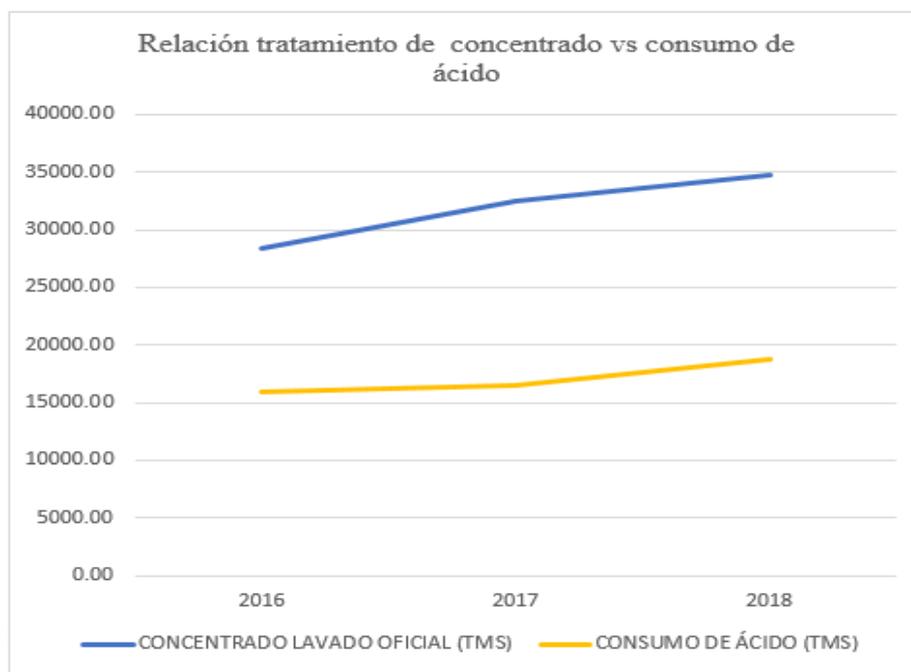


Figura 35. Relación entre el tratamiento de concentrado de Pb-Ag y el consumo de ácido. Tomado de “Planta de Sulfato de Manganeso Monohidratado”, por L. De la Cruz, 2015

Todos estos cambios permitieron tener una producción optimizada. En otras palabras, el funcionamiento de la planta actual ya no se parece a la planta tal cual fue diseñada. Los parámetros cambiaron porque la producción de la mina de Uchucchacua fue variando y Río Seco tenía la necesidad de adaptarse a esos cambios. Por ende, la productividad de la empresa va en relación a la demanda de Buenaventura por obtener concentrado de Pb-Ag con bajo contenido de manganeso.

9.2 Programación

Río Seco tiene dos planeamientos al año, uno en el mes de mayo y otro en noviembre, siendo noviembre de 2018 la fecha donde se estableció la meta del tratamiento de 35,000 TM/año de concentrado de Pb-Ag-Mn para el 2019. Río Seco pone en operación su planeamiento anual a partir de la gestión de sus procedimientos que contemplan la actualización continua del registro y monitoreo de sus avances por día, semanal, semestral y anual. El establecimiento de los objetivos va relacionado directamente por la capacidad de producción de la mina Uchucchacua. No obstante, para el presente año operativo la cantidad

meta no podrá ser alcanzada debido a una paralización de 20 días de las operaciones por una huelga sindical en la mina. Sin contar ello, en lo que va del 2019 se han procesado 7,000 TM de concentrado de Pb-Ag-Mn y una producción de 5,000 TM de sulfato de manganeso hasta el mes de marzo; sin embargo, no se ha determinado la cantidad a alcanzar hasta el cierre del año ya que esta será estimada en la sesión de planeamiento del mes de mayo.

En cuanto al planeamiento propiamente dicho, este se realiza proyectando un trabajo continuo los 360 días del año, a partir del cual se plantea 10 días de mantenimiento al año, 40 días de para por cortes de energía, entre otros factores. A partir de ello, se tiene una cantidad de días productivos que son la base para el establecimiento de la producción. Sin embargo, en este planeamiento no se toman en consideración las posibles paralizaciones por conflictos sociales o huelgas como finalmente sucedió para el presente año en Uchucchacua, ya que a vista de los ejecutivos, son escenarios complejos de predecir.

9.3 Gestión de la Información

Desde el 2017, Río Seco ha ido implementando progresivamente el uso del software SAP para las unidades estratégicas de la empresa, teniendo en cuenta que la licencia se solicita de manera específica para cada área en particular de manera modular. Es así que se comenzó con la adquisición del software para el área de Logística, seguido en 2018 del de Mantenimiento y finalmente en 2019 para Proyectos. Ya que tiene una fuerte dependencia de las políticas de Buenaventura como casa matriz, las solicitudes de adquisición y requerimientos diversos pasan por el área de Compras de Buenaventura, la cual tiene capacidad de decisión sobre la propuesta final. Cabe mencionar que previamente a la aplicación del SAP, Río Seco empleaba el propio sistema integrado de gestión de la matriz Buenaventura, el cual se mantiene aún vigente ya que no todas las áreas cuentan aún con licencia para el empleo del software SAP. De hecho, se hace empleo de documentos en Excel

para la coordinación y control de coberturas, estando a cargo del área de Almacén y Abastecimiento (ver Figura 36).

9.4 Propuestas de Mejora

La propuesta de mejora va enfocada en potenciar los sistemas de información para una mejor toma de decisiones tanto a nivel operativo como estratégico para fines de gestión de insumos, análisis de desempeño, correlación de factores de producción entre otros. Se toma en cuenta la ausencia de un procesamiento de los datos, ya sea de manera automatizada a través de un software o de manera mecánica a través de un personal, por lo que la información que arrojan los reportes no está siendo utilizada como herramienta de valor para la gestión operativa. Por lo tanto, se plantea la adquisición de un software integrado de gestión de datos que permita, en tiempo real, analizar la data que se encuentra en compartida tanto por Río Seco como por Uchucchacua (ver Tabla 30).

Tabla 30
Propuestas de Mejora

Propuesta	Actividades	Beneficios	Impacto económico
(1) Implementación de un sistema integrado y automatizado de información para mejorar el procesamiento de información y evaluación de la producción continua	(1) Elaboración de ficha técnica de requerimiento de software (2) Estructuración de la información entre Uchucchacua y Río Seco (3) Capacitación de personal para el llenado de información de las bases de datos de Uchucchacua y Río Seco. (4) Adaptación del sistema a los requerimientos de información de Uchucchacua y Río Seco.	(1) Reducción de tiempo y aumento en calidad de respuesta ante diversos escenarios (2) Ajustes de volumen de producción de manera automática (3) Conocimiento real sobre desempeño productivo de cada proceso y área (4) Análisis integrado de la actividad productiva en márgenes de tiempo determinado	(1) Inversión: \$ 70,000 (2) VAN: \$123,762.69 (3) TIR: 18%

Tabla 31
Proyección de Beneficios de Propuesta de Mejora

Propuesta /Año	0	1	2	3	4	5
Costo de la Inversión	\$ 70,000.00					
Costo de mejora futura		\$ -				
Ahorro		\$ 15,000.00	\$ 15,000.00	\$ 30,000.00	\$ 30,000.00	\$ 30,000.00
Beneficios	\$ -70,000.00	\$ 15,000.00	\$ 15,000.00	\$ 30,000.00	\$ 30,000.00	\$ 30,000.00
Flujo acumulado	\$ -70,000.00	\$ -55,000.00	\$ -40,000.00	\$ -10,000.00	\$ 20,000.00	\$ 50,000.00
TIR	18%					
VNA	\$127,762.69					
ROI	68%					
tiempo de retorno de la inversión	3.33					

9.5 Conclusiones

Río Seco nació como empresa para generar valor agregado al concentrado de Ag-Pb-Mn proveniente de la mina de Uchucchacua de Buenaventura. Teniendo en cuenta ello, la programación de sus actividades dependen del desempeño productivo que tenga la mina, por lo que las mejores realizadas responden directamente a tales fines. En ese escenario, se llegó a un aumento hasta del 23% de la producción en los últimos tres años, lo que da cuenta de la disposición gerencial de potenciar la capacidad de la planta a medida que aumenta la producción de Uchucchacua.

Río Seco recibe en la fase de planeamiento la información exacta de unidades a procesar al año, por lo que la gestión de la información se subordina a tales acuerdos. No obstante, se evidencia la posibilidad de mejorar la misma a partir de un manejo oportuno de los datos que permitan generar conocimiento real sobre ajustes que podrían efectuarse de manera preventiva, integrada y automatizada.



Figura 36. Excel para control de coberturas. Tomado de "SAP," por Procesadora Industrial Rio Seco S.A., 2019

Capítulo X. Gestión de Logística

La gestión logística se ha vuelto un enclave en las empresas que desean mantener su posicionamiento estratégico en el mercado. Para alcanzar dicho objetivo, el aprovechamiento de la logística en la Planta Procesadora de Río Seco se ha convertido en un factor clave a la hora de gestionar el uso eficiente y eficaz de los recursos. En este sentido, el presente capítulo identifica cada componente de la gestión logística de la empresa con la finalidad de determinar las fortalezas de la gestión actual y determinar los puntos de mejora.

10.1 Diagnóstico de la Función de Compras y Abastecimiento

La gestión de compras y abastecimiento desempeñan la función de realizar los requerimientos de insumos y transporte para mantener todas las operaciones productivas funcionando, así como brindar respaldo a las actividades conexas. Para efectuar ello, la empresa requiere un abastecimiento continuo de materiales claves para la actividad primaria (ver Tabla 32).

Tabla 32
Empresas Proveedoras de Productos

Material	Empresa
Recubrimientos metálicos	Latin Metals
Recubrimientos metálicos	Polimec
Tornería	Famitec
Servicio mecánico	CONFIPETROL
Fabricaciones estructurales	Lagos S.A.
Ingeniería de ácidos	Haldor Topsoe
Tornería	AB engranajes

Para clasificar la gestión de compras se procedió a realizar una categorización mediante el modelo Kraljic, el cual considera cuatro tipos diferentes de productos (Mora, 2009), especificado en la Tabla 33.

1. Productos-servicios multiplicadores: alto impacto en los resultados mientras existan muchos proveedores.

2. Productos-servicios rutinarios: bajo impacto mientras haya muchos proveedores.
3. Productos-servicios críticos: bajo impacto mientras haya pocos proveedores.
4. Productos-servicios estratégicos: alto impacto mientras haya pocos proveedores.

Tabla 33
Categorización mediante el modelo Kraljic

Clasificación de acuerdo al modelo Kraljic	
Productos-servicios multiplicadores · Estructuras metálicas	Productos-servicios estratégicos · Concentrado de mineral · Acreditadores internacionales
Productos-servicios rutinarios · Insumos químicos · Servicios de alimentación al personal · Servicio de transporte interno · Bolsas Big-Bag	Productos-servicios críticos · Equipos especializados · Concentrado de mineral

De acuerdo a la tabla anterior se puede ver que el principal producto estratégico deriva del mineral extraído de la operación minera de Uchucchacua con la cual se mantiene una estrecha relación que permite no ajustar el riesgo de gran dependencia y más bien una necesidad mutua debido a que la planta Procesadora Río Seco es la única en el Perú con estas características. Por otro lado, ambas empresas pertenecen al mismo grupo, Compañía de Minas Buenaventura S.A, lo cual les permite mantener una estrecha relación contractual. Sin embargo, la planta depende mucho del entorno situacional de la mina; por ejemplo, si hay huelga, paralización, accidente o cualquier otra condición que implique un retraso en el proceso extractivo entonces será el volumen de concentrado destinado a la planta el que se vea afectado. Como resultado de estas amenazas, el año 2018 se efectuó una paralización en la mina Uchucchacua durante el mes de enero que ocasionó la no circulación de concentrado hacia la planta de Río Seco ocasionando pérdidas cuantiosas por la no producción.

10.2 Función de Almacenes

La planta Procesadora cuenta con un almacenamiento interno de 6,792.49 metros cuadrados que representa el 12.4% de total del territorio ocupado (ver Figura 21), el mismo que lo distribuye para almacenar tres tipos de inventario de acuerdo a las características de los materiales incluidos.

En primer lugar, posee una zona de almacenamiento de las materias primas que comprende a los insumos necesarios para la realización de los procesos metalúrgicos (ver Figura 37), el cual posee un metraje de 62.62 m², como también a los concentrados ingresados que serán sometidos a procesos de transformación desde su llegada a la planta (ver Figura 38) en un área de 429.71 m².



Figura 37. Edificio de almacén 1 y 2.

En segundo lugar, se cuenta con zonas de productos terminados que incluyen al concentrado de mineral y al material no comercializable (ver Figura 38) en un área de 429.71 m².

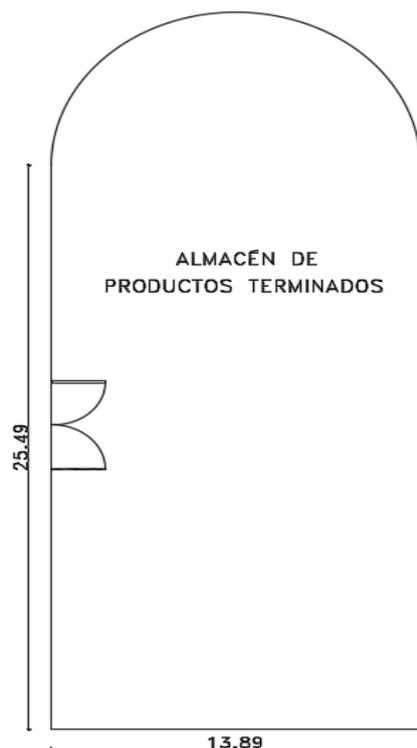


Figura 38. Almacén de productos terminados de la Procesadora Río Seco.

Por último, se cuenta el almacén principal cuya función principal es del suministro de 3,640.86 m² (ver Figura 39).

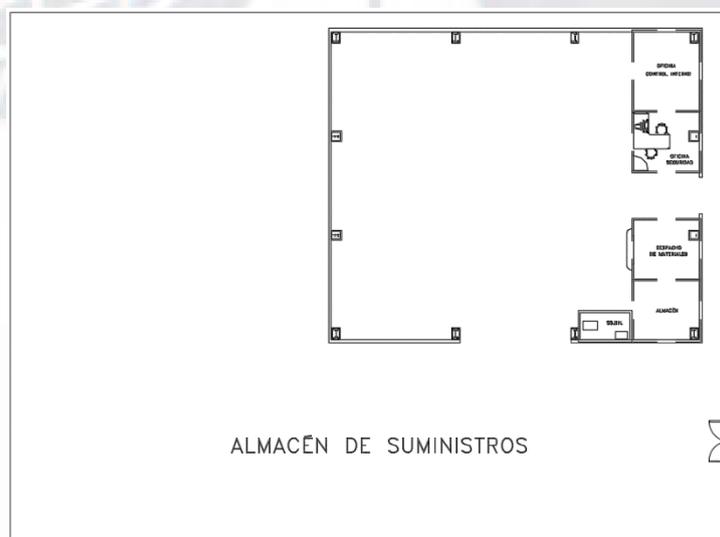


Figura 39. Almacén de suministros de la procesadora de Río Seco.

De acuerdo a la información recabada, el almacén interno cuenta con un inventario con una tasa de rotación de por encima del estándar de la empresa matriz valorizada hasta el 25 de febrero del 2019 en más de USD 2'000,000 según entrevistas realizada al personal de

almacén de los cuales aproximadamente el 50% se encuentra sin movilización desde hace casi un año. Del mismo modo, el 70% de los materiales almacenados se encuentran exclusivamente para actividades de mantenimiento.

Por otro lado, al ser una subsidiaria de la Compañía de Minas Buenaventura cuenta con capacidad de almacenamiento en la sede de Campoy ubicada en la Av. Malecón Checa, San Juan de Lurigancho, la cual permite el almacenamiento de insumos para todas las unidades mineras del grupo.

10.3 Gestión de Inventarios

La planta procesadora de Río Seco al igual que todo el conglomerado de la Compañía de Minas Buenaventura S.A, cuenta con la funcionalidad del programa SAP para tener datos actualizados de su inventario tanto independiente como del conglomerado. Por otro lado, la información recabada les permite efectuar órdenes de servicio al almacén principal en Campoy como a las otras unidades del grupo permitiendo mejorar la rotación. Esto le permite gestionar los materiales requeridos teniendo la opción de utilizar insumos que se encuentran sin uso en otras unidades, como también tienen la posibilidad de ofrecer sus artículos sin uso a través del sistema.

Por otro lado, la ventaja de la estandarización del sistema de abastecimiento ha permitido mantener en un nivel adecuado el consumo, el *stock* y la cobertura evitando el sobre *stock* de insumos en el 2018.

10.4 Función del Transporte

El transporte dentro de la empresa está limitado al transporte de personal, carga liviana y servicios menores. El transporte de concentrado tanto a la entrada a la planta como para la salida está a cargo de la gestión de la Mina Uchucchacua, debido a esto es que el reporte de tiempos muertos por colas, esperas, ritmo de llegada y salida no se nos ha provisto. Es importante señalar que el transporte del concentrado dentro de la planta se realiza

mediante fajas de transportación autónomas para mantener la eficiencia y eficacia del proceso lo más alto posible.

10.5 Definición de Principales Costos Logísticos

Dentro de las actividades inherentes a la cadena de valor proveedor-cliente se incurren en costos asociados a los procesos logísticos de abastecimiento y distribución de mercancía, los cuales conforman la estructura básica de los costos logísticos y son los aspectos que las empresas deben buscar racionalizar, minimizar y optimizar, con el fin de mejorar el margen entre las ventas netas y los gastos totales de operación, y de esta manera contribuir con el aumento de la rentabilidad. En este sentido se procede a discriminar los costos relacionados con los procesos mencionados anteriormente (ver Tabla 34).

Tabla 34
Descripción de los Principales Costos Logísticos

Costos logísticos	
Transporte	Costos por operar el transporte propio
Almacenamiento	Sostenimiento, manejo, impuestos, etc.
Procesamiento de órdenes	Personal y servicio clave
Administración	Personal, información capacitación, etc.
Inventario	Mantenimiento de inventario, costo de oportunidad, etc.

Previo a mencionar los costos logísticos de la planta es necesario señalar, tal y como se hizo anteriormente, que algunos procesos son cubiertos por la empresa matriz. En primer lugar, la gestión de almacén externa está cubierta en su totalidad por la empresa matriz en un almacén central. En segundo lugar, el transporte del insumo principal es cubierto por la empresa matriz. En resumen, el costo logístico de la planta se ve limitado parcialmente por el involucramiento de la empresa matriz en los procesos anteriormente mencionados, así como en otras actividades internas (mantenimiento, auditorías, etc.).

10.6 Propuestas de Mejoras

En primer lugar, se ha podido observar que la empresa depende mucho del SAP; sin embargo, no tienen una categorización de inventarios. En este sentido, se recomienda reorganizar el almacén de suministros mediante la categorización ABC la cuál es una herramienta que consiste en organizar los productos en tres categorías de acuerdo a sus índices de repetitividad de requerimiento con una distribución equivalente a la del 80-20 de Pareto (Mora, 2009). Por un lado, los productos tipo A se caracterizan por ser un pequeño número de unidades físicas. El producto tipo B se caracteriza por tener un tamaño mediano y el C por representar el mayor porcentaje de unidades físicas. En los tres casos clasificatorios se caracterizan además por su demanda, costo, rentabilidad, ventas y el significado estratégico que representan con lo se puede construir ecategramas de demanda y rentabilidad para mejorar la categorización de los artículos y continuar con el análisis de los productos. El desarrollo de la categorización planteada requiere una inversión en capacitación al personal de logística y el desarrollo de líneas de comunicación eficaces con lo cual se puede alcanzar a priorizar mejor los equipos de baja rotación para su posterior recomercialización. En segundo lugar, no se pudo observar reportes de costos ocultos ni de reversa lo cual puede implicar que se los incluye dentro de cuentas con nombres similares (ver Tabla 35).

Tabla 35
Listado de los Costos Ocultos y de Reversa más Comunes

Costos ocultos	Costo de reversa
Obsolescencia	Costos de re-transporte
Devoluciones	Costo de re almacenamiento
Deterioro y daños	Costo de re empaque
Retrasos de despachos	Costo de manejo
Diferencia de cantidades inventariadas	Costos administrativos
Rotura de stock	Costo de reposición

Es importante poder identificar y calcular los costos incurridos antes mencionados con el fin de poder optimizar los recursos y mejorar el proceso de gestión logística, así como para evitar las actividades que generen redundancia de procesos. De esta manera se llegó a determinar mejoras sustanciales en la gestión logística las cuales están detalladas en la Tabla 36 y 37.

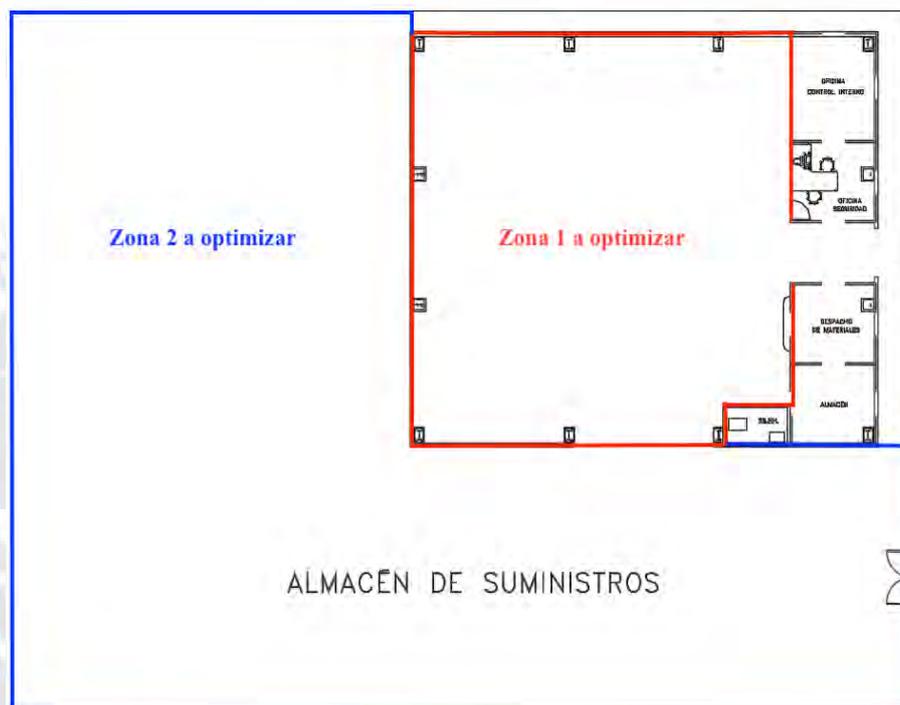


Figura 40. Zonas de optimización del almacén de suministros

En la Figura 40 se puede observar la división del almacén de suministros en dos zonas tras la aplicación de las propuestas de mejora. En cuanto a la zona 1, la categorización ABC y la determinación de los costos ocultos y de reversa permitirán la óptima organización del inventario, así como mejorar la utilización de los suministros aminorando el tiempo de almacenaje. Por otro lado, la zona 2 comprende en su mayoría a repuestos de muy baja rotación que representan casi el 50% del valor de suministros almacenado o USD 1'000,000.00. En este sentido, al optimizar la zona 2 se busca disminuir al mínimo el espacio comercializando los artículos de baja rotación o almacenándolos en la sede principal de Campoy perteneciente a la corporación.

Tabla 36
Detalle de las Propuestas de Mejoras para la Gestión Logística

Propuesta	Actividades	Beneficios	Impacto económico
(1) Categorización ABC del inventario	Organizar el inventario existente mediante características de repetitividad de requerimiento	<ul style="list-style-type: none"> (1) Disgregación de la rotación de inventarios. (2) Fácil re comercialización de suministros en la corporación (3) Uso óptimo del espacio de almacén de suministros (ver Figura 40) 	<ul style="list-style-type: none"> (1) Inversión: \$45,000 (2) VAN: \$233,921.10 (3) TIR: 94%
(2) Cálculo y determinación de costos ocultos y de reversa	Realizar un costeo ABC para determinar de forma más clara los costos incurridos en cada actividad (Ugalde, 2011)	<ul style="list-style-type: none"> (1) Mejorar el planeamiento anual al optimizar el cálculo de costos (2) Minimizar los costos de reversa (3) Se mejora el cálculo de la rentabilidad 	

Tabla 37
Proyección de Beneficios de Propuesta de Mejora

Conceptos /Año	0	1	2	3	4	5
Costo de la Inversión	\$45,000.00					
Costo de mejora futura		\$12,000.00				
Ahorro		\$ 50,000	\$ 50,000	\$ 50,000	\$ 50,000	\$ 50,000
Beneficios	\$-45,000.00	\$ 38,000	\$ 50,000	\$ 50,000	\$ 50,000	\$ 50,000
TIR	94%					
VAN	\$ 233,921.10					
ROI	420%					
Tiempo de retorno de la inversión(años)	4.86					
Costo de la Inversión	94%					

10.7 Conclusiones

La empresa tiene muchos costos no calculados debido a la intervención de la empresa matriz en varios de los procesos. Por tal razón, los costos ocultos resultado de la cooperación como lo son los retrasos, espera de atención de camiones, almacenamiento temporal de relaves, entre otros no son tomados en cuenta en la elaboración de sus estados financieros. Por otro lado, para el presente proyecto sólo se brindó información de la subsidiaria por lo cual no contamos con información de los costos incurridos por la compañía de Minas Buenaventura. Sin embargo, este subvencionamiento por parte de la matriz disminuye claramente los costos incurridos en el proceso general de la cadena de abastecimiento; razón por la cual no se ofreció mejoras en ese aspecto.

Hay mercancía de muy baja rotación que representa casi el 50% del valor del inventario. Si bien en su mayoría estos son repuestos de gran importancia para el funcionamiento de los equipos principales, se debe considerar que la planta está a sólo dos horas del almacén principal del grupo en donde podría almacenarlos y evitaría incurrir en costos propios de almacenamiento. Con esto la empresa puede mejorar su ratio de rotación de 4.0 y pasar a 3.2 que es el estándar exigido por la empresa matriz.

Capítulo XI. Gestión de Costos

En este capítulo se analiza el sistema de costeo de Río Seco, evaluando la estructura de sus costos de producción a través de los sistemas de costeo por órdenes y costeo basado en actividades. Para establecer las bases de asignación de costos de manera estructurada, Río Seco divide sus actividades de producción en dos especialidades: (a) servicio de lixiviación de concentrado y (b) venta de sulfato de manganeso monohidratado. En base a esta división, la gerencia obtiene y administra información acerca del cálculo de las utilidades, para que a partir de ella, se gestionen los costos de forma conveniente y se planifiquen nuevas inversiones que garanticen la rentabilidad futura de la empresa.

11.1 Costeo por órdenes de trabajo

Río Seco tiene un proceso de producción continuo a lo largo de todo el año con una sola parada para el mantenimiento de las plantas, la cual está programada en el mes de junio por 15 días, alterando la producción de este mes. Sin embargo, el resto del año, las corridas de producción de la empresa son permanentes, 24 sobre 24 horas para obtener concentrados de mayor ley de plata y menor concentración de manganeso, a partir del material extraído en Uchucchacua. El sistema de costeo por órdenes de trabajo “se usa en procesos únicos, artículo y lotes normalmente, en los que cada orden es diferente y hay que realizar un costeo específico o para cada orden de trabajo” (D’Alessio, 2012, p.418).

Las plantas de Río Seco están diseñadas para los dos siguientes procesos productivos: (a) servicio de lixiviación de concentrado y (b) producción de sulfato de manganeso monohidratado. La empresa, según el tipo de estos procesos, clasifica como continua, tanto en base al volumen y a la frecuencia de su producción, debido a la especialización de sus maquinarias y al diseño único de productos finales normalizados. Es decir, Río Seco no maneja órdenes específicas o variables al tratamiento de concentrados y a la producción de sulfato de manganeso monohidratado, por lo que el sistema de costeo por órdenes carece de

utilidad frente a un sistema de costeo basado en actividades que ayuda la toma de decisiones estratégicas.

Sin embargo, Río Seco identifica y diferencia los costos directos e indirectos de producción que son asignados en función a la cantidad de toneladas de concentrado tratado en la Planta de Lavado Ácido y a la cantidad de toneladas de sulfato de manganeso monohidratado producido en la Planta de Cristalización. Durante el año 2018, la empresa trató 34,840.7 TMS de concentrado provenientes de Uchucchacua y produjo 24,623 TMS de sulfato de manganeso monohidratado. Este nivel de producción totalizó un costo de operación igual a USD 15'338,000, cuya distribución se muestra en la Tabla 38.

Tabla 38
Costos de Operación en el Año 2018

Detalle	USD	Detalle	USD
Materiales		Mano de Obra	
Directos		Directos	
Servicio de lixiviación	3'445,000	Servicio de lixiviación	2'006,000
Producción de sulfato de manganeso monohidratado	2'542,000	Producción de sulfato de manganeso monohidratado	1'055,000
Sub Total	5'987,000	Sub Total	3'061,000
Indirectos		Indirectos	
Electricidad	1'986,000	Servicios prestados por terceros y relacionadas	4'304,000
Sub Total	7'973,000	Sub Total Indirectos	7'365,000
		Total	15'338,000

Los costos directos identificados son los incurridos en materiales y mano de obra directa, los cuales se pueden atribuir a los concentrados finales de una manera económicamente factible. En el caso de los costos indirectos, éstos no son diferenciados entre

las dos actividades principales de producción: (a) servicio de lixiviación de concentrado y (b) producción de sulfato de manganeso monohidratado, de forma que se asigna el costo de los servicios prestados por terceros y la electricidad en general para ambas actividades productivas. En base a ello, estos costos indirectos son asignados a razón de 50% para cada actividad productiva, con la finalidad de calcular la distribución de los costos unitarios para el año 2018, indicada en la Tabla 39.

Tabla 39
Costos Unitarios de Producción en el Año 2018

Detalle	Servicio de lixiviación de concentrado (USD)	Producción de sulfato de manganeso monohidratado (USD)	Total (USD)
Costos Directos			
Materiales	3'445,000	2'542,000	5'987,000
Mano de obra	2'006,000	1'055,000	3'061,000
Total	5'451,000	3'597,000	9'048,000
Producción TMS	34,840.7	24,623.4	
CU directo	156.45	146.08	
Costos Indirectos			
Servicios prestados por terceros y relacionadas			
Electricidad	993,000	993,000	1'986,000
Total	3'145,000	3'145,000	6'290,000
Producción TMS	34,840.7	24,623.4	
CU indirecto	90.27	127.72	
Costo Total Unitario			
CU directo USD	156.45	146.08	
CU indirecto USD	90.27	127.72	
CU USD/TMS	246.72	273.80	

En base a lo descrito anteriormente, se observa que el sistema de costeo de la empresa no vincula de forma sistemática el costo de los servicios prestados por terceros y el costo de la electricidad con el objeto de costo de cada una de las actividades productivas, lo que da lugar a trabajar con resultados poco representativos. Por ello, el objetivo es asignar estos costos de una manera metódica, a fin de calcular el costo real de producción de ambas operaciones para una adecuada formulación de estrategias.

11.2 Costeo basado en actividades

Como se explicó anteriormente, Río Seco tiene dos corridas de producción claramente definidas y continuas: (a) servicio de lixiviación de concentrados y (b) producción de sulfato de manganeso monohidratado. Según Horngren, Datar y Rajan (2012), el sistema de costeo basado en actividades se emplea para empresas cuyo objeto de costeo consista en grandes cantidades de unidades idénticas o similares de un bien o servicio. En base a esta definición, la aplicación de este sistema de costeo sería conveniente, pues Río Seco desarrolla grandes volúmenes de productos finales normalizados en corridas de producción permanentes. Para la adaptación de este sistema, se seguirán los siguientes pasos:

Paso 1. Identificación de los objetos de costo

En el año 2018, la empresa trató 34,840.7 TMS de concentrados provenientes de Uchucchacua y produjo 24,623.4 TMS de sulfato de manganeso monohidratado, con un costo total de operación que asciende a USD 15'338,000.

Paso 2. Identificación de los costos directos de los productos

Para especificar los costos directos, se analizan aquellos que son atribuibles de forma directa a los productos, como los materiales y la mano de obra, haciendo un total de USD 9'048,000 para ambas operaciones de producción. Estos costos directos se muestran a continuación en la Tabla 40.

Tabla 40
Costos Directos de Producción en el Año 2018

Detalle	Servicio de lixiviación de concentrado	Producción de sulfato de manganeso monohidratado	Total USD
Materiales	3'445,000	2'542,000	5'987,000
Mano de obra	2'006,000	1'055,000	3'061,000
Total directos	5'451,000	3'597,000	9'048,000
Producción anual TMS	34,840.7	24,623.4	
Costo unitario directo	156.45	146.08	

Paso 3. Selección de las bases de aplicación de los costos para la aplicación de los costos indirectos a los productos

Las bases establecidas para la asignación del costo de los servicios prestados por terceros y el costo de la electricidad son: el nivel de costos de la mano de obra utilizada por cada actividad productiva y el costo de materiales empleados en el año 2018. Estas bases de asignación se indican en la Tabla 41.

Tabla 41
Base de Aplicación de los Costos en el Año 2018

Detalle	Servicio de lixiviación de concentrado	Producción de sulfato de manganeso monohidratado
Materiales	3'445,000	2'542,000
Mano de obra	2'006,000	1'055,000

Paso 4. Identificación de los costos indirectos asociados con cada base de aplicación de los costos

Ya que Río Seco maneja dos costos indirectos sin asignar, éstos se relacionan con las dos bases de aplicación de costos establecidas anteriormente. De esta forma, se asignará el costo de los servicios prestados por terceros con el nivel de costos de la mano de obra utilizada por cada actividad productiva, y el costo de la electricidad en base al costo de la mano de obra incurrido en el año 2018.

Paso 5. Cálculo de la tasa por unidad de cada base de aplicación de costos

A partir de lo definido en los pasos anteriores, se calcula la tasa del costo de los servicios prestados por terceros y el costo de la electricidad en cada una de las operaciones de la empresa. El detalle de este paso se muestra en la Tabla 42.

Tabla 42
Cálculo de la Tasa del Costo Indirecto

Detalle	Servicio de lixiviación de concentrado	Producción de sulfato de manganeso monohidratado	
Costo de materiales	3'445,000	2'542,000	5'987,000
Costo de la electricidad			1'986,000
Costo unitario USD			0.33
Costo de mano de obra	2'006,000	1'055,000	3'061,000
Costo de los servicios prestados por terceros			4'304,000
Costo unitario USD			1.41

Paso 6. Cálculo de los costos indirectos asignados

Con las tasas por unidad obtenidas, las asignaciones de costos indirectos se acumulan en relación a las bases y la tasa de asignación obtenidos anteriormente. Estos costos se muestran en la Tabla 43.

Tabla 43

Prorrateo del Costo de la Depreciación

Costos indirectos – Servicio de Lixiviación	Tasa	Base	Cantidad	Costo asignado
Costo de los servicios prestados por terceros	1.41	1.0 USD	2'006,000	2'828,460
Costo de la electricidad	0.33	1.0 USD	3'445,000	1'136,850
Total costo asignado				3'965,310
Costo unitario – Servicio de Lixiviación				113.81
Costos indirectos – Producción MnSO₄				
Costo de los servicios prestados por terceros	1.41	1.0 USD	1'055,000	1'487,550
Costo de la electricidad	0.33	1.0 USD	2'542,000	838,860
Total costo asignado				2'326,410
Costo unitario – Producción MnSO ₄				94.48

Tabla 43 Prorrateo del costo de depreciación

Paso 7. Cálculo de los costos totales a partir de los costos directos e indirectos asignados a los productos

En la Tabla 44 se observa que el sistema de costeo por actividades permite sincerar los costos totales de producción. El costo unitario total para el servicio de lixiviación es 270.26 USD/TMS y para la producción de sulfato de manganeso 240.56 USD/TMS. Se puede notar que existe diferencia de resultados entre los dos sistemas de costeo.

Tabla 44

Costeo de Producción Basado en Actividades

	Servicio de lixiviación de concentrado	Producción de sulfato de manganeso monohidratado
Costeo Total		
Costo directo unitario	156.45	146.08
Costo indirecto unitario	113.81	94.48
Costo unitario directo USD	270.26	240.56

En este sentido se puede ver que el costo unitario del servicio de lixiviación por TMS de concentrado en el costeo por órdenes de trabajo es USD 246.72, sin embargo bajo el costeo basado en actividades el costo unitario de tratamiento aumenta a USD 270.26; por lo que al representar un costo mayor de producción, se infiere que el cálculo de beneficios son sobre estimados. En el caso del costo unitario de producción de sulfato de manganeso monohidratado por TMS se puede observar que, según el sistema de costeo por órdenes de trabajo, este monto asciende a USD 273.80, sin embargo este cálculo implica que los beneficios son sub estimados, pues bajo el sistema de costeo basado en actividades dicho costo disminuye a USD 240.56. La Tabla 45 muestra el comparativo del costeo entre ambos sistemas de costeo.

Tabla 45
Comparativo de los Sistemas de Costeo

Sistema de costeo	Servicio de lixiviación de concentrado	Producción de sulfato de manganeso monohidratado
Órdenes de trabajo	246.72	273.80
Basado en actividades	270.26	240.56
Valor venta USD	571.43	270.23

5 Comparativo de los sistemas de costeo

11.3 Propuestas de Mejoras

La propuesta de mejora en la gestión de costos para la empresa consiste en aplicar el sistema de costeo basado en actividades, ya que al relacionar el costo de los servicios prestados por terceros y el costo de la electricidad con el nivel de costos de la mano de obra utilizada por cada actividad productiva y el costo de materiales empleados en el año 2018, los costos se convierten en datos más representativos y razonables para la formulación de estrategias. Asimismo, aplicar este sistema de costeo permite definir con mayor determinación los precios, a fin de que estén alineados a los costos reales de producción y, por consiguiente, se optimice la contabilidad de costos en base a utilidades reales que consideren adecuadamente el empleo de recursos. A continuación, se resume el impacto

económico de la propuesta de mejora en la Tabla 46, y se detalla el flujo de caja proyectado en 5 años para analizar su rentabilidad en la Tabla 47.

Tabla 46
Propuestas de Mejora

Propuesta	Actividades	Beneficios	Impacto económico
Aplicación del sistema de costeo basado en actividades para la asignación de costos indirectos	(1) Asignar bases para relacionar el costo de los servicios prestados por terceros y el costo de la electricidad con el nivel de costos de la mano de obra utilizada por cada actividad productiva y el costo de materiales empleados en el año 2018.	(1) Definir con mayor determinación los precios, a fin de que estén alineados a los costos reales de producción. (2) Analizar la contabilidad de costos en base a utilidades que muestren la real dimensión.	(1) Inversión: \$ 10,000 por asesoría contable y modificaciones en planta para contabilizar costos indirectos. (2) VAN: \$ 19,668.34, debido a mejoras en la fijación de precios más razonables y representativos. (3) TIR: 29%

Tabla 47
Proyección de Beneficios de Propuesta de Mejora

Conceptos /Año	0	1	2	3	4	5
Costo de la Inversión	\$ 10,000.00					
Costo de mejora futura		\$ 1,500.00	\$ 1,500.00	\$ 1,500.00	\$ 1,500.00	\$ 1,500.00
Ahorro		\$ 5,500.00	\$ 5,500.00	\$ 5,500.00	\$ 5,500.00	\$ 5,500.00
Beneficios	\$ -10,000.00	\$ 4,000.00	\$ 4,000.00	\$ 4,000.00	\$ 4,000.00	\$ 4,000.00
TIR	29%					
VAN	\$ 19,668.34					
ROI	97%					
Tiempo de retorno de la inversión	3.50					

11.4 Conclusiones

En base al análisis realizado en este capítulo, se diagnostica que la empresa no analiza de forma representativa los costos indirectos por cada una de sus operaciones productivas. Es así que actualmente el costo de los servicios prestados por terceros y el costo de la electricidad se evalúan de manera global, lo que genera la obtención de datos poco

representativos. Al no asignar estos costos indirectos de forma sistemática para ambas operaciones se incurre en valores de costos unitarios no significativos para la adecuada fijación de precios, lo cual se ve actualmente reflejado en el EERR de la empresa. El resumen de estos datos se muestra en la Tabla 48.

Tabla 48

Comparativo de la Utilidad Bruta Obtenida mediante los Sistemas de Costeo

Sistema de costeo	Servicio de lixiviación de concentrado	Producción de sulfato de manganeso monohidratado
Órdenes de trabajo	246.72	273.80
Basado en actividades	270.26	240.56
Valor venta USD	571.43	270.23
Producción anual TMS	34,840.7	24,623.4
Costo Órdenes de trabajo	8'595,897	6'741,886
Costo Basado en actividades	9'416,047	5'923,405
Ingreso	19'909,021	6'653,981
Utilidad Bruta - COT	11'313,123	-87,905
Utilidad Bruta - ABC	10'492,973	7'300,576

48 Comparativo de la utilidad bruta obtenida

de los sistemas de costeo

Capítulo XII: Gestión y Control de la Calidad

En el presente capítulo se describe y analiza la gestión y control de la calidad tanto del producto como de la operación industrial de la empresa Río Seco; y se detalla el funcionamiento del sistema de aseguramiento de la calidad en los procesos. La empresa posee un sistema de gestión de la calidad que sirve de guía para las actividades de control de calidad y que se encuentra enmarcado dentro de la Política de Gestión de Calidad, Ambiental, Social, Seguridad y Salud en el Trabajo desarrollado por la Compañía de Minas Buenaventura. Para corroborar los mejores estándares de calidad para sus procesos, la planta posee las certificaciones de las normas ISO 9001, ISO 14001 y OSHAS 18001; las cuales certifican un alto nivel de cumplimiento en las actividades productivas. Además, para sus productos de uso agrícola cuentan con la autorización sanitaria emitida por SENASA y con la certificación BASC, la cual certifica que las prácticas correspondientes a la cadena de suministros y al comercio exterior son seguras y confiables.

Río Seco basa sus actividades de control de calidad en un estrecho monitoreo, buscando la mejora continua de sus procesos para hacerlos más eficientes y al mismo tiempo reducir todo tipo de merma al reutilizar la mayor parte de lo que sale de su producción. Sin embargo, se observó que la empresa no utiliza metodologías del tipo Lean, Six Sigma, TPM o JIT, por lo cual existen aún puntos por mejorar dentro de la prácticas de la empresa.

12.1. Gestión de la Calidad

Crosby (1979) menciona que mantener una política de calidad en las empresas es un factor competitivo, por lo cual deben de seguir una filosofía que se la define en cuatro puntos: (a) tener calidad significa la conformidad con los requerimientos del cliente, (b) el sistema a implementar para tener una cultura de calidad es la prevención, (c) el estándar de desempeño al que las empresas deben apuntar es el de cero defectos, y (d) los gerentes deben conocer el precio de la no conformidad ya que es la forma de medición de la calidad.

El enfoque de Río Seco está sobre el producto, siendo un punto crítico dentro de la operación asegurar que las leyes de manganeso después del proceso de lixiviación hayan disminuido para que el producto no sea penalizado en el mercado internacional. De la misma manera, corroborar que el sulfato de manganeso monohidratado tenga el estándar de calidad deseado por los clientes es de suma importancia para la empresa. Los productos (concentrado Pb-Ag con bajo contenido en manganeso y el sulfato de manganeso monohidratado) tienen que cumplir con las especificaciones técnicas y requerimientos señalados por el área de comercialización.

Por otro lado, los procesos de la empresa son auditados por la empresa Bureau Veritas anualmente. Esta última empresa es la que brinda las certificaciones ISO y OSHAS. La certificación ha permitido estructurar un mejor sistema de control de la calidad de los procesos, teniendo como resultados productos conformes a los planes de calidad, controlando y reduciendo el volumen de material re-circulante y cumpliendo con los estándares de control interno. Además, la política de gestión de calidad, ambiental, social, seguridad y salud en el trabajo dada por Buenaventura a sus unidades de negocio indica un lineamiento

- Brindar condiciones adecuadas de trabajo para todas las personas, sean colaboradores, contratistas o visitantes; aplicando medidas preventivas
- Controlar nuestros procesos y los riesgos relacionados a la calidad, aspectos ambientales y peligros priorizando su eliminación a través de programas de Mejora Continua.
- Cumplir con la legislación aplicable, las normas internas y los compromisos asumidos con las partes interesadas y los establecidos en nuestros instrumentos de gestión.
- Propiciar la consulta y participación de los colaboradores y de sus representantes.
- Promover la identidad y el desarrollo sostenible de la población de nuestro entorno, respetando su cultura bajo los principios de la Responsabilidad Social Compartida.

Cabe indicar que para el manejo interno, el soporte de calidad para las pruebas y análisis del producto se divide de la manera señalada en la Tabla 49, recalcando que el Técnico III se encarga principalmente del muestreo y preparación; el Técnico II de la fundición, copelar y también de apoyo a otro técnicos; y el Técnico I se encarga del análisis y reporte de resultados.

Tabla 49
Personal y Función de Soporte de Calidad del Producto

Actividad	Título del Cargo	Descripción de Actividad
Vía Húmeda	Técnico I	Encargados de pesar y atacar con ácidos las muestras que requieran ser disueltas, ejecuta los ensayos por equipos instrumentales.
Absorción Atómica/ICP	Técnico I	Encargados de realizar los análisis y reportes de leyes a las muestras disueltas por ácidos.
Vía Seca (Ensayos al Fuego)	Técnico II	Encargados de pesar, fundir y copelar las muestras que requieran ser analizadas por Plata gravimétrica.
Muestras Planta	Técnico III	Encargados del muestreo en planta, preparación de muestras: filtrado, secado, cuarteado, ensobrado.
Muestras Lotes	Técnico III	Encargados del muestreo de lotes de concentrado: muestras para humedad y calidad, preparación de muestras.
Despacho Lotes	Técnico III	Encargados de la inspección visual y conteo de los cargamentos para que se carguen conforme a las condiciones debidas y se estiban adecuadamente. .

12.1.1 Gestión de la calidad en operación industrial

La gestión de la calidad en la operación está relacionado a dos temas sobre los cuales Río Seco presta particular atención: (a) calidad del producto, y (b) calidad del proceso (ver Figura 41). Para realizar esta gestión, la empresa se basa en estándares y normas técnicas tales como las ISO, las Normas Técnicas Peruanas y las ASTM. A continuación se presentan las principales referencias y normas que emplea calidad:

- ASTM E400 - 02 Standard Test Method for Analysis of Ores, Minerals, and Rocks by Fire Assay Preconcentration Atomic Emission Spectrometry.

- ASTM E2294-03 Standard Practice for Proof Silver Corrections in Metal Bearing Ores, Concentrates and Related Materials by Fire Assay Gravimetry.
- ISO 10378:2005 Copper, lead and zinc sulfide concentrates - Determination of gold and silver - Fire assay gravimetric and flame atomic absorption spectrometric method.
- ISO 12740:1998 Lead sulfide concentrates - Determination of silver and gold contents – Fire assay and flame atomic absorption spectrometric method using scorification or cupellation.
- ASTM E1479 - 99 Standard Practice for Describing and Specifying Inductively-Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometers.
- Manual del Equipo de ICP-OES Spectro Arcos.

En primer lugar, la gestión de la calidad en la operación industrial empieza desde la recepción de concentrados e insumos. Dentro de la planta existen dos hangares de almacenamiento, en los cuales se tienen los concentrados que se reciben de la mina de Uchucchacua y que se despachan de acuerdo con su destino. Estos hangares son denominados Hangar 1, dentro del cual solo se tienen concentrados que se dirigen de la mina hacia la planta y viceversa; y el Hangar 2, el cual únicamente posee concentrados manejados por Buenaventura directamente. Ambos hangares tienen material que entra al proceso de lixiviación pero tienen gestiones administrativas diferenciadas. En estos hangares empieza el proceso de control de la calidad y, para ello, la empresa cuenta con la empresa colaboradora Inspectorate, la cual se encarga de realizar el muestreo tanto en la recepción (materia prima) como en el despacho (producto terminado).

Cabe señalar que Inspectorate es una empresa que realiza ensayos, inspección y certificación a los procesos y productos de sus clientes. Asimismo, es parte de la empresa Bureau Veritas, lo que le permite a Río Seco contar con un aliado estratégico para ofrecer productos de alta calidad. Es importante recalcar que la Compañía de Minas Buenaventura

cuenta con un acuerdo con Bureau Veritas para que esta realice los procesos de certificación ISO de sus unidades de negocio, entre las cuales se encuentra Río Seco.

Cada camión que se dirige o proviene de la mina de Uchucchacua es un lote. La empresa contratista toma muestras las cuales se diferencian en dos tipos: (a) muestras de calidad, y (b) muestras de humedad. Dentro de las muestras de calidad se analiza la proporción de plata en onzas por toneladas y los porcentajes de Plomo, Hierro, Calcio y Manganeso. Por otro lado, en las muestras de humedad se analiza la cantidad de agua en las muestras, ya que este valor modifica los parámetros del proceso productivo. La frecuencia con la cual se programa el muestreo depende de la cantidad de camiones que haya programado el área comercial.

Las características que tiene el proceso de aseguramiento de la calidad del producto son las que siguen:

1. Se pesa el lote (camión) a la llegada o salida de la planta.
2. Se realiza una inspección física (humedad y cobertura). El porcentaje de humedad permisible depende del cliente, aunque un valor estándar es de 11% o 12%.
3. Inspectorate toma las muestras y deja una contra muestra para analizar la humedad por duplicado.
4. El muestro es aleatorio y se realiza por cada carga del camión (palada). La muestra es de 2 Kg.
5. Los resultados del laboratorio se manejan dentro un de un software llamado SIGMLIMS al cual tienen accesos todos los miembros del equipo de calidad.

En segundo lugar está el control de la calidad del proceso, el cual requiere del uso de una matriz de trazabilidad (ver Figura 42) para visualizar que los parámetros e indicadores de producción se mantengan dentro de los límites deseados. El monitoreo del proceso se efectúa cada 2 horas en puntos críticos del proceso productivo, tanto en la planta de lixiviación,

cristalización y ácido sulfúrico. En esta etapa se utiliza la herramienta de Excel para visualizar los indicadores de calidad del proceso.

12.2 Propuesta de Mejoras

Entre las propuestas de mejora que se pueden encontrar, las siguientes son de tipo inmediato y operativo (ver Tabla 50 y 51). Por otra parte, se puede proponer emplear metodologías enfocadas en reducción de mermas como manufactura esbelta para reducir variabilidad en los procesos de las plantas de lixiviación y cristalización. Sin embargo, el poder estimar un beneficio requiere de investigación en los procesos químicos.

Tabla 50
Propuestas de Mejora

Propuesta	Actividades	Beneficios	Impacto económico
(1) Capacitación anual en instrumentación y proceso de laboratorio.	(1) Identificar analistas y operarios que requieren capacitación. (2) Generar un plan de capacitación y los contenidos del mismo. (3) Evaluar periódicamente el conocimiento y reforzar.	(1) Fortalecer la metodología de trabajo (procesos y equipos). (2) Ser más eficientes a la hora de realizar los análisis (3) Menos re-trabajo por análisis o procedimiento mal realizado.	Inversión: \$30,000 Ahorro: \$80,000 Beneficio: \$50,000 (Mejorando la eficiencia y tiempos en 20%)
(2) Designar técnicos de mantenimiento (instrumentistas) dedicados a calidad.	(1) Estimar la cantidad de personal. (2) Adquirir los recursos técnicos. (3) Implementar y desarrollar al equipo dedicado.	(1) Rapidez para la calibración de equipos, con lo que se mejora tiempo de respuesta. (2) Priorización en la reparación de equipos de calidad.	Inversión: \$50,000 Ahorro: 120,000 Beneficio neto: \$70,000 al reparar y calibrar equipos internamente. Beneficio del primer año: \$ 40,000
(3) Integrar verificación de equipos dentro del ERP SIGMLIMS	(1) Implementar las bases de datos necesarias entre producción y calidad. (2) Cruzar la información de la trazabilidad del producto y del proceso con las máquinas de planta (punto crítico de control) y con los instrumentos de análisis. (3) Generar reportes automáticos para toma ágil de decisiones.	(1) Gestión integral de calidad. (2) Trazabilidad automática entre producción y calidad. (3) Mejorar el tiempo de gestión administrativa (asignación automática de recursos y procedimientos en ERP).	Inversión: \$60,000. Ahorro: \$125,000 Beneficio neto: \$65,000 (Automatizando el proceso de calidad).

Tabla 51
Proyección de Beneficios de Propuesta de Mejora

Conceptos / Año		0	1	2	3	4	5
Propuesta 1	Costo de la Inversión	\$ 30,000.00					
	Costo de mejora futura		\$ -				
	Ahorro		\$ 5,000.00	\$ 10,000.00	\$ 15,000.00	\$ 15,000.00	\$ 15,000.00
	Beneficios	\$ -30,000.00	\$ 5,000.00	\$ 10,000.00	\$ 15,000.00	\$ 15,000.00	\$ 15,000.00
	Flujo acumulado	\$ -30,000.00	\$ -25,000.00	\$ -15,000.00	\$ -	\$ 15,000.00	\$ 30,000.00
	TIR	24%					
	VNA	58,867.50					
	ROI	96%					
	Tiempo de retorno de la inversión	3.00					
	Propuesta 2	Costo de la Inversión	\$ 50,000.00				
Costo de mejora futura			\$ -				
Ahorro			\$ 20,000.00	\$ 20,000.00	\$ 20,000.00	\$ 20,000.00	\$ 20,000.00
Beneficios		\$ -50,000.00	\$ 20,000.00	\$ 20,000.00	\$ 20,000.00	\$ 20,000.00	\$ 20,000.00
Flujo acumulado		\$ -50,000.00	\$ -30,000.00	\$ -10,000.00	\$ 10,000.00	\$ 30,000.00	\$ 50,000.00
TIR		29%					
VNA		98,341.71					
ROI		97%					
Tiempo de retorno de la inversión		2.50					
Propuesta 3		Costo de la Inversión	\$ 60,000.00				
	Costo de mejora futura		\$ -				
	Ahorro		\$ 7,500.00	\$ 10,000.00	\$ 12,500.00	\$ 20,000.00	\$ 20,000.00
	Beneficios	\$ -60,000.00	\$ 7,500.00	\$ 10,000.00	\$ 12,500.00	\$ 20,000.00	\$ 20,000.00
	Flujo acumulado	\$ -60,000.00	\$ -52,500.00	\$ -42,500.00	\$ -30,000.00	\$ -10,000.00	\$ 10,000.00
	TIR	5%					
	VNA	68,646.99					
	ROI	14%					
	Tiempo de retorno de la inversión	4.50					

12.3 Conclusiones

El enfoque de la empresa está sobre el cumplimiento de la programación de la producción y de los requerimientos del cliente, más que en la mejora continua del proceso, debido a que también la planta es moderna y cuenta con pocos años de construida. Esto da cuenta de posibles oportunidades de mejora debido al enfoque productivo de la administración. Ante ello, se ha identificado que existe la posibilidad de brindar una mayor autonomía desde el punto de vista de gestión de la calidad. El departamento de calidad del producto depende su operación de diferentes áreas funcionales que le brindan soporte (tal como es mantenimiento).

Asimismo, el enfoque de las áreas se reduce a cumplir con los límites del producto para ser competitivos en el mercado del sulfato de manganeso monohidratado. Los sistemas de gestión de la calidad se enfocan en ello y, por lo tanto, la empresa pone especial énfasis en obtener las certificaciones de calidad ISO 9001, ISO 14001 y OSHAS 18001, tal que los reconozcan y puedan tener ventas a nivel internacional.

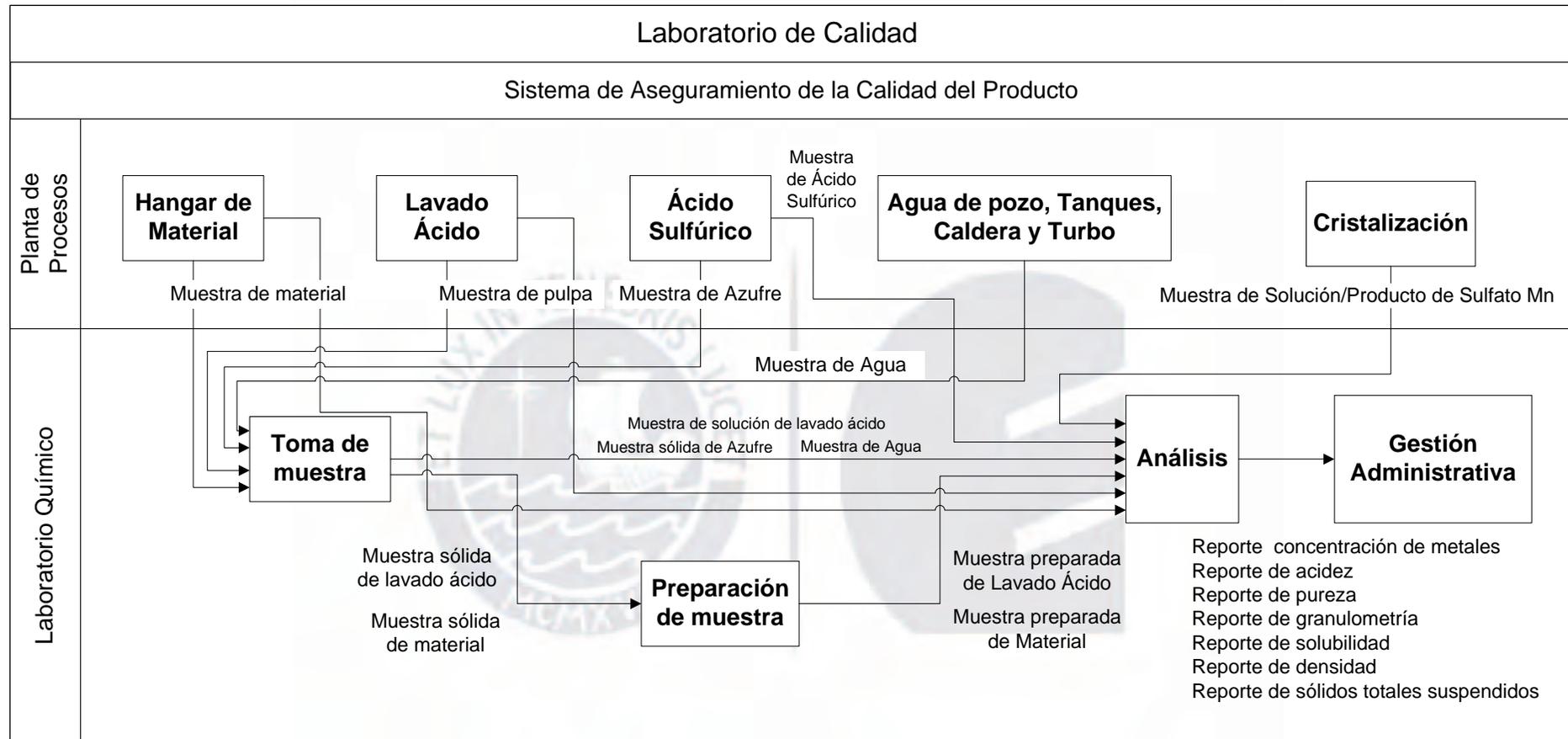


Figura 41. Proceso de aseguramiento de los insumos y el producto. Adaptado de *Gestión Laboratorio Químico*, por Procesadora Industrial Río Seco S.A., 2019.

			FP-RSE-LQ-04.03-01 Puntual por Manganeso y Plata								
N°	Día	Hora	Salida TK Homogez. 1	Salida TK Carbonatos			Salida TK Sulfuros			Salida Celdas Flotación	
			leyes Mn %	leyes Mn %	pH	Acidez Libre g H2SO4/L	leyes Mn %	pH	Acidez Libre g H2SO4/L	ppm	Ag Oz/TM
1	01 nov	12:00 a. m.	24.24	3.15	0.89		5.04	0.92		0.15	1.86
2		02:00 a. m.	28.16	4.61	0.74	45.59	4.15	0.81	40.16	0.12	1.49
3		04:00 a. m.	28.12	3.84	0.85		5.85	0.93		0.11	1.45
4		06:00 a. m.	26.70	4.24	0.89	44.72	5.57	0.94	37.58	0.10	1.25
5		08:00 a. m.	25.72	4.40	0.88		4.52	1.02		0.12	1.54
6		10:00 a. m.	26.25	4.27	0.97	23.75	3.70	0.90	33.45	0.15	1.93
7		12:00 p. m.	25.35	4.55	0.95		3.58	0.94		0.16	2.06
8		02:00 p. m.	26.32	3.31	0.97	21.23	2.32	0.95	18.00	0.16	2.10
9		04:00 p. m.	28.86	3.87	1.02		5.64	1.17		-	#¡VALOR!
10		06:00 p. m.	27.51	3.71	1.25	11.80	5.41	1.50	6.30	0.18	2.31
11		08:00 p. m.	26.6	4.68	1.68		5.90	1.80		0.16	2.06
12		10:00 p. m.	26.61	5.08	2.00	3.31	5.98	1.97	4.31	0.16	2.03
13	02 nov	12:00 a. m.	26.21	5.12	1.81		7.16	1.81		0.15	1.93
14		02:00 a. m.	25.34	5.53	1.84	2.97	7.69	1.89	2.95	0.14	1.77
15		04:00 a. m.	26.07	3.61	1.67		6.48	1.57		0.12	1.58
16		06:00 a. m.	25.89	3.33	1.40	7.33	5.05	1.28	10.13	0.12	1.48
17		08:00 a. m.	25.53	4.48	1.39		4.67	1.21		0.10	1.27
18		10:00 a. m.	26.28	3.95	1.26	11.82	5.28	1.15	14.40	0.10	1.29
19		12:00 p. m.	26.41	4.51	1.10		4.57	0.99		0.12	1.48
20		02:00 p. m.	25.89	4.09	1.12	18.77	6.06	0.94	19.64	0.12	1.54
21		04:00 p. m.	25.28	5.23	1.08		4.78	1.16		0.13	1.67
22		06:00 p. m.	24.91	4.86	1.10	15.20	5.28	1.33	9.34	0.13	1.61
23		08:00 p. m.	26.35	6.04	1.17		5.03	1.25		0.19	2.49
24		10:00 p. m.	26.26	5.81	1.24	12.77	3.46	1.32	10.01	0.11	1.35

Figura 42. Matriz de Trazabilidad. Tomado de *Muestras Puntual Mn y Ag (Nov 2018)*, por Procesadora Industrial Río Seco S.A, 2019.

Capítulo XIII: Gestión del Mantenimiento

En la Planta Procesadora de Río Seco se realiza la gestión de mantenimiento de equipos, instalaciones y accesorios de diversas formas, teniendo en cuenta el tipo de falla, las reparaciones. De esta manera, el presente capítulo realiza el análisis detallado del sistema de mantenimiento de la planta considerando los diferentes tipos labores aplicables. En la planta, la mencionada gestión se divide en mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo o respecto de la demanda, mantenimiento predictivo y mantenimiento de ingeniería. La gestión de mantenimiento se desarrolla teniendo en consideración estándares de operatividad entregados por los fabricantes, contratos de servicio, tipos de fallas, programación de mantenimiento preventivo y puesta en marcha de los mantenimientos correctivos. Actualmente, la empresa usa como único indicador a la disponibilidad mecánica de los equipos (ver Figura 43) con la finalidad de tener una vista global de lo que ocurre en la empresa.

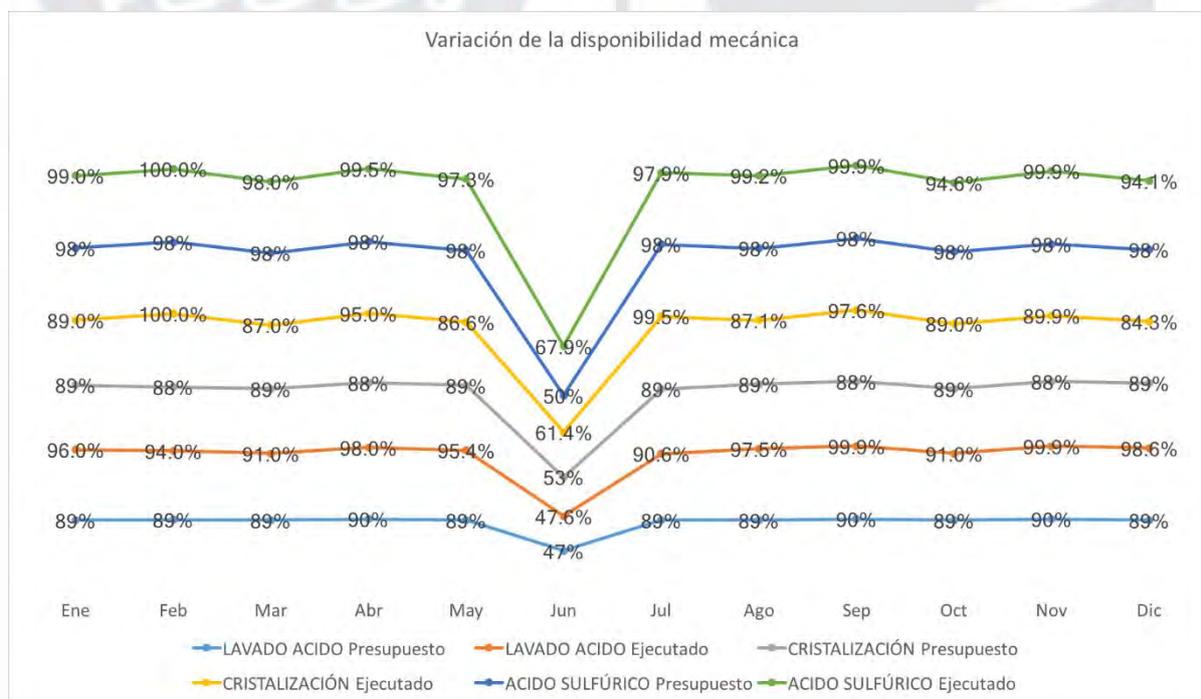


Figura 43. Variación de la disponibilidad mecánica en el 2018.

De acuerdo a la tabla anterior se puede observar una tendencia similar entre la disponibilidad estimada y la ejecutada. En necesario señalar que la caída de disponibilidad en el mes de junio se debe a la parada de planta programada para el respectivo mantenimiento preventivo. En síntesis, el promedio anual de la disponibilidad no tuvo mayor diferencia respecto a lo estimado (ver Figura 44).

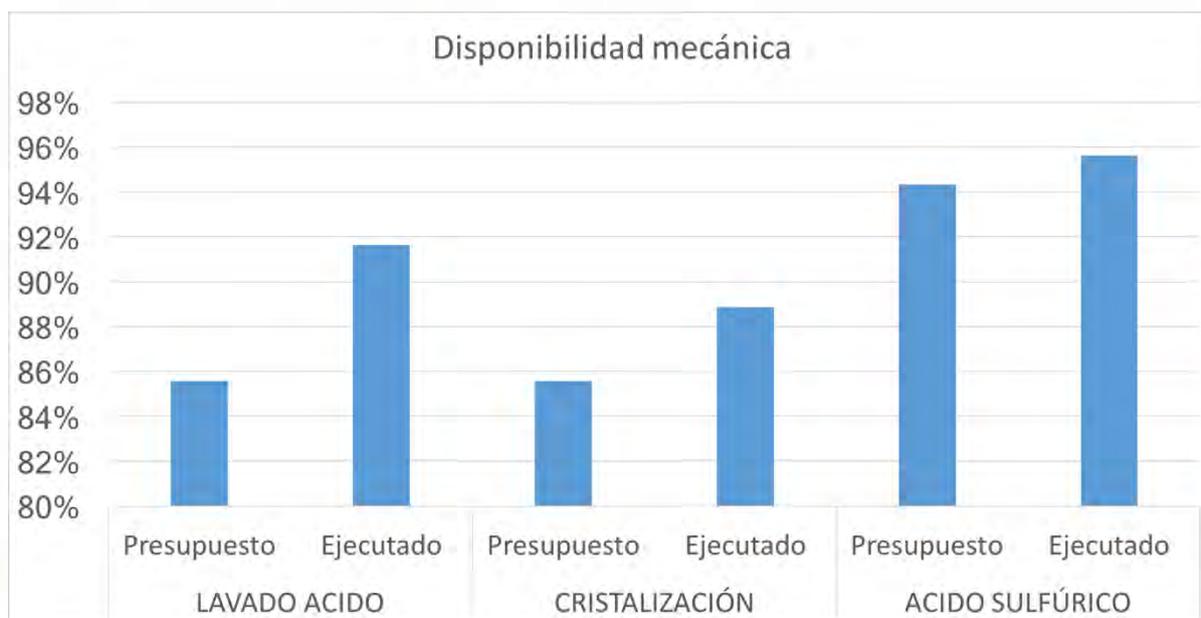


Figura 44. Divergencia entre la disponibilidad anual proyectada y ejecutada

De acuerdo con la información brindada, la compañía maneja de manera directa un contrato de servicio para el mantenimiento permanente de los cuales el mantenimiento correctivo, preventivo, predictivo y de ingeniería son operados por la compañía Confipetrol Andina S.A. que se encarga de monitorías, localizar, desmontar recuperar o sustituir, volver a ensamblar, realizar las pruebas necesarias y verificar el correcto funcionamiento de los equipos. Por otro lado, la compañía Latin Metals S.A.C, empresa que desarrolla proyectos de ingeniería metálica también realiza mantenimiento; sin embargo, estos mantenimientos estos focalizados en los proyectos propios dentro de la Planta Procesadora de Río Seco y se realizan una vez al año. Como resultado de la gestión cooperativa de mantenimiento, se efectúa anualmente planes y procedimientos de mantenimiento para su desarrollo y atención tal y como se muestran en la Figura 45.

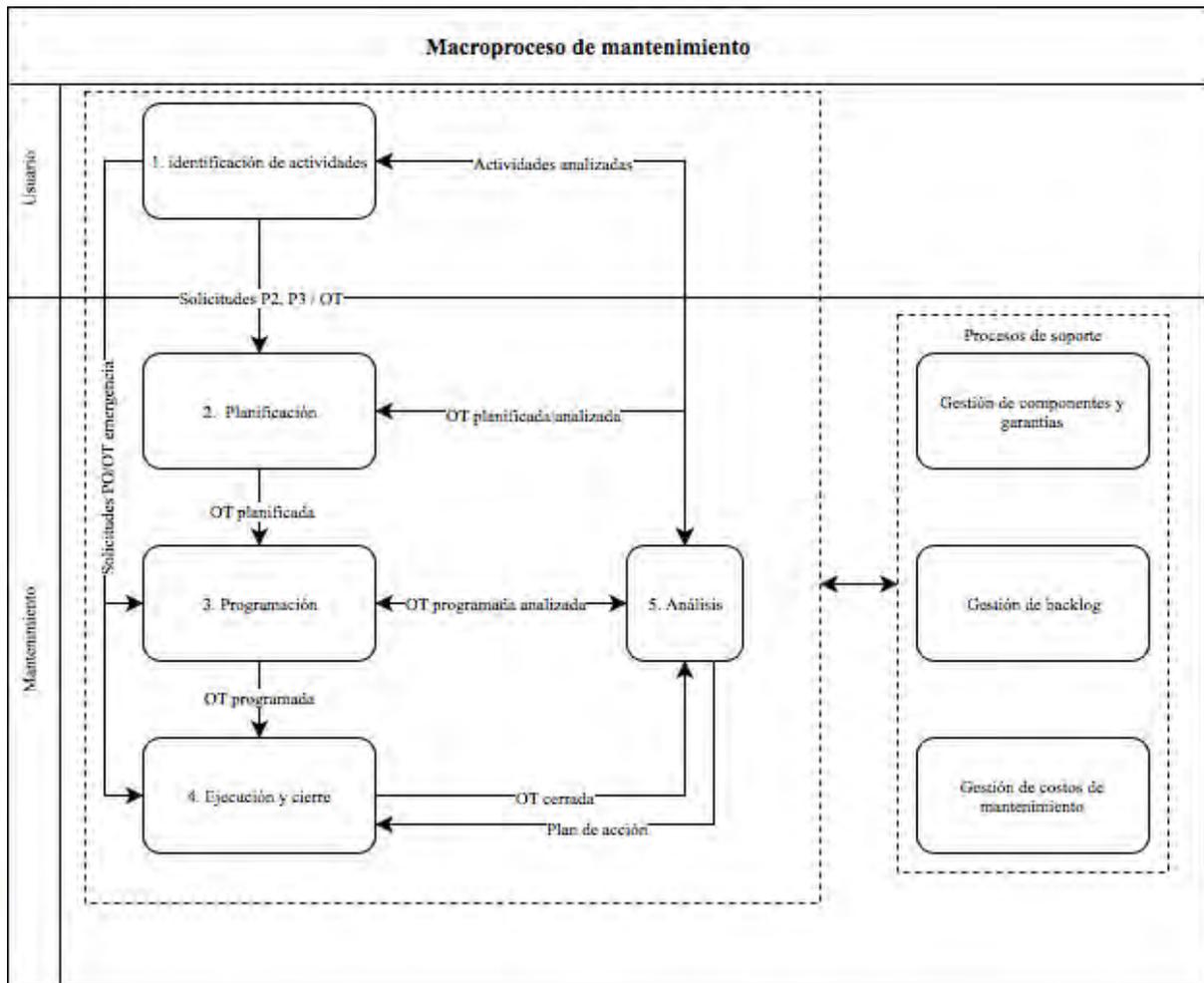


Figura 45. Macro proceso del mantenimiento en la Procesadora de Río Seco.

Según la información recabada la planificación del mantenimiento se inicia con las solicitudes de mantenimiento mediante órdenes de trabajo y estableciendo las rutinas a seguir, adicionalmente se generan las órdenes de trabajo y se priorizan de acuerdo a la importancia para posteriormente consolidar las órdenes de trabajo tras lo cual se procede a analizar la capacidad de atención de las mismas para emitir los planes de mantenimiento o para gestionar el pedido de recursos necesarios para la atención tal y como se recomienda en la publicación de Huillca y Monzón (2015). En la Figura 45 se muestra el flujograma de la organización para el mantenimiento planeado.

13.1 Ubicación y distribución del área de mantenimiento.

La Planta de Río Seco cuenta dos zonas con espacio acondicionado especialmente destinado para el desarrollo del mantenimiento preventivo, estas zonas acumulan un territorio total de 159.79 m² y se detalla en la Figura 46 y 47.

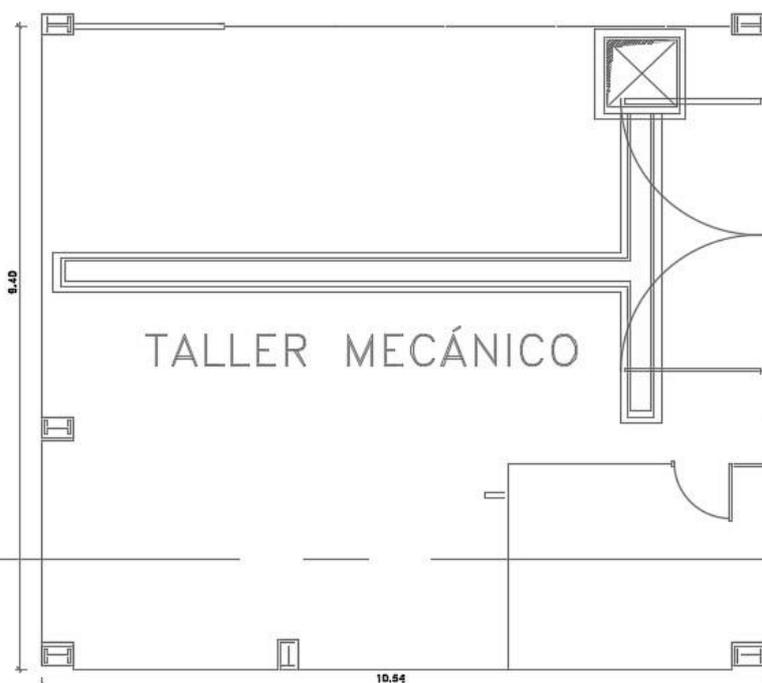


Figura 46. Mapa del taller mecánico de la Planta Procesadora Industrial de Río Seco S.A. el cual cuenta con una medida de 99.09m²

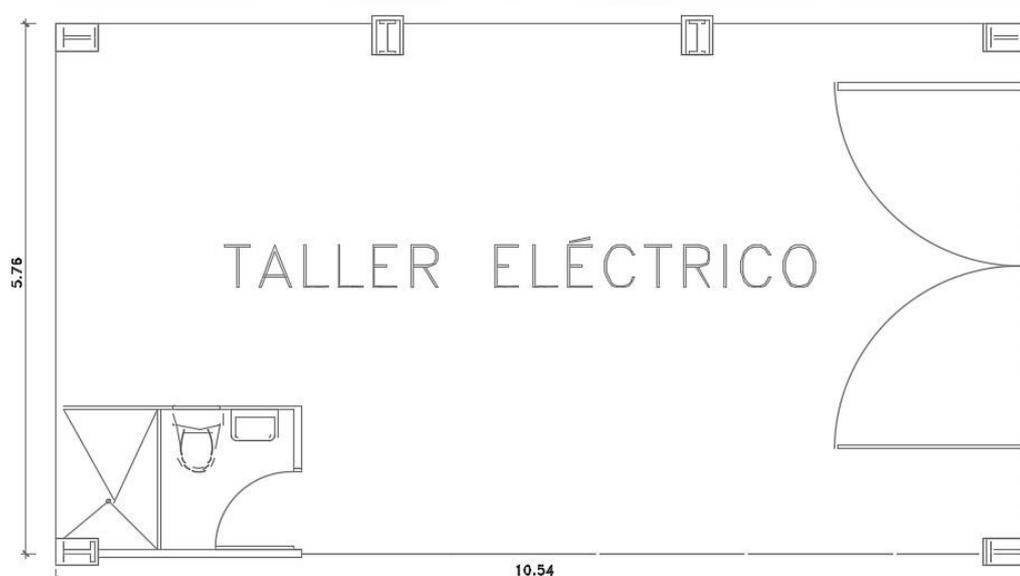


Figura 47. Mapa del taller eléctrico de la Planta Procesadora Industrial de Río Seco S.A. que cuenta con una medida de 60.71 m²

13.2 Mantenimiento Preventivo y periódico programado

El mantenimiento preventivo tal y como se conoce tiene la finalidad de mantener los equipos y sus partes en condiciones laborables para evitar que alcancen el punto crítico de falla (Mora, 2009). De acuerdo a esto, es necesario tener ciertos indicadores para medir el desempeño y determinar el momento idóneo para la aplicación del mantenimiento. De acuerdo a González (2014), existen dos grupos de indicadores enfocados en la gestión de mantenimiento. En primer lugar, se encuentra los indicadores básicos, los mismos que permiten tomar conocimiento si la forma de aplicación de los servicios es la más adecuada o no. Entre éstos se encuentra la confiabilidad, la disponibilidad, el costo, la fiabilidad -que es el tiempo aproximando de correcto funcionamiento de los equipos-, la disponibilidad -que viene a representar el tiempo durante el cual el equipo o componentes son útiles-, y por último también se considera como indicador a los costos incurridos (Colmenares & Villalobos, 2014).

Por otro lado, el autor también considera un segundo grupo a los cuales los denomina como indicadores elaborados los cuales derivan de la interrelación de ratios o valores para proporcionar información relevante en el análisis de gestión de mantenimiento. En síntesis, el mantenimiento preventivo el desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo permite proporcionar a la compañía de información relevante respecto a la funcionabilidad de los equipos y es por esta razón que existen grandes diferencias entre los indicadores básicos y los elaborados (ver Tabla 52), principalmente por el motivo del enfoque para el que fueron creados. Sin embargo, también existen ciertos inconvenientes en la aplicación de esta acción de mantenimiento. No es posible alcanzar el 100% de la vida útil del componente pues se realiza el mantenimiento antes de que llegue el estado de falla perdiendo vida útil del componente (Linares, 2012).

Tabla 52
Tipos de Indicadores Recomendados para la Gestión de Mantenimiento

Tipo de indicadores	Aspecto valorado	Indicador
Indicadores básicos	Fiabilidad	<ul style="list-style-type: none"> • MTBF (<i>Mean Time Between Failures</i>) • MTTR (<i>Mean Time To Repair</i>)
	Disponibilidad	Porcentaje de disponibilidad
	Coste	<ul style="list-style-type: none"> • Costes totales • Costes previsibles • Costes correctivos
Indicadores elaborados	<ul style="list-style-type: none"> • Eficacia global del departamento 	Costes correctivos imprevisibles <ul style="list-style-type: none"> • Averías repetidas entre totales • Averías sin localizar fallo localizado entre totales • Paradas de producción por averías entre horas teóricas por averías • Averías tras mantenimientos preventivos entre averías totales • Ordenes correctivas generadas en inspecciones preventivas entre número de órdenes de trabajo totales • Paradas de producción por preventivo entre horas teóricas de producción • Horas empleadas en preventivos entre horas empleadas en correctivo • Horas empleadas en preventivo y predictivo entre horas empleadas en preventivo sistemático • Número de órdenes repetitivas o reiteradas entre órdenes totales
	<ul style="list-style-type: none"> • Avance tecnológico y utilización de recursos • Gestión económica 	<ul style="list-style-type: none"> • Costes operativos totales del departamento de mantenimiento entre producción valorada a costes industriales • Costes acumulados por actividades, secciones o instalaciones entre costes presupuestados en dichos conceptos • Costes operativos más costes de paradas en producción entre producción valorada a costes industriales • Costes de personal indirecto, propio e imputado entre costes de personal operativo de mantenimiento • Costes por paralización de órdenes entre costes totales de mantenimiento
	<ul style="list-style-type: none"> • Calidad y desarrollo de recursos humanos 	<ul style="list-style-type: none"> • Quejas de producción o explotación entre número de operaciones preventivas y correctivas • Tiempo medio de reparación efectiva entre tiempo medio de paralización de la producción • Horas de formación impartidas entre horas de formación planificadas • Número de piezas defectuosas entre número de piezas utilizadas • Número de propuestas e iniciativas de mejora entre plantilla o volumen de actividad

Nota. Adaptado de Auditoría del mantenimiento e indicadores de gestión/2da edición. Copyright 2014 por Francisco Gonzales

13.2.1 Stock de materiales para mantenimiento preventivo

Tal y como se mencionó en el capítulo X, el área de almacén tiene stock para reposición, abastecimiento y mantenimiento. Para este último punto, el volumen de materiales para mantenimiento preventivo está determinado por el análisis y planificación del personal de Río Seco, de la contratista de mantenimiento y por especificaciones técnicas del fabricante.

13.2.2 Flujograma de mantenimiento preventivo

Todos los trabajos de mantenimiento preventivo tienen un proceso especificado previamente realizado en los programas de mantenimiento los cuales son acordados con el personal interno de mantenimiento como con las empresas proveedoras de mantenimiento (ver Figura 48).

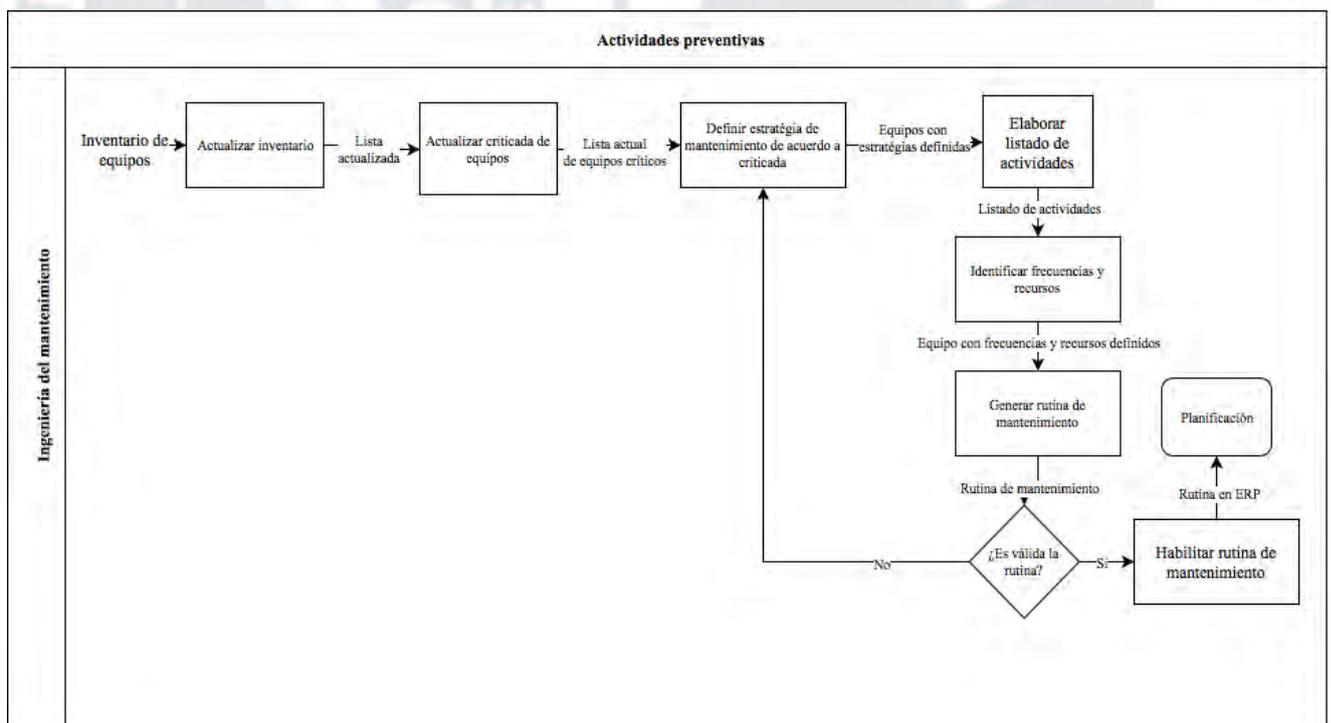


Figura 48. Flujograma de las etapas del mantenimiento preventivo.

13.3 Mantenimiento Correctivo o basado en la demanda y averías.

Según Mora (2009), el mantenimiento correctivo consiste en la pronta solución de ocurrencias y fallas en los equipos de planta utilizados, estos procedimientos son

considerados de corto plazo pues su solución es por lo general muy rápida (Navarro, Pastor, & Mugaburu, 1997) y es efectuado tanto por personal de la propia empresa como por los contratistas, dependiendo del grado de complejidad y especialización. El principal problema latente en la ocurrencia de fallas de este tipo es que se dan mientras el equipo está en operación o mientras se está iniciando el proceso. De acuerdo a Mora (2009), hay presentes dos distintas formas de mantenimiento correctivo. En primer lugar, se basa en la corrección y puesta en marcha de forma inmediata del equipo con desperfecto a condiciones no óptimas pero funcionales. En segundo lugar, se busca la reparación total de los equipos defectuosos a las condiciones óptimas de trabajo. En síntesis, los trabajos de mantenimiento correctivo buscan devolver los componentes defectuosos a condiciones laborables aptas para su correcto desempeño (Knezevic, 1996).

La planta Procesadora Río Seco cuenta con una planta industrial automatizada que trabaja 24 horas al día dividido en dos turnos exigiendo el 100% de capacidad operativa, razón por la cual la detención de cierto proceso principal, entiéndase principal como línea de paso del concentrado de plomo-plata, implicaría retrasos y pérdidas importantes para la empresa.

13.3.1 Flujograma del mantenimiento correctivo

Todos los trabajos de mantenimiento correctivo tienen un proceso que es atendido tomando como premisa la prioridad y la gravedad del problema. Si es una falla tipo catastrófica la atención es inmediata; sin embargo, la mayoría de fallas pueden ser programadas realizando los programas de mantenimiento previsto previa coordinación con el personal encargado (ver Figura 49 y Figura 50).

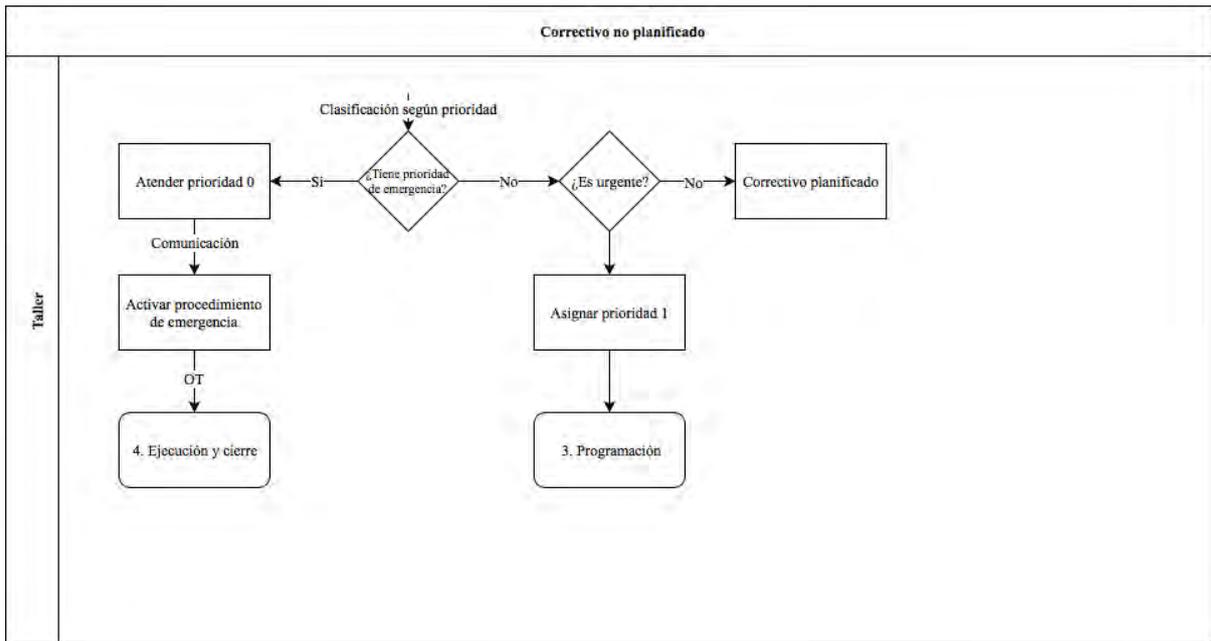


Figura 49. Flujograma de las etapas del mantenimiento correctivo no planificado.

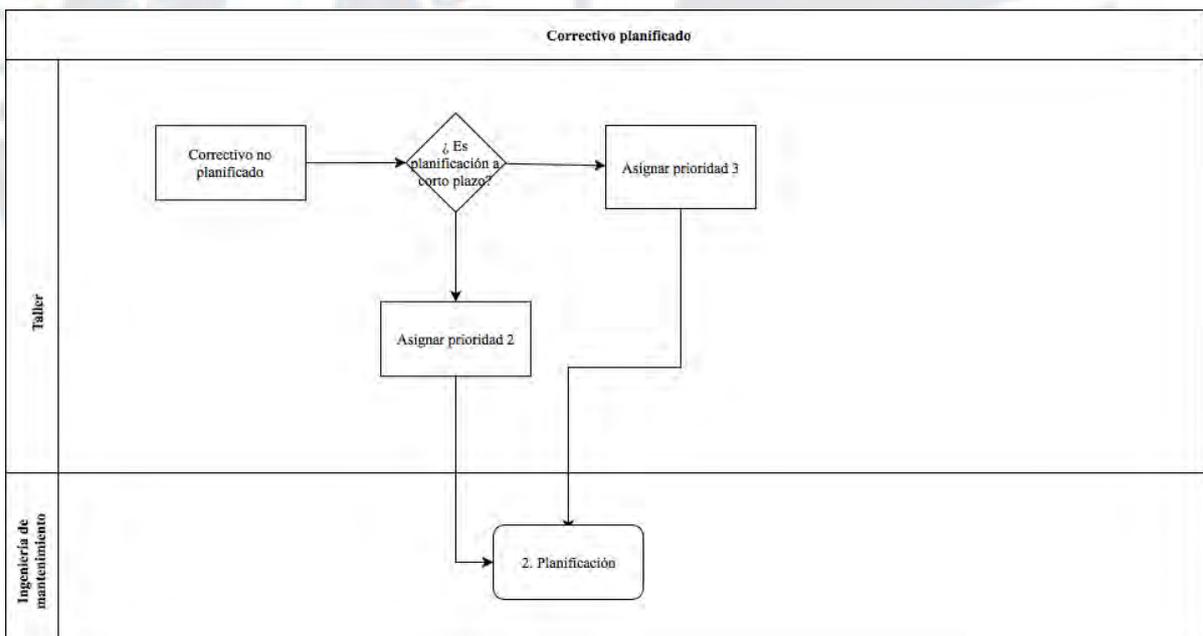


Figura 50. Flujograma de las etapas del mantenimiento correctivo planificado.

13.4 Mantenimiento predictivo/basado en la condición

El mantenimiento predictivo es, de acuerdo a Mora (2009), un método útil para prever futuras fallas de un equipo o máquina a través del análisis de información recolectada y mediante la interrelación de diversas variables asociadas a la fase operativa de los equipos (He, Gu, Chen, & Han, 2017). El mencionado análisis se caracteriza por el uso de ciencias

estadísticas, matemáticas, etc., con la finalidad de mantener escenarios de falla muy posibles para establecer procedimientos de mantenimiento con suficiente anterioridad.

La planta Procesadora Río Seco cuenta con un programa anual de mantenimiento predictivo que distingue los diferentes procesos en función de siete diferentes rutas tal y como se muestra en la Tabla 53. Uno de los mecanismos que usa la planta Procesadora Río Seco para la evaluación y desarrollo del mantenimiento predictivo es mediante el análisis de vibraciones.

Tabla 53
Ruta de Mantenimiento Predictivo para Equipos Rotativos

Ruta	Ubicación
A	Molienda Lixiviación
B	Flotación y espesamiento Cristalización
C	Secado y ensacado Ácido sulfúrico
D	Turbogenerador
E	Flotación y espesamiento Molienda
F	Cristalización
G	Lixiviación Lixiviación Flotación y espesamiento

13.4.1 Flujograma del mantenimiento predictivo

En la Figura 51 se detalla el desarrollo de las etapas de resultados del mantenimiento predictivo de la planta procesadoras que conllevan al prever de insumos de mantenimiento para su posterior gestión.

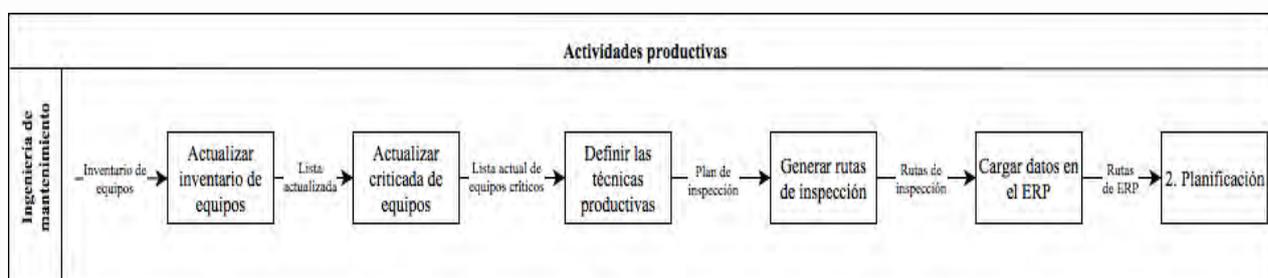


Figura 51. Flujograma de las etapas del mantenimiento predictivo.

13.5 Mantenimiento basado en la ingeniería/control y evaluación de fallas

La continua ocurrencia de fallas y su acción evaluadora y correctiva puede, en muchos casos, generar sólo un periodo limitado de trabajo óptimo. En este sentido, es que surge la necesidad de realizar acciones correctivas modificatorias para suplir estas necesidades. Por otro lado, Estas acciones se basan en rediseñar ciertos componentes o el equipo completo en su defecto; esto debido a que cuando se realizan estudios sobre el rendimiento, eficiencia y eficacia de los equipos se puede llegar a determinar cambios modificatorios o cambios en ingeniería con la finalidad de optimizar el proceso y reducir el índice de fallas (Herrera & Duany, 2016).

13.6 Propuesta de Mejoras

De acuerdo a la información brindada hemos podido estimar el costo por fallas de los procesos productivos de acuerdo la fórmula de Mora (2007) para lo cual hemos requerido el costo de la producción y la disponibilidad en el tiempo (ver Tabla 54).

$$\text{Costo de la no disponibilidad} = \text{Costo de la producción en tiempo} * (1 - \text{Disponibilidad en tiempo})$$

Tabla 54
Cálculo del Costo de la No Disponibilidad

Producto	Costo de la no disponibilidad		
	Costo de producción anual	DM	Costo
Servicio de lixiviación	\$19,909,000.00	91.6%	\$1,667,378.75
Sulfato de manganeso limitado por la disponibilidad de cristalización	\$6,654,000.00	88.9%	\$740,812.00
Sulfato de manganeso limitado por la disponibilidad del lavado ácido	\$6,654,000.00	91.6%	\$557,272.50

De acuerdo al análisis de costo de no disponibilidad se puede identificar costos por el valor de 1'667,378.75 dólares en cuanto al servicio de lixiviación entregado a Buenaventura. Por otro lado, el costo de la no disponibilidad para la producción de sulfato de manganeso

monohidratado asciende a 740,812.00 dólares debido a que la etapa final del proceso productivo es la cristalización. Es necesario señalar que si la disponibilidad mecánica en la etapa antes mencionada fuera igual a la etapa de lixiviación se ahorraría 183,539.5 dólares por lo cual es imperativo buscar nivelar la disponibilidad mecánica de estos procesos. En este sentido, se propone usar diversos indicadores de gestión como los mencionados en la Tabla 52 con lo cual se estima que la disponibilidad mecánica proyectada y la ejecutada disminuirían su variabilidad de forma sustancial el tiempo (ver Tabla 55 y 56). Además, se efectuaría un aumento de producción y ventas de concentrado por un valor de \$202,086.14 al incrementar la disponibilidad mecánica en 2.70 puntos porcentuales de acuerdo al ritmo de producción actual. De acuerdo a lo anterior, se considera que la inversión en estudios sobre mejorar los sistemas de gestión de fallas puede desencadenar en el ahorro de costos incurridos actualmente alcanzando un posible VAN en cinco años de \$360,831.58 aproximadamente desde una inversión inicial de \$25,000 netamente en estudios para nivelar la disponibilidad mecánica usando mejores indicadores de mantenimiento.

Tabla 55
Propuestas de Mejora

Propuesta	Actividades	Beneficios	Impacto económico
Nivelar la disponibilidad mecánica de la planta de cristalización al de la planta de lixiviación	(1) Utilizar indicadores de mantenimiento más apropiados (2) Cálculo constante del costo de no disponibilidad	(1) Disminución de cuellos de botella en el sistema. (2) Disminución de costos por equipos no disponibles (3) Información clara del estado de máquinas	(1) Inversión: \$25,000 (2) VAN: \$360,831 (3) TIR: 171%

Tabla 56
Proyección de Beneficios de Propuesta de Mejora

Conceptos /Año	0	1	2	3	4	5
Costo de la Inversión	\$25,000.00					
Costo de mejora futura		\$12,000.00				
Ahorro		\$40,000.00	\$60,000.00	\$80,000.00	\$90,000.00	\$110,000.00
Beneficios	\$-25,000.00	\$28,000.00	\$60,000.00	\$80,000.00	\$90,000.00	\$110,000.00
TIR	171%					
VAN	\$360,831.58					
ROI	1343%					
tiempo de retorno de la inversión (años)	4.59					

13.7 Conclusiones

Si bien la empresa cuenta con sensores que permiten controlar de manera periódica y precisa los instrumentos y componentes, también se observa el poco procesamiento de la data no aprovechando al máximo las ventajas del uso de equipos modernos, autónomos y semiautónomos. Por esta razón, el equipo ha encontrado ciertas deficiencias en el mantenimiento que son fácilmente implementables en el corto plazo que pueden ser disminuidos significativamente.

Capítulo XIV: Cadena de Suministro

El presente capítulo describe la situación de Río Seco en relación a la cadena de suministro de la cual forma parte. Se da cuenta de los principales proveedores, clientes y los términos de referencia que existen entre los mismos. Además, se describe y analiza la ruta que siguen los insumos hasta convertirse en el producto comercializable que llega al cliente final, el nivel de integración de Río Seco y, finalmente, la participación dentro de la cadena.

14.1 Definición de Productos

Río Seco tiene como producto principal el tratamiento del concentrado de plomo (Pb) y plata (Ag) con alto contenido de manganeso, cuyo único cliente es la mina Uchucchacua, unidad minera perteneciente a la compañía minera Buenaventura. La creación de la empresa Río Seco parte por la necesidad previa de reducir el nivel de manganeso de los concentrados de la mina. Esto se debe a que, en su condición natural, estos concentrados eran de difícil comercialización debido a las penalizaciones que hacían que pierdan su precio pagable en el mercado y con ello reduciendo la rentabilidad de la actividad extractiva.

Como se ha señalado, la realización del tratamiento ha implicado el funcionamiento de tres plantas: Lavado Ácido, Lixiviación y Cristalización, siendo la lixiviación la parte más importante. De esta forma, Río Seco lixivía concentrado de Pb-Ag con alto manganeso (25%) con ácido sulfúrico y produce un concentrado Pb-Ag con bajo nivel de manganeso (menor a 5%).

A partir del servicio de tratamiento de concentrado de Pb-Ag, con Buenaventura como cliente exclusivo, Río Seco obtiene como subproducto el sulfato de manganeso monohidratado ($\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$). Para su realización requiere abastecerse del mismo concentrado, para lo cual Río Seco hace una solicitud de compra a Buenaventura teniendo como proveedor a la mina Uchucchacua.

Las ganancias por la ventas del sulfato de manganeso monohidratado entran directamente a las arcas de la empresa, siendo apreciado a nivel internacional principalmente para fines ligados a la agricultura, ya que puede emplearse para el desarrollo de fertilizantes, alimentos y fungicidas; y como principales mercados a Estados Unidos, México y Europa. La dinámica para la elaboración del sulfato de manganeso monohidratado se basa en la capacidad de abastecimiento de la mina Uchucchacua, la cual tiene se relaciona con la exploración; y la ley de plata que hace variar el tonelaje, con un valor actual que se encuentra en 101.8 onzas por tonelada. En la Tabla 57 se puede observar las condiciones del concentrado para el 2018.

Tabla 57
Contenido de Concentrados de Pb – Ag

	TMS	Ag (Oz/TMS)	Pb (%)	Mn (%)
Concentrado de Uchucchacua	34,840.7	101.8	13.6	26.7
Concentrado de Río Seco	21,739.5	21.6	21.6	4.4

Contenido de concentrados de Pb

14.2 Descripción de las Empresas que Conforman la Cadena de Suministro

Río Seco no incorpora dentro de su estructura organizacional la gestión de la cadena de suministro. Esto puede entenderse en la medida que desde sus inicios ha contado con un producto principal (tratamiento de concentrado de Pb- Ag-Mn) diseñado para satisfacer la necesidad de un único cliente (Buenaventura), el cual a la vez es su principal proveedor para la elaboración del sulfato de manganeso monohidratado. En ese sentido, Buenaventura, a través de sus diversas unidades, integra a Río Seco dentro de la cadena del concentrado de Pb-Ag. Teniendo en cuenta ello, la extracción, transporte y logística de los minerales que parten desde la mina Uchucchacua hasta Río Seco, así como el traslado desde la planta hacia los almacenes centrales y la comercialización del producto final, vienen a ser actividades que

son gestionadas por diversas unidades de la compañía Buenaventura, donde Río Seco es manejada de manera independiente.

En cuanto al transporte de materiales, el área comercial de Buenaventura se encarga del traslado desde la mina a la planta. Esto se debe a que los concentrados utilizados no son parte de la empresa, sino que son propiedad de la mina de Uchucchacua que son enviados a Río Seco para pasar por el proceso de lixiviación, previo al envío al cliente final. En otras palabras, Río Seco no es propietario de los concentrados y, por ende, no se encarga de ningún proceso más que del servicio de lixiviación, cuyos términos son previamente acordados bajo contrato de servicio, el cual es fijado entre Río Seco y el área comercial en donde se establecen las toneladas a tratar por año, las cuales dependen de la capacidad de extracción de la mina.

En cuanto al traslado y la logística interna en la planta para el tratamiento del concentrado de Pb-Ag-Mn, un operador perteneciente a la mina administra estas actividades, las cuales son coordinadas por el área comercial de Buenaventura (Comercial Lima), que se encarga de las contrataciones, las unidades requeridas y la acreditación del personal de la mina en la planta de Río Seco. Asimismo, el transporte desde la planta hacia el cliente final es gestionado por la unidad de Logística de Buenaventura, quien toma control de todo el componente logístico una vez sale el concentrado de Pb-Ag bajo en manganeso de Río Seco (ver Figura 52).

En cuanto a la electricidad, esta es suministrada a través de la red interconectada nacional la cual nace de la central hidroeléctrica de OANSA, empresa encargada de cobrar los peajes correspondientes y de habilitar el suministro de energía. No obstante, la empresa ha realizado gestiones para obtener el permiso de transmitir energía desde la central de la red interconectada nacional hasta las instalaciones de la planta. El consumo de Río Seco es de 3 MVA, recuperándose de ello 0.6 MVA, la cual forma parte de la creación propia de energía.

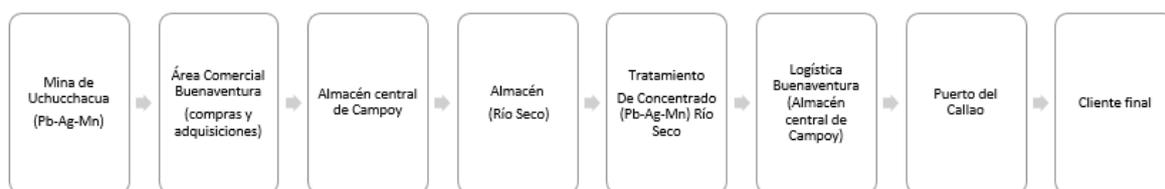


Figura 52. Flujo de la cadena de suministro del concentrado de Pb - Ag.

14.3 Descripción del Nivel de Integración Vertical y Tercerización

Río Seco no cuenta con algún tipo de integración. De hecho, al mirar la cadena en la cual se encuentra, se observa que es la empresa la que desde sus inicios fue diseñada para satisfacer la necesidad de incorporar el tratamiento del concentrado para darle valor agregado, por lo que Río Seco se encuentra integrada en su totalidad dentro de la cadena de Buenaventura, a la cual se debe y a la vez compra los insumos para la producción del sulfato de manganeso monohidratado. Para el caso de este último, Río Seco realiza los requerimientos al área comercial de Buenaventura, siendo dadas las coordinaciones a nivel de las gerencias de cada una de las unidades de Buenaventura, ya que el área comercial centraliza las solicitudes de compra, negociación con proveedores, costos y logística; sin embargo, las órdenes de compra se emiten a nombre de Río Seco. A partir de ello se desprende que para este producto no hay un canal de distribución directo, observándose que el liderazgo en toda la cadena lo mantiene Buenaventura como corporación, dando cuenta de la creación de diversas unidades para la conformación de la cadena del concentrado de Pb-Ag.

14.4 Estrategias del Canal de Distribución para Llegar al Consumidor Final

Las estrategias para llegar al cliente final varían de acuerdo al producto ofrecido. Por un lado, para el producto principal que es el servicio de tratamiento del concentrado de Pb-Ag-Mn, Río Seco no elabora ninguna acción mayor a la facilitación del mismo para el recojo del concentrado tratado por Buenaventura, a través de la unidad de logística. En otras palabras, Río Seco no tiene contacto alguno con los clientes finales del concentrado tratado,

ya que tanto el ingreso como salida del producto es gestionado directamente por Buenaventura, siendo la relación comercial entre ambas dada en términos de la prestación del servicio de tratamiento del concentrado.

Por otro lado, para el sulfato de manganeso monohidratado, Río Seco realiza la distribución a través de un intermediario (*broker*) que se encarga del envío del producto a los clientes internacionales. Cabe mencionar que en el mercado internacional el producto es considerado como un *commodity* y su uso sirve como insumo para la fabricación de productos agrícolas, entre otros. En la Tabla 58 se observa la demanda mundial de sulfato de manganeso monohidratado.

Tabla 58
Demanda Mundial de Sulfato de Manganeso Monohidratado

Región	TM/año
América del Norte	130,000
Europa	50,000
China	20,000
Otros	30,000
Total	230,000

14.5 Propuestas de Mejora

Como se ha puede observar, Río Seco no cuenta se encuentra totalmente integrada dentro de la cadena que lidera Buenaventura como corporación, por lo que no cuenta con información para realizar análisis integrados de lo que sucede en los demás procesos de la cadena de suministro, teniendo en cuenta que no posee un área específica para las labores de *Supply Chain*. Por lo tanto, la propuesta de mejora parte por la proyección sobre la producción del sulfato de manganeso monohidratado, teniendo en cuenta que depende en la actualidad de la capacidad de abastecimiento de la mina de Uchucchacua como único proveedor. Si bien existen conversaciones para el fortalecimiento del sulfato de manganeso como producto exportable, se sugiere la implementación de un área encargada de la gestión

de la cadena de suministro. No obstante, Río Seco no considera a corto plazo tal creación, básicamente debido al control que tiene Buenaventura como líder de la cadena dentro de sus actividades productivas, estableciendo como prioritario el tratamiento de concentrado de Pb-Ag-Mn. En la Tabla 59 se detalla la propuesta de mejora para mejorar la participación dentro de la cadena de suministro.

Tabla 59

Detalle de la Propuesta de Mejora para la Gestión de la Cadena de Suministro

Propuesta	Actividades	Beneficios	Impacto económico
(1) Implementar un área encargada de la gestión de la cadena de suministro	(1) Creación del departamento de SCM para controlar la cadena del sulfato de manganeso monohidratado. (2) Implementar un ERP para controlar la gestión de abastecimiento. (3) Articular la base de datos dentro de la Buenaventura	(1) Desarrollo de relaciones directas con proveedores de insumos (2) Optimización de los procesos de coordinación para abastecimiento de insumos y recursos (3) Uniformidad y acceso directo a información para control de costes e inventario	(1) Inversión: \$120,000.00 (2) VAN: \$382,490.01 (3) TIR: 46%

Tabla 60

Proyección de Beneficios de Propuesta de Mejora

Propuesta	0	1	2	3	4	5
Costo de la Inversión	\$ 120,000.00					
Costo de mejora futura		\$ -				
Ahorro		\$ 50,000.00	\$ 50,000	\$ 70,000	\$ 100,000	\$ 120,000
Beneficios	\$ -120,000.00	\$ 50,000.00	\$ 50,000	\$ 70,000	\$ 100,000	\$ 120,000
Flujo acumulado	\$ -120,000.00	\$ -70,000.00	\$ -20,000	\$ 50,000	\$ 150,000	\$ 270,000
TIR	46%					
VNA	\$382,490.01					
ROI	219%					
Tiempo de retorno de la inversión	3.50					

14.6 Conclusiones

La planta de Río Seco fue diseñada para dos funciones: por un lado, satisfacer la necesidad de Buenaventura de contar con un concentrado de Pb-Ag con bajo contenido de manganeso para evitar las penalidades en el mercado, así como la de producir sulfato de manganeso monohidratado para un mercado principalmente agrícola, con miras a la exportación. Sin embargo, desde el inicio de sus operaciones el principal producto ha sido el tratamiento de concentrado de Pb-Ag-Mn, lo cual genera una dependencia comercial teniendo a Buenaventura como el único proveedor para la elaboración del sulfato de manganeso monohidratado.

Río Seco se encuentra totalmente articulado dentro de la cadena del concentrado de Pb-Ag que extrae Buenaventura de la mina de Uchucchacua, siendo ésta la empresa que mantiene el liderazgo desde la provisión de insumos hasta la relación con el cliente final. En efecto, Buenaventura ha dispuesto la creación de varias unidades independientes que satisfagan diversos procesos dentro de la cadena, como transporte, compras y almacén. En ese sentido, la participación de Río Seco en la cadena responde a la necesidad de aumentar el valor comercial de los concentrados extraídos de la mina Uchucchacua.

Capítulo XV: Conclusiones y Recomendaciones

En este último capítulo se sintetiza las conclusiones encontradas en cada etapa del presente estudio, así como las recomendaciones ofrecidas a Río Seco y a la matriz Buenaventura (ver Tabla 61).

15.1 Conclusiones

- La Procesadora Industrial de Río Seco S.A. está conformada por un vasto conjunto de procesos interrelacionados entre sí que en sinergia permite la obtención de concentrado de Pb-Ag con bajo contenido de manganeso.
- Río Seco, por sus características operacionales se ubica, dentro de la matriz de proceso de transformación, como una empresa que utiliza bienes físicos para conversión y transformación.
- El proceso tiene un alto grado de automatización y tecnología por lo que la mejora técnica implica, en la mayoría de casos, alta inversión de personal capacitado y dinero.
- La ubicación de la planta se encuentra en un lugar adecuado debido a su baja problemática social, temperatura no muy extrema como en las mineras, cercanía al almacén general de la población, entre otras. Sin embargo, los últimos fenómenos naturales (el niño costero, lluvias no tradicionales, etc.) han ocasionado ciertos problemas de forma directa e indirecta al desarrollo de la operación.
- Las dimensiones de la planta tienen la capacidad de mantener la producción a la máxima capacidad sin necesidad de usar espacio externo para almacenaje de concentrado. Sin embargo, el *layout* podría ser replanteado si se toma en consideración ampliar sus servicios a empresas externas a la corporación.
- Si bien existen parámetros ya establecidos sobre la calidad del material entrante proveniente de la mina Uchucchacua, al día de hoy se ve ineficiencia en los procesos de

lavado ácido. Esto puede deberse a múltiples factores como la granulometría, dureza, molienda inadecuada, errores de planta sustanciales, etc.

- Los productos finales son los esperados, esto debido a que la concentración de manganeso se encuentra por debajo del límite castigable. No obstante, en las entrevistas realizadas y en la consulta a personal especializado, los procesos metalúrgicos aún no son lo suficientemente eficientes y generan sobre costo por sus características.
- La disposición de los componentes de las tres plantas son los adecuados y cumplen con los principios de distancia mínima, de integración, de flujo óptimo, de espacio cúbico, de satisfacción y seguridad y el de flexibilidad.
- Es necesario señalar que las distribuciones espaciales de las plantas son propicias para mantener los riesgos y peligros ocupacionales al mínimo. Por ejemplo, las oficinas principales se encuentran a una distancia aproximada de 500 metros de la planta de ácido de manera que la liberación de gases o rotura de equipos no generarían influencia relevante para el personal de planta.
- Hasta el día de la recopilación de data se considera que no existe un adecuado control y análisis de tiempos y actividades de los puestos de trabajos especializados abriendo la posibilidad de costos no calculados por ineficiencia de desempeño.
- La alta dependencia de Uchucchacua al único proveedor y cliente del insumo y producto principal, concentrado de Pb-Ag, condiciona a la empresa a depender su planeamiento y proyecciones productivas al planeamiento de la mina Uchucchacua. En este sentido, si existen cambios bruscos de extracción en mina por factores exógenos estos se verán reflejado de forma muy directa e influyente sobre la producción de Río Seco.
- Existe gran cantidad de inventario de baja rotación que representa casi el 50% de lo valorizado lo cual implica que es necesario tomar medidas para darle uso a ese inventario ya sea por venta o por intercambio de materiales con otras unidades.

- En cuanto a los temas contables, se ha podido observar que la empresa se encuentra al 2018 con pérdidas en el proceso de obtención de manganeso monohidratado. Por otro lado, según el análisis realizado no se considera correctamente la depreciación y esto debido a que se cuantifica la depreciación de todo lo que está implicado en el proceso y no por actividades.

- La centralización de la gestión de la calidad es un punto claro de observación puesto que puede generar ineficiencias en los procesos e inexactitud de proyecciones y esto se puede ver en el Capítulo V donde de acuerdo a resultados metalúrgicos observados en planta y consultados por personal especializado, la calidad del concentrado puede no tener las mejores características para un proceso óptimo.

- La disponibilidad mecánica de la planta tiene valores aceptables; sin embargo, la incongruencia entre las mismas en procesos sucesivos generan pérdidas por \$ 183,539.5 que podrían revertirse si se mejora la gestión de mantenimiento mediante el uso de indicadores especializados.

15.2 Recomendaciones

La Procesadora Industrial de Rio Seco S.A. tiene como objetivo dar mayor valor al mineral proveniente de la mina Uchucchacua de la misma manera que busca beneficiarse por la venta de su subproducto. De este modo hemos considerado que existen mejoras para aplicar en la organización para beneficio de la planta y de su matriz, la Compañía de Minas Buenaventura S.A., que son las mencionadas a continuación.

- Se recomienda implementar software de control para facilitar y mejorar la comunicación en la cadena de abastecimiento.
- Evaluar los posibles riesgos por cambios climáticos para implementar posibles mecanismos de contención y evitar paralizaciones, demoras y problemas sociales por factores exógenos.

- Se recomienda realizar análisis de calidad en las distintas áreas del proceso operativo para verificar el nivel de eficiencia el proceso, principalmente durante el proceso previo a la operación. Por otro lado, una labor coordinada entre Rio Seco y Uchucchacua de evaluación de materiales simplificaría el proceso anterior.
- Si bien la distribución de la planta es beneficiosa en temas de seguridad se recomienda que las oficinas de supervisión y calidad no se encuentren tan alejadas para facilitar la labor del personal al poder aumentar el número de muestras tomadas por jornada y aumentar la eficiente de los mismos en cada etapa del proceso.
- Se sugiere que las áreas administrativas apliquen diversos mecanismos de análisis para cuantificar y examinar las actividades del personal para poder aplicar mejoras en tiempos, movimientos y rotación.
- Implementar un sistema de información integrado entre Rio Seco y Uchucchacua con la finalidad de mejorar la exactitud del planeamiento reduciendo el tiempo y calidad de respuesta y ajustando las variaciones de manera más ágil y sencilla.
- Categorizar el inventario mediante características de repetitividad de requerimiento (ABC) para separarlos de acuerdo a su rotación y poder tomar las medidas para su re circulación y evitar los sobrecostos por almacenamiento.
- Que cada área disgregue los costos mediante un costeo ABC para tener una visión clara y objetiva de lo que conlleva la realización de cada actividad y como resultado evitar costos ocultos y de reversa. Asimismo, este costeo basado en actividades resultaría útil para mejorar la precisión de la depreciación que actualmente se toma como un monto global del proceso.
- Se recomienda mejorar e invertir en la gestión de la calidad mediante capacitación en instrumentación y procesos de laboratorio para mejorar los métodos de trabajo ya existentes.

Po otro lado, designar personal especializado en la gestión de calidad permitiría facilitar y mantener estándares más altos.

- Integrar la verificación de equipos dentro del ERP SIGMLIMS agilizando la supervisión, mantenimiento y la información necesaria para mantener los niveles de producción.
- Nivelar el nivel de disponibilidad mecánica del proceso de cristalización (88.9% en el 2018) al de la planta de lavado ácido (91.6% en el 2018) con la finalidad de disminuir los costos de la no disponibilidad (\$ 183,539.5 en el 2018).



Tabla 61
Resumen de las Propuestas de Mejora

Capítulo	Propuesta	Inversión (US\$)	VAN (US\$)	TIR (%)	Retorno de la inversión(años)
III. Ubicación de la Planta	Inversión en gestión de riesgo por efecto climático	28,000	37,237.68	9%	4.40
V. Planeamiento y Diseño del Proceso	Mejorar la eficiencia del proceso metalúrgico	1,080,000	4,768,189.25	65%	4.11
VI. Planeamiento y Diseño de la Planta	Reubicación de las oficinas cerca de la zona de los vestidores y laboratorios	45,000	114,988.30	41%	3.88
VII. Planeamiento y Diseño del Trabajo	Desvinculación de ocho trabajadores de la empresa que trabajan de relevo	50,425.30	85,678.71	36%	6.22
VIII. Planeamiento Agregado	Implementación de sistema de la información integrado para mejorar la exactitud del planeamiento agregado y que sea parte de las entradas la programación de producción	80,000	127,459.34	15%	3.57
IX. Programación de Operaciones Productivas	Implementación de un sistema integrado y automatizado de información para mejorar el procesamiento de información y evaluación de la producción continua	70,000	117,765.69	18%	3.33
X. Gestión de Logística	Categorización ABC del inventario y determinación de costos ocultos y de reversa	45,000	233,921.10	94%	4.86
XI. Gestión de Costos	Aplicación del sistema de costeo basado en actividades para el costo de depreciación de las plantas	10,000	19,668.34	29%	3.50
	Capacitación anual en instrumentación y proceso de laboratorio.	30,000	58,867.50	24%	3.00
XII. Gestión y Control de la Calidad	Designar técnicos de mantenimiento (instrumentistas) dedicados a calidad.	50,000	98,341.71	29%	2.50
	Integrar verificación de equipos dentro del ERP SIGMLIMS	60,000	68,646.99	5%	4.50
XIII. Gestión de Mantenimiento	Gestión de Mantenimiento	25,000	360,831.58	171%	4.59
XIV. Cadena de Suministro	Implementar un área encargada de la gestión de la cadena de suministro	120,000	382,490.01	46%	3.50
	TOTAL	1'693,425	6'474,086.20		

Referencias

- Aquino, A., & De la Cruz, Y. (2015). *Dimensionamiento y diseño de planta. Planeamiento agregado en las operaciones*. Lima, Perú: Universidad de San Martín de Porres.
- Arriola, A., Alva, J., Calisaya, S., & Trujillo, J. (2017). The extractive sector bureaucracy: An analysis of the high bureaucracy professional profile of the Ministerio de Energía y Minas during the context of the commodity boom (2006-2016). *Politai*, 8(15), 15-42, 2219-4142.
- Backer, M., Jacobsen, L., & Ramírez, P. D. N. (1983). *Contabilidad de costos: Un enfoque administrativo para la toma de decisiones*. México, D.F.: McGraw-Hill.
- Binti Aminuddin, N. A., Garza-Reyes, J. A., Kumar, V., Antony, J., & Rocha-Lona, L. (2016). An analysis of managerial factors affecting the implementation and use of overall equipment effectiveness. *International Journal of Production Research*, 54(15), 4430–4447. <https://doi-org.ezproxybib.pucp.edu.pe/10.1080/00207543.2015.1055849>
- Campana, G., Barrios, R., Zans, R., & Jiménez, S. (2018). *Diagnóstico operativo empresarial de la Empresa Jhoselin Distribuciones E.I.R.L.*, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- Chase, R. B., Jacobs, F. R., Aquilano, N. J., Torres Matus, R., Montufar Benítez, M. A., Horton Muñoz, H., ... Mauri Hernández, M. E. (2009). *Administración de operaciones: producción y cadena de suministros*. México, D.F.: McGraw-Hill.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2008). *Administración de la cadena de suministro: estrategia, planeación y operación* (3ra edición). México D.F.: Pearson.
- Collier, D. A., & Evans, J. R. (2015). *Administración de operaciones* (5ta edición). México, D.F.: CENGAGE Learning.

- Colmenares, O. G., & Villalobos, D. E. (2014). Prospectiva metodológica para el mantenimiento preventivo. *Ingenium*, 15(30), 23–27.
- Comba, P., Lei, K., & Carnahan, T. (1990). *CaF₂-enhanced HCl leaching of a manganese-bearing silicate ore*. Washington, D.C.: U.S. Dept. of the Interior, Bureau of Mines.
- Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. (2016). *Memoria Anual*. Recuperado de http://www.buenaventura.com/assets/uploads/publicaciones/memoria_2016.pdf
- Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. (2017). *Memoria Anual*. Recuperado de http://www.buenaventura.com/assets/uploads/publicaciones/memoria_2017.pdf
- Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. (2018). *Memoria Anual*. Recuperado de http://www.buenaventura.com/assets/uploads/publicaciones/memoria_2018.pdf
- Crosby, P.B. (1979). *Quality is free: The Art of Making Quality Certain*. US: McGraw-Hill.
- D'Alessio, F. (2004). *Administración y dirección de la producción: enfoque estratégico y de calidad*. México, D.F.: Pearson Educación.
- D'Alessio, F. (2012). *Administración de las operaciones productivas: un enfoque en procesos para la gerencia*. Lima, Perú: Pearson Educación.
- De la Cruz, L. (2015). PERUMIN 32 Convención Minera. En Benavides, R. (Presidente), *Planta de Sulfato de Manganeso Monohidratado*. Conferencia Encuentro Tecnología e Investigación en Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa, Perú.
- Deming, W. E. (1989). *Calidad, productividad y competitividad: la salida de la crisis*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- Drummond, H. (2001). *La calidad total: El movimiento de la calidad*. Bilbao: Deusto.
- Fuentes, S. M. (2015). *Propuesta de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo basado en los indicadores de overall equipment efficiency para la reducción de los costos de mantenimiento en la empresa Hilados Richard's S.A.C.*, Universidad

- Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, Perú. Recuperado de http://tesis.usat.edu.pe/bitstream/usat/497/1/TL_Fuentes_Zavala_SebastianMoises.pdf
- Gaither, N., Sánchez, G. G., & Frazier, G. (2000). *Administración de producción y operaciones*. México: International Thomson Editores.
- González, F. (2014). *Auditoría del mantenimiento e indicadores de gestión*. Bogotá: Ediciones de la U.
- Google. (s.f.) [Ubicación de Planta Procesadora Río Seco en Google Maps]. Recuperado el 20 de mayo, 2019, de: <https://goo.gl/maps/VnGejlqzLAtFeMsL6>
- Gutiérrez, O., & Orejuela, J. (2018). *Evaluación de Herramientas Lean Aplicadas al Proceso de Ingeniería de Schneider Electric de Colombia –SEC-* (Tesis de maestría), Universidad de la Sabana, Cundinamarca, Colombia. Recuperado de <https://intellectum.unisabana.edu.co/bitstream/handle/10818/33528/Evaluación%20Herramientas%20Lean%20-%20L.%20Gutierrez%20-%20J.Orejuela.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- He, Y., Gu, C., Chen, Z., & Han, X. (2017). Integrated predictive maintenance strategy for manufacturing systems by combining quality control and mission reliability analysis. *International Journal of Production Research*, 55(19), 5841–5862.
- Heizer, J., & Render, B. (2009). *Principios de administración de operaciones* (7ª ed.). México D. F., México: Pearson Educación.
- Heizer, J., & Render, B. (2015). *Dirección de la producción y de operaciones: decisiones tácticas*. Madrid : Pearson.
- Herrera, M., & Duany, Y. (2016). Metodología e implementación de un programa de gestión de mantenimiento. *Ingeniería Industrial*, 37(1), 2–13.
- Holt, C. C., Modigliani, F., Muth, J. F., Simon, H. A., Bonini, C. P., & Winters, P. R. (1960). *Planning Production, Inventories, and Work Force*. NJ: Prentice Hall.

- Horngren, C. T., Datar, S., & Rajan, M. (2012). *Contabilidad de costos: un enfoque gerencial* (14va edición). México: Pearson Educación.
- Huillca, M. G., & Monzón, A. K. (2015). *Propuesta de distribución de planta nueva y mejora de procesos aplicando las 5s's y mantenimiento autónomo en la planta metalmecánica que produce hornos estacionarios y rotativos*, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú. Recuperado de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/6501>
- Jacobs, F. R., & Chase, R. B. (2014). *Administración de operaciones, producción y cadena de suministros*. México, D.F.: McGraw-Hill Education.
- Knezevic, J. (1996). *Mantenimiento*. Madrid: Isdefe
- Krajewski, L. J., Ritzman, L. P., & Malhotra, M. K. (2013). *Administración de operaciones: procesos y cadena de suministro*. México, D.F.: Pearson.
- Linares, L. O. (2012). Del Mantenimiento Correctivo al Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad. *Centro Azúcar*, 39(4), 7-14.
- Monks, J. (1991). *Administración de operaciones*. México: Mc Graw Hill.
- Mora, L.A. (2009). *Mantenimiento: planeación, ejecución y control*. México, D.F.: Alfaomega.
- Morosini, P. (2010). *Seven keys to imagination : creating the future by imagining the unthinkable and delivering it*. Londres: Marshall Cavendish.
- Mory, B., Montesinos, D., Bohorquez, J., Gorvenia, L., & Mena, V. (2018). *Diagnóstico operativo empresarial de la Planta de Ácido Sulfúrico y Oxígeno de Southern Perú Copper Corporation* (Tesis de maestría), Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú. Recuperado de <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=ir00558a&AN=pucp.123456789.11608&lang=es&site=eds-live&scope=site>

Muther, R. (1977). *Distribución en planta* (3a ed.) Barcelona, España: Hispano Europea.

Navarro, L., Pastor, A., & Mugaburu, J. (1997). *Gestión Integral de Mantenimiento*.

Barcelona: Marcombo.

Novillo, E., González, E., Quinche, D., & Salcedo, V. (2017, mayo). Herramientas de la calidad: estudio de caso Universidad Técnica de Machala. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 4(3), 1–16.

Organismo supervisor de la inversión en energía y minería. (2016). *Reporte de análisis económico sectorial Sector Minería* (Osinergmin, Año 5, N° 6). Recuperado de http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/institucional/acerca_osinergmin/estudios_economicos/oficina-estudios-economicos

Parada Gutiérrez, Ó. (2009). Un enfoque multicriterio para la toma de decisiones en la gestión de inventarios. *Cuadernos de Administración*, 22 (38), 169-187.

QY Research (2017). *Global Magnesium Sulfate Market Share and Growth*. Recuperado de <https://www.qyresearch.com/index/detail/408896/global-manganese-sulphate-market>

Romero, A. (2014). *Lixiviación de manganeso del concentrado plomo-plata para la producción de sulfato de manganeso*. Universidad Mayor de San Marcos, Lima, Perú. Recuperado de http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/3784/Romero_ma.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Saaty, T. L. (2000). *Fundamentals of decision making and priority theory with the analytic hierarchy process*. New York, NY: RWS publications.

Stock, J. R., & Lambert, D. M. (2001). *Strategic Logistics Management* (4th ed.). Boston: McGraw-Hill.

Taha, H. A. (2012). *Investigación de operaciones*. México D.F.: Pearson Educación.

Ugalde, N. (2011). Calidad en la gestión: administración por procesos, costeo por actividades y el cuadro de mando integral. *Revista de Ciencias Económicas*, 29(2).

Vilcarromero, R. (2017). *La gestión en la producción* (2da edición). Lima, Perú: Fundación Universitaria Andaluza Inca Garcilaso.



Apéndice A. Certificado BASC 2018



BASC
BUSINESS ALLIANCE FOR SECURE COMMERCE

World BASC Organization

Certifies that:
Certifica que:

PROCESADORA INDUSTRIAL RÍO SECO S.A.

Sector Jaguay Habilitación Urbana Industrial Río Seco - Huaral - Lima
Has been evaluated and approved in reference to BASC Standards Version 4-2012
RMS C-TPAT under the Standard: Exporter.
Scope: Production, Packed, Storage and Export of Manganese Sulphate Monohydrate from Lima, Peru.

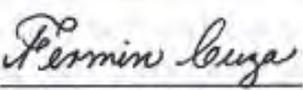
Ha sido evaluada y aprobada con respecto a la Norma y Estándares BASC Versión 4-2012
RMS C-TPAT bajo el Estándar: Exportador.
Alcance: Producción, Empacado, Almacenamiento y Exportación de Sulfato de Manganese Monohidratado en Lima, Perú.

This certificate is subject to the achievement of the International Security Standards of World BASC Organization in accordance with the certified company.
Esta aprobación está sujeta al cumplimiento de los Estándares Internacionales de Seguridad de World BASC Organization, en acuerdo con la empresa certificada.

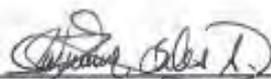
Certification / Certificación N° PERLIM00710 - 1 - 3

Issued/Expedición: **2018-09-02** Expires/Vencimiento: **2019-09-02**

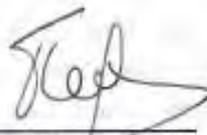




Fermin Cuza
Presidente Internacional
World BASC Organization



Patricia Siles Álvarez
Presidente Junta Directiva
BASC Perú



César Augusto Venegas Núñez
Director Ejecutivo
BASC Perú

Security Code WBO: **35066**

Apéndice B. Certificado ISO 9001:2015 parte 1

	
<h1>COMPAÑIA DE MINAS BUENAVENTURA S.A.A.</h1>	
<p>Contracting Entity: Calle Las Begonias Nro. 415 (Piso 17, 18, 19, 20 y 21), San Isidro, Lima - Perú. This is a multi-site certificate, additional site(s) are listed on the next page(s)</p>	
<p><i>Bureau Veritas Certification Holding SAS – UK Branch certify that the Management System of the above organisation has been audited and found to be in accordance with the requirements of the management system standards detailed below</i></p>	
<h2>ISO 9001:2015</h2> <p>Scope of certification</p>	
<p>LABORATORIO QUÍMICO Y BENEFICIO DE MINERALES. PRODUCCIÓN BARRAS DE PLATA Y CONCENTRADOS DE PLOMO-PLATA Y ZINC-PLATA, CONCENTRADO BULK, CARBÓN ACTIVADO Y PRECIPITADO MERRILL CROWE CON CONTENIDO DE ORO Y PLATA, BARRAS DE ORO, BARRAS DE METALES CON CONTENIDO DE ORO Y PLATA, BARRAS Y CONCENTRADO CON CONTENIDO DE ORO, PLATA, ZINC Y PLOMO Y SULFATO DE MANGANESO MONOHIDRATADO.</p>	
<p>* Exclusión Permitida: 8.3 Diseño y desarrollo de los productos y servicios.</p>	
Original cycle start date:	06-Mayo-2015
Expiry date of previous cycle:	05-Mayo-2018
Recertification Audit date:	07-Diciembre-2017
Recertification cycle start date:	18-Julio-2018
<p>Subject to the continued satisfactory operation of the organization's Management System, this certificate expires on: 05-Mayo-2021</p>	
Certificate No.	CO18.00167/U
Version	No.01
Revision date:	07-March-2019
<p>Certification body address: 5th Floor, 66 Princes Street, London E1 8HG, United Kingdom Local Office: Bureau Veritas Del Perú S.A. Av. Camino Real 390 – Torre Central del Centro Comercial Camino Real, Piso 14, Oficina 1402, Lima 27, Perú.</p>	
<p>Further clarifications regarding the scope of this certificate and the applicability of the management system requirements may be obtained by consulting the organisation. To check this certificate validity please call: 51-1-422 9000</p>	
	
	
<p>UKAS Certificate Template multicite rev3.2 1 / 2 January 30, 2017</p>	

Apéndice C. Certificado ISO 9001:2015 parte 2



COMPAÑIA DE MINAS BUENAVENTURA S.A.A.

ISO 9001:2015

Scope of certification

OFICINA PRINCIPAL: PROCESOS DE SOPORTE PARA ACTIVIDADES MINERAS.
 *exclusion permitida: 8.3 Diseño y desarrollo de los productos y servicios.

Site Name/Location	Site Addition Date*	Site Address	Site Scope
Site 1 UCHUCCHACUA	06-05-2016	Districto de Oyón, Provincia de Oyón, Departamento de Lima, Perú.	Beneficio de minerales y laboratorio químico para la obtención de barras de plata y concentrados de plomo-plata y zinc-plata.
Site 2 JULCANI	06-05-2015	Districto de Cochacacca, Provincia de Angaraes, Departamento de Huancavelica, Perú.	Beneficio de minerales y laboratorio químico para la obtención de concentrado Bulk.
Site 3 LA ZANJA	06-05-2015	Districto Pulán, Provincia de Santa Cruz de Suchabamba, Departamento de Cajamarca, Perú.	Beneficio de minerales y laboratorio químico para la obtención de carbón activado y precipitado Merrill Crowe con contenido de oro y plata.
Site 4 ORCOPAMPA	06-05-2015	Districto de Orcopampa, Provincia de Castilla, Departamento de Arequipa, Perú.	Beneficio de minerales y laboratorio químico para la obtención de barras de oro.
Site 5 TANTAHUATAY	06-05-2015	Districto de Hualgayoc, Provincia de Hualgayoc, Departamento de Cajamarca, Perú.	Beneficio de minerales y laboratorio químico para la obtención de barras de metales sin contenido de oro y plata.
Site 6 RIO SECO	06-05-2015	Sector Jaguay, Habilitación Urbana Industrial Rio Seco, Huaral, Lima - Perú.	Producción de sulfato de manganeso monohidratado y laboratorio químico.

Certificate No. CO18.00167/U **Version:** No.01 **Revision date:** 07-March-2018

Certification body address: 5th Floor, 66 Prescot Street, London E1 8HQ, United Kingdom
 Local Office: Bureau Veritas Del Perú S.A. Av. Camino Real 390 - Torre Central del Centro Comercial Camino Real, Piso 14, Oficina 1402, Lima 27, Perú.

Further clarifications regarding the scope of this certificate and the applicability of the management system requirements may be obtained by consulting the organisation.
 To check this certificate validity please call: 61-1-422 9000




UKAS Certificate Template multisite rev3.2 2 / 2 January 30, 2017

Apéndice D. Certificado ISO 14001:2015

	
<h1>COMPAÑIA DE MINAS BUENAVENTURA S.A.A.</h1>	
<p>Entidad Contratante: Calle Las Begonias Nro. 415 (Piso 17, 18, 19, 20 y 21), San Isidro, Lima - Perú. Este es un Certificado Multi-sitios, los detalles de los sitios adicionales están listados en el Apéndice de este certificado.</p>	
<p><i>Bureau Veritas Certification Holding SAS – Filial del Reino Unido certifica que el Sistema de Gestión de la Organización mencionada ha sido auditado y se encuentra en conformidad con los requisitos de la Norma de Sistema de Gestión que a continuación se indica</i></p>	
<p>Norma</p> <hr/> <h2>ISO 14001:2015</h2> <p>Alcance de Certificación</p> <hr/>	
<p>PROCESOS MINEROS DE EXPLORACIÓN, DESARROLLO, PREPARACIÓN, EXPLOTACIÓN SUBTERRÁNEA Y A TAJO ABIERTO, BENEFICIO DE MINERALES PARA LA OBTENCIÓN DE BARRAS DE PLATA Y CONCENTRADOS DE PLOMO-PLATA Y ZINC-PLATA, CONCENTRADO BULK, CARBÓN ACTIVADO Y PRECIPITADO MERRILL CROWE CON CONTENIDO DE ORO Y PLATA, BARRAS DE ORO, BARRAS DE METALES CON CONTENIDO DE ORO Y PLATA, PRODUCCIÓN DE SULFATO DE MANGANESO MONOHIDRATADO.</p>	
Fecha de Inicio del Ciclo Original de Certificación:	06-Mayo-2015
Fecha de Vencimiento del Ciclo Anterior:	05-Mayo-2018
Fecha de la Auditoria de Recertificación:	07-Diciembre-2017
Fecha de Inicio del Ciclo de Recertificación	18-Julio-2018
<p>Sujeto a la continua operación satisfactoria del Sistema de Gestión de la Organización, este certificado es válido hasta: 05-Mayo-2021</p>	
No. de Certificado: CO18.00168/U	Versión: No.01
Fecha de Revisión: 07-Marzo-2019	
<p><small>Dirección del Organismo de Certificación: 5th Floor, 65 Prescot Street, London E1 8HG, United Kingdom. Oficina Local: Bureau Veritas Del Perú S.A. Av. Camino Real 398 – Torre Central del Centro Comercial Camino Real, Piso 14, Oficina 1402, Lima 27, Perú.</small></p>	
<p><small>Cualquier atención con respecto al alcance de este certificado y la aplicación de los requisitos del Sistema de Gestión puede ser proporcionada por la Organización. Para verificar la veracidad y validez de este Certificado, favor de enviar su Solicitud de Consulta al siguiente correo electrónico: BVSCS@pe.bureauveritas.com, incluir copia escaneada legible.</small></p>	
	
	<p>Rev. 3.2</p>
<p>Página 1 de 3</p>	
<p>30 de Enero, 2017</p>	

Apéndice E. Certificado OHSAS 18001:2017




COMPañIA DE MINAS BUENAVENTURA S.A.A.
 Entidad Contratante: Calle Las Begonias No. 415
 (Piso 17, 18, 19, 20 y 21), San Isidro
 Lima, Perú.

Este es un certificado Multi-Sitio, el(los) sitio(s) adicional(es) se lista(n) en la(s) siguiente(s) página(s)

BVQI Colombia Ltda. Certifica que el Sistema de Gestión de la organización ha sido auditado y se ha encontrado conforme con los requerimientos de las normas de Sistema de Gestión que se detallan a continuación

OHSAS 18001:2007

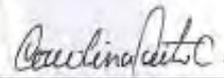
Alcance de la Certificación

PROCESOS MINEROS DE EXPLORACIÓN, DESARROLLO, PREPARACIÓN, EXPLOTACIÓN SUBTERRÁNEA Y A TAJO ABIERTO, BENEFICIO DE MINERALES PARA LA OBTENCIÓN DE BARRAS DE PLATA Y CONCENTRADOS DE PLOMO-PLATA Y ZINC-PLATA, CONCENTRADO BULK, CARBÓN ACTIVADO Y PRECIPITADO MERRILL CROWE CON CONTENIDO DE ORO Y PLATA, BARRAS DE ORO, BARRAS DE METALES CON CONTENIDO DE ORO Y PLATA. PRODUCCIÓN DE SULFATO DE MANGANESO MONOHIDRATADO.

Fecha Original de Inicio de la Certificación:	18 Julio 2018
Fecha de Vencimiento del Ciclo Previo:	NA
Fecha de Auditoría de Recertificación:	NA
Fecha de Inicio del ciclo de Certificación:	18 Julio 2018

Sujeto a la continua y satisfactoria operación del Sistema de Gestión de la organización, este certificado vence el: 11 Marzo 2021

Certificado No. **CO18.01981** Versión: No. 1 Fecha de Revisión: 7 Marzo 2019


Carolina Prieto Carranza
 Gerente Técnico.




ISO/IEC 17021-1:2015
10-ESG-007

Dirección del Organismo de Certificación: BVQI Colombia Ltda. Calle 72 No 7-62 Piso 3
Edificio Acciones & Valores Bogotá D.C. Colombia.

Cualquier aclaración adicional relativa al alcance de este certificado y a la aplicabilidad de los requerimientos del Sistema de Gestión, puede obtenerse consultando a la organización.

Para comprobar la validez de este certificado por favor llamar al +57 (1) 3129191



Página 1 de 3

Rev. 2.5, 08 Marzo 2018

Apéndice G. Política de Gestión de Calidad, Ambiental, Social, Seguridad y Salud en el Trabajo



POLÍTICA DE GESTIÓN DE CALIDAD, AMBIENTAL, SOCIAL, SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

Buenaventura se dedica a la minería, Industrias relacionadas y generación-distribución de energía eléctrica, enfocada en crear el mayor valor posible para la sociedad, alcanzando un alto desempeño en la Gestión de Calidad, Ambiental, Social, Seguridad y Salud en el Trabajo.

Para lograrlo nos comprometemos a:

- **Brindar** condiciones adecuadas de trabajo para todas las personas, sean colaboradores, contratistas o visitantes; aplicando medidas preventivas para evitar lesiones, enfermedades, impactos ambientales adversos y pérdidas en los procesos.
- **Controlar** nuestros procesos y los riesgos relacionados a la calidad, aspectos ambientales y peligros priorizando su eliminación a través de programas de Mejora Continua.
- **Cumplir** con la legislación aplicable, las normas Internas y los compromisos asumidos con las partes interesadas y los establecidos en nuestros Instrumentos de gestión.
- **Propiciar** la consulta y participación de los colaboradores y de sus representantes.
- **Promover** la identidad y el desarrollo sostenible de la población de nuestro entorno, respetando su cultura bajo los principios de la Responsabilidad Social Compartida.

Asimismo, la Gestión de Calidad, Ambiental, Social, Seguridad y Salud en el Trabajo debe estar incorporada en el Sistema Integrado Buenaventura (SIB).

Lima, 28 de noviembre de 2018

Roque Benavides
Presidente del Directorio

Victor Gobitz
Gerente General

BUENAVENTURA



Apéndice H. Ficha de Sulfato de Manganeso Monohidratado de Calidad Estándar

	FICHA TÉCNICA DEL PRODUCTO SULFATO DE MANGANESO MONOHIDRATADO CALIDAD ESTANDAR	Área de Responsabilidad Comité SIB	
		Versión 02	Pag. 1 de 2



Especificaciones garantizadas:

Elemento	[]	Especificaciones
MnSO4 H2O	%	≥ 95
Mn	%	≥ 30
As	ppm	≤ 5
Ca	ppm	≤ 4,000
Fe	ppm	≤ 50
K	ppm	≤ 500
Mg	ppm	≤ 5,000
Na	ppm	≤ 1,000

Características generales:

Formula:	MnSO ₄ .H ₂ O
Peso Molecular:	168.94
Apariencia:	Polvo blanco con ligera coloración rosa, olor característico. Higroscópico
CAS N°	10034-96-5
Solubilidad	Soluble en el Agua

Presentación estándar:

Bolsones de big bag de una (1) tonelada.

Recomendaciones de Seguridad:

Por favor refiérase a la hoja de datos de seguridad de materiales (HDSM).

Aplicaciones:

Este producto puede ser usado para alimentación animal (piensos, aditivos o premezclas); bajo las recomendaciones e instrucciones de un Ingeniero Zootecnista.

También puede ser aplicado a todo tipo de cultivo y en cualquier zona climática en condiciones naturales o de invernaderos; bajo las recomendaciones e instrucciones de un Ingeniero Agrónomo.

Condiciones de Almacenamiento:

Almacenar por 18 meses a partir de la fecha de producción en un lugar seco, bajo techo, a temperatura ambiente, protegido contra el sol y la lluvia para evitar que el producto se endurezca.

Elaborado por: Ing. Vidal Mamani Machuca	Revisado por: Ing. José Vásquez Cruces	Aprobado por: Ing. Jaime Díaz Yosa
Superintendente de Operaciones	Jefe de Control de Calidad y Laboratorio	Gerente de Unidad
Fecha: 08/08/18	Fecha: 08/08/18	Fecha: 08/08/18

Este documento no se encuentra controlado en formato físico, la persona que requiera consultar este documento debe asegurarse que se encuentre en la última versión, para acceder a la última versión ingresar a <http://portal.buenaventura.com.pe>

Apéndice I. Ficha de Sulfato de Manganeso Monohidratado de Calidad Premium

	FICHA TÉCNICA DEL PRODUCTO	Área de Responsabilidad Comité SIB	
	SULFATO DE MANGANESO MONOHIDRATADO CALIDAD PREMIUM	Versión 02	Pag. 1 de 2



Especificaciones garantizadas:

Elemento	[]	Especificaciones
MnSO ₄ H ₂ O	%	≥ 95
Mn	%	≥ 31
As	ppm	≤ 5
Ca	ppm	≤ 2,000
Fe	ppm	≤ 50
K	ppm	≤ 300
Mg	ppm	≤ 1,500
Na	ppm	≤ 300

Características generales:

Formula:	MnSO ₄ .H ₂ O
Peso Molecular:	168.94
Apariencia:	Polvo blanco con ligera coloración rosa, olor característico. Higroscópico
CAS N°	10034-96-5
Solubilidad	Soluble en el Agua

Presentación estándar:

Bolsones de big bag de una (1) tonelada.

Recomendaciones de Seguridad:

Por favor refiérase a la hoja de datos de seguridad de materiales (HDSM).

Aplicaciones:

Este producto puede ser usado para alimentación animal (piensos, aditivos o premezclas); bajo las recomendaciones e instrucciones de un Ingeniero Zootecnista.

También puede ser aplicado a todo tipo de cultivo y en cualquier zona climática en condiciones naturales o de invernaderos; bajo las recomendaciones e instrucciones de un Ingeniero Agrónomo.

Condiciones de Almacenamiento:

Almacenar por 18 meses a partir de la fecha de producción en un lugar seco, bajo techo, a temperatura ambiente, protegido contra el sol y la lluvia para evitar que el producto se endurezca.

Elaborado por: Ing. Vidal Mamani Machuca	Revisado por: Ing. José Vásquez Cruces	Aprobado por: Ing. Jaime Díaz Yosa
SuperIntendente de Operaciones	Jefe de Control de Calidad y Laboratorio	Gerente de Unidad
Fecha: 08/08/18	Fecha: 08/08/18	Fecha: 08/08/18

Este documento no se encuentra controlado en formato físico, la persona que requiera consultar este documento debe asegurarse que se encuentre en la última versión, para acceder a la última versión ingresar a <http://portal.buenaventura.com.pe>