

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
ESCUELA DE POSGRADO



**Business Consulting para el Incremento de la Capacidad de Tratamiento
de Mineral en Planta Concentradora de la Mina Colquisiri**

**TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE MAGÍSTER EN
ADMINISTRACIÓN ESTRATÉGICA DE EMPRESAS OTORGADO
POR LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**

PRESENTADA POR

Milagros Yvonne Fernandez Bustamante, DNI: 43814376

Fernando Lossio Izquierdo, DNI: 41546907

Peter Pool Málaga Bustamante, DNI: 41403581

Gustavo Adolfo Trillo Salazar, DNI: 41533714

ASESOR

Jorge Benny Benzaquen De Las Casas, DNI: 42800984

<https://orcid.org/0000-0001-8098-6401>

JURADO

Rubén Guevara Moncada

Lisa Annita Bunclark

Jorge Benny Benzaquen De Las Casas

Surco, enero 2021

Agradecimientos

Ante todo, agradecemos a Dios por darnos salud y fortaleza para afrontar los retos que se presentaron en el camino hasta lograr el objetivo.

Agradecemos a Minera Colquisiri S.A. por permitirnos realizar el Business Consulting, en especial la colaboración del Ingeniero Juan José Herrera Távara, gerente general de la compañía, y del ingeniero Donald López, asistente de superintendencia de planta concentradora, así como el apoyo de los equipos administrativos y de operaciones de la unidad minera, quienes gracias a su buena predisposición y aporte fue posible concluir con éxito esta tesis.

Agradecemos a nuestros docentes de la Escuela de Negocios CENTRUM PUCP por impartir su conocimiento y brindarnos asesoría durante la maestría; al personal de administrativo y de soporte por apoyarnos en las gestiones y uso de recursos para este trabajo.

Finalmente, agradecemos a nuestro asesor, el profesor Jorge Benzaquen por su orientación, consejos y experiencia durante todo el proceso de tesis, por la paciencia y empuje sin los cuales no hubiera sido posible culminar con éxito esta tesis.

Dedicatorias

A Dios por darme fortaleza para culminar esta etapa de mi crecimiento profesional y personal; a mis padres, Miguel e Ivonne, por no cortar mis alas y motivarme a alcanzar mis sueños; a mis hermanas Anyela y Diana, por ser mi inspiración diaria para dar lo mejor de mí en cada nuevo desafío.

Milagros Yvonne Fernández Bustamante

A Dios por darme salud y fortaleza para culminar con éxito esta etapa de crecimiento profesional y personal; a mi amada esposa Sofia por su comprensión y apoyo incondicional; a mis hijos Martín y Diego, quienes son mi motivación para afrontar y dar lo mejor de mí en cada reto que tengo por delante.

Fernando Lossio Izquierdo

Dedico esta tesis principalmente a mi familia por ser la inspiración de mis actividades y la paciencia que me brindaron. A mis amigos y compañeros del MBA por su entusiasmo y solidaridad y a los profesores que inculcaron conocimiento y valores en clases.

Peter Pool Málaga Bustamante

A Dios por mantener mi salud intacta y darme las fuerzas necesarias para poder culminar este importante desafío en mi vida profesional; a mí querida esposa Vivian, por su paciencia y comprensión en todo este tiempo; a mis padres Gustavo y María, por su aliento inagotable para el logro de mis objetivos; a la familia Colquisiri, por darme las facilidades para poder completar con éxito este reto.

Gustavo Adolfo Trillo Salazar

Resumen Ejecutivo

La Minera Colquisiri S.A. fue fundada en el año 1981, es una compañía peruana ubicada en la provincia de Huaral departamento de Lima, produce concentrados de zinc, plomo y cobre, con contenido de plata, y se clasifica como mediana minería por su producción de 1,660 toneladas métricas secas diarias (TMSD). La compañía está comprometida con el desarrollo de una explotación sostenible, con la generación de valor compartido y con la seguridad de sus colaboradores en todas sus actividades. Un hito importante en la compañía se presentó a mediados del año 2018 donde se halló un nuevo cuerpo de mineral denominado “Sofía D”, que amplió la vida útil del yacimiento de mineral a un tiempo no menor de 10 años y que aportará el 46% de la producción futura. A razón de este hallazgo, se cuenta con un proyecto de incremento de producción a 2,200 TMSD para el año 2023, el cual es motivo de esta tesis.

Para identificar el problema central se planteó la siguiente pregunta: ¿Cuáles son las limitantes que afronta la compañía para incrementar la producción a 2,200 TMSD?, para dar respuesta a esta interrogante se estableció una metodología de resolución de problemas compuesta por cuatro pasos que van desde el levantamiento de información hasta la matriz multivotación, la que permitió identificar el problema central, siendo este la limitada capacidad de producción de la planta concentradora. Luego, haciendo uso del diagrama de Ishikawa, se identificaron las principales causas raíz, siendo estas: la falta de maquinaria de mayor procesamiento, la mala distribución de la planta concentradora, la falta de personal técnico y obrero, y la falta de proyección a largo plazo.

Para solucionar las causas raíz antes señaladas, se realizaron estudios de capacidad de planta y distribución óptima de la unidad minera, así como el dimensionamiento de la mano de obra actual y proyectada, identificando soluciones orientadas a: la compra de equipos para reemplazo o adición, mejoras en la distribución de áreas de la unidad minera y la contratación

de personal adicional. Asimismo, se debe implementar el plan estratégico 2021-2025 para lograr la continuidad del negocio, así como fortalecer la cultura y valores organizacionales ante las exigencias de explotación e incertidumbre económica mundial por la pandemia COVID-19.

Finalmente, se propone un plan de implementación que contempla 23 actividades y una inversión total de \$ 9'388,000; en este sentido, se definieron los factores claves de éxito orientados a la gestión y capacidades técnicas requeridas, así como las expectativas en los cuatro frentes de solución propuestos, teniendo como resultado esperado en términos macro el incremento de producción a 2,200 TMSD.



Abstract

Minera Colquisiri S.A founded in 1981 is a Peruvian company located in Huaral, province of Lima. Its core business is the production of concentrate of zinc, lead and cooper being classified as a medium size mining company due to its production of 1,660 daily metric dry tons (DMDT). The company is committed to sustainable sources and the safety of its workers. An important milestone of the company was the discovery of a new mineral zone named 'Sofia D' during the 2nd half of 2018, hence the mineral deposit will contribute the 46% of the future productions and useful life was extended for at least another 10 more years. Due to this discover, there is an increase of the production development plan to 2,200 DMDT which is the subject of this study case thesis.

To make sure that the company will be able to achieve its estimate new production, we wonder, what are the challenges that the company has to deal with to be able to increase its production to 2,200 DMDT?. Firstly, a methodology of four steps problems solutions, including the gathering of relevant information as well the multivotation matrix, things that allowed the identification of the main issue that is the limited production capability of the central plant. Then, using the Ishikawa diagram, we were able to identified another main causes as the inexistent big volume processing machinery, the wrong distribution and design of the main machinery plant, the lack for the qualified personnel between technicians and labor and the lack of estimate of milestone to be achieved.

As a solution plan for the above mentioned issues, a study of the plant capacity and an optimum distribution of the mining unity capacity were done including the measurement of the qualified labor employees, actual and estimate, being identified orientated solutions such as the buying of new specialized machineries to add or be replaced, improvements of the mining areas distributions and increases of hiring adequate personnel. On the same way, a new strategic company plan 2021-2025 must be implemented to achieve business continuity

as well as strengthen the organizational culture and values in the face of the demands of new sustainable sources and global economic uncertainty due to the COVID-19 pandemic.

Lastly, an implementation plan that includes 23 activities and a total investment of US\$ 9'388,000 has been proposed including the definition of the key success factors that aimed the management and technical capacities required as well as the expectation of the four proposed solution fronts, with the aim of the macro terms the increase in production to 2,200 DMDT.



Tabla de Contenidos

Lista de Tablas	vii
Lista de Figuras.....	ix
Capítulo I: Situación General.....	1
1.1 Presentación de la Compañía.....	1
1.2 Modelo de Negocio.....	4
1.3 Visión, Misión y Valores de la Compañía.....	6
1.3.1 Visión.....	6
1.3.2 Misión.....	9
1.3.3 Valores y cultura.....	10
1.4 Productos	10
1.5 Conclusión	10
Capítulo II: Análisis del Contexto.....	12
2.1 Análisis Externo.....	12
2.1.1 Político-legal.....	12
2.1.2 Económico.....	15
2.1.3 Social.....	20
2.1.4 Tecnológico	21
2.1.5 Ecológico.....	23
2.1.6 Oportunidades y amenazas	24
2.1.7 Las Cinco fuerzas de Porter.....	24
2.2 Análisis Interno.....	28
2.2.1 Administración	28
2.2.2 Marketing	32
2.2.3 Operaciones	34

2.2.4 Finanzas.....	36
2.2.5 Recursos humanos.....	37
2.2.6 Tecnología de la información.....	39
2.2.7 Fortalezas y debilidades.....	40
2.3 Conclusión.....	41
Capítulo III: Problema Clave.....	42
3.1 Metodología de Trabajo.....	42
3.2 Lista de Problemas.....	43
3.2.1 Levantamiento de información.....	43
3.2.2 Brainstorming.....	43
3.2.3 Matriz de afinidad.....	44
3.2.4 Gestión de personal.....	47
3.2.5 Gestión de inventario.....	48
3.2.6 Planta concentradora.....	48
3.2.7 Mina.....	50
3.2.8 RSE.....	50
3.3 Matriz de Priorización.....	51
3.4 Problema Central.....	54
3.5 Conclusión.....	54
Capítulo IV: Revisión de Literatura.....	55
4.1 Mapa de Literatura.....	55
4.2 Revisión de Literatura.....	55
4.2.1 Mercado de minerales.....	55
4.2.2 Precio de minerales.....	57
4.2.3 Reserva de minerales.....	58

4.2.4 Minería	58
4.2.5 Volumen de explotación.....	59
4.2.6 Producción.....	61
4.2.7 Capacidad de producción	61
4.2.8 Planta concentradora	62
4.2.9 Capacidad de producción vs. planta concentradora	63
4.2.10 Estudio de capacidad	63
4.2.11 System layout planning (SLP).....	64
4.2.12 Gestión de recursos humanos	64
4.2.13 Planificación estratégica.....	65
4.3 Conclusión	66
Capítulo V: Análisis de Causa Raíz	67
5.1 Gestión de Personal	67
5.1.1 Falta cubrir puestos de trabajo (técnicos y obreros).....	67
5.1.2 Falta de personal adecuadamente capacitado	68
5.2 Planta Concentradora.....	68
5.2.1 Inadecuada determinación de la maquinaria requerida	68
5.2.2 Mala distribución de planta	69
5.2.3 Falta de proyección a largo plazo	69
5.3 Matriz Priorización Causa-Raíz.....	70
5.4 Conclusión	71
Capítulo VI: Alternativas de Solución	72
6.1 Propuestas de Solución para la Inadecuada Determinación de la Maquinaria Requerida.....	73
6.1.1 Determinar el cuello de botella del proceso.....	73

6.1.2 Realizar estudio de capacidad de planta concentradora	75
6.1.3 Propuestas de solución	80
6.2 Propuestas de Solución para la Mala Distribución de Planta Concentradora.....	85
6.2.1 Desarrollar diagrama de Muther para la unidad minera	85
6.2.2 Propuestas de solución	92
6.3 Propuestas de Solución para la Necesidad de Personal	95
6.3.1 Dimensionar la mano de obra requerida actual	95
6.3.2 Dimensionar la mano de obra requerida proyectada	99
6.3.3 Propuestas de solución	102
6.4 Propuestas de Solución para la Proyección a Largo Plazo	103
6.4.1 Establecer plan estratégico a largo plazo 2021-2025	103
6.4.2 Propuestas de solución	112
6.5 Conclusiones.....	112
Capítulo VII: Plan de Implementación.....	114
7.1 Actividades	114
7.1.1 Implementación o renovación de equipos	114
7.1.2 Implementación de cambios en la distribución de áreas de la unidad minera...	117
7.1.3 Incremento de personal en áreas y estaciones de trabajo específicas.....	118
7.1.4 Despliegue del plan estratégico integral.....	119
7.2 Implementación	119
7.3 Factores Claves de Éxito.....	120
7.4 Conclusiones.....	120
Capítulo VIII: Resultados Esperados	123
8.1 Beneficios de la Implementación o Renovación de Equipos.....	123
8.2 Beneficios de los Cambios en la Distribución de Áreas de la Unidad Minera.....	123

8.3 Beneficios del Incremento de Personal en Áreas y Estaciones de Trabajo	
Específicas	124
8.4 Beneficios del Despliegue del Plan Estratégico Integral	124
8.5 Conclusiones	125
Capítulo IX: Conclusiones y Recomendaciones	127
9.1 Conclusiones	127
9.2 Recomendaciones	128
Referencias.....	130
Apéndice A: Aspectos Generales de la Compañía	138
Apéndice B: Funciones Principales del Personal de Planta Concentradora	143
Apéndice C: Matrices Complementarias – Planeamiento Estratégico	144

Lista de Tablas

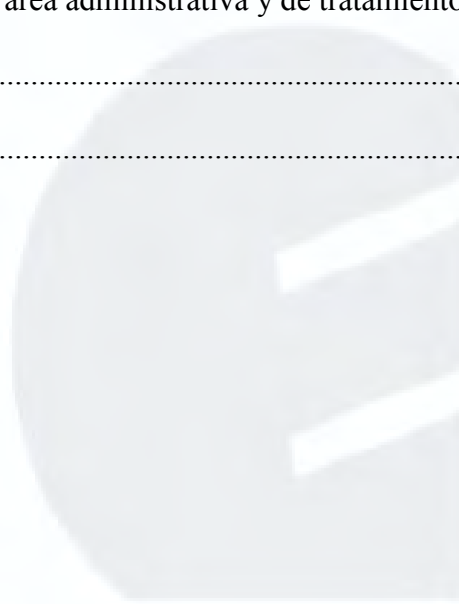
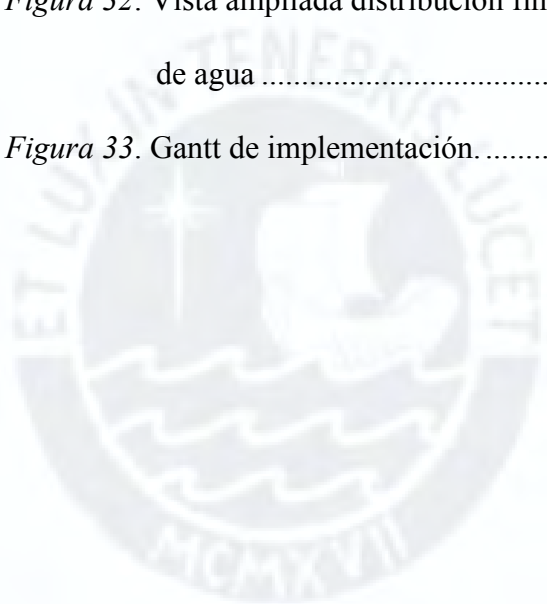
Tabla 1	<i>Perú: Posición en el Ranking de Producción y Reservas Minerales 2019</i>	16
Tabla 2	<i>Perú: Producción Minera Metálica 2019 - 2020</i>	17
Tabla 3	<i>Perú: Cotizaciones de los Principales Metales 2019 - 2020</i>	19
Tabla 4	<i>Relación de Alternativas a Evaluar</i>	52
Tabla 5	<i>Criterios de Evaluación</i>	52
Tabla 6	<i>Peso de Cada Criterio de Evaluación</i>	53
Tabla 7	<i>Valoración de las Problemáticas</i>	53
Tabla 8	<i>Priorización de las Problemáticas</i>	54
Tabla 9	<i>Clasificación de las Actividades Mineras Según Estrato</i>	62
Tabla 10	<i>Valoración de las Causas Raíz</i>	70
Tabla 11	<i>Relación de Causas Raíz y Sub Causas a Evaluar</i>	72
Tabla 12	<i>Acciones por Causas Raíz y Sub Causa</i>	72
Tabla 13	<i>Capacidad Teórica de los Equipos de Planta Concentradora</i>	74
Tabla 14	<i>Cumplimiento del Programa de Producción, Leyes y Porcentaje de Recuperación Diario en Planta Concentradora – Enero 2020</i>	77
Tabla 15	<i>Balance Metalúrgico Real – Enero 2020</i>	78
Tabla 16	<i>Programa de Leyes de Cabeza Enviado por Geología para Febrero 2020</i>	78
Tabla 17	<i>Balance Metalúrgico Proyectado – Febrero 2020</i>	78
Tabla 18	<i>Despachos de Concentrados Proyectado – Febrero 2020</i>	79
Tabla 19	<i>Lista de Equipos Requeridos para la Ampliación de Planta Concentradora a 2200 TMSD (+540 TMSD)</i>	80
Tabla 20	<i>Diagrama de Relación de Actividad</i>	87
Tabla 21	<i>Relación de Cercanía Total</i>	89
Tabla 22	<i>Orden de los Departamentos en Función a la Relación de Cercanía Total (TCR)</i>	90

Tabla 23 <i>Requerimiento Total de Espacio en (m²)</i>	92
Tabla 24 <i>Personal por Puesto de Trabajo y Área Funcional en Planta Concentradora</i>	96
Tabla 25 <i>Horas de Operación por Turno en el Proceso de Chancado Primario y Secundario</i>	98
Tabla 26 <i>Horas de Operación por Turno en el Proceso de Chancado Terciario y Cuaternario</i>	98
Tabla 27 <i>Horas de Operación por Día en el Proceso de Molienda</i>	99
Tabla 28 <i>Matriz de Evaluación de Factores Externos (MEFE)</i>	103
Tabla 29 <i>Matriz de Evaluación de Factores Internos (MEFI)</i>	104
Tabla 30 <i>Matriz FODA</i>	106
Tabla 31 <i>Estrategias Retenidas y de Contingencia</i>	107
Tabla 32 <i>Matriz de Estrategias Versus Objetivos de Largo Plazo</i>	108
Tabla 33 <i>Tablero de Control Balanceado</i>	113
Tabla 34 <i>Costos de Implementación</i>	120
Tabla 35 <i>Factores Claves de Éxito</i>	122

Lista de Figuras

<i>Figura 1.</i> Ubicación U.E.A María Teresa - Minera Colquisiri S.A.....	2
<i>Figura 2.</i> Producción de concentrados Minera Colquisiri S.A. 2019 (Zn, Pb, Cu).....	3
<i>Figura 3.</i> Producción de concentrados Minera Colquisiri S.A. 2019.....	3
<i>Figura 4.</i> Modelo de negocio.....	7
<i>Figura 5.</i> Cadena de valor.	8
<i>Figura 6.</i> Productos.	11
<i>Figura 7.</i> Principales instrumentos legislativos del sector minero.	13
<i>Figura 8.</i> Canon minero.....	14
<i>Figura 9.</i> Perú: Indicador de potencial minero e indicador de percepción de políticas.	16
<i>Figura 10.</i> Indicador Fraser de atractivo para invertir (posición en el ranking mundial).	16
<i>Figura 11.</i> Las Cinco Fuerzas de Porter.....	25
<i>Figura 12.</i> Organigrama.	30
<i>Figura 13.</i> Organización de la superintendencia de mina.	31
<i>Figura 14.</i> Organización de la superintendencia de planta concentradora.....	32
<i>Figura 15.</i> Metodología de trabajo.....	42
<i>Figura 16.</i> Pasos para elaborar una matriz de afinidad.	45
<i>Figura 17.</i> Problemas identificados.....	46
<i>Figura 18.</i> Matriz de afinidad - Problemáticas para afrontar el incremento de producción....	47
<i>Figura 19.</i> Pasos para el uso de la matriz multivotación.....	51
<i>Figura 20.</i> Mapa de literatura.....	56
<i>Figura 21.</i> Diagrama de Ishikawa.	67
<i>Figura 22.</i> Layout actual de planta concentradora.....	70
<i>Figura 23.</i> Determinación de cuellos de botella en el proceso.....	75
<i>Figura 24.</i> Diagrama entrada-proceso-salida planta concentradora.....	76

<i>Figura 25.</i> Ubicación propuesta para la nueva maquinaria o reemplazo de equipos.	82
<i>Figura 26.</i> Vista ampliada – sector 1.....	83
<i>Figura 27.</i> Vista ampliada – sector 2.....	84
<i>Figura 28.</i> Gráfico de relación de actividades.....	86
<i>Figura 29.</i> Patrón de distribución del área – bloques.....	88
<i>Figura 30.</i> Plano con distribución final de las zonas – Unidad Minera “María Teresa”.....	91
<i>Figura 31.</i> Vista ampliada distribución final – zonas planta concentradora.....	93
<i>Figura 32.</i> Vista ampliada distribución final – zonas área administrativa y de tratamiento de agua.....	94
<i>Figura 33.</i> Gantt de implementación.....	121



Capítulo I: Situación General

1.1 Presentación de la Compañía

Minera Colquisiri S.A. fue fundada en 1981, a la fecha cuenta con más de 36 años de operación, durante los cuales ha profesado un compromiso de minimizar su impacto al medio ambiente, brindar soporte a las comunidades aledañas y salvaguardar a sus colaboradores, con el objetivo de contribuir al desarrollo sostenible del país. La compañía cuenta con una sola unidad minera ubicada en la provincia de Huaral, tal como se muestra en la Figura 1 (Minera Colquisiri S.A., 2015).

Al iniciar las operaciones, las actividades estaban orientadas a la búsqueda de baritina, pero durante las excavaciones se encontraron otros minerales con altas leyes de plata, a partir de lo cual con la guía de profesionales metalurgistas se determinó la receta metalúrgica para la extracción de plata. Al iniciar las pruebas se recuperó el 90% de plata, por lo que los directivos de la organización decidieron iniciar sus actividades en 1984. Posteriormente, en 1986 se establece la planta para el procesamiento de mineral de acuerdo a las recetas metalúrgicas pre definidas y con un enfoque hacia la optimización de proyectos propia de la gerencia general. A pesar de los hallazgos, las exploraciones se mantuvieron, pues se identificó que además de los óxidos también se tenían sulfuros metálicos, por lo que el negocio se convirtió en minería polimetálica produciendo metales básicos hasta la actualidad (Minera Colquisiri S.A., 2015).

La compañía hasta hace cinco años se encontraba en un proceso de despido anticipado de personal debido al agotamiento de sus reservas, sin embargo, bajo la gestión actual se ha logrado acceder a nuevas zonas de mineral con mayor contenido de zinc, plomo, cobre y plata; parte de ello fue el hallazgo a mediados del año 2018 del cuerpo denominado “Sofía D”, el cual aportará el 46% de la producción de los próximos años, estimando una vida útil del yacimiento no menor de 10 años considerando una extracción de 2,200 toneladas métricas

secas diarias (TMSD).

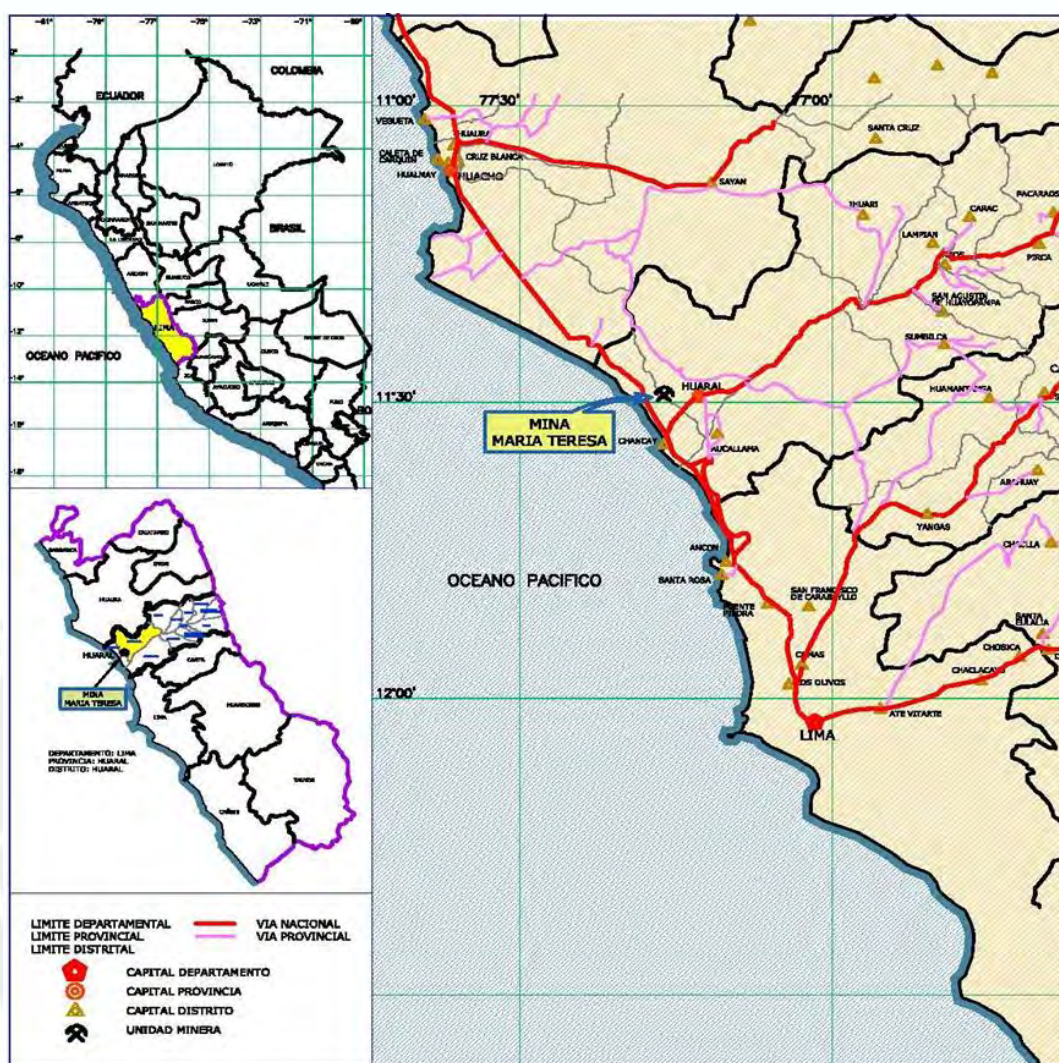


Figura 1. Ubicación U.E.A María Teresa - Minera Colquisiri S.A.
Tomado de “Plan Anual de Minado 2020,” por Minera Colquisiri S.A., 2020.

Según el Ministerio de Energía y Minas (MINEM, 2019a), durante el año 2019, la compañía obtuvo una producción de concentrados de 35,105 toneladas métricas finas (TMF) con un incremento del 15.88% con respecto al año 2018 (30,294 TMF). Esto se debe a los incrementos en la producción de concentrados de cobre (Cu) (+130.67%) y zinc (Zn) (+14.13%), aunque hubo una disminución de plomo (Pb) (-28.16%) en el año 2019 debido a que no se reflejó las leyes estimadas en las zonas de explotación programadas. Además, se destaca el incremento de la producción de plata (+1.15% Kilogramos Finos - Kg.f) en el 2019 con respecto al año 2018 (ver Figuras 2 y 3).

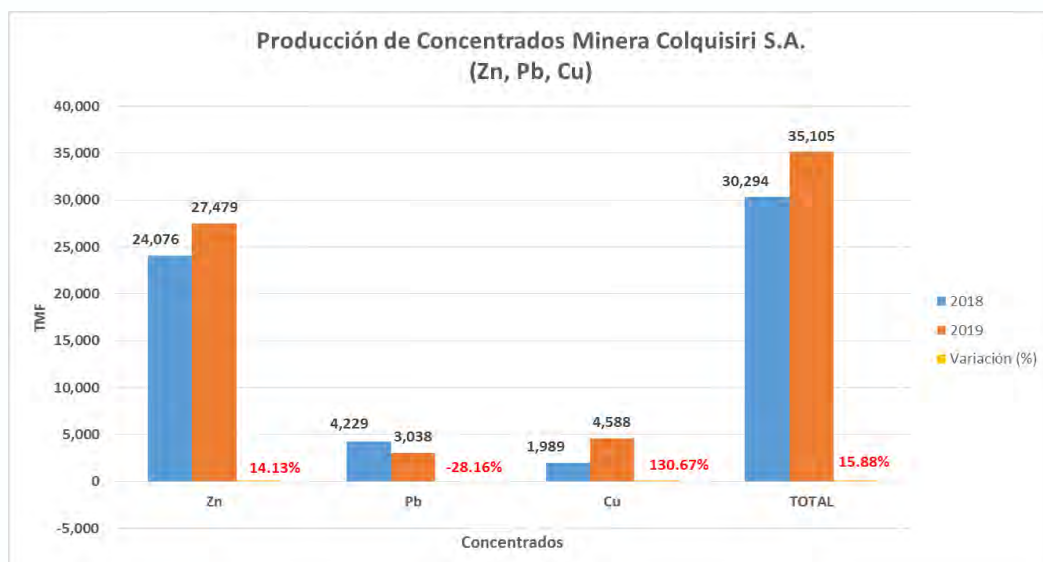


Figura 2. Producción de concentrados Minera Colquisiri S.A. 2019 (Zn, Pb, Cu). Adaptado del “Anuario Minero 2019,” por MINEM, 2020.

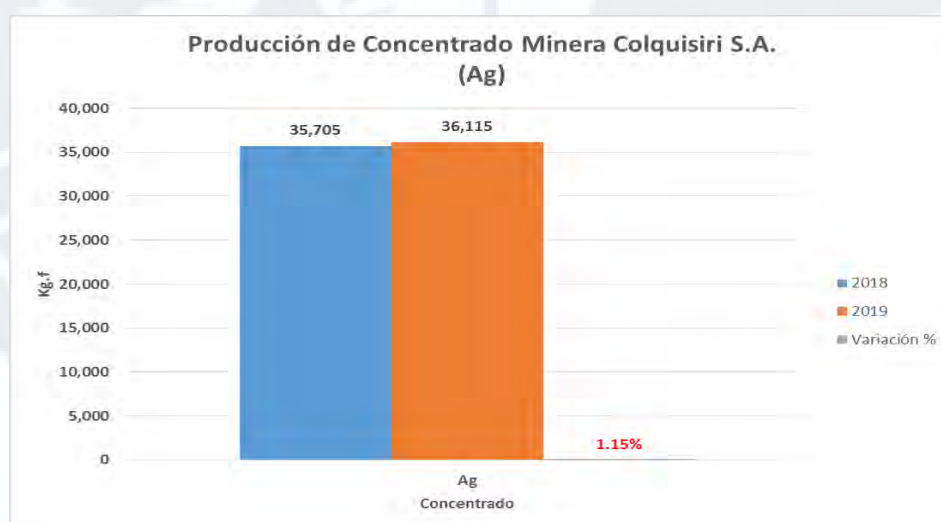


Figura 3. Producción de concentrados Minera Colquisiri S.A. 2019. Adaptado del “Anuario Minero 2019,” por MINEM, 2020.

El *cash cost* de Minera Colquisiri S.A. durante el año 2019 fue de US\$ 50.80 \$/t (dólares por tonelada), inferior en 3.22% respecto de los niveles registrados en el 2018 (52.43 \$/t). La baja en el *cash cost* se debió al decrecimiento de los costos en las distintas áreas de la operación. En mina, principalmente se identifica una disminución en el costo de desarrollo, preparación y sostenimiento. En planta concentradora, principalmente se identifica un aumento en el costo de gastos generales de planta y remolienda.

1.2 Modelo de Negocio

El modelo de negocio de la Minera Colquisiri S.A., que se muestra en la Figura 4, utiliza como base el lienzo canvas propuesto por Osterwalder y Pigneur (2011), en el cual se describen a entender de los autores: “las bases sobre las cuales una empresa crea, proporciona y capta valor” (p.14). Y que está compuesto por nueve perspectivas:

1. Segmentación de los clientes: De acuerdo al volumen de producción, Minera Colquisiri S.A. se considera como mediana minería (menos de 5,000 TMSD/día) por lo que todo su volumen de producción es comprado por un intermediario o *trader*, quienes envían el producto de forma integral a China.
2. Propuesta de valor: Al ser una minera polimetálica, Minera Colquisiri S.A. ofrece productos de calidad que cumplen con los estándares internacionales de pureza con una adecuada gestión de sus recursos y residuos, salvaguardando las personas, procesos y entorno de la operación.
3. Relación con los clientes: Para mantener fidelizado a su cliente, Minera Colquisiri S.A. sostiene reuniones para definir el plan de entregas anual, plazos y destino. En caso tenga requerimientos adicionales podrían contactarse vía página web o, en caso de quejas, solicitando una atención post venta.
4. Canales de distribución: El producto es trasladado de Huaral a Lima para ser entregado a su único cliente, Glencore, quien lo recibe en un almacén temporal del Callao. Posteriormente, vía marítima el producto será enviado al exterior.
5. Flujo de ingresos: Se genera únicamente por la venta directa de concentrado de zinc, plomo, cobre con contenidos de plata.
6. Actividades claves: Las principales actividades para la obtención y entrega del concentrado de mineral al cliente son la exploración, evaluación geológica, planeamiento, geotecnia, minado, mantenimiento, comercialización y distribución.

7. Recursos claves: La principal fuente de mineral es el yacimiento minero ubicado en Huaral que esta diferenciado en dos zonas, principalmente Mina 1 con los cuerpos Sofia D y sofia C, y Mina 2 con los cuerpos Angela B, Angela B Norte, Luz Angelica B, Sonia, Carmen Rosa y Norma. Asimismo, se cuenta con maquinaria en planta concentradora que permiten obtener el producto final y con personal calificado a lo largo de toda la cadena productiva. Adicionalmente, desde el año 2015 se cuenta con un *Enterprise Resource Planning* (ERP) diseñado a medida así como un software de control de la calidad del mineral.
8. Asociaciones claves: Por ser una actividad primaria de extracción de recursos naturales, el Estado peruano es un socio clave así como el ente regulador del sector (MINEM). Por su parte, las comunidades y localidades aledañas juegan un factor crítico para la continuidad de las operaciones así como los proveedores de maquinarias, equipos y servicios especializados. Dados los estándares de pureza del mineral solicitado por el cliente, el laboratorio externo resultado un socio clave, así como los operadores logísticos para la exportación.
9. Flujo de costos: Los egresos principales de la organización están orientados a cubrir los costos fijos y variables que se generan a lo largo de la cadena de valor.

Como se ha señalado en algunas de las perspectivas del modelo canvas, al tener un alcance transversal están soportadas en la cadena de valor de la organización que se muestra en la Figura 5 y que fue presentado por Michael Porter en 1985, es el conjunto de:

1. Actividades primarias: Son las referidas a logística de entrada (almacenamiento de insumos químicos y materiales, geología y exploraciones), operaciones (extracción y procesamiento de concentrado), logística de salida (traslado del mineral Huaral – Lima), marketing y ventas (política de negociación de precios) y servicio post-venta (resolución de quejas y política de penalidades por incumplimiento al programa de

- entrega).
2. De soporte: Son las referidas a infraestructura de la empresa (planeamiento; administración; mantenimiento; gestión de proyectos; y seguridad, salud ocupacional, medio ambiente y calidad (SSOMAC))
 3. El margen: Que para Quintero y Sánchez (2006) es la diferencia entre el ingresos y costos totales incurridos por la organización para desempeñar las actividades generadoras de valor.

1.3 Visión, Misión y Valores de la Compañía

1.3.1 Visión

La visión de la compañía se definió como: Nuestra visión empresarial es que la Minera Colquisiri S.A. cumpla con su objetivo fundamental de desarrollar una minería responsable, aplicando la mejor tecnología para lograr beneficios entre sus inversionistas, colaboradores y todo el entorno de sus actividades mineras; cumpliendo a cabalidad en el cuidado ambiental y la salud de nuestros colaboradores; para contribuir con el crecimiento de las empresas locales, poblaciones vecinas y mejorar los niveles de vida en nuestra área de influencia (Minera Colquisiri S.A., 2015).

De acuerdo con el modelo presentado por D'Alessio (2015), se identificó que este enunciado cumple con las siguientes características:

- Ideología central definida.
- Fácil, concreta, y entendible.
- Convincente y realista.
- Conocida por todos.
- Una idea clara desarrollada de adonde desea ir la organización.

El enunciado no considera los siguientes puntos:

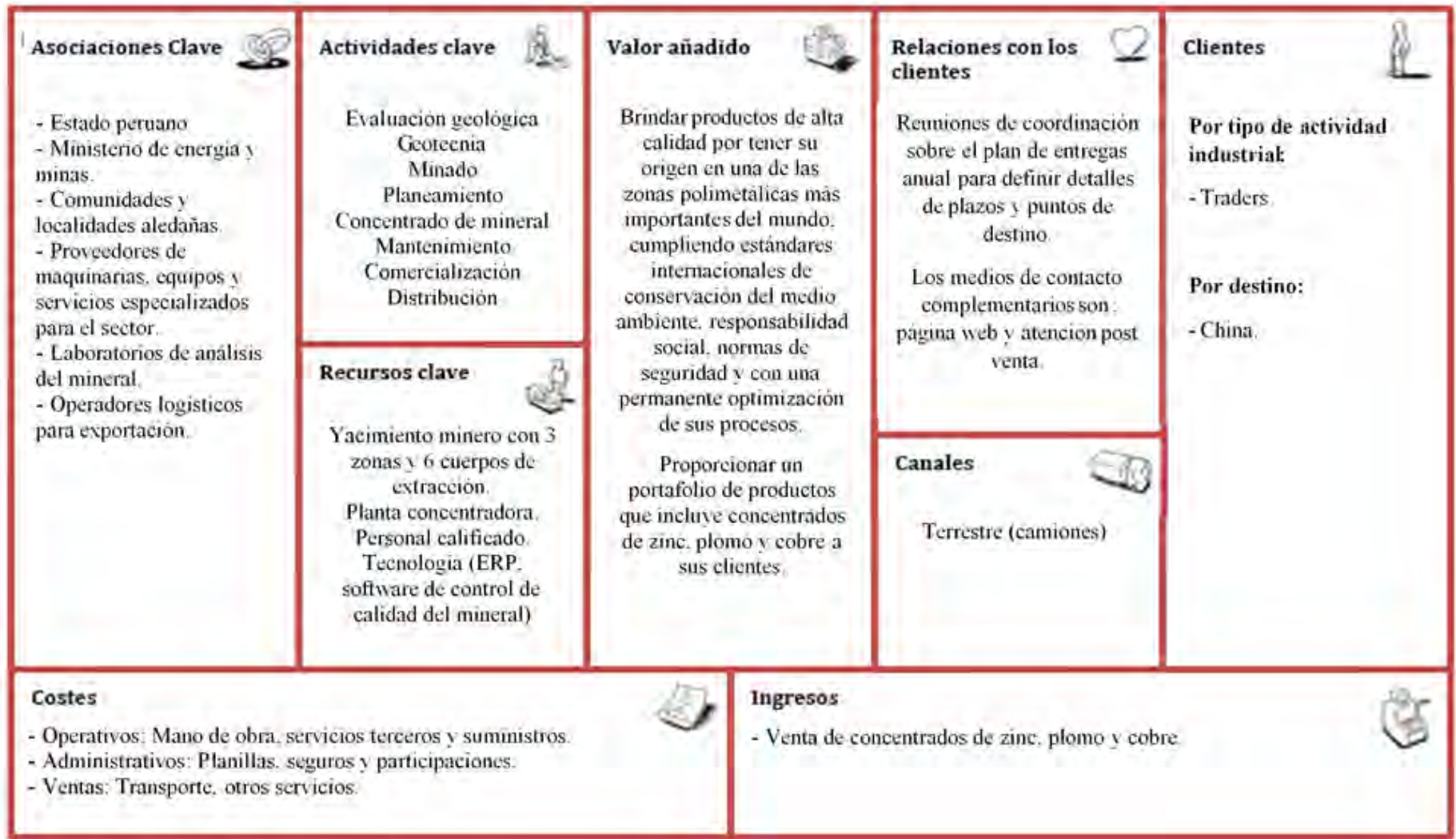


Figura 4. Modelo de negocio.
Tomado de “Plan anual de minado 2020,” por Minera Colquisiri S.A., 2020.



Figura 5. Cadena de valor.

Tomado de “Plan anual de minado 2020,” por Minera Colquisiri S.A., 2020.

- Visión de futuro.
- Ambiciosa.
- Definida en un horizonte de tiempo que permita los cambios.
- Proyectada a un alcance geográfico.
- Expresada de tal manera que permite crear un sentido de urgencia.

Bajo el presente análisis, se sugiere, actualizar la visión de la compañía dado que esta no debe señalar el cumplimiento de objetivos, los cuales se formulan posteriormente; cubrir las características presentadas por D'Alessio (2015) y definir el horizonte de tiempo para alcanzarla.

1.3.2 Misión

La misión de la organización establece: Minera Colquisiri S.A. es una empresa dedicada a la extracción y beneficio de minerales polimetálicos, cuya misión es atender con excelencia y calidad los requerimientos de nuestros clientes. En Minera Colquisiri S.A. creemos que el talento, la seguridad y la competitividad de nuestros colaboradores son la fortaleza más importante de nuestra organización (Minera Colquisiri S.A., 2015). De acuerdo con el modelo presentado por D'Alessio (2015) se identificó que este enunciado cumple con las siguientes características:

- Relación clientes - consumidores.
- Producto definido.
- Público objetivo definido.
- Objetivos de la empresa como crecimiento, supervivencia y rentabilidad.
- Filosofía de la organización.
- Autoconcepto de la organización.
- Preocupación de los empleados.

El enunciado no considera los siguientes puntos:

- Tecnologías.
- Preocupación por la imagen pública.

Bajo el presente análisis, se halló que la misión tiene claramente definido el propósito y el autoconcepto de la compañía. Se sugiere retirar el texto “creemos que” y complementarla con los puntos antes señalados, tomando en cuenta que a partir de esta se toman las decisiones operativas y estratégicas que permitan alcanzar la visión de la compañía.

1.3.3 Valores y cultura

Giambanco (2016) señaló que “los valores, la cultura y el desarrollo de las personas que conforman una organización son los auténticos medios para que ésta logre sus objetivos en todos los ámbitos” (párr. 4), enunciado que es compartido por Minera Colquisiri S.A.. Los valores de la compañía son: Responsabilidad, compromiso, lealtad, y seguridad. Respecto a la cultura, la compañía inició recientemente un trabajo de difundir los pilares de su cultura, empezando por los líderes de la compañía, quienes a su vez la transmitirán a todo el personal. La compañía está comprometida en respetar los límites y normas que velan por el medio ambiente en cada paso de la actividad minera, rigiéndose bajo las normas peruanas (Comunicación personal, J. Herrera Távara, 2019).

1.4 Productos

La compañía realiza actividades concernientes a la industria minera y metalúrgica; y comprende entre otras, las labores de explotación y concentración de minerales polimetálicos como zinc, plomo y cobre con contenidos de plata; procesando 1,660 TMSD. Los productos ofrecidos por la compañía, como muestra la Figura 6, son los concentrados de zinc (Zn), plomo (Pb) y cobre (Cu); los cuales pueden valorarse según el porcentaje de plata (Ag) que contengan.

1.5 Conclusión

Minera Colquisiri S.A. es una organización peruana con 36 años de operatividad, que

inició en los años 80' con una planta tradicional que luego se rediseñó como una planta polimetálica para la producción de concentrados de zinc, plomo y cobre, con contenidos de plata. La compañía se clasifica como mediana minería produciendo 1,660 TMSD. Bajo la gestión actual del gerente general Juan José Herrera Távara se ha logrado acceder a nuevas zonas de mineral estimando la vida útil del yacimiento a un tiempo no menor de 10 años, y factibilizando el incremento de la producción a 2,200 TMSD.



Concentrado de Zn.



Concentrado de Pb.



Concentrado de Cu

Figura 6. Productos.

La visión, misión, valores y cultura de la compañía resaltan la responsabilidad en el cuidado ambiental, el apoyo social, y la seguridad de sus colaboradores en todas sus actividades, sin embargo, al no tener una visión de futuro correctamente estructurada, un horizonte de tiempo establecido y objetivos a largo plazo definidos, requiere contar con un plan operativo y revisiones periódicas.

Capítulo II: Análisis del Contexto

En este capítulo se realiza el análisis externo para identificar las oportunidades que puedan ser aprovechadas por la organización y las amenazas que deberán ser mitigadas. Asimismo, se realizó el análisis interno basado en las entrevistas con los representantes de las áreas administrativas y operativas, lo que permitió identificar las principales fortalezas y debilidades de la organización. Por último, se realizó el análisis del sector minero utilizando las cinco fuerzas de Porter, lo cual permitió conocer la posición de competitividad de Minera Colquisiri S.A. en el mercado.

2.1 Análisis Externo

Se evaluarán los siguientes aspectos: (a) político-legal, (b) económico, (c) social, (d) tecnológico, y (e) ecológico.

2.1.1 Político-legal

El sector minero en Perú es considerado uno de los pilares de la economía peruana. Las empresas mineras en Perú, tal como se muestra en la Figura 7, están reguladas principalmente por la ley orgánica para el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales (Ley 26821), y por el texto único ordenado de la ley general de minería aprobado por D.S. N° 014-92-EM, que se establecen como el marco legal aplicable a dicho sector.

El objetivo es garantizar una explotación eficiente mediante el establecimiento de normas técnicas, y se suma a ello, lograr que el beneficio de la extracción favorezca a las poblaciones aledañas a la unidad minera, pero actualmente no existen suficientes argumentos legales que detallen criterios en términos de eficiencia, ni tampoco se efectúan auditorías a los procesos productivos de las unidades mineras bajo dicho enfoque (Aquino, 2015).

Es importante considerar que la ley general de minería, a la luz de los avances tecnológicos y cambios sociales, debe ser actualizada tal como coinciden numerosos juristas pues tendría repercusiones positivas en la inversión.



Figura 7. Principales instrumentos legislativos del sector minero. Tomado de “La industria de la minería en el Perú: 20 años de contribución al crecimiento y Desarrollo económico del país,” por Osinergmin, 2017 (http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/mineria/Documentos/Publicaciones/Osinergmin-Industria-Mineria-Peru-20anios.pdf).

Asimismo se cuenta con normativas vigentes aplicables al sector minero como son el canon minero y las regalías mineras. Según el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF, 2020), el canon minero (Ley 27506) es la participación de la que gozan los Gobiernos Locales y Regionales sobre los ingresos y rentas obtenidos por el Estado por la explotación de recursos minerales, metálicos y no metálicos, está constituido por el 50% (cincuenta por ciento) del Impuesto a la Renta que obtiene el Estado y que pagan los titulares de la actividad minera por el aprovechamiento de los recursos minerales, metálicos y no metálicos, tal como se muestra en la Figura 8.

Según el MEF (2020), la regalía minera es la contraprestación económica que los sujetos a la actividad minera pagan al Estado por la explotación de los recursos minerales metálicos y no metálicos. La regalía minera nace al cierre de cada trimestre a que se refiere el numeral 3.1 del artículo 3 de la Ley 29788, Ley que modifica a la Ley 28258, Ley de Regalía Minera. Asimismo, existen organismos estatales cuyo objetivo es el buen desempeño de la

empresa minera en temas de seguridad, salud ocupacional y medio ambiente como son el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) y el Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (OSINERGMIN). El OSINERGMIN es una institución pública encargada de regular y supervisar que las empresas del sector eléctrico, hidrocarburos y minero cumplan las disposiciones legales de las actividades que desarrollan (Ley 26734). Sobre el OEFA y su alcance se amplía el detalle en el punto 2.1.5. ecológico. Sin embargo aún el Estado se encuentra limitado por la burocracia existente para la aprobación de proyectos de inversión y el análisis del verdadero impacto que tiene el canon minero en las áreas de influencia.

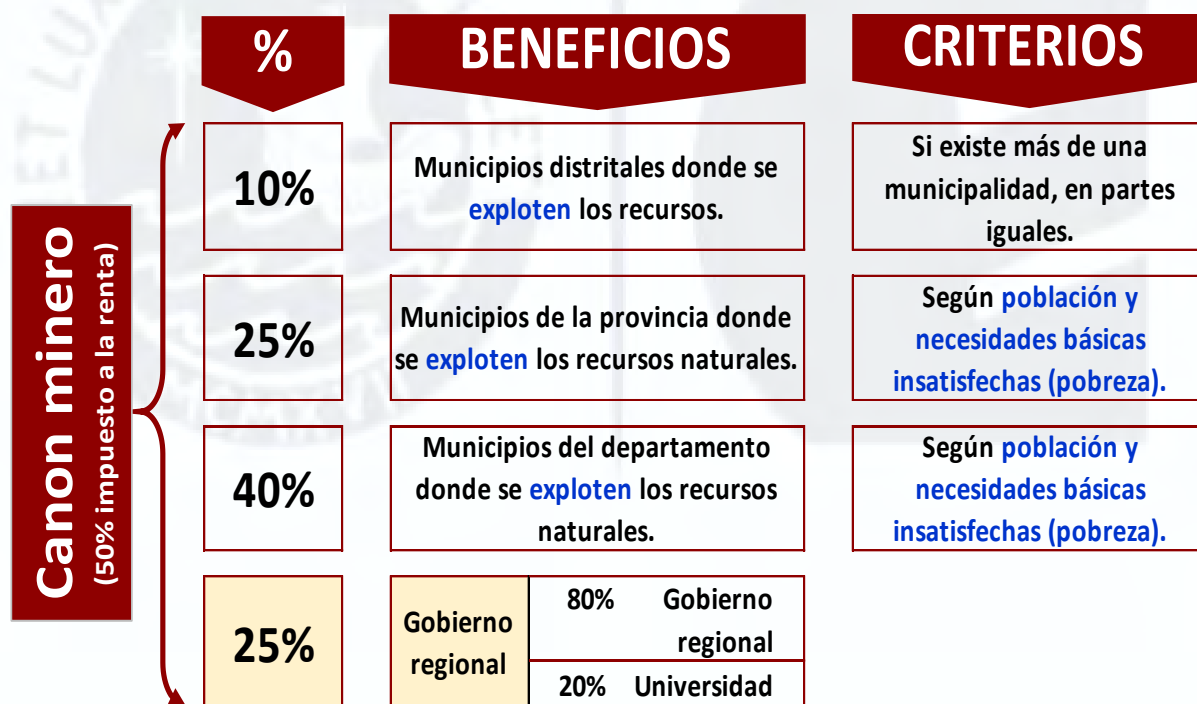


Figura 8. Canon minero.

Adaptado de “Canon - Metodología de distribución,” por MEF, 2020

<https://www.mef.gob.pe/es/transferencias-a-gobierno-nacional-regional-y-locales/base-legal-y-aspectos-metodologicos/canon>

Otros instrumentos legales a considerar son: la ley sobre la inversión privada en el desarrollo de las actividades económicas en las tierras del territorio nacional y de las comunidades campesinas y nativas (Ley 26505), la ley general de comunidades campesinas

(Ley 24656) y el D.S. N° 042-2003-EM que establece el compromiso previo como requisito para el desarrollo de actividades mineras y normas complementarias.

Durante la pandemia COVID-19, en el marco de la reactivación económica (D.S. N°080-2020-PCM) el MINEM (2020) aprobó dos resoluciones ministeriales referidas al “Protocolo sanitario para la implementación de medidas de prevención y respuesta frente al COVID-19 en las actividades del subsector Minería, el subsector Hidrocarburos y el subsector Electricidad” (R.M. N° 128-2020-DM) y “Criterios de focalización territorial” (R.M. N° 129-2020-DM) a ser aplicados para la reanudación de actividades de explotación, beneficio, almacenamiento, transporte y cierre de minas del estrato de la gran minería, y proyectos en construcción que inicialmente tiene alcance a los proyectos declarados de interés nacional como a la gran minería.

2.1.2 Económico

Según la U. S. Geological Survey (2020), los resultados de la última encuesta mundial sobre el resumen de productos minerales, muestran que el Perú produjo 2'455,440 TMF de cobre, representando el 12% de la producción mundial; el zinc se produjo en 1'404,382 TMF, el cual aporta el 10% a nivel mundial; y el plomo se produjo 289,195 TMF. Además, dicha encuesta también muestra que la posición del Perú a nivel mundial, de acuerdo a los resultados de los indicadores de potencial minero y de percepción de políticas por país 2019, ha sufrido un efecto negativo respecto al año anterior, tal como se muestra en la Figura 9.

El Perú se ubica 3° a nivel mundial en reservas de cobre y zinc, y en oro se ubica en el sexto lugar. Tales reservas de minerales colocan al Perú en un nivel estratégico mundialmente atractivo y muestra de ello se evidencia en la Tabla 1. Asimismo, en la Figura 10 se evidencia que el Perú se encuentra en el 3° lugar de acuerdo a su indicador Fraser de atractivo para invertir a nivel Latinoamérica y el caribe, a pesar de su disminución en su puntaje PPI de casi 13 puntos en comparación con el resultado 2018 (Fraser Institute, 2020).



Figura 9. Perú: Indicador de potencial minero e indicador de percepción de políticas. Adaptado del “Annual Survey of Mining Companies, 2019” por Fraser Institute 2020 (<https://www.fraserinstitute.org/studies/annual-survey-of-mining-companies-2019>).

Tabla 1

Perú: Posición en el Ranking de Producción y Reservas Minerales 2019

Mineral	Ranking de producción	Ranking de reservas
Plata	2°	1°
Cobre	2°	3°
Zinc	2°	3°
Plomo	3°	4°
Molibdeno	4°	2°
Estaño	4°	11°
Oro	7°	6°

Nota. Adaptado del “Mineral commodity summaries 2020” por U.S. Geological Survey (<https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2020/mcs2020.pdf>).

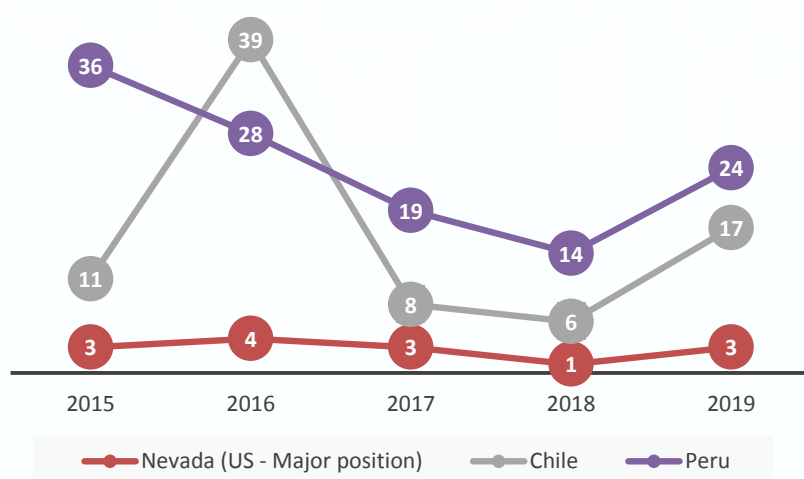


Figura 10. Indicador Fraser de atractivo para invertir (posición en el ranking mundial). Adaptado del “Annual Survey of Mining Companies, 2019” por Fraser Institute, 2020 (<https://www.fraserinstitute.org/studies/annual-survey-of-mining-companies-2019>).

La inversión privada minera se proyectaba a inicios de 2018 con un crecimiento de 7.6%, por la construcción de la Mina Justa, Quellaveco, desarrollo de Toromocho (MEF, 2019). El precio del cobre promedió US\$ 2.96 la libra en el 2018 y en el segundo semestre del 2019 disminuyó a US\$ 2.64 la libra, generando disminución en la ejecución de proyectos. (“Scotiabank reduce a 18% su proyección de crecimiento de la inversión minera para 2019”, 2019). En relación a la producción minera metálica, mediante R.D. N° 0043-2020-MINEM/DGM, la dirección general de minería aprobó la modificación del formulario de las encuestas estadísticas de producción minero metálica, minero no metálica y de producción metalúrgica, e indicadores de desempeño, con el fin de que los titulares mineros reporten su información estadística mensualmente. En base a ello, se reporta a mayo del 2020 que la producción de zinc, plata, plomo, estaño y molibdeno mostraron un incremento respecto al mes anterior, sin embargo continua mostrando una tendencia a la baja en comparación al mismo periodo 2019 (ver Tabla 2).

Tabla 2

Perú: Producción Minera Metálica 2019 - 2020

Periodo	Cobre	Oro	Zinc	Plata	Plomo	Hierro	Estaño	Molibdeno
	TMF	g finos	TMF	kg finos	TMF	TMF	TMF	TMF
2019	2,455,440	128,413,463	1,404,382	3,860,306	308,116	10,120,007	19,853	30,441
2020 (Ene-May)	768,463	36'154,502	398,771	1'047,873	83,723	2'438,058	6,196	11,625
Enero	190,833	10,151,144	130,103	318,167	24,338	997,176	2,053	2,235
Febrero	170,128	9,230,282	117,762	313,290	24,493	979,376	1,791	2,494
Marzo	153,870	7,822,263	106,147	215,291	21,963	461,505	1,134	2,391
Abril	125,225	5,024,200	15,945	84,973	4,262	0	0	2,115
Mayo	128,407	3,926,613	28,815	116,152	8,668	0	1,218	2,390

Nota. Tomado de “Boletín estadístico minero Edición n° 05-2020,” por Ministerio de Energía y Minas [MINEM] (<http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Mineria/PUBLICACIONES/VARIABLES/2020/BEMMay2020.pdf>)

Debido al entorno macroeconómico y la baja de precio del mineral, se iniciaron planes de estímulos fiscales y monetarios en las economías más importantes del mundo que favorecerán en el corto plazo la estabilidad económica. Asimismo, en Perú se creó el centro de convergencia y buenas prácticas minero energéticas “Rimay” entre la parte pública, privada y comunidades donde se ejerce la actividad minero energética; para los años 2020 al 2023 se publicaron cifras favorables, pero con cierto enlentecimiento respecto al 2020 (8.1% en prom. 2021-2023 vs 19.8% prom. 2019-2020) (MEF, 2019).

Durante la pandemia COVID-19, el gobierno peruano declaró el estado de emergencia que paralizó gran número de actividades económicas, por lo que se generó un contexto de alta incertidumbre que según el Instituto Peruano de Economía (IPE), a nivel global es una desaceleración traducida en una reducción de la demanda de minerales, por lo que el sector exportador peruano tendrá el mayor impacto dado el detenimiento de la actividad económica en China, al cual se enviaba el 45% aproximadamente de las exportaciones mineras, y 70% del cobre. Las expectativas de menor demanda mundial de metales han reducido los precios de cobre en un 10.2% y del zinc en 14.7%. La caída de los precios desacelera el inicio de proyectos mineros, los cuales necesitan de largos tiempos de maduración. Adicional a ello, antes de la propagación del COVID-19, los analistas económicos proyectaban un crecimiento nulo de la inversión minera en el 2020 (IPE, 2020).

Según Bloomberg y el BCRP (2020, citado en SNMPE, 2020a), tal como se observa en el Tabla 3, en los últimos meses, el cobre sufrió variaciones a abril que sin duda representa una caída histórica del 61% en comparación al mismo mes en el 2019 (US\$1.311 millones). Las exportaciones de cobre (US\$513 millones) representaron el 31% de las exportaciones totales del Perú que ascendieron a US\$1.652 millones en abril último debido a menor precio de este metal (-23.9%) y volumen (-48,6%). En relación al precio, en mayo se muestra una mejora al crecer 4% respecto de mes anterior, impulsada por la mejora en la actividad

industrial y los anuncios de mayor inversión en infraestructura en China. Un comportamiento idéntico mostró el zinc tanto en niveles de producción como en la mejora en el precio de cotización, que se asume producto del inicio de la reactivación y ante la mejora en la industria del principal destino asiático, en especial por la necesidad de mantenimiento de fundiciones.

Tabla 3

Perú: Cotizaciones de los Principales Metales 2019 - 2020

Periodo	Cobre	Oro	Zinc	Plata	Plomo	Hierro	Estaño	Molibdeno
	Ctvs.US\$/lb LME	US\$/oz tr LMB	Ctvs.US\$/lb LME	US\$/oz tr London Fix	Ctvs.US\$/lb LME	Ctvs.US\$/lb LME	US\$/TM TSI	US\$/lb LME
2019	272.7	1,392.3	115.7	16.2	90.6	846.1	93.8	11.4
2020								
Ene.	273.8	1,559.0	106.6	18.0	87.3	774.5	93.9	9.9
Feb.	258.0	1,597.1	95.9	17.9	84.9	746.5	84.1	10.2
Mar.	235.1	1,591.2	86.3	14.9	79.1	695.0	89.1	8.8
Abr.	229.1	1,681.2	86.3	15.1	75.0	683.8	83.4	8.4
May.	237.4	1,715.7	89.1	16.2	73.4	698.9	82.5	8.8

Nota. Tomado de “Boletín estadístico minero Edición n° 05-2020” por Ministerio de Energía y minas [MINEM] (<http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Mineria/PUBLICACIONES/VARIABLES/2020/BEMMay2020.pdf>)

Según Fastmarkets (2020, citado en SNMPE, 2020b), desde la perspectiva de la producción y exportaciones de plomo también se vieron afectadas por la suspensión de operaciones, a pesar de ello y ante el inicio de la reactivación, la gran minería ha repuntado sus volúmenes. En cuanto al precio, aún se observa oscilante en mayo y se mantendría bajo, pues se espera una lenta recuperación de la demanda de baterías para autos (principal uso industrial de este mineral).

Por último, según S&P Global (2020, citado en SNMPE, 2020b), considerando el portafolio de productos de Minera Colquisiri S.A., también debe mencionarse que, el nivel productivo nacional de la plata ha sido impactado por la cuarentena, pero viene recuperándose lentamente. Sobre el precio, este creció 8% en mayo vs. el mes anterior retornando valores similares a los vistos en febrero, a pesar de la producción aún restringida, pero favorecida por la mejora de su demanda industrial y de inversión. Es importante mencionar que, para determinar el precio de los concentrados se sigue una metodología tal

que se considera el precio del mercado, pero también la humedad, onzas pagables por encima de la base establecida, costo de maquila, escalador, otros metales pagables y penalidades.

2.1.3 Social

Según el informe de la Secretaría de la Gestión Social y Diálogo (SGSD) de la presidencia del consejo de ministros (PCM) (2019), de los 194 conflictos sociales identificados, 80 corresponden a minería, dentro de los cuales ninguno tiene como actor a Minera Colquisiri S.A; cabe mencionar que 64 del total de casos se encuentran en etapa de pre conflicto y 26 en conflicto. Por otro lado, de los 10 conflictos en la unidad territorial Lima, cinco corresponden a la región Lima, de los cuales tres se han originado por una percepción de afectación.

En octubre 2019 se reportó la existencia de 187 conflictos sociales: 134 activos (expresado públicamente) y 53 latentes (no expresado públicamente); de los conflictos activos que corresponden a temas socio ambientales, el 64.5% corresponden a minería, pero en ninguno de ellos participa Minera Colquisiri S.A.. Asimismo, no existen conflictos latentes registrados en los que participe la compañía (Defensoría del Pueblo, 2019). Cabe señalar que entre mediados del año 2019 e inicios del año 2020 se presentaron discrepancias con las comunidades aledañas que llevaron a parar la operación de la compañía en tres ocasiones, estos eventos no llegaron a ser reportados como conflictos a la Defensoría del Pueblo.

De acuerdo al informe del panorama laboral en Perú del Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo (MTPE) (2020b) la variación anual del empleo en actividades extractivas durante el 2019 tuvo un resultado anual negativo de -0.2%, pues seis meses tuvieron valores negativos en el año. Es importante mencionar que muchos proyectos mineros estuvieron paralizados durante dicho periodo por conflicto social con las comunidades aledañas lo que generó una desaceleración en el desarrollo y por ende demanda

de mano de obra del sector. Adicionalmente, de acuerdo a la nota de prensa del MTPE (2020a) la expansión del empleo formal en el sector privado se observó en la mayoría de departamentos del país en el 2019, principalmente en Lima con 3.9% (80,731), La Libertad con 5.9% (11,934), Piura con 7.5% (10,647), Ica con 6.9% (9,736) y Lambayeque con 4.6% (5,444).

Según la guía para la gestión de empleo local de la SNMPE (2016), los requerimientos laborales variarán de acuerdo a la fase en que se encuentren los proyectos, por lo cual es importante proyectar y planificar la demanda laboral previamente a cada fase, ya que conforme vayan adquiriéndose certezas acerca de las dimensiones, el proceso va también creciendo o reduciéndose en la cantidad de personas que involucra.

Según el BCRP y Proinversión, se estimaban inversiones en megaproyectos por US\$ 19 mil millones entre el 2019 y 2020, siendo para minería un total de US\$ 9,800 millones por lo que se solicitará personal operario para operar excavadoras, tractores, camiones, motoniveladoras, perforadoras y otros equipos para la nivelación de tierras. La pandemia COVID-19 ha paralizado proyectos mineros e interrumpido sus operaciones en todo el mundo, reduciendo la presencia de personal al mínimo indispensable a fin de evitar la propagación del virus.

2.1.4 Tecnológico

La injerencia en el precio de venta de los minerales es mínima, dado que dependen de un conjunto de variables internacionales y locales, por tanto, la minería se vuelve un negocio enfocado en costos y es allí donde la tecnología juega un papel preponderante para obtener eficiencias y reducir de costos. Alineado a ello, Deloitte (2018) señaló que “la propuesta de valor de la industria podría estar cambiando a cuán bien se actúa sobre la información, para optimizar la producción, reducir los costos, aumentar la eficiencia y mejorar la seguridad” (p.3).

El uso de la tecnología es determinante en la minería moderna, la cual es cada vez más exigente en cuanto a estándares de producción, seguridad y sostenibilidad. La oferta tecnológica es cada vez más diversa e interesante, hoy en día se cuenta con visores de realidad aumentada que dan soporte al mantenimiento de maquinaria y equipos; tecnología láser para el levantamiento topográfico en tres dimensiones; brazos teleoperados y vehículos automatizados que realizan labores de extracción y acarreo de mineral en remoto, reduciendo así la exposición del personal a los riesgos propios de la actividad minera; y la información, siendo el principal factor de diferenciación la capacidad de obtenerla, organizarla, administrarla y procesarla a fin de mejorar la planificación, el seguimiento y la toma de decisiones. La información se obtiene de distintas fuentes, hoy en día todas las máquinas y equipos utilizados en minería cuentan con sensores que brindan información en tiempo real a través de la red, a lo que se le denomina internet de las cosas (IoT).

De acuerdo con el estudio realizado por el Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC, 2020), la inversión estatal por concepto de ciencia, tecnología e innovación se quintuplicó en los últimos diez años logrando un promedio de S/1,050 millones en los años 2018 y 2019. Sin embargo, aún continua siendo un porcentaje bajo del producto bruto interno (PBI) asignado a estos conceptos, el cual es inferior al asignado en otros países de la región.

El contexto de pandemia COVID-19 aceleró la transformación digital en las compañías mineras, iniciando con la implementación de soluciones como: camiones de acarreo autónomos, para los cuales se puede identificar su ubicación, velocidad y dirección, permitiendo mover la carga de manera segura, aumentando la productividad al operar de manera constante sin personal; camiones con brazos robóticos que permiten manipular cargas explosivas; centros de operación remota, robots de monitoreo y soluciones en la nube como GSuite, herramienta colaborativa de Google que permite aprovechar herramientas

tecnológicas en cloud. En Perú, por el momento, la única empresa que trabaja con control remoto es Minera Chinalco, mientras que Minera Kolpa utiliza la solución GSuite (“COVID-19: Pandemia acelerará la transformación digital de la minería en el Perú”, 2020).

2.1.5 Ecológico

El MINEM establece la regulación ambiental general para el sector energía y minas, y la específica para el sub sector minero, la cual tiene como objetivo garantizar la protección del ambiente, la inclusión social y el bienestar de las poblaciones aledañas a las actividades mineras, así como lograr la promoción de la inversión privada. Por su parte, el Ministerio del Ambiente (MINAM) es el encargado de actualizar las normas que regulan la calidad ambiental, mediante los estándares de calidad ambiental (ECA), que se ajustan a los estándares internacionales aprobados por la Organización Mundial de la Salud (OMS), y los límites máximos permisibles. La certificación ambiental para la gran y mediana minería está a cargo del MINEM, mediante el sistema de evaluación ambiental en línea (SEAL) aprobado mediante R.M. N° 270-2011-MINEM/DM. En el caso de la pequeña y minería artesanal está a cargo de los gobiernos locales (MINAM, 2019).

Por otro lado, la evaluación de impacto ambiental de los proyectos mineros se lleva a cabo de acuerdo con el sistema de evaluación de impacto ambiental (SEIA), que tiene como organismo rector al MINAM.

Cabe mencionar que si bien los estudios de impacto ambiental deben ser aprobados por el MINEM, mediante Ley 29968 se ha creado el servicio nacional de certificación ambiental para las inversiones sostenibles (SENACE), que es un organismo público y técnico especializado adscrito al MINAM; tiene a cargo la revisión y aprobación de los estudios de impacto ambiental, que correspondan a proyectos de inversión pública, privada o de capital mixto, de alcance nacional y/o multirregional, para actividades y servicios que puedan causar impactos ambientales significativos. (SENACE, 2014).

Sobre la fiscalización ambiental del sector minero, estuvo a cargo del OSINERGMIN hasta julio de 2010, año en el cual el OEFA asumió dicha función por lo que se inició la especialización de la fiscalización ambiental del sector minero, y con ello el proceso de sistematización de la información relacionada con las acciones de supervisión. Además, este organismo-adscribo al MINAM está encargado de impulsar y promover el cumplimiento de la normativa ambiental en los agentes económicos y de resguardar el equilibrio entre la inversión en actividades económicas y la protección ambiental (SENACE, 2014).

2.1.6 Oportunidades y amenazas

Oportunidades

- Posicionamiento mundial del Perú en producción de metales.
- Ausencia de conflictos sociales (activos o latentes) con las comunidades aledañas.
- Aceleración de la transformación digital por la pandemia COVID-19 (automatización y robótica).
- Reservas de mineral son atractivas para la inversión privada.

Amenazas

- Volatilidad del precio de los metales.
- Gestión burocrática del sector.
- Leyes o normas desactualizadas
- Actividad económica China detenida por la pandemia COVID-19.

2.1.7 Las Cinco fuerzas de Porter

Según D'Alessio (2008) “el modelo de las cinco fuerzas de Porter permite la ejecución del análisis competitivo, determinar la estructura y la atractividad de la industria donde la organización compite. El análisis de las condiciones competitivas e industriales es el punto de arranque para evaluar la situación estratégica y la posición de un sector y los mercados que lo componen” (p. 138).

En esta investigación se aplicó las Cinco Fuerzas de Porter (ver Figura 11), con la finalidad de conocer donde está posicionada la compañía.

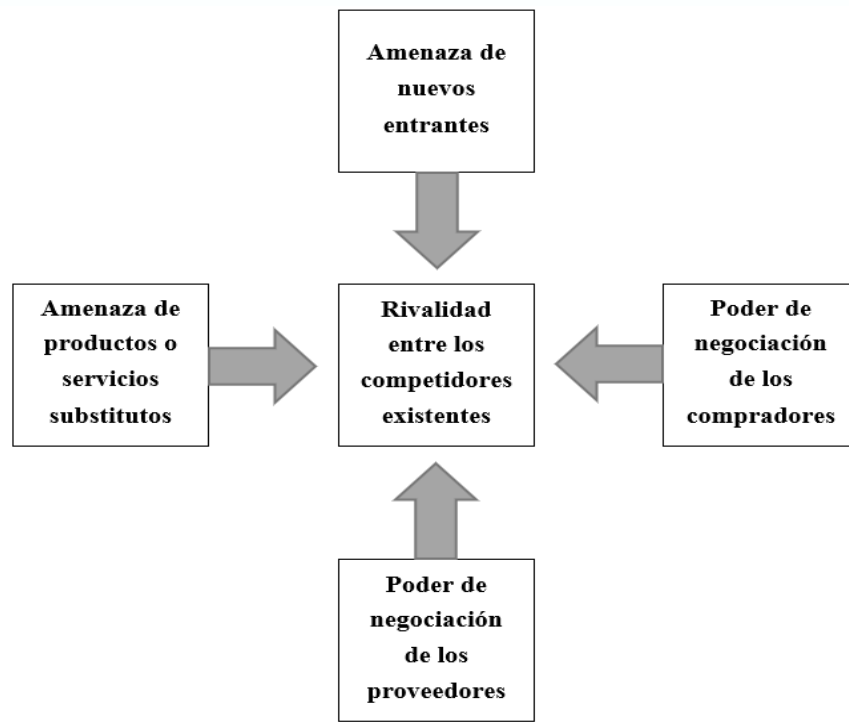


Figura 11. Las Cinco Fuerzas de Porter.

Tomado de “Las cinco fuerzas competitivas que le dan forma a la estrategia,” por M. Porter, 2008. Barcelona, España: Deusto.

Amenaza de nuevos entrantes. La amenaza de nuevos entrantes en el sector minero es limitada, ya que es un sector que requiere alta inversión de bienes de capital, pero se tiene que tomar las precauciones necesarias con respecto a nuevas empresas mineras con capital extranjero que pueden convertirse en una amenaza en un futuro cercano. Según lo indicado por Porter (2008) “los nuevos entrantes en un sector introducen nuevas capacidades y un deseo de adquirir participación de mercado, lo que ejerce presión sobre los precios, costos y la tasa de inversión necesaria para competir” (p. 2).

Asimismo Porter (2008) concluyó que “la amenaza de nuevos entrantes, por lo tanto, pone límites a la rentabilidad potencial de un sector. Cuando la amenaza es alta, los actores establecidos deben mantener los precios bajos o incrementar la inversión para desalentar a los nuevos competidores” (p. 2)

Algunos factores que definen esta fuerza en el sector minero y que Minera Colquisiri S.A. debe considerar para ser sostenible en el tiempo son:

- Según Porter (2008) “las barreras de entrada y de salida son ventajas que tienen los actores establecidos en comparación con los nuevos entrantes” (p. 3). En el caso del sector minero, se tiene barreras difíciles de atravesar, como lo es el tema de las comunidades aledañas a las zonas de operación, ya que en la mayoría de ocasiones se presentan desacuerdos que terminan en huelgas indefinidas.
- Requisitos de capital; La industria minera, necesita grandes inversiones de capital para iniciar sus operaciones, por tal razón, la amenaza de entrantes es limitada. Porter (2008) indicó que “la necesidad de invertir grandes sumas de recursos financieros para poder competir puede impedir la entrada de nuevos competidores” (p. 3).
- Políticas gubernamentales restrictivas, Porter (2008) indicó que “los gobiernos restringen directamente e incluso cierran la entrada a ciertos sectores mediante diversas medidas, tales como requerimientos de licencias y restricciones a las inversiones extranjeras” (p. 4). La industria minera está regulada principalmente por la ley orgánica para el aprovechamiento de los recursos naturales (Ley 26821) y por el texto único ordenado de la ley general de minería (D.S. N° 014-92-EM), las cuales son una fuerte barrera para los nuevos entrantes.

El poder de los proveedores. El poder de negociación con los proveedores es limitado, hasta se podría decir ambiguo, ya que al ser la industria minera un sector rentable, tiene acceso a numerosas empresas proveedoras que están dispuestas a negociar con mejores términos con el objetivo de ingresar al sector minero.

Porter (2008) concluyó que “si un sector específico representa un alto porcentaje del volumen o utilidades de un grupo de proveedores, no obstante, los proveedores querrán

proteger al sector mediante precios razonables y querrán aportar a actividades tales como I&D y lobbying” (p. 5).

El poder de los compradores. Los precios de los minerales en el mercado son una variable que no se puede controlar y está regido tanto por la oferta y la demanda de concentrados por parte de los competidores y de los compradores a nivel mundial por medio de la Bolsa de Metales de Londres (LME), que es el centro mundial para el comercio de metales. Porter (2008) indicó que los compradores “son capaces de capturar más valor si obligan a que los precios bajen, exigen mejor calidad o mejores servicios (lo que incrementa los costos) y, por lo general, hacen que los participantes del sector se enfrenten” (p. 5).

Amenaza de los sustitutos. Con relación a la amenaza de sustitutos para los productos de la Minera Colquisiri S.A, se identifica que el avance tecnológico y el descubrimiento de mayores propiedades de otros minerales han traído como consecuencia la sustitución zinc, plata, plomo y cobre en algunos productos elaborados. Porter (2008) indicó que “un sustituto cumple la misma función –o una similar– que el producto de un sector mediante formas distintas” (p. 6). Las principales amenazas de sustitución para el zinc son el aluminio (Al) y el magnesio (Mg), principalmente en los productos generados a través de procesos de fundición a presión. En caso de aumento de los precios de Al y Mg, la demanda de zinc aumentará y viceversa. Con respecto a las principales amenazas de sustitución de la plata, la sustitución por otros metales no es un riesgo real debido a que la mayor parte de sustitución que podría ocurrir ya se dio. De ocurrir un cambio tecnológico significativo se podría enfrentar una ola de sustitución, pero este no es un riesgo concreto. En el caso del plomo, las perspectivas para su consumo están firmemente ligadas a la demanda de baterías de plomo y ácido, la cual se está viendo amenazada por el aumento en el uso de baterías de ion de litio. Para la siguiente década, se estima que hay espacio suficiente para el crecimiento global en la demanda de plomo dominada por las baterías de plomo y ácido. Comparativamente, este ritmo de

crecimiento debiese ser moderado respecto de las baterías de ion de litio.

En el caso del cobre, posee distintos elementos sustitutos de acuerdo con la aplicación final que se le esté dando. El aluminio es el principal sustituto contra el cobre hoy en día, especialmente en aplicaciones eléctricas e intercambiadores de calor, este metal ha penetrado fuertemente en el mercado de aires acondicionados norteamericano, reemplazando tubos que previamente eran de cobre. Sin embargo, en China el cobre sigue siendo el elemento principal para utilizar debido a su mayor durabilidad y mejores propiedades.

La rivalidad entre los competidores. La rivalidad entre competidores existentes adopta muchas formas conocidas, entre las cuales se incluyen los descuentos en los precios, nuevas mejoras en el producto, campañas de publicidad y mejoras en el servicio (Porter, 2008). La rivalidad de los competidores es alta pues existen mineras con márgenes de producción más altos y que a decisión del mercado pueden satisfacer la demanda de minerales. En general, y debido a la clara concentración de los competidores en el sector minero, dicha rivalidad es alta, dependiendo del comportamiento y variaciones en los precios de los metales, ya que en épocas de alza, la rivalidad disminuye y en épocas de baja, la rivalidad aumenta significativamente.

2.2 Análisis Interno

Como resultado de las entrevistas realizadas en la sede administrativa y en la unidad minera María Teresa, se levantó información valiosa con los representantes de cada área, que permite realizar el análisis interno bajo los frentes de administración, marketing, operaciones, finanzas, recursos humanos y tecnología de la información (AMOFHIT), con ello se identificaron las principales fortalezas y debilidades de la compañía. Cabe señalar que la compañía no realiza investigación por la naturaleza propia de sus operaciones.

2.2.1 Administración

La compañía es liderada por el gerente general, Ingeniero Juan José Herrera Távara,

quien reporta al directorio conformado por ocho integrantes, todos ellos accionistas. Las reuniones con el directorio son bimensuales dándose al menos seis reuniones al año, en estas se presentan los resultados de la compañía y se toman las decisiones del rumbo a seguir. La organización completa de Minera Colquisiri S.A. se muestra en el organigrama de la Figura 12. La gerencia de administración y recursos humanos se compone de las siguientes unidades organizativas: (a) sub gerencia de tecnología de información y comunicaciones (TIC), encargada de la gestión de la infraestructura tecnológica, de las comunicaciones y aplicaciones digitales de la compañía; (b) sub gerencia de logística, encargada de la compra de maquinaria, equipos, insumos y repuestos requeridos para la operación, y de la gestión de inventarios; (c) funciones que reportan a la gerencia por asuntos administrativos, contables y financieros, entre estas la asistente de gerencia general, quien además de las funciones propias de su cargo realiza actividades de tesorería como pagos, abonos, estados de cuenta, entre otras. La gerencia de operaciones se compone de las siguientes unidades organizativas: (a) área de administración y recursos humanos, encargada de la gestión del capital humano propio de la unidad minera; (b) área de responsabilidad social, encargada del cuidado del medio ambiente y la relación con las zonas de influencia; (c) subgerencia de producción, encargada de la operación de la planta concentradora y del mantenimiento general de la maquinaria y equipos; (d) subgerencia de operación y planeamiento mina, encargada de las actividades de diseño de exploración y explotación propiamente dicho del mineral; (e) subgerencia de proyectos, encargada de la planificación y seguimiento de los proyectos de exploración. La gerencia de seguridad y salud ocupacional busca asegurar que el personal tenga los riesgos mínimos asociados a enfermedades propias de la actividad laboral minera, lo cual se logra realizando campañas de alimentación y postura, entre otras. La gerencia de medio ambiente y permisos se encarga de tramitar todos los permisos requeridos por regulaciones

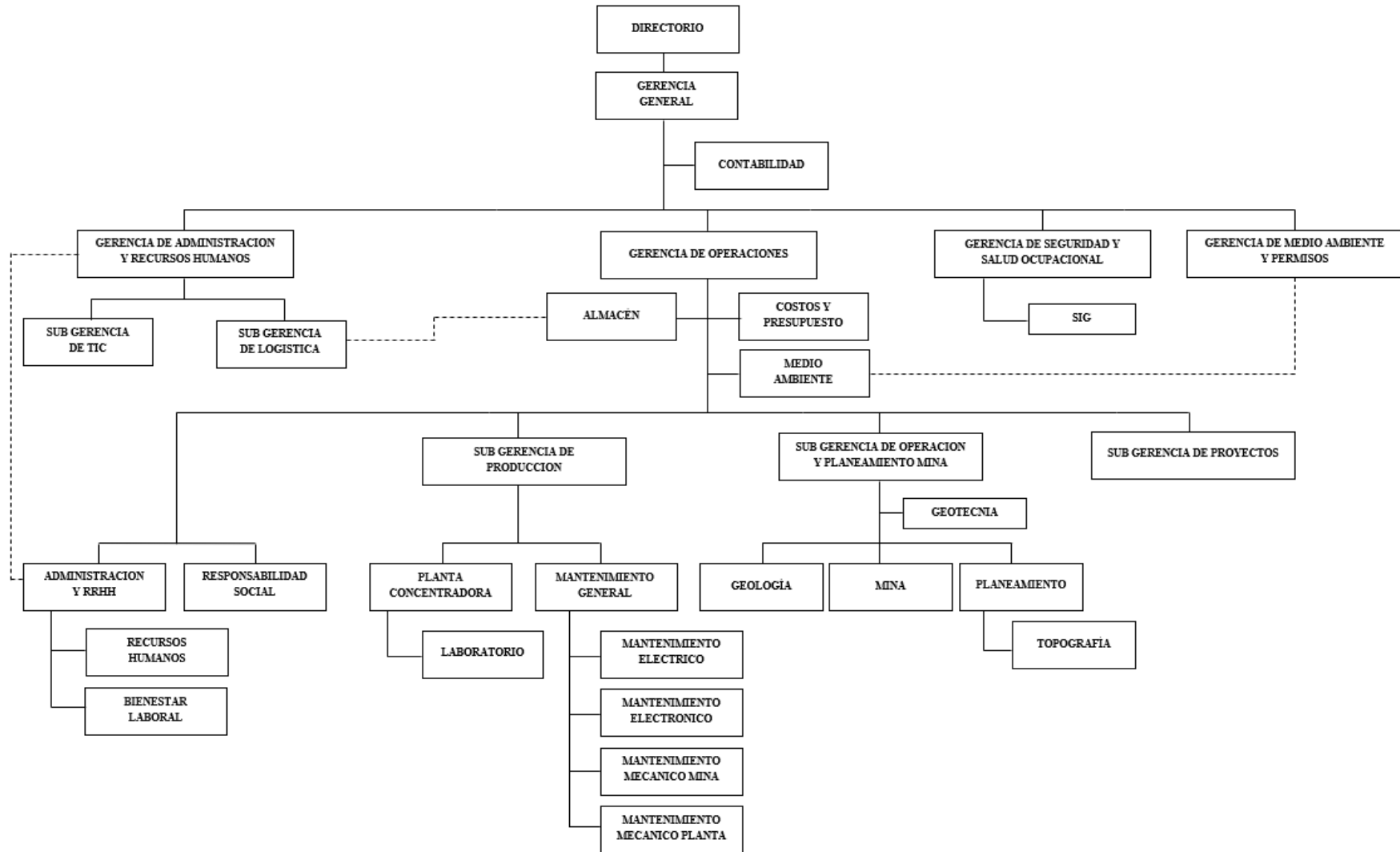


Figura 12. Organigrama.

Tomado de “Plan Anual de Minado 2020,” por Minera Colquisiri S.A., 2020.

operativas; el personal de medio ambiente destacado a la unidad minera coordina con la gerencia de operaciones y se encarga del cuidado de los bosques que están en las laderas.

La superintendencia de mina mostrada en la Figura 13 tiene a su cargo los procesos de perforación, voladura, ventilación, carguío y acarreo que posibilitan la extracción y traslado del mineral a las canchas de planta concentradora; está conformada por 94 colaboradores, los cuales desempeñan sus actividades en dos turnos de 12 horas.

La superintendencia de planta concentradora mostrada en la Figura 14 tiene a su cargo los procesos de chancado, molienda y remolienda, flotación y filtrado, que posibilitan la producción del concentrado de mineral; está conformada por 54 colaboradores, los cuales desempeñan sus actividades en tres turnos de ocho horas.

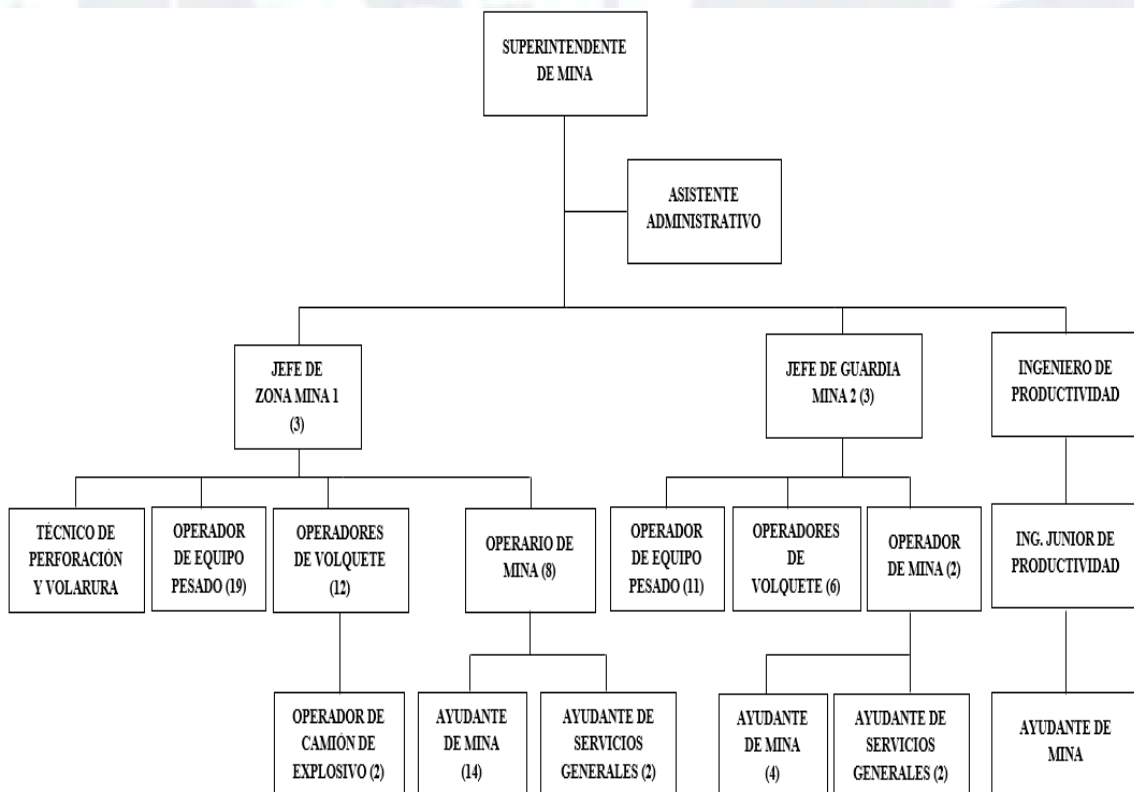


Figura 13. Organización de la superintendencia de mina.
Tomado de “Plan Anual de Minado 2020,” por Minera Colquisiri S.A., 2020.

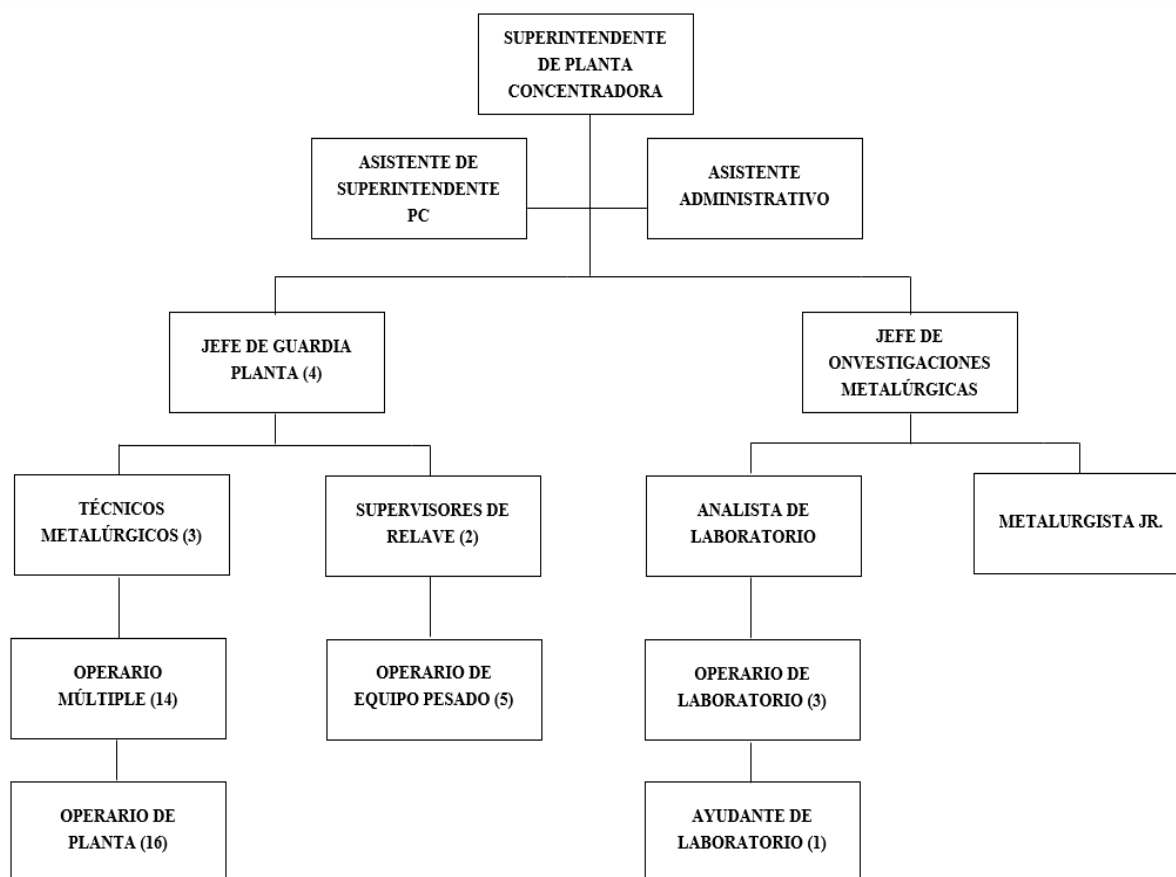


Figura 14. Organización de la superintendencia de planta concentradora. Tomado de “Plan Anual de Minado 2020,” por Minera Colquisiri S.A., 2020.

En relación al contexto actual de pandemia COVID-19, se implementó una garita de desinfección donde se aplican las principales medidas de bioseguridad para personal propio y externo que pretende ingresar a la unidad minera, esta garita se constituyó como primer punto de control. Por otro lado, para reducir los ingresos y salidas del personal a la unidad minera, se implementó un campamento temporal para albergar a 150 personas, el cual fue alquilado a una empresa contratista por seis meses con opción de ampliación.

2.2.2 Marketing

Basándose en el concepto de marketing: “proceso social y directivo entre individuos y organizaciones para obtener lo que se necesitan y desean a través de la creación y el intercambio de valor” (Kotler & Amstron, 2013, p.37), por lo cual debe de existir una estrecha relación de los negocios para satisfacer la necesidades por medio de un intercambio de valor. En ese sentido, la compañía proyecta una reputación invaluable para su único

comprador, Glencore, además, esta buena reputación es percibida por el resto de sus stakeholders. Cabe señalar que la compañía tenía dos clientes, Trasfigura y Glencore, pero por mejoras en los acuerdos comerciales ahora su único cliente es Glencore, compañía multinacional que según el ranking del 2016 tuvo una capitalización de mercado de US\$ 70.6 mil millones ubicándose como la tercera empresa minera a nivel mundial (MINEM, 2018).

La compañía forma parte de la mediana minera y por tanto requiere de inversionistas extranjeros con los cuales se tengan negociaciones satisfactorias y se obtengan buenos acuerdos (Armas, Torres, Pacheco, 2008). Saldarriaga, gerente de administración y recursos humanos, mencionó que se necesita tener una buena reputación para que los *trader* soliciten minerales y respeten la negociación o un futuro acuerdo, por esta razón no hay necesidad de buscar otros clientes, pero sí se harán cotizaciones para medir la temperatura de cómo está el mercado, principalmente para aspectos de negociación. La compañía realiza limitadas actividades de promoción y distinción; sin embargo, convenientemente y de forma dinámica tienen una estrategia de precios con Glencore.

La relación con Glencore es favorable, se establecen condiciones comerciales anuales antes que estas se conozcan en el mercado, y el precio se fija a través de modelos financieros en los que ambas partes están de acuerdo. Por lo tanto acuerdan formas de negociación, penalizaciones, descuentos, material pagable y periodo de cotización (en el mes de entrega o meses siguientes a la entrega). Los precios en la bolsa de valores se vigilan y se realizan transacciones en forma constante en coordinación con Glencore, buscando la máxima rentabilidad ya que existe volatilidad en precios del mercado de minerales. Por ejemplo, según el periodo de cotización, se realiza una entrega de minerales hoy y se difiere el pago en cuatro meses, el comprador espera que baje el precio del metal, pero la minera ya tiene precios fijados con anterioridad con Glencore y ambos buscan el máximo beneficio en la bolsa de minerales.

2.2.3 Operaciones

Operaciones se divide en cinco áreas principales: Mina, planta concentradora, mantenimiento, logística y responsabilidad social. A continuación, se describirá la situación actual y problemática de las áreas asociadas al objeto de esta investigación.

En planta concentradora, iniciando con la etapa de chancado, se identificó que la chancadora cuaternaria cónica es un cuello de botella dado que sólo permite procesar 100 TM/h, de las 150 TM/h que llegan a este equipo; en esta etapa se cuenta con un operario múltiple y otro volante por guardia de ocho horas encargados de la operación; respecto a los controles realizados, el proceso es automatizado reportando temperaturas, niveles de aceite, etc.

En la etapa de molienda, se identificó que los equipos trabajan a su máxima capacidad, a pesar de ello es manejable gracias a la optimización en la etapa de chancado; asimismo, en esta etapa trabaja una persona por turno; el control principal es la medida de densidades, la cual se realiza de forma manual cada hora a cargo del operador. En la etapa de flotación se identificó algunos cuellos de botella según la información brindada por la supervisión, siendo generados por las celdas de flotación en la etapa de separación, dada la antigüedad de los equipos y el cambio de la ley de cobre; en esta etapa trabaja una persona por turno al igual que en filtración. En la etapa de espesamiento y filtrado, uno de los cuellos de botella identificados es el no contar con un espesador de plomo, lo cual genera constantes problemas.

En mantenimiento, son responsables del mantenimiento de todos los equipos de mina y planta. El preventivo se determina de acuerdo al catálogo del equipo y al producto final de cada etapa del proceso, a partir de ello se estima la vida útil y se define la frecuencia de intervención en los equipos. Los mantenimientos mayores se realizan una vez por mes, la planta para por un día y se interviene de acuerdo a un programa elaborado previamente, en el

cual se incluyen trabajos del personal propio y contratistas. Es importante resaltar que los correctivos representan del 15% al 20% del total de mantenimientos, estos se dan principalmente en las bombas. Por otro lado, la planificación es semanal, las actividades se definen a partir de los planes de mantenimiento y observaciones de trabajos previos.

En logística, se identificó que el proceso de compras tiene definidos criterios de evaluación, pero existen manejos particulares para maquinarias, equipos, reactivos y repuestos. La prioridad en la atención de los requerimientos está asociada a la urgencia o criticidad del material. Por otro lado, el ERP desarrollado por la organización, permite gestionar la rotación de materiales, mantener un catálogo y mostrar la ruta de aprobación de los requerimientos en función a los montos asociados. Sobre la integración con mantenimiento, los pedidos de repuestos se realizan individualmente, pero se compran en conjunto luego de acumular una cantidad mínima de requerimientos.

En responsabilidad social, la compañía tiene un vínculo cercano con las comunidades aledañas de los distritos de Huaral y Chancay; identificando sus necesidades a través del equipo de la superintendencia de responsabilidad social y canalizando las intervenciones sociales (construcciones de iglesia, fiesta patronal, navidades, etc.) mediante la fundación denominada Asociación Civil Mina María Teresa. En tal sentido, la compañía busca promover el desarrollo de la comunidad a través de actividades en los ejes de educación, desarrollo económico, salud y nutrición, infraestructura y desarrollo de capacidades de autoridades locales, en los que se priorice la implementación de microempresas y proyectos desarrollo sostenible en las poblaciones.

En relación al contexto actual de pandemia COVID-19, el aforo limitado del campamento afecta la operación debido a que hay un número limitado de personas por turno y el personal en funciones labora sin tiempos de holgura. Por otro lado, se aplican pruebas rápidas y en algunas casos moleculares al personal siete días antes que inicie su turno con el

fin de identificar su estado de salud de manera oportuna. Asimismo, se implementaron medidas higiénico sanitarias en todas las actividades propias de la operación para prevenir los contagios. En relación a la producción durante la pandemia, esta se detuvo durante dos meses hasta publicarse las disposiciones del gobierno para la reactivación económica, ante esta situación la compañía decidió extraer minerales de las zonas que tienen mayor ley a fin de producir mayor concentrado de mineral y cumplir con el contrato establecido con el cliente.

2.2.4 Finanzas

La compañía se financia principalmente a través de recursos propios, sólo se realiza leasing financiero para la compra de equipos administrativos. En relación a la ampliación de planta, esta se manejará con un financiamiento especial. En relación al presupuesto, este se revisa dos veces al año. Un aspecto relevante en minería es que “es un negocio de costo y no de precios, donde la mejora continua de eficiencia permite tener costos manejables y buenas condiciones del yacimiento; dado que el precio de los commodities es variable, la compañía busca fijar con antelación el precio de venta del concentrado, con el fin de garantizar sus ingresos y flujo de caja (Comunicación personal, Saldarriaga, 20 de diciembre 2019).

Por otro lado, un aspecto que puede afectar de manera importante las finanzas de la compañía es la ley del concentrado, la cual define la calidad que se le entrega al cliente, si esta no se cumple la producción entregada no será cobrada volviéndose un beneficio para el comprador como condición comercial y una pérdida para la compañía; a esto se agrega que al cliente se le entrega la producción de 15 a 30 días y el promedio de las leyes podría afectar a toda la entrega.

Este es un tema metalúrgico, los yacimientos no son uniformes, cada extracción es diferente y por tanto no tienen la misma ley, para ello, parte del mineral se separa para evaluarse y este sirva luego para realizar mezclas (blending u homogenización) metalúrgicas que permitan llegar a la ley contratada para cuando se ingrese el mineral a planta

concentradora.

2.2.5 Recursos humanos

La gestión de recursos humanos se subdivide por sede, en Lima cuentan con un analista de recursos humanos y en Huaral con tres colaboradores dada la mayor cantidad de personal. El analista de recursos humanos de la sede Lima se encarga de: (a) pago de planillas; (b) contratación de seguros laborales con Entidades Prestadoras de Salud, Seguro Complementario de Trabajo de Riesgo y seguro vida ley, además de los seguros adicionales de vida que adquiere el personal por medio de la compañía para obtener una tarifa corporativa, descontados posteriormente por planilla; (c) atención de solicitudes de la Superintendencia Nacional de Fiscalización Laboral (SUNAFIL) y; (d) retenciones judiciales a trabajadores.

La compañía cuenta con 298 colaboradores, 21 en Lima y 277 en la unidad minera María Teresa, de los cuales 210 son de las zonas aledañas y sólo 67 son de otras ciudades; la mayor parte de colaboradores entre empleados y obreros labora en mina, seguido de planta concentradora y demás unidades. Cabe señalar que en los últimos cuatro años se ha aumentado el 40% de personal. El personal de limpieza y mantenimiento de oficinas es tercerizado.

Todo colaborador que ingresa a la compañía inicia con contrato a plazo fijo, para empleados el plazo es de un año y para obreros es de tres meses, el periodo puede variar según el desempeño del colaborador y dependerá de este su continuidad o no renovación. Los contratos a plazo fijo se van renovando hasta que el colaborador cumpla tres años, periodo en el cual se establece un contrato a plazo indeterminado. En relación a los ceses, estos sólo se dan salvo por falta grave (Ej. Alcholemia) o por renuncia del colaborador. Respecto a nuevos puestos, todos los procesos de selección se publican en pizarra y se entregan cartas a las 28 comunidades aledañas para que estén informadas, pueden postular trabajadores y

familiares de trabajadores sin restricción, los cuales siguen un proceso donde se elige al recurso más idóneo para el puesto, cabe señalar que el proceso aún no cuenta con *feedback* para los postulantes que no fueron seleccionados.

Los aumentos se dan principalmente por convenio colectivo y en menor porcentaje por resultados en la evaluación de desempeño del colaborador, sin embargo, esta puede servir para la asignación de bonos. Cabe señalar que los jornales diarios y los aumentos están por encima del mercado. Respecto a planes de capacitación, hoy no se cuenta con un plan anual, en la evaluación de desempeño se indican las capacitaciones que requiere el colaborador, Recursos Humanos las consolida y las programa según la programación de cursos de sus proveedores. Entre los problemas que atraviesa el área de Recursos Humanos está el control de horas extras, las que tienen un valor de 150% desde la primera hora, lo cual es mayor que lo estipulado por la ley y que lo pagado por compañías del sector. Otro problema es el porcentaje de ausentismo, el cual asciende a un promedio de 10% entre los ausentismos planificados y no planificados, y se presenta principalmente en mina, si bien esta cifra ha disminuido en el último año respecto a años anteriores, esto se debe a factores fuera de la gestión del recurso humano.

Respecto al sindicato, aproximadamente el 50% de los trabajadores está sindicalizado, actualmente se mantiene una buena relación, las reuniones son bimensuales y tienen la participación del gerente general, representantes de Minera Colquisiri S.A. y representantes del sindicato, el cual está conformado por gente joven, pero madura, lo que permite tener conversaciones alturadas. Sin embargo, hay hostilidad en uno de los sectores, ante ello la compañía solicitó al sindicato actúe como veedor evaluando los resultados y argumentos técnicos de las acciones tomadas por la compañía para finalmente emitir una opinión sobre si estas son correctas o no.

En relación al contexto actual de pandemia COVID-19, con el fin de reducir los cambios de turno y los riesgos de contagio, el área de planta concentradora pasó de laborar tres turnos de ocho horas en un sistema 6x1 a dos turnos de 12 horas en un sistema 14x7, lo cual fue posible gracias a la implementación del campamento.

2.2.6 Tecnología de la información

Minera Colquisiri S.A. cuenta con una área de tecnologías de la información y comunicaciones (TIC) compuesta por cuatro personas en planilla. El área a cargo del sub gerente de tecnologías de la información (TI), el cual reporta a la gerencia de administración y en ocasiones a la gerencia general cuando se requiere tomar decisiones de alto impacto para la organización; desde su ingreso se han realizado diversos cambios a nivel tecnológico, sobre todo en comunicaciones y sistemas de información, por ejemplo, con la implementación del ERP. Actualmente, el sub gerente de tecnologías de la información se encarga de la infraestructura de la compañía. En segunda línea se tienen tres administradores: (a) el administrador de aplicaciones, encargado de administrar el ERP, además de ser el respaldo del sub gerente de TI; (b) el administrador de soporte, encargado de la mesa de ayuda y de las comunicaciones (red de energía estabilizada, red inalámbrica y banda de frecuencia ultra alta (UHF, Ultra High Frequency) para radios de comunicación); y (c) el administrador de base de datos, encargado de respaldar la información y documentar los procesos de la compañía. Todos los servicios se tercerizan, para lo cual se cuenta con diversidad de proveedores para cada servicio brindado.

Respecto a la infraestructura, la conexión entre Lima y Huaral es a través de una red de datos de alta velocidad (MPLS, Multiprotocol Label Switching) provista por la empresa Telefónica del Perú S.A., desde Lima se cuenta con fibra óptica hasta Ancón y el resto del tramo hasta Huaral es por medio de radio enlace, por esta razón hay cierta lentitud en la comunicación. Respecto a data center, cuentan con uno en cada sede, el de Lima es pequeño

debido a que sólo se cuenta con 25 equipos interconectados, mientras que el data center de Huaral es de mayor tamaño debido a que se cuenta con 500 equipos interconectados.

Respecto a las aplicaciones, se cuenta con un ERP construido en 2015 e implementado modularmente desde el 2016, los módulos implementados a la fecha son compras, almacén, ventas, mantenimiento, recursos humanos, administración, finanzas, activo fijo, contabilidad, SOOMA, geología, configuración y usuarios; además de los módulos indicados, se encuentran en desarrollo los módulos de planta y laboratorio; cabe señalar que no cuentan con un módulo de presupuesto. Respecto a temas de localización y regulatorios, el ERP está conectado mediante servicios web con un operador de servicios electrónicos, el cual brinda el servicio de facturación electrónica, por otro lado, los libros legales se descargan desde el ERP a archivos tipo texto y se suben al portal de la Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria (SUNAT). En el corto plazo se espera implementar una extranet de proveedores, para ello deberán implementar una red perimetral o zona desmilitarizada (DMZ, Demilitarized Zone) con la cual puedan exponer la extranet hacia internet de manera segura.

2.2.7 Fortalezas y debilidades

Las fortalezas identificadas son:

- Buena reputación comercial.
- ERP hecho a medida.
- Políticas de retención del talento.
- Apoyo de directivos y accionistas a la gerencia general.
- Espalda financiera sólida.

Las debilidades identificadas son:

- Cliente único.
- Antigüedad y limitada capacidad de equipos.

- Mala distribución de planta concentradora.
- Tiempo efectivo laboral reducido en planta concentradora.
- Alto porcentaje de ausentismo laboral.

2.3 Conclusión

El análisis externo evidencia la influencia que en Perú tienen las comunidades para la continuidad de las operaciones mineras así como la burocracia para la aprobación de proyectos de inversión. El entorno internacional previo a la pandemia COVID-19 y la reducción de la demanda de los metales debido al detenimiento de la actividad económica China durante la pandemia, generó gran incertidumbre en los precios del mineral. Asimismo, este contexto agilizó la transformación digital en las empresas, lo cual se presenta como una oportunidad para Minera Colquisiri S.A.. En relación a las reservas y producción de metales, el Perú ocupa un puesto importante en ambos ranking, lo cual es un factor importante para captar inversiones extranjeras.

El análisis interno evidencia fortalezas en la gestión administrativa y financiera de la compañía, así como en las operaciones que permiten cumplir con la gestión de entregas a su único cliente. Por otro lado, se evidencian oportunidades de mejora en las áreas de marketing, logística y recursos humanos, lo cual complementará la gestión actual de oportunidades de mejora con proveedores y en el área de mantenimiento, donde se terceriza parte del personal.

Capítulo III: Problema Clave

A partir de los problemas identificados durante las entrevistas con las diferentes áreas de la empresa, se identificó una serie de problemáticas que se analizan utilizando una técnica de resolución de problemas basada en herramientas simples y probadas, buscando la mejora de la calidad (Rojas, 2009). Si bien la empresa no cuenta con un sistema ISO 9001 certificado, según la NTP-ISO 9000:2001, la mejora es esencial para que una organización mantenga los niveles actuales de desempeño, reaccione a los cambios en sus condiciones internas y externas, y cree nuevas oportunidades (ISO, 2015).

Según Rojas (2009), no todas las organizaciones saben cómo resolver problemáticas. A veces los problemas se resuelven de manera natural, pero es común que no se resuelvan y que limiten la posibilidad de éxito de la compañía. De acuerdo a lo expuesto, las organizaciones con capacidad resolutoria de problemas adquieren una ventaja competitiva sobre sus competidores.

3.1 Metodología de Trabajo

Para analizar la problemática actual de la organización se utilizará la técnica antes mencionada, lo que permitirá determinar el problema central. Para ello se seguirán las etapas que se detallan en la Figura 15.

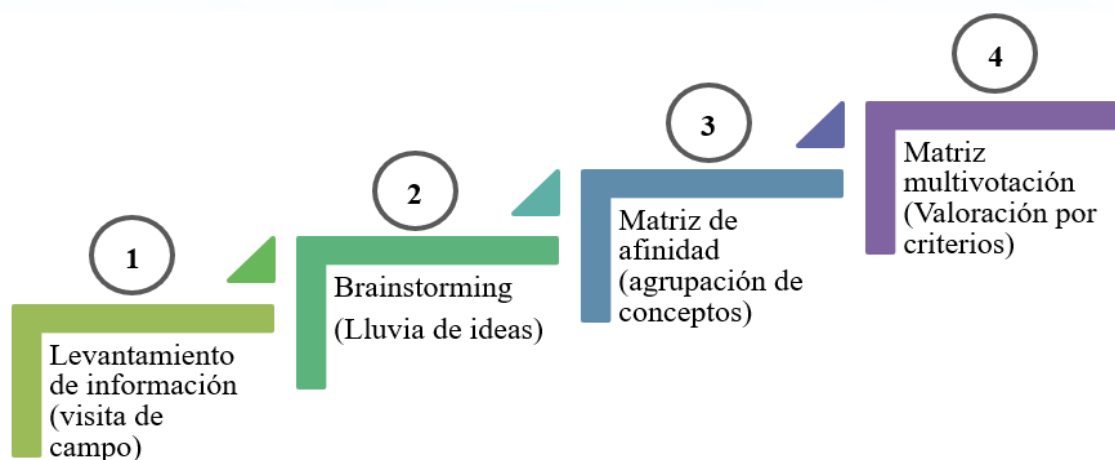


Figura 15. Metodología de trabajo.

3.2 Lista de Problemas

3.2.1 Levantamiento de información

A partir de las visitas realizadas a las instalaciones de la Minera Colquisiri S.A., se identificaron problemáticas en las área de planta procesadora, mina, logística, recursos humanos y responsabilidad social.

3.2.2 Brainstorming

Según García y García (2007) la técnica de resolución de problemas proporciona ideas sobre un tema, con participación y creatividad para identificar diferentes posibilidades, reforzando las capacidad para formular preguntas relevantes, usar eficazmente la información, llegar a la solución de problemas así como favorecer el pensamiento crítico, pensamiento divergente, la fluidez de ideas y la capacidad de análisis e hipótesis.

Del ejercicio se identificaron 27 problemáticas:

- Control deficiente de inventarios.
- Mantenimientos a destiempo de equipos.
- Discrepancias con comunidades aledañas.
- Mala distribución de planta concentradora.
- Maquinaria de planta concentradora muy antigua.
- La planta de procesamiento tiene maquinaria que es cuello de botella.
- Pago por horas extras muy alto.
- Falta de planes de entrenamiento y capacitación al personal.
- Limitada capacidad de producción de planta concentradora.
- Alta tasa de ausentismo laboral.
- Falta de un sistema de gestión de la calidad – ISO 9001.
- Falta de integración logística – mantenimiento.
- Gran cantidad de repuestos sin movimiento.

- Falta de categorización de repuestos.
- El personal de logística no conoce las máquinas y los equipos, por ello en ocasiones se piden repuestos que no se ajustan a lo necesario y por tanto no se utilizan.
- Variación de estadística de los equipos debido a reparaciones no adecuadas.
- Falta cubrir puestos de trabajo tanto técnicos como operarios.
- Falta de control de horas extras.
- Limitada capacidad de carga de volquetes.
- Antigüedad de flota de volquetes, en su mayoría son del 2009 hacia atrás.
- Falta de equipos de mayor procesamiento en planta concentradora.
- Falta de proyección de crecimiento, posibles problemas futuros.
- Congestión de planta concentradora.
- Falta de electricidad para nuevas capacidades.
- Falta de capacitación en temas blandos por ejemplo: motivación, autogobierno entre otros.
- Falta de equipo de mejora continua.
- Falta de accesos a la mina, dado que sólo hay una vía de acceso y salida, siendo lo ideal un acceso de ingreso y otro de salida.

Dado que en muchos casos existen criterios comunes, se utiliza una herramienta complementaria para identificar problemáticas afines.

3.2.3 Matriz de afinidad

Según Ruíz – Falco (2009), el diagrama de afinidad es la más innovadora de las siete herramientas de gestión y deriva del método KJ desarrollado por el Dr. Kawakita Jiro. Es una herramienta para aplicar en grupo y permite abordar un problema complejo y muy poco definido inicialmente. Funciona mediante la estructuración jerárquica de la información

disponible. La metodología para su aplicación se detalla en la Figura 16.

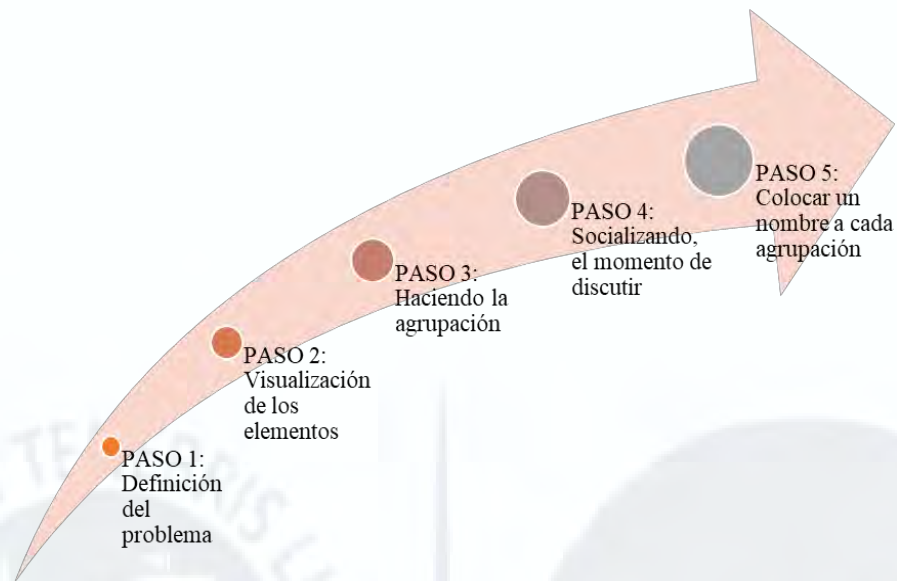


Figura 16. Pasos para elaborar una matriz de afinidad. Adaptado de “Herramientas de calidad,” por Rojas, 2009.

Paso 1: Definición del problema. El problema base fue identificado con la siguiente pregunta: ¿Cuáles son las limitantes que afronta la compañía para incrementar la producción a 2,200 TMSD?

Paso 2: Visualización de los elementos. De acuerdo a lo que se muestra en la Figura 17, se colocaron las 27 problemáticas en un pizarrón, cada una bien identificada.

Paso 3: Haciendo la agrupación. Los participantes del equipo, de forma individual agruparon las problemáticas y establecieron una identificación (palabra) clave para definirlos.

Paso 4: Socializando, el momento de discutir. Se sometió a discusión las propuestas de agrupación individual, y en consenso posterior a la discusión se eliminaron las siguientes problemáticas por no guardar relación con el problema central.

- Falta de acceso a mina (uno de ingreso y otro de salida).
- Falta de equipo de mejora continua.
- Falta de un sistema de gestión de la calidad – ISO 9001.

- Falta de electricidad para nuevas capacidades.
- Falta de control de horas extras.
- Variación de estadísticas de los equipos.
- Pago por horas extras muy alto.



Figura 17. Problemas identificados

Paso 5: Colocar un nombre a cada agrupación. De las 27 problemáticas inicialmente identificadas, sólo 20 guardan relación con la problemática y se han definido 5 grupos de temas.

Como se muestra en la Figura 18, muchas de las problemáticas identificadas se consideraron dentro de un concepto macro, para que sean utilizadas como sub causas. A continuación se muestra una descripción de las problemáticas macro definidas.

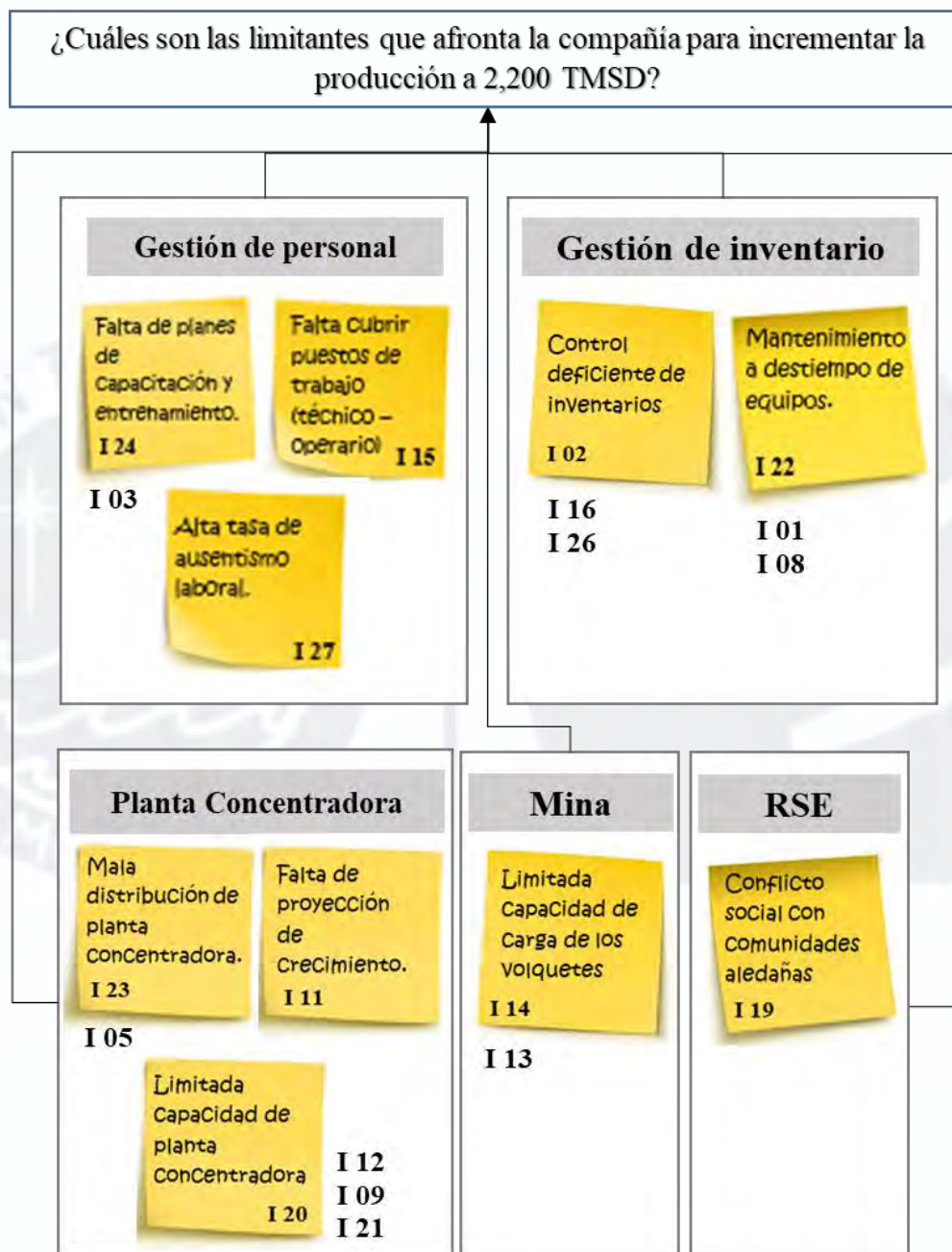


Figura 18. Matriz de afinidad - Problemáticas para afrontar el incremento de producción.

3.2.4 Gestión de personal

En esta área se identificaron los siguientes problemas: falta de planes de capacitación y entrenamiento, falta cubrir puestos de trabajos y alta tasa de ausentismo laboral. En relación

a la capacitación, la compañía desestimó la inversión en capacitación debido a que el yacimiento se encontraba en una etapa de agotamiento de mineral; a raíz del hallazgo de nuevas reservas de mineral y el proyecto de ampliación de la planta concentradora, será necesaria mayor preparación del personal. En relación a puestos de trabajo, es necesario incorporar personal técnico y operativo en las posiciones vacantes. En relación al ausentismo laboral, la tasa de ausentismo es de 10% entre el planificado y no planificado, se presenta principalmente en mina y la causa principal son los problemas de salud (lumbalgia).

3.2.5 Gestión de inventario

Se identificaron dos problemas principales:

Control deficiente de inventarios. En la gerencia logística, el control de inventarios se encuentra a cargo del coordinador logístico de almacén quien vía kardex físicos y alertas que emite el ERP, puede visualizar la rotación de los materiales. El problema radica en que existen falencias de comunicación a nivel técnico entre el personal de mantenimiento y el personal de logística (compras y almacenes), quienes al no conocer los materiales físicamente sobre los que se gestiona la adquisición, se producen compras de repuestos que no se utilizan o que por retrasos ya no son requeridos, por lo que las existencias van incrementándose.

Mantenimiento a destiempo de equipos. El área de mantenimiento tiene retrasos en la ejecución del mantenimiento preventivo y correctivo dado que los pedidos de repuestos llegan a posterior a la fecha de su necesidad. El problema se genera porque al solicitarse repuestos el área usuaria no considera el tiempo que demora la gestión de compra y logística de traslado, por lo que para ambas partes (logística y mantenimiento) deben tener claro y comunicarse oportunamente los tiempos del proceso de adquisición de materiales.

3.2.6 Planta concentradora

A la fecha, la planta concentradora de la unidad minera María Teresa procesa diariamente 1,660 TMS de minerales proyectando así 586,500 TMS según el plan anual de

minado 2020 de la compañía. La producción de mineral que recibirá la planta concentradora en el año cuenta con una ley promedio de zinc de 4.24 (%/tm) , plata con 2.48 (oz/t) por tonelada (oz/t), plomo con 0.82 (%/tm) y cobre con 0.69 (%/tm), según el plan anual de minado 2020. Sin embargo, esta planta no tiene la capacidad para procesar las 2,200 TMSD proyectadas para el año 2023.

La falta de previsión de crecimiento de la planta concentradora generó que esta crezca de manera inorgánica en proporción a las nuevas reservas de mineral encontradas, se inició con el procesamiento de 300 TMSD, pasando por 500 TMSD y 800 TMSD para procesar en la actualidad 1,660 TMSD; en esta transición, la maquinaria y equipos se fueron acondicionando en el mismo terreno sobre la ubicación física inicial, lo cual llevó a tener un *layout* poco funcional que trae como consecuencia mayor trabajo y desplazamiento del personal durante la operación, además de complicar actividades de soporte como el mantenimiento de maquinaria y equipos.

Durante la visita a la planta concentradora se observó que, la chancadora cuaternaria es un cuello de botella a razón de que no procesa más de 100 TMS/h; los tableros de las chancadoras terciaria y cuaternaria no están automatizados debiendo ser operados de manera manual; además, el colector de polvos ubicado en la entrada al silo no está operando de manera óptima, lo cual genera pérdida de mineral.

En el proceso de molienda se observó que los molinos están trabajando a su máxima capacidad, asimismo, se observó un desgaste importante en las zarandas que afecta al producto final de este proceso. En el proceso de flotación se observó que la totalidad de las celdas representan un cuello de botella debido a su antigüedad y al reciente aumento de la ley del cobre, la cual se triplicó. En el proceso de espesamiento y filtrado no se cuenta con un espesador de plomo; además, los filtros actuales no son los adecuados para soportar la ampliación de planta proyectada.

Finalmente, la antigüedad de la infraestructura y la corrosión debido a la cercanía del mar (siete kilómetros) son dos aspectos que implican un riesgo para la operación actual y que tienen impacto en el crecimiento proyectado de la planta debido a que el acondicionamiento de nueva maquinaria debe realizarse sobre una infraestructura segura.

3.2.7 Mina

Después de la información recolectada en campo con el apoyo de la superintendencia de mina, se llegó a la conclusión de que el área de mina tiene los recursos necesarios, ya sean personas y equipos para producir la cantidad de mineral necesaria para la operación continua de la planta concentradora. Cabe recalcar que debido a la profundización de las operaciones, principalmente en el cuerpo Sofía D, es que las distancias de acarreo son más largas, es decir el ciclo de extracción de mineral medido en tiempos de cada volquete aumenta, por tal razón se debe continuar con el seguimiento constante de la operación de mina, así como de los equipos con los que cuenta para llegar a optimizar dicho proceso.

3.2.8 RSE

Según Caravedo (1998), la responsabilidad social empresarial es “un concepto que viene adquiriendo cierta fortaleza. Busca integrar el sentido filantrópico, la necesidad asegurar la lealtad de la comunidad en la que se asienta la empresa, la búsqueda del incremento de la productividad del trabajo, y el interés en obtener utilidades, de manera permanente y estable en el tiempo” (p.12). Asimismo, se debe considerar los conflictos que pueden surgir en el desarrollo de las operaciones. Según Entelman (2005) “el conflicto es un reconocimiento y una confrontación de nuestras diferencias de percepción” (p. 53).

Las organizaciones en la actualidad, principalmente las empresas mineras en todo el país, están sufriendo paralización debido a conflictos sociales con las comunidades aledañas, lo cual impacta directamente en el desarrollo de las operaciones. La compañía no es ajena a estos conflictos, razón por la cual se ha tenido tres paralizaciones de las operaciones en el año

2019 debido a conflictos sociales, que en su mayoría son las búsqueda de intereses personales por parte de los pseudo líderes de las poblaciones aledañas que más que un desarrollo de los pueblos.

3.3 Matriz de Priorización

Para poder establecer el problema central se ha hecho uso de otra herramienta de calidad como es la matriz de multicriterio o multivotación, que mediante criterios ponderados establece una jerarquía en el análisis. El uso de esta herramienta se dará cumpliendo los pasos mostrados en la Figura 19.

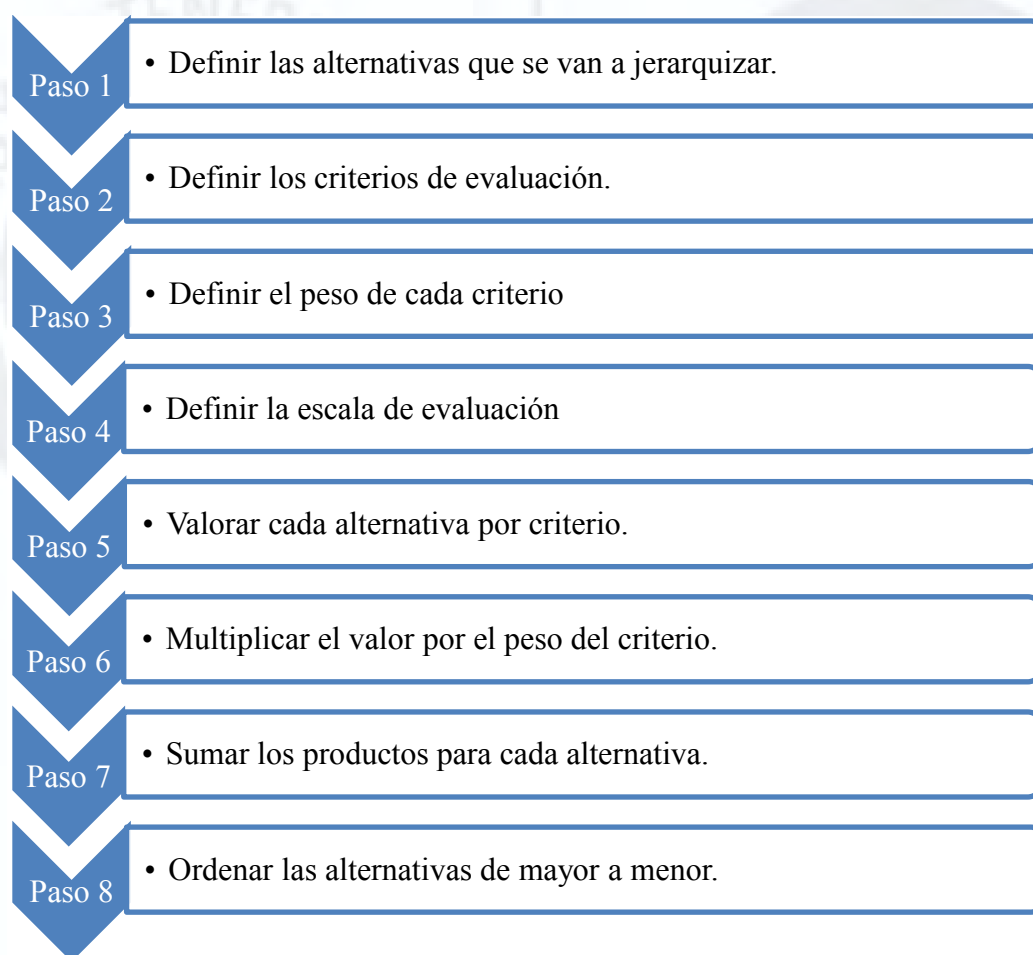


Figura 19. Pasos para el uso de la matriz multivotación.

Paso 1: Definir las alternativas que se van a jerarquizar. Si bien se han definido cinco grupos de problemáticas, en términos de alternativas de solución o acciones se detallan en la Tabla 4.

Tabla 4

Relación de Alternativas a Evaluar

N°	Problemática	Alternativas de solución
1	Gestión de personal	Implementar mejoras en la gestión de personal.
2	Gestión de inventarios	Implementar mejoras para optimizar la gestión de inventarios.
3	Planta concentradora	Implementar mejoras en planta concentradora.
4	Mina	Implementar mejoras en mina.
5	RSE	Implementar mejoras en relación a responsabilidad social.

Paso 2: Definir los criterios de evaluación. A nivel de grupo se definieron seis criterios de evaluación que se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5

Criterios de Evaluación

N° Criterio	Denominación	Descripción
1	Importancia o peso relativo del proceso en la organización	La organización centrará sus esfuerzos en mejorar aquellos procesos críticos, que inciden de forma directa en los resultados que alcance.
2	Impacto en el cliente	La organización orienta sus esfuerzos de mejora hacia los procesos impacten positivamente en la satisfacción de los clientes externos o internos.
3	Impacto sobre las personas.	La dirección de la organización tendrá presente las posibles barreras al cambio, satisfacción o motivación que pudieran frenar el desarrollo de la mejora de un determinado proceso.
4	Requerimientos y costos de la mejora	Se deberán analizar los recursos económicos precisos, la variación de costes en los que se incurren y las mejoras que se podrían conseguir.
5	Impacto sobre la organización y riesgo	Se analizará el posible impacto sobre la cultura, continuidad del negocio y estructura de la organización. Asimismo, habrán de analizarse los riesgos sobre la organización derivados de la mejora.
6	Grado de aplicabilidad o extensión de los posibles resultados a la mejora de otros procesos	La organización considerará el grado en que las actuaciones desarrolladas y los resultados obtenidos podrían ser extrapolables a la mejora de otros procesos Similares

Paso 3: Definir el peso de cada criterio. Los criterios definidos en el paso 2 no tienen el mismo nivel de importancia para el equipo de Business Consulting por lo que se ha consensado los pesos que se muestran en la Tabla 6.

Tabla 6

Peso de Cada Criterio de Evaluación

N° Criterio	Abreviatura	Criterio	Peso
1	C1	Importancia o peso relativo	0.25
2	C2	Impacto en el cliente	0.18
3	C3	Impacto sobre las personas	0.20
4	C4	Requerimiento y costo de mejoras	0.12
5	C5	Impacto sobre la organización y riesgo	0.17
6	C6	Grado de aplicabilidad a otros procesos	0.08

Paso 4, 5 y 6: Valoración, multiplicación y suma de productos para cada alternativa. Para la valoración de cada criterio se utilizará la escala del 1 al 10 en razón al impacto. En la Tabla 7 se muestran los resultados teniendo como resultado final la valoración promedio de las valoraciones individuales.

Tabla 7

Valoración de las Problemáticas

Orden	C1	C2	C3	C4	C5	C6	Total
Gestión de Personal	7	5	9	3	6	6	6.31
Gestión de Inventario	4	3	2	3	3	4	3.13
Planta Concentradora	9	10	6	10	8	2	7.97
Mina	9	4	3	6	8	1	5.73
RSE	7	6	4	3	5	3	5.08

Paso 7: Ordenar las alternativas de mayor a menor. En la Tabla 8 se muestran los resultados obtenidos de la evaluación y priorización de las problemáticas encontradas.

Tabla 8

Priorización de las Problemáticas

Orden	Prioridad	Total
Problemas relacionados con la planta concentradora	1	7.97
Problemas referidos a la gestión de personal	2	6.31
Problemas relacionados con la mina	3	5.73
Problemas relacionados con la responsabilidad social	4	5.08
Problemas referidos a la gestión de inventarios	5	3.13

3.4 Problema Central

Como resultado de la matriz de priorización, se identificó que el problema central que presenta la compañía para incrementar el volumen de producción a 2,200 TMSD proyectadas para el año 2023, está relacionado con la limitada capacidad de producción de la planta concentradora, lo cual es producto de la falta de maquinaria de mayor procesamiento y de su mala distribución alineada a la falta de proyección de crecimiento a largo plazo.

3.5 Conclusión

Para la determinación del problema clave, se usaron herramientas de calidad donde se evidenció un trabajo participativo y dinámico de todo el equipo, que permitió en consenso identificar que el problema central se encuentran en la planta concentradora, específicamente en el estado y capacidad de las maquinarias, así como en distribución inorgánica.

Capítulo IV: Revisión de Literatura

En este capítulo se realiza la revisión de la literatura asociada a la ampliación de la planta concentradora para incrementar la producción a 2,200 TMSD, recopilando información facilitada en las bases de datos de CENTRUM PUCP y la disponible en Google Scholar, procurando utilizar siempre fuentes primarias que permitan asegurar la calidad de la información y la investigación.

4.1 Mapa de Literatura

Se utilizó la técnica del mapa de literatura para ordenar las fuentes y poder extraer los conceptos más relevantes para la investigación del problema en mención. Los conceptos se encuentran interrelacionados desde las macro variables (mercado de minerales, minería y producción) hasta las variables centrales (capacidad de producción y planta concentradora) y sub variables (estudio de capacidad, system layout planning, planificación estratégica y gestión de recursos humanos). En la Figura 20 se muestra el esquema propuesto.

4.2 Revisión de Literatura

En este apartado, se describe los conceptos del mapa de literatura, con el fin de profundizar en el problema clave, en el siguiente orden: (a) mercado de minerales, (b) precio de minerales, (c) reserva de minerales, (d) minería, (e) volumen de explotación, (f) producción, (g) capacidad de producción, (h) planta concentradora, (i) capacidad de producción vs. planta concentradora, (j) estudio de capacidad, (k) system layout planning, (l) gestión de recursos humanos, y (m) planificación estratégica.

4.2.1 Mercado de minerales

Sampedro y Sequeiros (2002) definieron al mercado como el lugar de intercambio de productos a cambio de dinero, a un precio determinado por la oferta y la demanda; las operaciones a nivel nacional configuran el mercado nacional, mientras que los intercambios y movimientos entre países configuran el mercado mundial. Según Rosas (2015), el mercado es

impersonal ya que las relaciones humanas se trasforman en contractuales, por tanto, escapa a discriminación racial, religiosa o de género.

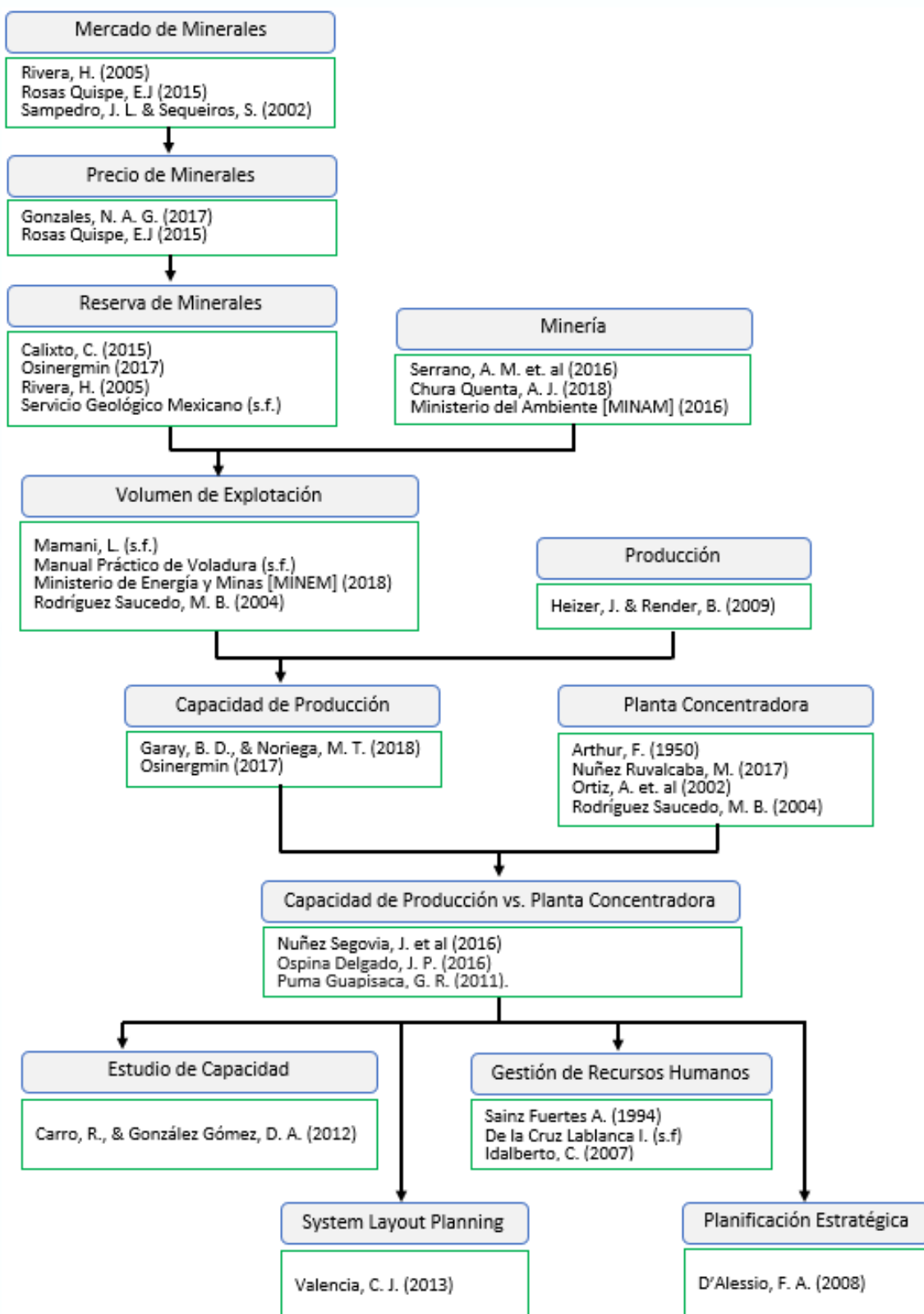


Figura 20. Mapa de literatura.

Por otro lado, Rivera (2005) denominó al mineral como “toda sustancia sólida, inorgánica, natural, que posee una estructura interna característica por la disposición ordenada de sus átomos, con una composición química definida y propiedades físicas uniformes” (p. 67). En tal sentido, el mercado de minerales representa a un lugar de intercambio basado en la oferta y demanda de dichos elementos, se caracteriza por tener un precio independiente al costo de la actividad minera en sí misma, dependiendo de la oferta y demanda, así como de variables internacionales.

4.2.2 Precio de minerales

El precio es el valor monetario, esfuerzo o sacrificio que permite la adquisición de un determinado producto. En un mercado perfecto, el precio se determina por la oferta y la demanda, caso que no necesariamente es el de los minerales. Gonzales (2017) señaló que el precio de los minerales está al margen de los hechos sociales y económicos generados por la explotación de los productos mineros, más bien está sujeto a los precios que establezcan los mercados internacionales, en base a las principales economías del mundo. Los precios de los minerales varían diariamente, de esta manera impiden al comprador el derecho de fijar un precio conocido de acuerdo a sus conveniencias, es así que generalmente se pacta un precio promedio mensual, como periodo de cotización, lo cual es más justo para el productor (Rosas, 2015).

Los precios se fijan en las bolsas de minerales dados por la oferta y la demanda, en estas bolsas se hacen operaciones de compra y venta a futuro; las operaciones que se realizan son básicas e internacionales ya sea fijando precios, compra-venta a largo plazo y coberturas. Las principales bolsas son: Commodity Exchange Nueva York (para metales de: Al, Cu, Pb, Hg, Sn, Zn, Au, Ag.) y London Metal Exchange (para metales de: Cu, Pb, Ag) y Handy and Harman (para Au y Ag); las bolsas de metales para su funcionamiento deben de contar con la autorización de la Cámara de Comercio Internacional.

4.2.3 Reserva de minerales

Según el Servicio Geológico Mexicano (s.f.), un mineral es un cuerpo producido por procesos de naturaleza inorgánica, con una composición química característica y una estructura cristalina, suelen presentarse en formas geométricas; asimismo, pueden ser de un sólo elemento o una combinación de varios. Rivera (2005) denomina al mineral como “toda sustancia sólida, inorgánica, natural, que posee una estructura interna característica por la disposición ordenada de sus átomos, con una composición química definida y propiedades físicas uniformes” (p.67).

Por otro lado, OSINERGMIN (2017) diferencia un recurso de una reserva señalando que “un recurso es una concentración de mineral posible de ser explotada, mientras que una reserva es una porción del recurso que ha demostrado ser viable para su extracción”. Calixto (2015) define una reserva de mineral como la parte económicamente explotable de un recurso, que incluye factores de dilución y tolerancias por pérdidas, además de tomar en cuenta factores mineros, metalúrgicos, económicos, de mercado, legales, ambientales, sociales y gubernamentales.

Las reservas de mineral se clasifican en: medidas, calculadas a partir de estudios realizados en los yacimientos, y a la ley o calidad calculada en base a los resultados de un muestreo detallado; e indicadas, donde la ley o calidad se calcula de manera similar a las reservas medidas (OSINERGMIN, 2017).

4.2.4 Minería

Serrano, Martínez y Fonseca (2016) definieron la minería como “la ciencia, las técnicas y las actividades que tienen que ver con el descubrimiento y la explotación de yacimientos minerales” (p.106), mientras que para Chura (2018) es “una actividad extractiva, que consiste en la explotación de minerales subyacentes en un espacio territorial” (p.20). El MINAM (2016) por su parte la clasifica como: filoniana, ejercida naturalmente en el

subsuelo, a profundidad y con crecimiento vertical; y aluvial, ejercida en yacimientos superficiales dado que el mineral por razones geológicas se encuentra cercano a la superficie. La minería juega un rol gravitante para la economía peruana, el MINEN a través de su Dirección de Promoción y Sostenibilidad Minera señaló que, casi el 10% del PBI y el 61% de las exportaciones del 2018 fueron producto de la minería, destacando la producción de cobre, oro y zinc, que representan el 80% del PBI minero metálico.

4.2.5 Volumen de explotación

El proceso de mina es el tercer proceso productivo en minería, posterior a geología y planeamiento; y previo a planta concentradora. Este proceso tiene como entrada las reservas de mineral consideradas en el plan de producción; comprende las actividades principales de perforación, voladura, limpieza, carguío y acarreo; así como la actividades de soporte de sostenimiento, ventilación, desate y relleno; dando como salida el mineral bruto. Los insumos utilizados son agua, energía, combustibles, lubricantes, explosivos, maquinarias, aceros, equipos, entre otros. La maquinaria utilizada, según Mamani (s.f), es de grandes proporciones geométricas comparado con vehículos livianos, tienen peso y volumetría que requiere de un operador capacitado porque varía la operación según la maquinaria; por ejemplo, scoops, excavadoras, jumbos, volquetes, entre otros. A continuación se detallan las etapas del proceso.

Perforación. Según EXSA (2014) es la primera operación en la preparación de una voladura. Su propósito es el de abrir en la roca huecos cilíndricos destinados a alojar al explosivo y sus accesorios iniciadores, denominados taladros, barrenos, hoyos o *blast holes*. Se basa en principios mecánicos de percusión y rotación, cuyos efectos de golpe y fricción producen el astillamiento y trituración de la roca en un área equivalente al diámetro de la broca y hasta una profundidad dada por la longitud del barreno utilizado.

Voladura. Según EXSA (2014) es un proceso tridimensional, en el cual las presiones

generadas por explosivos confinados dentro de taladros perforados en la roca, originan una zona de alta concentración de energía que produce dos efectos dinámicos: fragmentación y desplazamiento. Asimismo, una adecuada fragmentación es importante para facilitar la remoción y transporte del material volado.

Limpieza. Según Rodríguez (2004), tiene por objetivo llevar el mineral a un sitio denominado ventana o chimenea, desde el cual el mineral será acarreado para sacarlo a la superficie.

Carguío y acarreo. Según Rodríguez (2004) el carguío y acarreo tienen por objetivo cargar y extraer el mineral o desmonte generado en procesos previos de perforación y voladura, hasta las canchas de homogenización ubicadas en la superficie, mediante camiones o volquetes. Según el Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería (D. S. N° 024-2016-EM), el acarreo es “traslado de materiales hacia un destino señalado” (p.55). Por otro lado, EXSA (2014) señaló que estas son de las actividades más costosas debido a la cantidad de equipos requeridos.

Sostenimiento. Según el EXSA (2014) el sostenimiento es el refuerzo para las excavaciones subterráneas, el cual soporta el macizo rocoso. En otras palabras, controla la caída de rocas evitando riesgos y accidentes en las personas, maquinaria y equipos. El sostenimiento es crítico en la planificación y ejecución de las actividades mineras.

Ventilación. Según el Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería (D. S. N° 023-2017- EM), la ventilación en toda labor minera deberá ser con aire limpio a las labores de trabajo de acuerdo a las necesidades del trabajador, de los equipos y para evacuar los gases, humos y polvo suspendido que pudieran afectar la salud del trabajador, así como para mantener condiciones termo-ambientales confortables.

Desate. Según EXSA (2014) es la acción de provocar mediante golpes o palanqueo la caída de roca suelta que se encuentra en el techo o pared en interior mina, ello luego de haber

revisado el área.

Relleno. Según Rodríguez (2004) el relleno tiene por objetivo rellenar los tajeos explotados con una mezcla de tierra, arena y piedras, lo cual evita el hundimiento y otros efectos tectónicos. Esta actividad corresponde a la parte final en cada ciclo del minado de un tajeo de producción. En el minado (explotación de mineral), se utiliza relleno con desmonte o relleno detrítico y relleno con relaves totales de la planta concentradora, en el relleno con relaves se utiliza un sistema de drenaje que permite evacuar el agua del tajeo. También se aplica relleno cementado en el minado, el relleno cementado a aplicar sería con relaves totales de planta concentradora más cemento o relleno de roca de mina chancado con cemento. El relleno cementado va permitir rellenar los espacios vacíos y conformar pilares según su secuencia de minado.

4.2.6 Producción

Para Heizer y Render (2009) la producción es “la creación de bienes y servicios” (p. 4), para el caso de la minería metalúrgica, es la producción de concentrado de mineral (cobre, oro, plata, zinc, aluminio, plomo, etc.).

4.2.7 Capacidad de producción

Garay y Noriega (2018) definieron la capacidad de producción como “la cantidad de materiales o productos que un proceso o una planta puede producir, almacenar o atender en un determinado tiempo” (p. 131).

La minería en Perú según OSINERGMIN, se clasifica por su capacidad de producción en gran, mediana, pequeña y artesanal; la gran y mediana minería tienen la misma regulación y se diferencian por el volumen de producción, mientras que la pequeña y artesanal tienen una regulación especial (“La industria de la minería en el Perú: 20 años de contribución al crecimiento y desarrollo económico del país,” 2017). La Tabla 9 muestra la clasificación de las actividades mineras según capacidad de producción.

Tabla 9

Clasificación de las Actividades Mineras Según Estrato

Estrato	Extensión	Capacidad Productiva
Gran minería	No aplica	Más de 5,000 TMSD
Mediana minería	No aplica	Hasta 5,000 TMSD
Pequeña minería	Hasta 2,000 ha	Hasta 350 TMSD
Minería artesanal	Hasta 1,000 ha	Hasta 25 TMSD

Nota. Tomado de “La industria de la minería en el Perú: 20 años de contribución al crecimiento y desarrollo económico del país” por OSINERGMIN 2017 (https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/mineria/Documentos/Publicaciones/Osinergmin-Industria-Mineria-Peru-20anos.pdf)

4.2.8 Planta concentradora

La planta concentradora es el sitio donde se procesa el mineral en bruto, esto es, el mineral sacado de la mina. Aquí se lleva a cabo el proceso metalúrgico para llegar a tener el concentrado del mineral (Rodríguez, 2004).

Chancado (primario, secundario, terciario, cuaternario). Mecanismo físico de fragmentación del mineral a cuerpos de menor tamaño para su paso posterior por molienda. La maquinaria que se utiliza para esta actividad procesa roca, mineral u otro material (Rodríguez, 2004).

Molienda y Remolienda. Manera de reducir el mineral en partículas muy pequeñas por medio de presión o impacto. Se usan distintos tipos de molidoras en las plantas de procesamiento para obtener la dimensión deseada. Las actividades se diferencian por la granulometría final, donde en el caso de la remolienda se obtienen finos (Arthur, 1950).

Flotación. Proceso para concentrar materiales en base a la adhesión selectiva de ciertos minerales a las burbujas de aire en una mezcla de agua con mineral molido. Cuando se agregan los químicos correctos al baño de agua espumosa de mineral que ha sido molido a un polvo fino, los minerales flotan a la superficie. El concentrado de la flotación rico en metales se desprende posteriormente de la superficie (Ortiz, Jara, Loli, Delgado, Salinas, et. al, 2002).

Filtración. Según Barrientos, Tello, Tito y Palomino (2013, citado en Núñez, 2017), la filtración generalmente combina procesos físicos y químicos y tiene como principio

separar la materia en suspensión al pasar el líquido por un medio poroso que en la mayoría de ocasiones es arena. El efecto se genera por la adhesión de las partículas sólidas a la arena. Se considera una tecnología de tratamiento sencillo, fiable y eficaz que permite obtener efluentes de baja turbidez. Asimismo, este proceso puede clasificarse según tipo de filtro (lentos o rápidos), de acuerdo al flujo (ascendente o descendente) y, por último, acorde a la carga hidráulica (presión o gravedad).

4.2.9 Capacidad de producción vs. planta concentradora

Núñez, Godoy y Pérez (2016) señalaron que la capacidad de producción depende de parámetros como: capacidad de los equipos, estanques y correas; velocidad de las correas transportadoras; caudales de alimentación de mineral a equipos; detenciones programadas por calendario; detenciones no programadas; entre otros. Por otro lado, Ospina (2016) y Puma (2011) concluyeron que una adecuada distribución entre áreas permite reducir tiempos muertos evitando recorridos innecesarios, optimizando el proceso y por tanto, aumentando la capacidad de producción; asimismo, que el personal tiene un papel fundamental en el buen funcionamiento de los equipos y del proceso productivo. En ese sentido, la capacidad de producción depende de la capacidad, distribución y uso de los equipos; asimismo, así como de la correcta asignación de personal. En otras palabras y trasladándolo a la minería, la capacidad de producción de un yacimiento minero está directamente relacionado con la productividad, en el proceso de extracción de mineral y en el procesamiento de planta concentradora, esta última determina el cumplimiento del balance metalúrgico proyectado y en ese sentido, garantiza la calidad de mineral comprometida con el cliente.

4.2.10 Estudio de capacidad

Según Carro y González (2012) la capacidad, en terminos generales, se expresa en función de los productos de salida (procesos continuos) o en relación a los insumos (procesos flexibles). Para realizar una planificación en este aspecto se requiere conocer la situación

actual y su utilización en términos de uso de equipos, espacio o mano de obra, a esta actividad se llama “estudio de capacidad”. En este sentido, en la mayoría de instalaciones se llevan a cabo múltiples operaciones y con frecuencia sus capacidades efectivas no son las mismas, catalogándose a las que tienen los valores más bajos como “cuello de botella” dado que limita la entrega de productos. En caso una organización identifique la necesidad de incremento de la capacidad, la verdadera expansión se da sólo si la capacidad del cuello de botella se incrementa. Por otro lado, la tasa de utilización indica la necesidad de un proceso o sistema de capacidad adicional o eliminar aquella que puede ser conocida como “ociosa”. Un término también relacionado es identificar las brechas de capacidad que evalúan las diferencias entre la demanda proyectada y la capacidad actual.

4.2.11 System layout planning (SLP)

De acuerdo con Valencia (2013) el Systematic Layout Planning fue desarrollado por Richard Muther en la década de los 70's como un procedimiento multicriterio, que aplica a instalaciones nuevas como a plantas ya existentes. Al tratar de abordar el problema del planteamiento de la distribución se concluye que, lejos de ser una ciencia exacta, es más bien un arte en el que el conocimiento y el expertis son vitales. Esta metodología considera cuatro fases desde que se plantea el objetivo inicial hasta que se llega a la realidad física instalada. El método reúne las ventajas de otras metodológicas y considera el flujo de los materiales en el estudio de la distribución, organizando la planificación total de manera racional que permiten identificar, valorar y visualizar todos los elementos involucrados en la implantación y las relaciones existentes entre ellos.

4.2.12 Gestión de recursos humanos

Según Sainz (1994) “la gestión de recursos humanos (GRH), puede decirse que es responsabilidad de todos aquellos que tienen personal a su cargo. La GRH es aquella parte de la gestión de dirección que incluye la planificación de las necesidades de personal

(incluyendo selección, contratación y formación), la promoción de los trabajos y su transferencia de unos departamentos a otros, los despidos y las jubilaciones” (p.1). Asimismo, De La Cruz (s.f.) señaló que recursos humanos “se ocupa de los procesos relacionados con las personas que trabajan en la organización, tanto desde el punto de vista administrativo (contratación, nóminas, convenios colectivos, etc.) como desde el de su desarrollo (formación, evaluación del desempeño, planificación de carreras, formación, etc)” (p.8). Por otro lado, en relación el el proceso de reclutamiento, Idalberto (2007) señaló que para ampliar personal en una organización se debe de realizar una investigación interna acerca de las necesidades a corto y mediano plazo de la organización, seguido de una investigación externa cuya finalidad es la búsqueda de talentos aplicando técnicas de reclutamiento, este proceso puede ser interno o externo y concluye al seleccionar el personal con más probabilidades de encajar en el puesto dentro de un nivel de aceptación con cierta flexibilidad.

En Minera Colquisiri S.A., según la información recabada en las visitas a la unidad minera, se identificaron a algunos puntos en los que debemos tener especial atención para buscar una mejora significativa en el corto plazo, posiciones vacantes, personal con bajo conocimiento técnico y el ausentismo laboral, algunas veces injustificados por la ubicación de la unidad minera en las cercanías de la ciudad de Huaral y la falta de un campamento.

4.2.13 Planificación estratégica

D’Alessio (2008) definió el proceso estratégico como “un conjunto y secuencia de actividades que desarrolla una organización para alcanzar la visión establecida, ayudándola a proyectarse al futuro”. Asimismo indicó que “el proceso estratégico da el marco para responder a las siguientes preguntas: ¿Cómo puedo atender mejor a mis clientes? ¿Cómo puedo mejorar mi organización? ¿Cómo responder a las condiciones cambiantes de la industria y el mercado? ¿Cómo puedo aprovechar las oportunidades que se presentan? ¿Cómo conseguir el cumplimiento de los objetivos estratégicos?” (p.8). Con respecto a la actualidad

en Minera Colquisiri, el adolocer de un proceso o plan estratégico ha llevado a la empresa a a crecer desorganizadamente en los últimos años, lo cual es un factor importante en el crecimiento inorgánico que se ha tenido en la planta concentradora, lo cual dificulta el diseño de ampliación de dicha planta proyectada para los próximos años. En este escenario, la creación de un plan estratégico para Minera Colquisiri S.A. ayuda a dar a la organización un propósito y una dirección a largo plazo que se iran cumpliendo mediante los objetivos de corto plazo.

4.3 Conclusión

Con base en la literatura revisada se puede concluir que las diferentes actividades en el proceso de las operaciones mineras tienen un impacto económico significativo en la empresa si es que no se realizan cumpliendo con las especificaciones técnicas. Tanto en el área de mina como de planta se cuenta con equipos de gran dimensión que deben ser operados por personal calificado, además de tener en cuenta la importancia de los mantenimientos predictivos y preventivos con el objetivo de no tener retrasos en los procesos a causa de paradas no programadas.

Capítulo V: Análisis de Causa Raíz

Para el presente capítulo, el equipo de Business Consulting procedió a identificar, a través del diagrama de Ishikawa, las principales causas del problema que la compañía tiene que afrontar para incrementar su producción de 1,660 TMSD a 2,200 TMSD. Este diagrama, que será desarrollado a profundidad se muestra en la Figura 21.

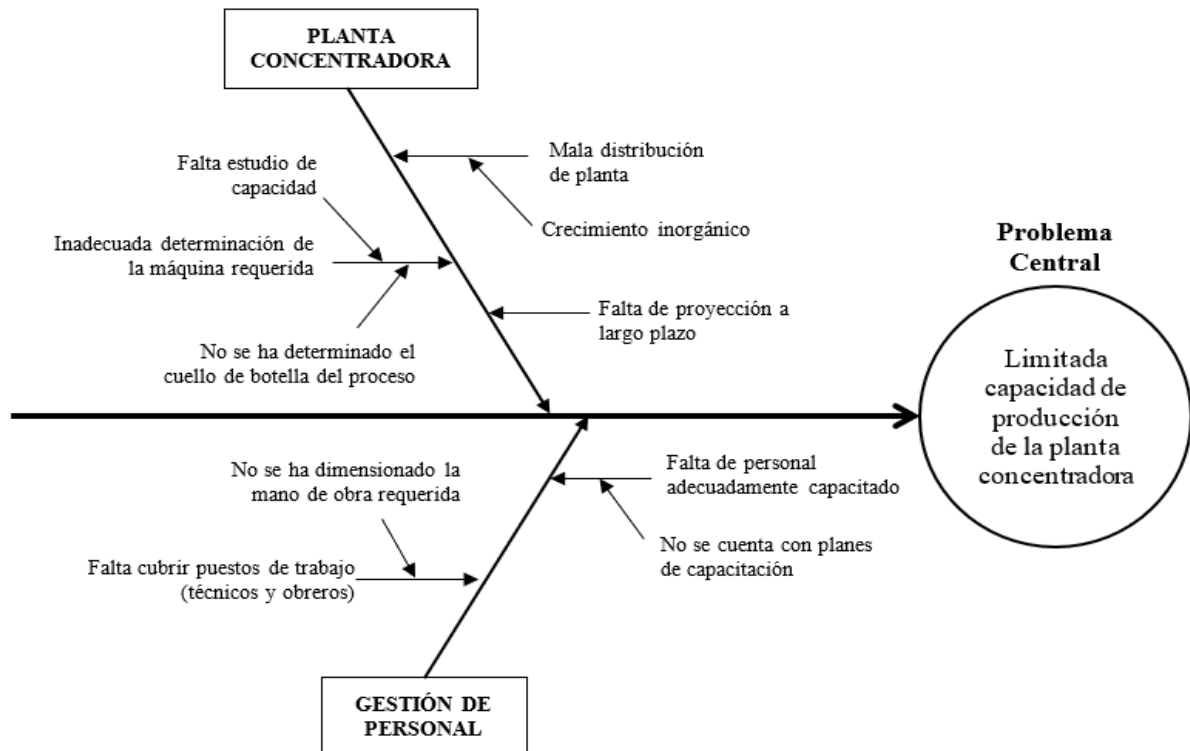


Figura 21. Diagrama de Ishikawa.

Adaptado de “Introduction to Quality Control” (5a ed., p. 97), por K. Ishikawa, 1997, Tokio, Japón: 3A Corporation.

5.1 Gestión de Personal

Existen tres problemáticas importantes en la gestión de personal que engloban diferentes aspectos referidos a capacitación, ingreso de personal y tasa de ausentismo, siendo estos:

5.1.1 Falta cubrir puestos de trabajo (técnicos y obreros)

Se requiere cubrir las posiciones vacantes y posiblemente aumentar el número de trabajadores con habilidades técnicas, pero además con los presentes se insta para que tengan múltiples destrezas y puedan suplir determinados puestos de trabajo según las circunstancias.

Cabe señalar que el plan de despido anticipado realizado del 2015 al 2017 generó pérdidas de recurso humano identificado con la empresa y la carencia de personal con la misma experiencia.

5.1.2 Falta de personal adecuadamente capacitado

La ampliación de la planta concentradora requiere personal que trabaje con maquinaria de mayor capacidad y complejidad, razón por lo cual se requiere entrenamiento tanto en la parte operativa como de mantenimiento. Este problema se origina por la falta de planes de capacitación permanente debido al plan de despido anticipado que se llevó años atrás, y por los avances tecnológicos.

5.2 Planta Concentradora

Existen tres problemáticas importantes en planta concentradora que engloban aspectos de maquinaria y distribución, siendo estos:

5.2.1 Inadecuada determinación de la maquinaria requerida

Durante la visita a la planta concentradora se observó que, las chancadoras terciaria y cuaternaria operan a su máxima capacidad, siendo esta última un cuello de botella a razón de que procesa un máximo de 100 TM/h; los tableros de las chancadoras terciaria y cuaternaria no están automatizados debiendo ser operados de manera manual; además, el colector de polvos ubicado en la entrada al silo no está operando de manera óptima, lo cual conlleva a la pérdida de mineral. En el proceso de molienda se observó que los molinos están trabajando a su máxima capacidad, asimismo, se observó un desgaste importante en las zarandas que afecta al producto final de este proceso. En el proceso de flotación se observó que la totalidad de las celdas representan un cuello de botella debido a su antigüedad y al reciente aumento de la ley del cobre, la cual se triplicó. En el proceso de espesamiento y filtrado no se cuenta con un espesador de plomo; además, los filtros actuales no son los más adecuados para soportar la ampliación de planta.

5.2.2 Mala distribución de planta

La infraestructura de la planta concentradora creció de manera inorgánica en el tiempo conforme se encontraron nuevas reservas de mineral, inició su operación procesando 300 TMSD, luego 500 TMSD y 800 TMSD hasta llegar a 1,660 TMSD procesadas actualmente; en esta transición, la maquinaria y equipos necesarios para alcanzar las nuevas capacidades, se fueron acondicionando en el mismo terreno y ubicación física inicial, lo cual llevó a tener un *layout* poco funcional que trae como consecuencia mayor desplazamiento y trabajo del personal de campo, además de complejizar las actividades de soporte como mantenimiento. Cabe recalcar que la ampliación de planta, objeto de este análisis, se realizará en el espacio físico existente, lo cual involucra la reubicación de algunos ambientes como por ejemplo las oficinas de la supervisión de planta. La Figura 22 muestra el *layout* actual de la planta concentradora.

5.2.3 Falta de proyección a largo plazo

La exploración y el estudio del yacimiento minero fue limitado durante las primeras tres décadas, por tal motivo no se identificaron nuevas reservas de mineral que sustenten la proyección y crecimiento a largo plazo. Hoy en día, se ha logrado acceder a nuevas zonas de mineral con mayor contenido de zinc, plomo, cobre y plata, estimando la vida útil del yacimiento a un tiempo no menor de 10 años. Sin embargo, y aun cuando hay nuevas zonas por explorar, la compañía se orienta por incrementar la producción a un límite de 2,200 TMSD dado que un tonelaje mayor implica la construcción una nueva planta, lo cual conlleva a realizar nuevos estudios legales, sociales, ambientales, entre otros trámites y procedimientos. Cabe señalar que la antigüedad de la infraestructura y la corrosión debido a la cercanía del mar (siete kilómetros) son dos aspectos que deben ser atendidos antes de iniciar la ampliación de la planta debido a que el acondicionamiento de nueva maquinaria debe realizarse sobre una infraestructura segura.

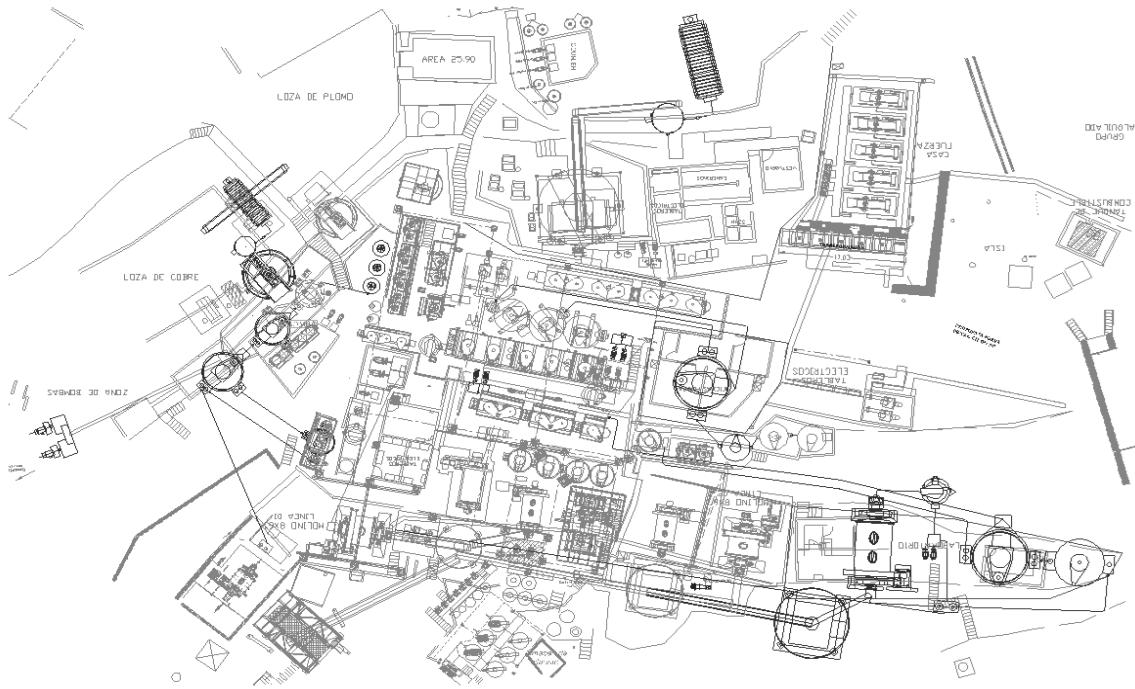


Figura 22. Layout actual de planta concentradora.

5.3 Matriz Priorización Causa-Raíz

Luego de identificar las causas utilizando el diagrama de Ishikawa, se desarrolló la matriz de priorización para detectar las que tienen mayor incidencia en el problema central, para lo cual se utilizaron los criterios de la Tabla 5 y pesos de la Tabla 6.

Tabla 10

Valoración de las Causas Raíz

Orden	Causas	C1	C2	C3	C4	C5	C6	Total
Planta Concentradora	Inadecuada determinación de la maquinaria requerida	10	9	6	10	9	2	7.71
Planta Concentradora	Mala distribución de planta	7	4	4	9	7	2	5.67
Gestión de Personal	Falta cubrir puestos de trabajo (técnicos y obreros)	6	4	8	4	4	6	5.39
Planta Concentradora	Falta de proyección a largo plazo	7	3	6	6	5	6	5.20
Gestión de Personal	Falta de personal adecuadamente capacitado	4	2	8	3	5	7	4.72

5.4 Conclusión

De todas las causas identificadas, sólo se considerarán como causa raíz las que hayan obtenido una valoración igual o mayor a cinco en la matriz de priorización, tal como se mostró en la Tabla 10, siendo la inadecuada determinación de la maquinaria requerida la causa principal, mientras que la mala distribución de la planta acompaña a la causa central dificultando la ubicación e instalación de equipos de mayor capacidad, además de generar mayor desplazamiento y trabajo del personal de campo. Asimismo, los puestos de trabajo vacantes por las recientes jubilaciones y la falta de oferta laboral preparada local; tienen un impacto importante en procesos no automatizados. Finalmente, la falta de proyección a largo plazo, causa del crecimiento inorgánico de la planta, limita el incremento de producción y pone en riesgo incrementos futuros ante la probable identificación de nuevas reservas de mineral.

Capítulo VI: Alternativas de Solución

Bajo la perspectiva que el Business Consulting está asociado a la gestión de operaciones, se realizó una caracterización de los aspectos generales de la compañía con el uso de las siguientes herramientas: ciclo operativo, diagrama entrada – proceso – salida, clasificación de las operaciones, matriz de transformación y mapa de procesos (ver Apéndice A). Por otro lado, la Tabla 11 muestra las causas y subcausas sobre las cuales se establecerán las alternativas de solución que están detalladas en la Tabla 12.

Tabla 11

Relación de Causas Raíz y Sub Causas a Evaluar

Código Causa Raíz	Causa Raíz	Código Subcausa	Subcausa
CR1	Inadecuada determinación de la maquinaria requerida	SC1	No se ha determinado el cuello de botella del proceso
		SC2	Falta estudio de capacidad
CR2	Mala distribución de planta	SC3	Crecimiento inorgánico
CR3	Falta cubrir puestos de trabajo (empleados y obreros)	SC4	No se ha dimensionado la mano de obra requerida
CR4	Falta de proyección a largo plazo	-	-

Tabla 12

Acciones por Causas Raíz y Sub Causa

Código	Descripción	Acción
CR1, SC1, SC2	Propuestas de solución para la inadecuada determinación de la maquinaria requerida	<ul style="list-style-type: none"> • Determinar el cuello de botella del proceso. • Realizar estudio de capacidad de planta concentradora. • Propuestas de solución
CR2, SC3	Propuestas de solución para la mala distribución de planta concentradora	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar diagrama de Muther para la unidad minera • Propuestas de solución
CR3, SC4	Propuestas de solución para la necesidad de personal	<ul style="list-style-type: none"> • Dimensionar la mano de obra requerida actual • Dimensionar la mano de obra requerida proyectada • Propuestas de solución
CR4	Propuestas de solución para la proyección a largo plazo	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer plan estratégico de largo plazo 2021-2025 • Propuestas de solución

Nota. No se plantearon acciones para atacar la subcausa SC2 debido a que la compañía no tiene injerencia sobre el precio de la maquinaria del sector minero.

A continuación se desarrollan las acciones señaladas en la Tabla 12. Las propuestas de solución se detallan en términos económicos, planos, mano de obra y con el plan estratégico que deberá implementarse.

6.1 Propuestas de Solución para la Inadecuada Determinación de la Maquinaria Requerida

Ante la proyección de largo plazo de incrementar la capacidad de producción de la planta concentradora, se debe determinar en qué casos aplica una renovación de la maquinaria actual o la instalación de nuevos equipos, además de cuáles serían las consideraciones técnicas y de ubicación para su incorporación en las operaciones de la unidad minera.

6.1.1 Determinar el cuello de botella del proceso

Considerando que las operaciones se llevan a cabo tomando en cuenta un factor de contingencia mínimo, se asume que el porcentaje de utilización de la maquinaria es equivalente a su capacidad en plena carga (teórica), la cual se muestra en la Tabla 13. A partir de dicha información se determinan cuáles son los cuellos de botella del proceso, como se muestra en la Figura 23, para lograr procesar la cantidad de materiales proyectados para 2,200 TMSD, por lo que se decide que en algunos casos se debe reemplazar el equipamiento y en otros implementar nueva maquinaria.

Debe considerarse que la estimación de la capacidad de los equipos se calcula a partir de sus dimensiones, energía suministrada, voltaje suministrado (voltios), intensidad suministrada (amperios), factor de potencia, alimentación de mineral (TM/h) que puede obtenerse como información del balance de materiales, energía consumida para la trituración del mineral (kw-h/TM), potencia del motor (kw), work índice de mineral (KW-h/TM), carga inicial, carga nominal y velocidad crítica (rpm), según aplique. Otros aspectos a considerar son la densidad aparente del mineral (pulpa), gravedad específica, flujo, humedad del mineral antes de ingresar a cada etapa del proceso y, específicamente en el circuito de flotación, el consumo de reactivos.

Tabla 13

Capacidad Teórica de los Equipos de Planta Concentradora

N°	Código	Equipo	Dimensiones
CHANCADO			
1	AF	Tolvin de recepción	44" x 140"
2	GV	Grizzly vibratorio MSO20-1030	3000 mm x 1020 mm
3	CH1	Chancadora primara SANDVIK	36" x 24"
4	F1	Faja transportadora	24" x 8.5 m
5	F2	Faja transportadora	24" x 28.3 m
6	T1	Tolva de gruesos	250 TM
7	T4	Tolva de finos	1700 TM
8	F3	Faja transportadora Ch. Intermedia	24" x 14 m
9	F4	Faja transportadora Ch. Intermedia	24" x 17 m
10	CH2	Chancadora cónica secundaria	HP200
11	Z1	Zaranda Vibratoria COMESA	4' x 8'
12	F5	Faja transportadora	24" x 17.4 m
13	F6	Faja transportadora	24" x 17.4 m
14	Z2	Zaranda vibratoria ROXOON MSO20-1030 DD	3 m x 1 m
15	CH3	Chancadora cónica terciaria	2800-EC (CH4-420)
16	F7	Faja transportadora	24" x 27.7 m
17	Z3	Zaranda vibratoria ROXOON MSO-1550 DD	5 m x 1.5 m
18	F8	Faja transportadora de retorno	24" x 27 m
19	CH4	Chancadora cónica cuaternaria	2800-EC (CH4-420)
20	F9	Faja transportadora	24" x 50.60 m
21	F9A	Faja transportadora de alivio	24" x 30 m
22	F10	Faja transportadora (Tolva de finos)	24" x 48 m
23	F11	Faja transportadora	24" x 6.5 m
24	F12	Faja transportadora	24" x 6.5 m
25	F13	Faja transportadora	24" x 62 m
26	F14	Faja transportadora reversible	24" x 17.4 m
27	T2	Tolva de finos n° 2	150 TM
28	T3	Tolva de finos n° 3	150 TM
MOLIENDA Y CLASIFICACIÓN			
29	F15	Faja transportadora Mol Prim L2	24" x 7 m
30	F16	Faja transportadora Mol Prim L2	24" x 3 m
31	F17	Faja transportadora Mol Prim L1	24" x 7 m
32	F18	Faja transportadora Mol Prim L3	24" x 4.5 m
33	M1	Molino de Bolas Primario – L1	Ø8' x L6'
34	M2	Molino de Bolas Primario – L2	Ø8' x L6'
35	M3	Molino de Bolas Secundario – L1	Ø5' x L8'
36	M4	Molino de Bolas Secundario – L2	Ø5' x L8'
37	M5	Molino de Bolas Primario – L3	Ø5' x L8'
38	M6	Molino de Bolas Remolienda Zinc	Ø5' x L5'
39	Z4	Cedazo de alta frecuencia DERRICK 4 Deck	0.841 mm
40	H1	Hidrociclón Cavex - 400 / Krebs - L1	Ø15" (2)
41	H2	Hidrociclón D-15 - Espiasa L3 (2)	Ø10" (2)
42	H3	Hidrociclón Cavex - 400 / Krebs - L2	Ø15" (2)
43	H4	Hidrociclón D-10 Remolienda Zinc	Ø15" (2)
44	BOH 1,2	Bomba Horizontal SRL	5" x 4"
FLOTACIÓN BULK			
45	C1	5 Celdas OK-5 (Scavenger)	5 m ³
46	C2	Celda Unitaria - 1500 L1	100 pies ³
47	C3	Celda Unitaria - 1500 L2	100 pies ³
48	C4	5 Celdas RCS - 5 (Rougher II)	5 m ³
49	C7	5 Celdas OK - 0.5 (Recleaner)	0.5 m ³
50	C7A	1 Celda SK-80 (L1)	1.2 m ³
51	C7B	1 Celda SK-80 (L2)	1.2 m ³
52	C8	1 Celda DR - 100	2.8 m ³
53	X	5 Celdas OK - 5 (Cleaner - Scavenger)	5 m ³
54	X	1 Celdas OK - 20 (Rougher I)	20 m ³
55	BOH3	Bomba Horizontal KREBS - L1 (FCy)	6" x 6"
56	BOH4	Bomba Horizontal SRL	6" x 6"
57	BOH5	Bomba Horizontal SRL	5" x 4"
58	BOH6	Bomba Horizontal SRL	5" x 4"
59	BOH7	Bomba Horizontal SRL L3 (F Oy)	5" x 4"
60	BOH8	Bomba Horizontal SRL L3 (F Oy)	6" x 6"
61	BOV 24	Bomba Vertical (Espuma C5)	2 1/2" x 36" (2)
62	BOV 4	Bomba Vertical (Relave de C5)	2 1/2" x 48" (2)
63	BOV 5,6	Bomba Vertical (Espumas Unitarias)	1 1/2" x 24" (2)
64	BOH 9,10	Bombas Warman (2)	125C (2)
65	BOV 10	Bomba Vertical (Relave de C7)	2 1/2" x 36" (2)
66	BOV 17,18	Bomba Vertical (Espuma de C7)	2 1/2" x 36" (2)
67	BOV 51	Bomba Vertical (Espuma de OK-20)	
68	BOHXX	Bomba Horizontal (Envío de relave OK-20)	
69	BOV 3	Bomba Vertical (Envío Espumas OK-5, Rcs 5)	
70	BOHXX	Bomba Vertical (Envío Espumas OK-5, Rcs 5)	
71	AN	Acondicionador Bulk	8" x 8"
LIMPIEZA BULK			
53	C5	3 Celdas OK-1.5 (I Cleaner)	1.5 m ³
54	C18	3 Celdas OK-1.5 (II y III Cleaner)	2.6 m ³
SEPARACIÓN COBRE – PLOMO			
55	C9	Celdas Sub-A21 (6); Rougher Pb-Cu (4) y Cleaner I y II (2)	25 pies ³
56	A3	Acondicionador Pb - Cu (3)	Ø4' x L6'
57	C10	Celdas Sub-A24 (2); Scavenger Pb - Cu	50 pies ³
FLOTACIÓN ZINC			
58	A1	2 acondicionadores	Ø8' x L8'
59	C12	5 Celda OK-8 (Scavenger)	8 m ³
60	C13	3 Celdas RCS-15 (Rougher)	15 m ³
61	C14	6 Celdas OK - 5 (Cleaner I)	5 m ³
62	C15	4 Celdas OK - 5 (Cleaner II)	5 m ³
63	C16	3 Celdas OK - 5 (Cleaner III)	5 m ³
64	C17	3 Celdas OK - 5 (Cleaner - Scavenger)	5 m ³
65	BOV 25,26	Bomba Vertical (Espuma Cleaner I)	2 1/2" x 36" (2)
66	BOV 27,28	Bomba Vertical (Espuma Cleaner II)	2 1/2" x 48" (2)
67	BV 29,30	Bomba Vertical (Espuma concentrado Zinc)	2 1/2" x 36" (2)
68	BOV 31	Bomba Vertical (Espuma Cleaner Scavenger)	2 1/2" x 36" (2)
69	BOV 48, 32	Bomba Vertical (Relave Cleaner Scavenger)	3 1/2" x 48" (2)
70	BOV 36	Bomba Vertical (Limpieza pisos)	1 1/2" x 24" (2)
71	BOV 37	Bomba Vertical (Limpieza pisos)	1 1/2" x 24" (2)
72	BOH 11,12	2 Bomba Horizontal (Alim. A OK8)	SRL 5" x 4"
73	BOH 29,30	2 Bombas Horizontales WARMAN	4" x 3" (2)
74	BOH 15	Bomba Horizontal WARMAN	6" x 4" (2)
75	BOH 16	Bomba Horizontal Espiasa	5" x 4" (2)
76	BOV 35	Bomba Vertical (Limpieza pisos)	1 1/2" x 24" (2)
FILTRADO			
77	E1	Espesador SUPAFLO (Cobre)	3.5 mØ x 10 ft
78	E2	Espesador SUPAFLO (Zinc)	7 mØ x 10 ft
79	FD1	Filtro de discos (Plomo)	Ø6' x 1 DISC
80	FD2	Filtro de discos (Cobre)	Ø6' x 2 DISC
81	FD3	Filtro de discos (Zinc)	Ø6' x 6 DISC
82	FD4	Filtro de discos (Zinc)	Ø6' x 6 DISC
83	F19	Faja transportadora	18" x 12.5 m
84	F20	Faja transportadora	18" x 10.12 m
REMOLIENDA BULK			
85	M7	Molino 5' x5'	5" X 5"
86	BOH 25,26	Bomba WARMAN	6" X 4" (2)
87	BOV X	Bomba 2 1/0" x 36 ESPIA SA	2 1/2" x 36" (2)
88	H6	Hidrociclón D-10	Ø10" (2)
RELAVE			
89	H5	Hidrociclones D-12	Ø12" (2)
90	BOH 21	Bomba horizontal WARMAN	8" x 6"
91	BOH 22	Bomba horizontal WARMAN	8" x 6"
92	TS1	Tanque de sedimentación 1	
93	TS2	Tanque de sedimentación 2	
94	BOV 45	Bomba vertical	
REMOLIENDA ZINC			
95	M6	Molino 5' x 5'	5" X 5"
96	BOH 29,30	Bomba WARMAN	4" X 3" (2)
97	H4	Hidrociclón D-10	Ø10" (2)

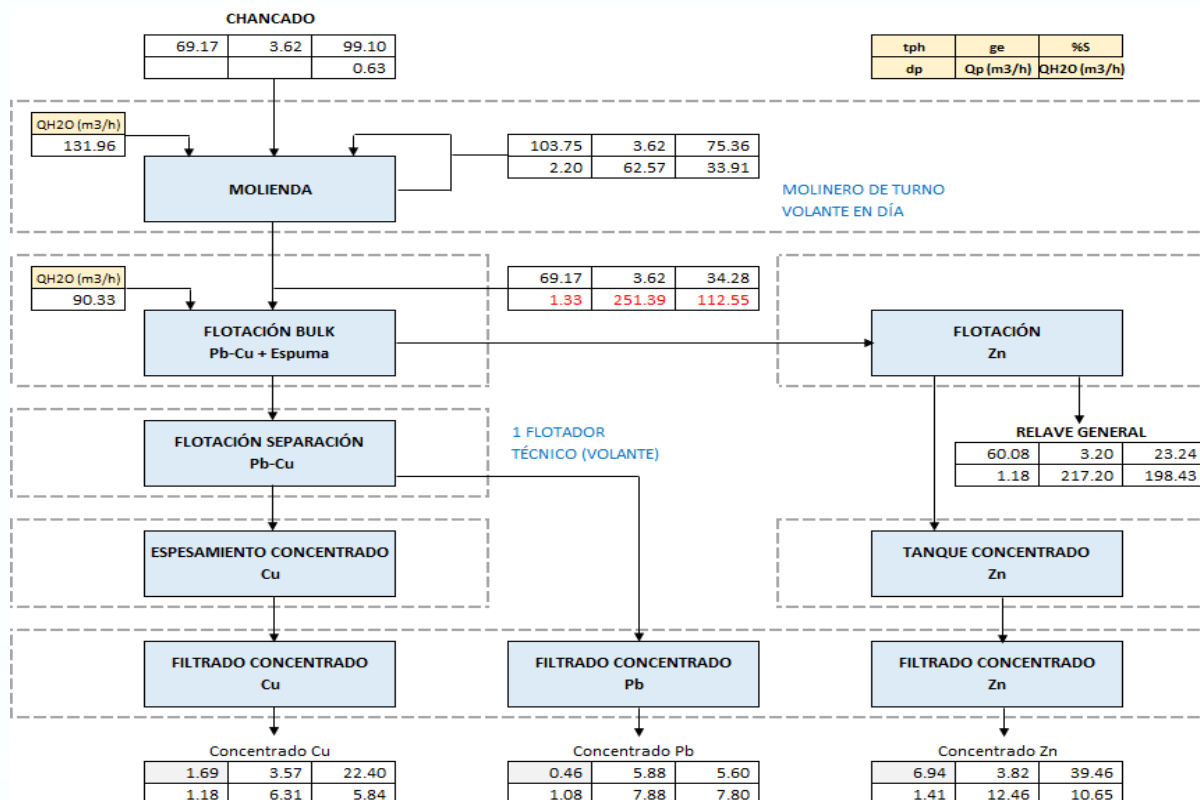


Figura 23. Determinación de cuellos de botella en el proceso.

6.1.2 Realizar estudio de capacidad de planta concentradora

Para determinar la capacidad de procesamiento actual se realizó un levantamiento de información sobre los meses de enero y febrero 2020, en función al balance de materiales y metalúrgico para cuatro productos considerando que se obtiene concentrados de 3 elementos valiosos (Cu, Pb y Zn), dado que se emplea una flotación selectiva, y un producto no valioso (relave) tal como se muestra en la Figura 24. Asimismo, en la Tabla 14 se muestran los resultados de cumplimiento del programa de producción (TMSD), leyes y porcentaje de recuperación diario a enero 2020. En base a esta información, se elabora el balance metalúrgico del mes tal como se muestra en la Tabla 15, que detalla la producción mensual, eficiencias, rendimientos globales y la calidad de los concentrados. Por otro lado, tomando como base el comportamiento de enero y el programa de ley de cabeza emitido por geología según la Tabla 16, se proyecta el balance metalúrgico para febrero con el fin de determinar el nivel de cumplimiento o adhesión al programa como se muestra en la Tabla 17, así como se

estima el volumen de despachos diarios de los concentrados según se muestra en la Tabla 18.

La proyección permite determinar si existe la probabilidad de quiebre de stock y por ende incumplimiento a las entregas programadas con el cliente.

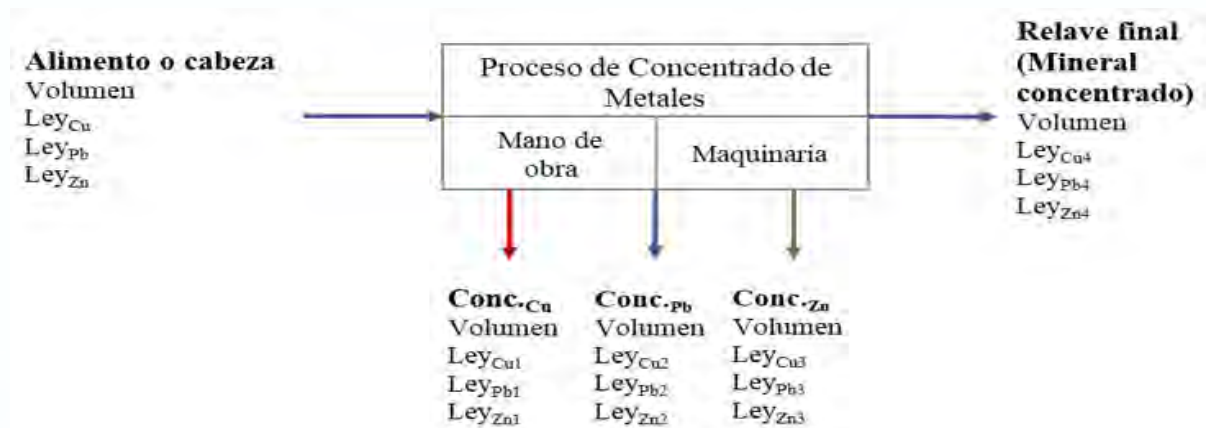


Figura 24. Diagrama entrada-proceso-salida planta concentradora.

En función al diagrama se determina las siguientes fórmulas para el balance de materiales:

$$\text{Tonelaje de entrada} = \text{Tonelaje de salida}$$

$$\text{Mineral Cabeza}(F) = \text{Conc. Cu}(X) + \text{Conc. Pb}(Y) + \text{Conc. Zn}(Z) + \text{Relave}(T)$$

Asimismo, respecto al balance metalúrgico se ha determinado las siguientes fórmulas:

Balance de metales valiosos

$$F * Ley_{Cu} = +X * Ley_{Cu1} + Y * Ley_{Cu2} + Z * Ley_{Cu3} + T * Ley_{Cu4}$$

$$F * Ley_{Pb} = +X * Ley_{Pb1} + Y * Ley_{Pb2} + Z * Ley_{Pb3} + T * Ley_{Pb4}$$

$$F * Ley_{Zn} = +X * Ley_{Zn1} + Y * Ley_{Zn2} + Z * Ley_{Zn3} + T * Ley_{Zn4}$$

Dividiendo cada ecuación por “F”

$$1 = \frac{X}{F} + \frac{Y}{F} + \frac{Z}{F} + \frac{T}{F}$$

$$Ley_{Cu} = Ley_{Cu1} \frac{X}{F} + Ley_{Cu2} \frac{Y}{F} + Ley_{Cu3} \frac{Z}{F} + Ley_{Cu4} \frac{T}{F}$$

$$Ley_{Pb} = Ley_{Pb1} \frac{X}{F} + Ley_{Pb2} \frac{Y}{F} + Ley_{Pb3} \frac{Z}{F} + Ley_{Pb4} \frac{T}{F}$$

$$Ley_{Zn} = Ley_{Zn1} \frac{X}{F} + Ley_{Zn2} \frac{Y}{F} + Ley_{Zn3} \frac{Z}{F} + Ley_{Zn4} \frac{T}{F}$$

El sistema anterior se convierte en:

$$f_1 + f_2 + f_3 + f_4 = 1$$

$$Ley_{Cu} = f_1 * Ley_{Cu1} + f_2 * Ley_{Cu2} + f_3 * Ley_{Cu3} + f_4 * Ley_{Cu4}$$

$$Ley_{Pb} = f_1 * Ley_{Pb1} + f_2 * Ley_{Pb2} + f_3 * Ley_{Pb3} + f_4 * Ley_{Pb4}$$

$$Ley_{Zn} = f_1 * Ley_{Zn1} + f_2 * Ley_{Zn2} + f_3 * Ley_{Zn3} + f_4 * Ley_{Zn4}$$

Tabla 14

Cumplimiento del Programa de Producción, Leyes y Porcentaje de Recuperación Diario en Planta Concentradora – Enero 2020

FECHA DÍA	TRATAMIENTO		LEYES DIARIAS - CABEZA				PRODUCCIÓN TMS			RECUPERACIONES			
	TMS PROGRAMADO	TMS EJECUTADAS	Oz. Ag/TM	%Cu	%Pb	%Zn	Cu	Pb	Zn	%Cu	%Pb	%Zn	%Ag Bulk
1	1,650.00	1,668.50	2.50	1.10	0.86	5.11	46.01	19.08	139.15	73.81	64.26	87.19	71.99
2	1,650.00	1,668.00	2.77	1.08	0.89	5.01	44.56	21.11	132.45	74.15	66.84	84.97	71.73
3	1,650.00	1,669.00	2.91	0.99	0.88	5.09	39.65	22.95	136.42	74.09	71.75	88.20	73.81
4	1,650.00	1,660.90	3.01	1.23	0.94	5.34	50.55	23.13	142.13	75.09	72.73	87.32	75.39
5	1,650.00	1,675.70	2.68	1.17	0.87	5.42	47.93	20.74	148.41	72.94	70.43	88.66	72.12
6	1,650.00	1,669.40	2.45	0.96	0.91	5.76	37.20	19.88	155.57	68.56	68.27	89.18	68.51
7	1,650.00	1,645.10	2.87	0.97	1.10	6.35	38.78	25.54	163.60	74.17	77.26	88.04	73.50
8	1,650.00	1,660.50	2.73	0.94	1.10	6.24	36.26	30.24	163.51	71.24	78.57	88.12	73.79
9	1,650.00	1,661.70	2.23	0.93	0.92	5.68	36.56	23.40	154.26	71.86	75.81	89.36	70.04
10	1,650.00	1,659.90	2.05	0.91	0.79	5.10	36.56	19.48	134.28	73.43	72.68	88.05	66.08
11	1,650.00	1,657.76	1.92	0.99	0.70	4.93	42.01	16.12	131.41	76.57	68.43	89.09	67.31
12	1,650.00	1,661.50	2.06	0.85	0.78	5.27	35.18	18.09	140.29	72.76	69.99	89.29	66.34
13	1,650.00	1,657.20	2.11	0.80	0.83	5.33	32.94	19.58	143.03	74.18	72.25	89.75	68.19
14	1,650.00	1,647.50	2.28	1.04	0.83	5.78	47.01	18.09	153.44	76.69	71.36	89.89	72.29
15	1,650.00	1,666.70	2.06	1.06	0.69	4.92	43.91	16.06	134.65	74.91	69.40	88.78	71.04
16	1,650.00	1,393.95	1.83	0.83	0.60	4.95	27.88	11.90	109.18	71.84	67.18	88.33	66.90
17													
18	1,650.00	1,718.63	2.37	0.66	0.73	5.73	27.91	21.27	157.48	66.88	62.60	89.23	72.51
19	1,650.00	1,676.08	2.71	0.72	0.88	6.60	29.84	24.92	184.56	68.62	66.91	91.60	74.51
20	1,650.00	1,673.89	2.63	0.88	0.74	5.59	37.68	17.73	156.98	71.72	57.96	91.25	76.37
21	1,650.00	1,673.73	2.37	0.94	0.76	5.98	40.82	18.20	165.44	73.82	62.74	91.17	74.66
22	1,650.00	1,675.52	2.09	0.79	0.68	5.34	31.10	14.00	149.24	60.66	46.59	91.20	72.36
23	1,650.00	1,674.67	1.89	0.81	0.58	4.52	32.71	12.55	129.53	65.10	41.95	90.20	70.12
24	1,650.00	1,675.09	2.28	0.87	0.69	5.01	37.33	13.09	139.29	69.48	47.27	89.40	74.48
25	1,650.00	1,672.10	2.49	1.10	0.68	5.32	48.35	13.37	152.69	73.07	43.72	90.61	72.93
26	1,650.00	1,668.50	2.23	1.16	0.63	5.13	48.79	13.39	148.46	69.01	43.71	87.84	68.93
27	1,650.00	1,665.00	1.98	1.10	0.56	5.50	46.35	10.04	151.74	67.59	35.94	88.76	68.01
28	1,650.00	1,501.90	2.03	1.04	0.60	5.27	38.08	9.59	128.61	67.01	34.72	86.56	64.43
29	1,650.00	1,670.90	2.23	1.14	0.63	5.50	45.51	13.44	152.34	66.60	44.27	87.64	68.12
30	1,650.00	1,668.90	2.21	1.08	0.60	5.46	44.31	12.63	149.93	68.60	47.61	88.32	71.66
31	1,650.00	1,668.70	1.86	1.04	0.54	5.30	42.61	11.98	147.08	69.11	44.44	88.68	66.44
TOTAL MES	49,500.00	49,606.92	2.33	0.97	0.77	5.42	1,194.38	531.59	4,395.15	71.28	62.67	88.94	71.20
PROGR ACUM		49,500.00	2.36	0.66	0.87	4.53	720.21	489.30	3,652.16	62.83	56.81	89.58	65.47
% EJECUCIÓN		100.22	98.77	147.46	88.36	119.66	165.84	108.64	120.34	113.45	110.31	99.28	108.75

Tabla 15

Balance Metalúrgico Real – Enero 2020

PRODUCTOS	LEYES (%)		CONTENIDO FINO TMS										RECUPERACIONES (%)					RATIO	
	TMS	% Peso	Ag (onz/tm)	Cu	Pb	Zn	Fe	Ag (onzas)	Cu	Pb	Zn	Fe	Ag	Ag	Cu	Pb	Zn		Fe
CABEZA	49,606.92	100.00	2.33	0.97	0.77	5.42	17.62	115,632.44	482.80	381.34	2,689.09	8,738.77	100.00	Bulk	100.00	100.00	100.00	100.00	
C. Cu	1,194.38	2.41	47.29	28.82	5.26	1.86	29.00	56,482.38	344.14	62.83	22.28	333.97	48.85	71.20	71.28	16.48	0.83	3.82	41.53
C. Pb	531.59	1.07	48.62	1.75	44.96	7.54	11.50	25,844.34	9.28	238.98	40.09	61.16	22.35		1.92	62.67	1.49	0.70	93.32
C. Zn	4,395.15	8.86	2.43	1.50	0.31	54.42	7.00	10,695.24	65.89	13.58	2,391.62	304.06	9.25	80.45	13.65	3.56	88.94	3.48	11.29
RELAVE	43,485.80	87.66	0.52	0.15	0.15	0.54	19.50	22,610.48	63.49	65.95	235.10	8,039.58	19.55		13.15	17.29	8.74	92.00	

Tabla 16

Programa de Leyes de Cabeza Enviado por Geología para Febrero 2020

TMS	49,500
Oz Ag/t	2.38
%Pb	0.8
%Zn	5.02
%Cu	0.94

Tabla 17

Balance Metalúrgico Proyectado – Febrero 2020

PRODUCTOS	LEYES (%)		CONTENIDO FINO TMS										RECUPERACIONES (%)					RATIO	
	TMS	% Peso	Ag (onz/tm)	Cu	Pb	Zn	Fe	Ag (onzas)	Cu	Pb	Zn	Fe	Ag	Ag	Cu	Pb	Zn		Fe
CABEZA	49,500.00	100.00	2.38	0.94	0.80	5.02	18.60	117,810.00	465.31	396.00	2,484.63	9,209.15	100.00	Bulk	100.00	100.00	100.00	6,856.09	
C. Cu	1,124.14	2.27	40.00	29.00	4.20	4.00	29.00	44,965.61	326.00	47.21	44.97	326.00	38.17	71.02	70.06	11.92	1.81	242.70	44.03
C. Pb	565.74	1.14	68.42	5.70	46.00	3.50	11.50	38,706.50	32.25	260.24	19.80	65.06	32.86		6.93	65.72	0.80	48.44	87.50
C. Zn	4,039.04	8.16	2.60	1.35	0.35	54.50	7.00	10,501.51	54.53	14.14	2,201.00	282.73	8.91	79.94	11.72	3.57	88.59	210.49	12.26
RELAVE	43,771.09	88.43	0.54	0.12	0.17	0.50	19.50	23,636.38	52.53	74.41	218.86	8,535.36	20.06		11.29	18.79	8.81	6,354.46	

Tabla 18

Despachos de Concentrados Proyectado – Febrero 2020

				SÁBADO	DOMINGO							
Concentrado	TMSPD Proyect	TMHPD Proyect	TMH Stock	1-Feb	2-Feb							
STOCK	Cu	38	42	60	102	144						
	Pb	19	21	50	71	92						
	Zn	135	151	20	171	182						
Despacho	Cu				0	0	0	0				
	Pb				0	0	0	0				
	Zn				4	140	0	0				
	N° carros				4	0						

				LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO		
Concentrado	TMSPD Proyect	TMHPD Proyect	TMH Stock	3-Feb	4-Feb	5-Feb	6-Feb	7-Feb	8-Feb	9-Feb		
STOCK	Cu	38	42	144	186	123	165	137	179	151	171	
	Pb	19	21	92	113	134	155	176	57	78	37	
	Zn	135	151	182	333	309	180	191	202	178	171	
Despacho	Cu			3	105	0	70	0	70	0	0	0
	Pb			0	0	0	0	4	140	0	0	3
	Zn			5	175	8	280	4	140	4	175	4
	N° carros			8	8	6	8	7	7	7	0	

				LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO		
Concentrado	TMSPD Proyect	TMHPD Proyect	TMH Stock	10-Feb	11-Feb	12-Feb	13-Feb	14-Feb	15-Feb	16-Feb		
STOCK	Cu	38	42	171	213	115	157	94	136	108	150	
	Pb	19	21	37	58	79	65	86	72	93	44	
	Zn	135	151	171	322	333	239	215	156	167	178	
Despacho	Cu			4	140	0	105	0	70	0	0	0
	Pb			0	0	1	35	0	0	2	70	0
	Zn			4	140	7	245	5	175	6	210	4
	N° carros			8	8	8	7	6	6	6	0	

				LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO		
Concentrado	TMSPD Proyect	TMHPD Proyect	TMH Stock	17-Feb	18-Feb	19-Feb	20-Feb	21-Feb	22-Feb	23-Feb		
STOCK	Cu	38	42	150	192	94	136	108	115	87	145	
	Pb	19	21	44	65	86	107	128	44	65	31	
	Zn	135	151	178	329	340	211	152	233	244	181	
Despacho	Cu			4	140	0	70	1	35	2	70	0
	Pb			0	0	0	0	3	105	0	0	1
	Zn			4	140	8	280	6	210	2	70	4
	N° carros			8	8	8	6	6	6	7	7	0

				LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO			
Concentrado	TMSPD Proyect	TMHPD Proyect	TMH Stock	24-Feb	25-Feb	26-Feb	27-Feb	28-Feb	29-Feb			
STOCK	Cu	38	42	145	187	89	131	103	75	117		
	Pb	19	21	31	52	73	24	45	66	87		
	Zn	135	151	181	332	343	319	295	306	247		
Despacho	Cu			4	140	0	70	2	70	0	0	0
	Pb			0	0	2	70	0	0	0	0	2
	Zn			4	140	5	175	5	175	4	140	6
	N° carros			8	7	7	6	6	6	12	12	

6.1.3 Propuestas de solución

En base a la determinación del cuello de botella y evaluación de la capacidad actual del proceso, se ha determinado por cada sección, los equipos y cantidades requeridas para poder incrementar la producción a 2,200 TMSD, las cuales se muestran en la Tabla 19. Se sugiere, en coordinación con la superintendencia, la adquisición de 67 equipos, siendo los mas importantes:

- Reemplazar el alimentador recíprocante para alimentar el chancado primario y secundario con el tonelaje proyectado.
- Reemplazar la chancadora cuaternaria por una chancadora cónica.
- Implementar un molino de 600 TM, dado que los molinos actuales operan a su máxima capacidad.
- Reemplazar la tolva de finos.
- Implementar un filtro de prensa para el concentrado de plomo y cobre.
- Reemplazar el filtro del concentrado de zinc por uno de presión.
- Implementar bombas y cleaners en la etapa de flotación.
- Implementar bombas para espumas verticales en el circuito de separación.

Adicionalmente, en la Figura 25 se establecen las ubicaciones de los nuevos equipos, mientras que las Figuras 26 y 27 muestran una vista ampliada de los sectores 1 y 2, respectivamente. La disposición propuesta de los equipos se establece considerando que no se realizarán cambios significativos en el layout del yacimiento minero, fuera del movimiento de las oficinas administrativas, vestuarios u otras infraestructuras menores para liberar espacio. En este escenario, queda claro que no están buscando un reordenamiento orgánico de las áreas en función al flujo del proceso y de materiales, ni se toma en cuenta la cercanía que deben tener las áreas productivas con algunas de servicio.

Tabla 19

Lista de Equipos Requeridos para la Ampliación de Planta Concentradora a 2200 TMSD

(+540 TMSD)

N°	Sección	Cantidad	Dimensiones	Costos Unitarios (\$)	Costo Total (\$)*
CHANCADO					
Chancado primario					
1	Tolvas de gruesos	3	800 TM	150,000	450,000
2	Alimentador recíprocante	3		200,000	600,000
3	Faja transportadora	1	60 m	2,000	120,000
4	Faja transportadora	1	30 m	2,000	60,000
Chancado Terciario Cuaternario					
5	Chancadora HP 4	1		400,000	400,000
6	Zaranda vibratoria doble piso	1	6 m x 2 m	100,000	100,000
7	Ampliación de fajas, accesorios y moto reductor	1		200,000	200,000
MOLIENDA					
8	Tolvas de finos	1	500 ton.	400,000	400,000
9	Molino primario	1	9.5' x 12'	900,000	900,000
10	Celda unitaria flash	1	SK - 240	70,000	70,000
11	Hidrociclones	2	Diámetro 20"	20,000	40,000
12	Fajas alimentadoras de finos	3	10 m	2,000	60,000
13	Balanza	1		20,000	20,000
14	Bombas Warman 8" x 6"	2	Tipo horizontal	60,000	120,000
FLOTACIÓN					
15	Acondicionador bulk	1	30 m ³	20,000	20,000
16	Rougher	1	Celda OK - 50	150,000	150,000
17	Cleaner I	1	Celda OK - 20	60,000	60,000
18	Cleaner II	1	Celda OK - 10	40,000	40,000
19	Cleaner III	1	Celda OK - 5	30,000	30,000
20	Bombas para espumas 3 - 1/2" x 48"	6	Verticales	15,000	90,000
21	Bombas Warman 6" x 4"	2	Tipo horizontal	30,000	60,000
22	Bombas Warman 10" x 8"	2	Tipo horizontal	80,000	160,000
CIRCUITO SEPARACIÓN					
23	Acondicionador 5' x 7"	3	4 m ³	15,000	45,000
Circuito Zn					
24	Rougher	1	Celda OK - 50	150,000	150,000
25	Bombas para espumas 3 - 1/2" x 48"	6	Verticales	15,000	90,000
26	Bombas Warman 10" x 8"	2	Tipo horizontal	80,000	160,000
ESPESADO					
Concentración Zn					
27	Bombas Warman 4" x 3"	2	4" x 3"	17,000	34,000
Concentración Pb					
28	Bombas Warman 4" x 3"	2	4" x 3"	17,000	34,000
Concentración Cu					
29	Espesador estático	1		80,000	80,000
FILTRADO					
30	Filtro prensa Conc. Pb + Conc. Cu	1		350,000	350,000
31	Filtro prensa Conc. Zn	1		430,000	430,000
32	Bombas Warman 4" x 3"	4		17,000	68,000
33	Holding Tank	3		100,000	300,000
RELAVES					
34	Bombas Warman 10" x 8"	2	Tipo horizontal	80,000	160,000
INSTALACIONES AUXILIARES					
35	Bomba de agua	2		150,000	300,000
		TOTAL	67		6,351,000

(*) Precios cotizados por Minera Colquisiri S.A. a Enero 2020

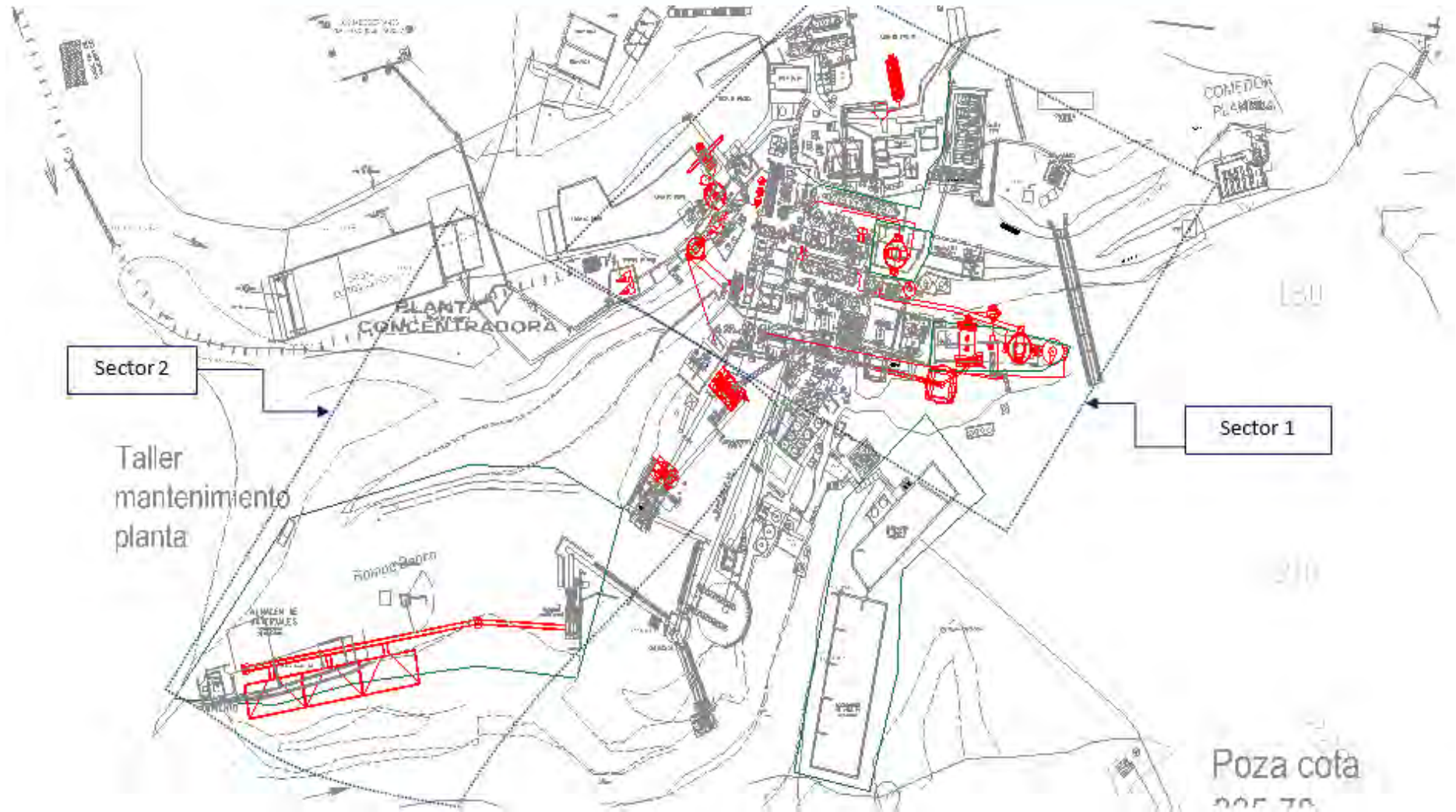


Figura 25. Ubicación propuesta para la nueva maquinaria o reemplazo de equipos.

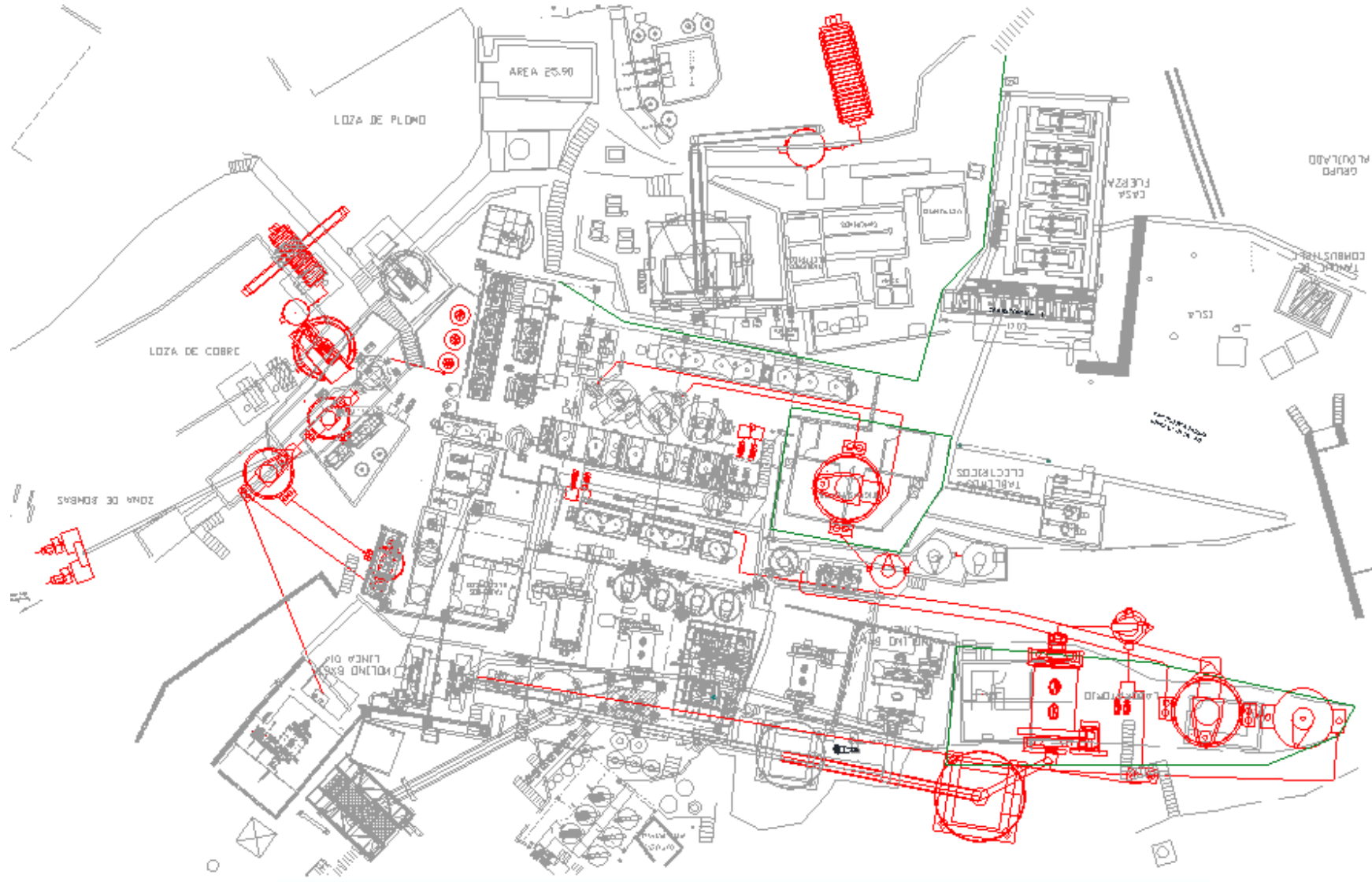


Figura 26. Vista ampliada – sector 1.

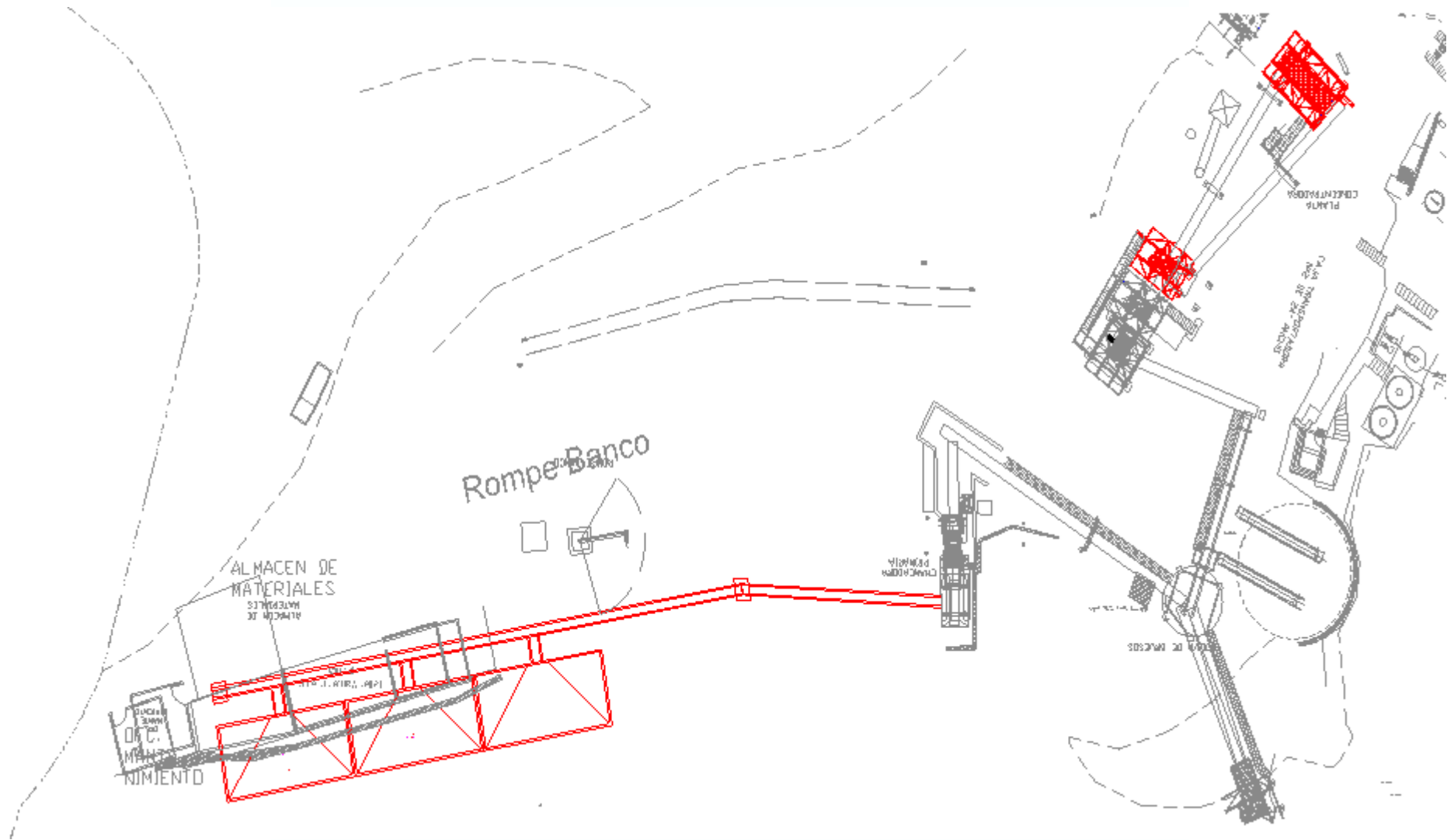


Figura 27. Vista ampliada – sector 2

6.2 Propuestas de Solución para la Mala Distribución de Planta Concentradora

Debido a la falta de proyección a largo plazo de la compañía cuando se iniciaron las operaciones, la disposición de la planta concentradora se modificó de manera inorgánica conforme se presentaron los hallazgos de mineral y la necesidad de incrementar la producción. La instalación de la maquinaria se realizó en función a los espacios disponibles sin tener en cuenta una perspectiva de flujo del proceso, lo cual llevó a que la disposición actual sea compleja y dificulte la instalación de la nueva maquinaria requerida, además de impactar en algunos procesos haciendo que estos no se ejecuten de manera óptima, incrementando los tiempos de traslado y por tanto, los costos.

6.2.1 Desarrollar diagrama de Muther para la unidad minera

Siguiendo los lineamientos del diagrama de Muther, se estableció la propuesta de redistribución de áreas de la unidad minera de cara al incremento de producción. El gráfico de relación de actividades (GRA) que se muestra en la Figura 28 denota la necesidad o restringida cercanía que debe existir entre las 27 áreas identificadas. A partir de este diagrama se elaboraron el diagrama de relación de actividades que se muestra en la Tabla 20, con el cual se identificó el grado de vinculación entre las áreas operativas y administrativas de la unidad minera; y el patrón de distribución de bloques que se muestra en la Figura 29, en el cual las áreas se distribuyen de acuerdo a la necesidad de cercanía previamente definido. La Tabla 21 muestra la relación de cercanía total, donde se colocan las áreas en filas y columnas contabilizando el número de veces que estas se relacionan, base para elaborar el orden de los departamentos en función a la relación de cercanía total (TCR) que se muestra en la Tabla 22. Finalmente, la Figura 30 muestra la distribución final propuesta, la cual considera las recomendaciones de este trabajo para atender la necesidad de maquinaria y la información de las tablas y gráficos descritos en esta sección, cabe señalar que este plano se contrasta con el de la Figura 22.

Tabla 20

Diagrama de Relación de Actividad

ÁREA DE ACTIVIDAD	GRADO DE VINCULACIÓN					
	ABSOLUTAMENTE NECESARIO	ESPECIALMENTE IMPORTANTE	IMPORTANTE	ORDINARIO DE CERCANÍA	NO IMPORTANTE	INDESEABLE
	A	E	I	O	U	X
1. Mina	2	4	3, 19	5, 16, 23 - 25	6 - 12, 13 - 15, 17, 18, 20-22, 26, 27	
2. Comedor mina	1				3 - 27	
3. Desmontadora			1		2,3 - 27	
4. Plataforma de homogenización		1, 5	6	7	2, 3, 8 - 27	
5. Talud de recepción	6	4, 7		1	2, 3, 8 - 27	
6. Chancado	5, 7		4, 9	11, 15, 16	1 - 3, 8, 10, 12 - 14, 17 - 27	
7. Molienda y clasificación	6, 8, 9	5, 11		4, 15 - 17	1 - 3, 10, 12- 14, 18 - 27	
8. Almacén temporal de insumos químicos	7	9, 11		15	1 - 6, 10, 12 - 14, 16 - 27	
9. Flotación	7, 11	8	6, 15	14, 16	1 - 5, 10, 12, 13, 17 - 27	
10. Relavera					1 - 27	
11. Espesamiento y filtrado	9	7, 8	15	6, 14, 16, 17	1 - 5, 10, 12, 13, 18 - 27	
12. Oficinas planta		13	14, 21, 22	19, 20, 23	15 - 18, 24 - 27	
13. Vestuario obreros planta		12	21, 22	19	14 - 18, 20, 23 - 27	
14. Laboratorio			12	9, 11	1 - 8, 10, 13, 15 - 27	
15. Almacén central de insumos químicos			9, 11	6 - 8	1 - 5, 10, 12 - 14, 16 - 27	
16. Mantenimiento	17			1, 6, 7, 9, 11, 19, 22, 25	2 - 5, 8, 10, 12 - 15, 18, 20, 21, 23, 24, 26, 27	
17. Almacén de repuestos	16			7, 11	1 - 6, 8 - 10, 12 - 15, 18 - 27	
18. Tópico	19 - 22		23, 24		1 - 17, 25 - 27	
19. Comedor empleados	18	21 - 23	1	12, 13, 16, 20, 25	2 - 11, 14, 15, 17, 24, 26, 27	
20. Estacionamiento	18		21 - 23, 25	12, 19, 24	1 - 11, 13 - 17, 26, 27	
21. Oficinas administrativas 1	18, 22	19, 23	20	12, 13	1 - 11, 14 - 18, 24 - 27	
22. Oficinas administrativas 2	18, 21	19, 23	12, 13, 20	16	1 - 11, 14, 15, 17, 24 - 27	
23. Vestuario empleados		19, 21, 22	18, 20	1, 12, 24, 25	2 - 11, 13 - 17, 26, 27	
24. Vestuario obreros mina		25	18	1, 20, 23	2 - 17, 19, 21, 22, 26, 27	
25. Casa de lámparas		24	20	1, 16, 19, 23	2 - 15, 17, 18, 21, 22, 26, 27	
26. Poza de tratamiento de agua + oficina					1 - 25, 27	
27. PETAR					1 - 26	

A: 24 E: 24 X: 1,16,19,23	A: 18 E: 20. Estacionamiento X: I: 21,22,23,25 O: 12, 19, 24	A: 18,21 E: 19,23 22. Oficinas administrativas 2 (SUP) X: I: 12, 13,20 O: 16	A: 18,22 E: 19,23 21. Oficinas administrativas 1 (GO) X: I: 20 O: 12,13	A: E: 26. Poza de tratamiento de agua X: I: O:
		A: 19, 20, 21, 22 E: 18. Tópico X: I: 23, 24 O:	A: E: 19,21,22 23. Vestuario empleados X: I: 18,20 O: 1,12,24,25	A: E: 12 13. Vestuarios obreros planta X: I: 21, 22 O: 19
A: 20 I: 20	A: 18 E: 21, 22, 23 19. Comedor empleados X: I: 1 O: 12,13,16,20,25	A: E: 18 24. Vestuario obreros mina X: I: 25 O: 1,20,23	A: E: 13 12. Oficinas planta concentradora X: I: 14, 21, 22 O: 19, 20, 23	
E: 1 A: 1 X: 1	A: 2 E: 4 1. Mina X: I: 3, 19 O: 5, 16, 22 - 25	A: E: 3. Desmontadora X: I: 1 O:	A: E: 14. Laboratorio X: I: 12 O: 9, 11	A: E: 15. Almacén central de insumos químicos X: I: 9, 11 O: 6, 7, 8
		A: 6 E: 4, 7 5. Salud de recepción X: I: O: 1	A: 7,11 E: 8 9. Flotación X: I: 6, 15 O: 14,16	A: 9 E: 7, 8 11. Espesamiento y filtrado X: I: 15 O: 6, 14, 16, 17
I: 1	A: E: 1, 5 4. Plataforma de homogenización X: I: 6 O: 7	A: 5, 7 E: 6. Chancado X: I: 4, 9 O: 11, 15, 16	A: 6, 8, 9 E: 5, 11 7. Molienda y clasificación X: I: O: 4, 15 - 17	A: 7 E: 9, 11 8. Almacén temporal de insumos químicos X: I: O: 15
	A: E: 10. Relavera X: I: O:	A: 17 E: 16. Mantenimiento X: I: O: 1,6,7,9,11,19,22,25	A: 16 E: 17. Almacén de repuestos X: I: O: 7,11	A: E: 27. PTAR X: I: O:

Figura 29. Patrón de distribución del área – bloques.

Tabla 22

Orden de los Departamentos en Función a la Relación de Cercanía Total (TCR)

Orden descendente según TCR	Espacios	Áreas	TCR
1	7	Molienda y clasificación	74
2	9	Flotación	69
3	6	Chancado	67
4	8	Almacén temporal de insumos químicos	63
5	11	Espesamiento y filtrado	68
6	5	Talud de recepción	63
7	4	Plataforma de homogenización	61
8	1	Mina	68
9	2	Comedor mina	56
10	19	Comedor empleados	72
11	3	Desmontadora	54
12	22	Oficinas administrativas - Supervisores	73
13	18	Tópico	72
14	21	Oficinas administrativas - Gerencia de Operaciones	67
15	23	Vestuario empleados	69
16	12	Oficinas planta concentradora	64
17	13	Vestuarios obreros planta	60
18	20	Estacionamiento	67
19	25	Casa de lámparas	61
20	24	Vestuario obreros mina	60
21	16	Mantenimiento	64
22	17	Almacén de repuestos	58
23	15	Almacén central de insumos químicos	59
24	14	Laboratorio	56
25	10	Relavera	52
26	26	Poza de tratamiento de agua + oficina	52
27	27	PTAR	52

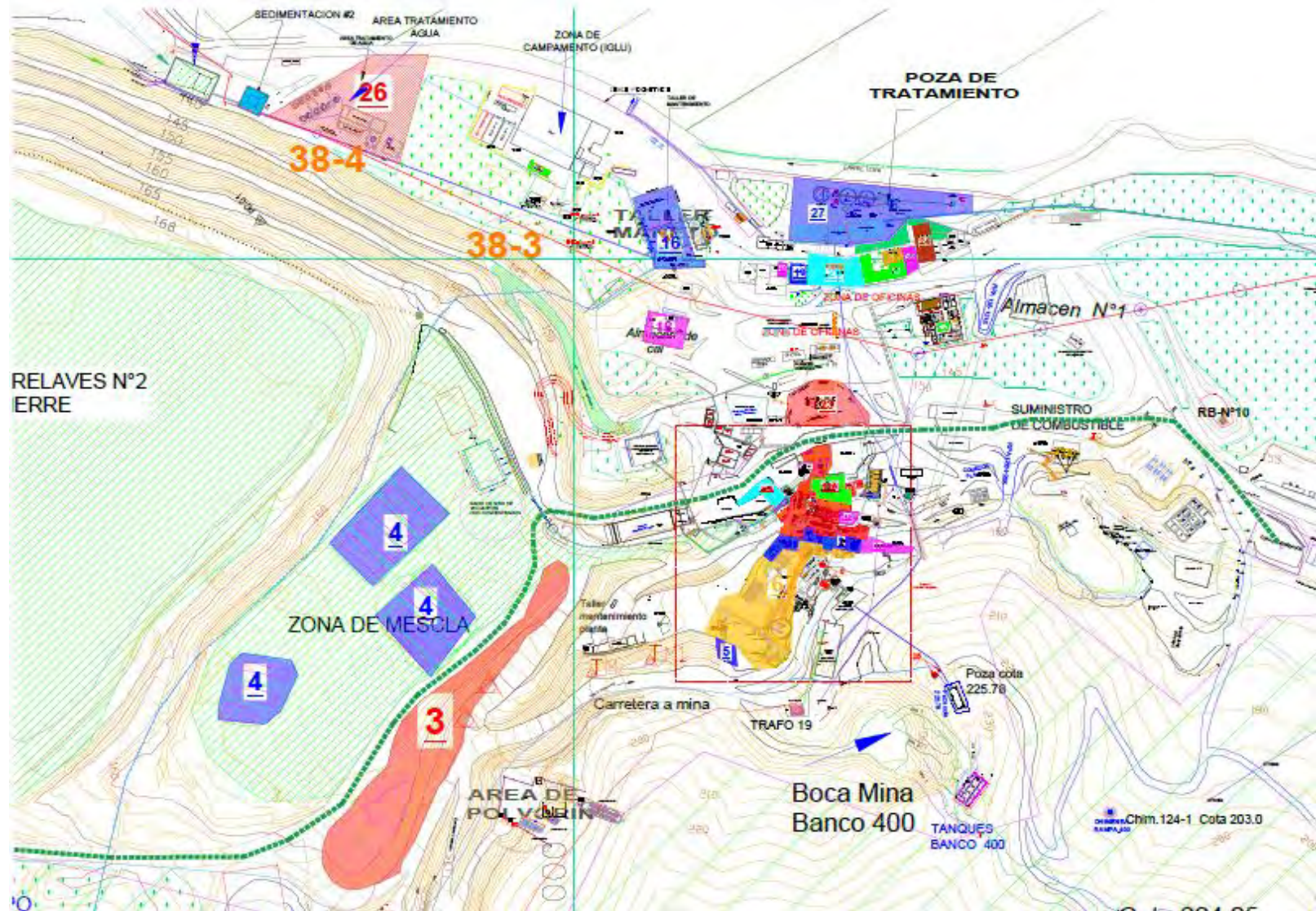


Figura 30. Plano con distribución final de las zonas – Unidad Minera “María Teresa”

6.2.2 Propuestas de solución

Haciendo uso del diagrama de Muther se propone reorganizar las áreas físicas de la unidad minera para incrementar el aprovechamiento del espacio total disponible, respetando la necesidad de cercanía entre los procesos. La Tabla 23 muestra el requerimiento de espacio en (m²), mientras que la Figura 30 muestra la propuesta de distribución, donde se reagrupa el área administrativa en un solo sector para lograr la cercanía de las áreas de mantenimiento y almacenes de repuestos con la planta y mina. Asimismo, se hace una vista ampliada de las zonas en planta como en el área administrativa en las Figuras 31 y 32 respectivamente.

Tabla 23

Requerimiento Total de Espacio en (m²)

Espacio (n°)	Área de actividad	Áreas Individuales (m ²)
1	Mina	6,657,755
2	Comedor mina	47
3	Desmontadora	5,492
4	Zona de mezcla	5,026
5	Talud de recepción	115
6	Chancado	2,279
7	Molienda y clasificación	369
8	Almacén temporal de insumos químicos	18
9	Flotación	1,017
10	Relavera	210,891
11	Espesamiento y filtrado	355
12	Oficinas planta concentradora	65
13	Vestuarios obreros planta	48
14	Laboratorio	151
15	Almacén central de insumos químicos	377
16	Mantenimiento	1,011
17	Almacén de repuestos	898
18	Tópico	36
19	Comedor empleados	108
20	Estacionamiento	464
21	Oficinas administrativas - Gerencia de Operaciones	186
22	Oficinas administrativas - Supervisores	102
23	Vestuario empleados	78
24	Vestuario obreros mina	188
25	Casa de lámparas	8
26	Poza de tratamiento de agua + oficina	2,680
27	PTAR	2,464
	Total	6,892,228

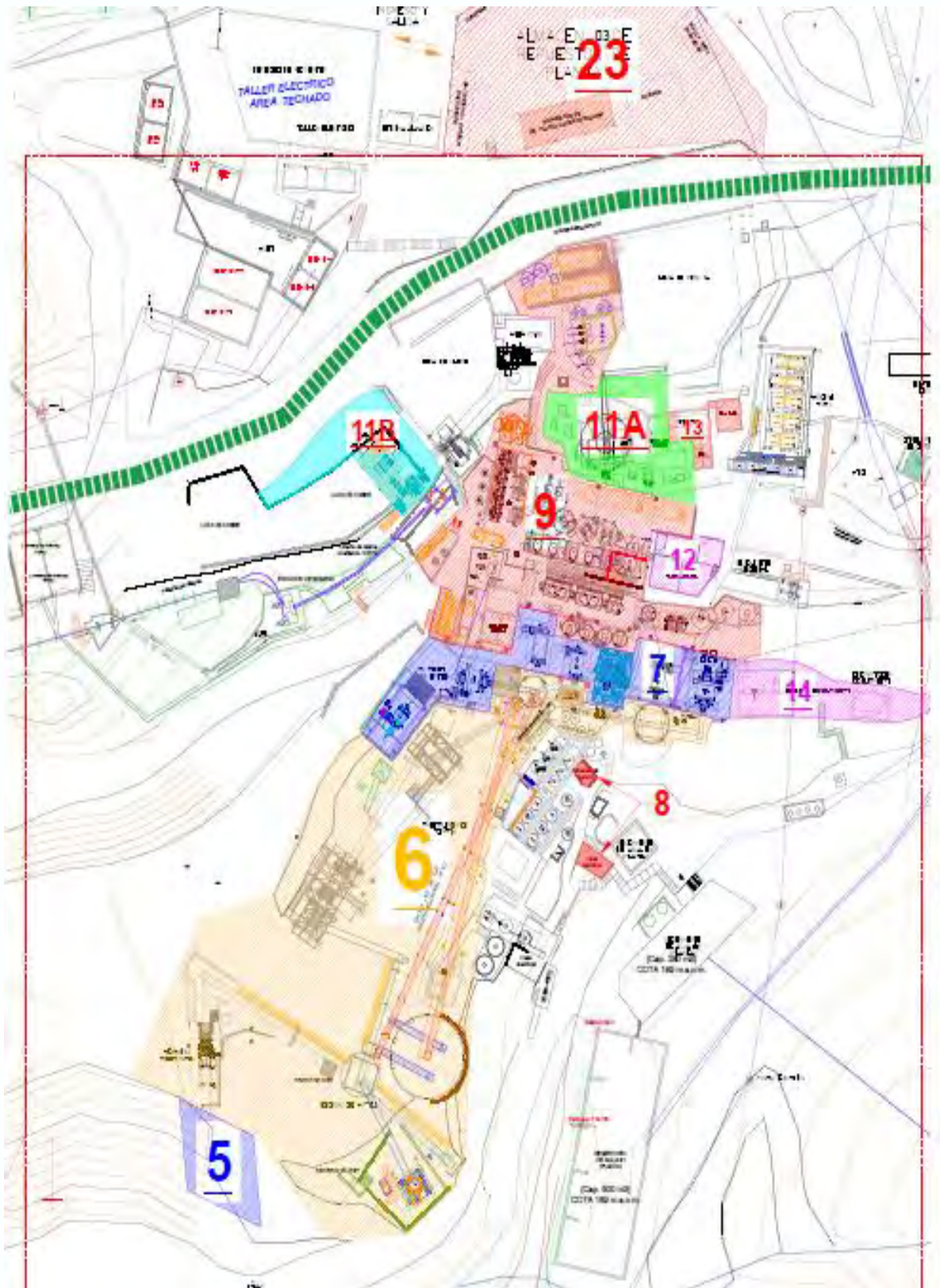


Figura 31. Vista ampliada distribución final – zonas planta concentradora

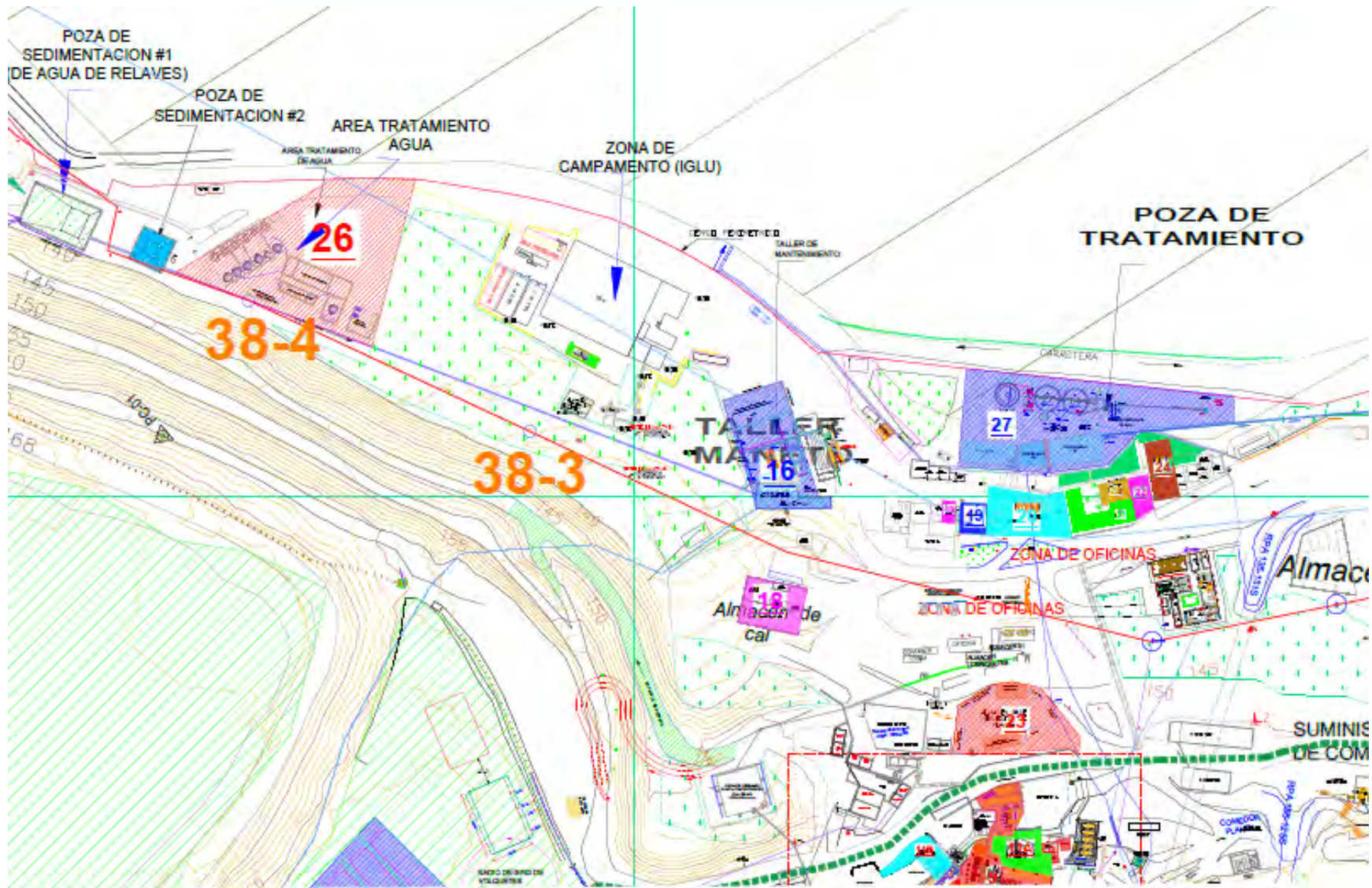


Figura 32. Vista ampliada distribución final – zonas área administrativa y de tratamiento de agua.

6.3 Propuestas de Solución para la Necesidad de Personal

El área de planta concentradora trabaja en tres turnos de ocho horas en un sistema de 6x1, para evaluar la necesidad de personal sobre la producción actual de 1,660 TMSD y sobre la producción proyectada de 2,200 TMSD, se realizó un trabajo de campo para identificar las actividades manuales y automatizadas de cada proceso, además de las estaciones de trabajo dentro de planta concentradora.

6.3.1 Dimensionar la mano de obra requerida actual

El trabajo de campo permitió identificar el personal y cargos que se desempeñan en cada una de las estaciones de trabajo de planta concentradora (ver Tabla 24), es importante señalar que cada estación de trabajo cuenta con personal fijo y de apoyo o transversal. Cabe señalar que se encuentran vacantes las posiciones de jefe de guardia planta (1) en reemplazo del promovido asistente del superintendente de planta; técnico metalúrgico (1) en reemplazo del promovido metalurgista jr.; supervisor de relaves (1) por retiro; operario múltiple (1) por retiro; y operario de laboratorio (1) por traslado interno. El trabajo de campo también permitió reconocer los procesos de planta concentradora descritos en el capítulo IV para la realidad de la compañía, se observó que los procesos de abastecimiento de mineral y chancado dependen de actividades manuales ejecutadas por el operario, mientras que desde el proceso de molienda hay un flujo continuo que sólo requiere supervisión. Asimismo, se analizó la información de los horómetros, la cual brindó el área de mantenimiento, con lo cual se complementó el análisis. Para analizar los procesos antes señalados, se identificaron las actividades principales del personal asignado:

Estación de abastecimiento de mineral. Dispone de un operario de equipo pesado por turno. Las actividades principales de esta estación son:

- Preparar el talud de mineral para trasladar el mineral hacia la chancadora primaria.

Tabla 24

Personal por Puesto de Trabajo y Área Funcional en Planta Concentradora

Área	Puesto	Cantidad	Abastecimiento de mineral	Chancado primario y secundario	Chancado terciario y cuaternario	Molienda	Flotación	Espesamiento y filtrado	Relavera	Cancha de concentrado	Laboratorio	Estación Bubulina	Observaciones
Superintendencia de planta concentradora	Superintendente de planta concentradora	1											Labores de organización, sin estación asignada
	Asistente de superintendente PC	1											Labores de dirección y supervisión, sin estación asignada
	Asistente administrativo	1											Labores de apoyo administrativo, sin estación asignada
	Jefe de guardia planta	4											Labores de dirección y supervisión, sin estación asignada
	Técnico metalúrgico	3									1		2 Técnicos volantes
	Operario múltiple	14			3	3	3	3					2 Operarios volantes
	Operario de planta	16							3	6			7 Operarios volantes
	Operario de equipo pesado	5	1								1		1 2 Operarios volantes
Supervisor de relaves	2								2				
Laboratorio metalúrgico	Jefe de investigaciones metalúrgicas	1										1	
	Analista de laboratorio	1										1	
	Operario de laboratorio	3										3	
	Ayudante de laboratorio	1										1	
	Metalurgista junior	1										1	
Total		54	1	3	3	3	3	3	8	1	8	1	

- Trasladar el mineral desde el pie del talud hacia la tolva de 10 TM de la chancadora primaria y regresar. Esta actividad se realiza mientras la chancadora está operando, lo cual quiere decir que la chancadora primaria es abastecida por el cargador frontal mientras está operando.

En esta estación se puede observar que el operario de equipo pesado sólo tiene 180 horas efectivas de trabajo en un turno de 480 horas, se analizaron los tiempos desde que el operario ingresa a la unidad minera hasta que se retira, obteniéndose lo siguiente:

- 30 minutos destinados a la seguridad.
- 60 minutos destinados a labores de inspección.
- 60 minutos destinados a refrigerio.
- 30 minutos previo a la salida, fin del turno.
- 120 minutos destinados a actividades de apoyo como traslado de bolas o reactivos.
- 180 minutos de trabajo efectivo con las chancadoras.

Estación de chancado primario y secundario (Ch1 – Ch2). Se observó que el tiempo promedio registrado en los horómetros fue de aproximadamente 260 horas por mes durante el año 2019, los registros de los horómetros en ambas chancadoras son diferentes, pero esta diferencia no es significativa, por esta razón se consideró el promedio de ambas.

Considerando que la planta deja de operar por un día al mes para realizar el mantenimiento mayor, se deduce que esta estación opera por nueve horas diarias y tres horas por turno, lo cual guarda relación con las horas efectivas de trabajo del operario de equipo pesado en el proceso de abastecimiento de mineral. Los datos de este análisis se muestran en la Tabla 25.

Durante estas horas el operador realiza las siguientes actividades:

- Control de la alimentación por la tolva de 10 TM, podrían haber rocas de mayor tamaño al permitido por lo cual la máquina se detiene.
- Control en el primer Grizzly vibratorio y zarandas vibratorias.

- Verificar el transporte en las fajas F1, F2, F3 y F4.
- Verificar el flujo que ingresa en la tolva de gruesos.

Tabla 25

Horas de Operación por Turno en el Proceso de Chancado Primario y Secundario

Chancadora	Horas Trabajadas según Horómetro	TMS Procesada	TMS/Hr	Días de operación	Horas de operación (h/día)	Horas de operación (h/turno)
Primario	260.00	47,850.78	184.04	29	9.0	3.0
Secundario	260.00	47,850.78	184.04	29	9.0	3.0

Estación de chancado terciario y cuaternario (Ch3 – Ch4). Se observó que el tiempo promedio registrado en los horómetros fue de aproximadamente 450 horas por mes durante el año 2019 por cada chancadora. Por tanto, esta estación estuvo operativa aproximadamente por 15.5 horas al día y cinco horas por turno (ver Tabla 26).

Tabla 26

Horas de Operación por Turno en el Proceso de Chancado Terciario y Cuaternario

Chancadora	Horas Trabajadas según Horómetro	TMS Procesada	TMS/Hr	Días de operación	Horas de operación (h/día)	Horas de operación (h/turno)
Terciario	450.00	47,850.78	106.34	29	15.5	5.2
Cuaternario	450.00	47,850.78	106.34	29	15.5	5.2

Durante este tiempo el operador realiza las siguientes actividades:

- Realizar inspección de Ch3 y Ch4.
- Controlar y regular las velocidades de las fajas F5, F6, F7, F8, F9 y F10.
- Controlar y regular la estabilidad del sistema.
- Controlar y regular el nivel de las tolvas T1 y T2, tiempo de llenado.

Cabe señalar que entre las estaciones de trabajo (Ch1 – Ch2) y (Ch3 – Ch4) hay una tolva de gruesos de 250 TM que permite seguir alimentando la estación (Ch3 – Ch4) en caso que la estación (Ch1 – Ch2) se detenga.

Estación de molienda. Lleva el control de los molinos primarios M1, M2 y M3, y de los secundarios M4, M5, M6 y M7; en esta estación se requiere de un operario y el apoyo de un volante que realice labores de molienda, se observa que el tiempo promedio registrado en el horómetro fue de aproximadamente 690 horas por mes por cada molino primario, por tanto, esta estación estuvo operativa las 24 horas al día según se muestra en la Tabla 27, lo cual denota que trabaja a máxima capacidad, así como los procesos posteriores a este.

Tabla 27

Horas de Operación por Día en el Proceso de Molienda

Molino	Horas Trabajadas según Horómetro	TMS Procesada	TMS/Hr	Días de operación	Horas de operación (h/día)
8x6 Línea 1	691.50	21,395.26	30.94	29	23.8
8x6 Línea 2	681.25	20,963.14	30.77	29	23.5
5x8 Línea 3	691.25	5,492.38	7.95	29	23.8

Cabe señalar que dado el contexto de pandemia COVID-19 no se logró realizar un estudio de tiempos por estación de trabajo, lo cual implica la presencia física del equipo de Business Consulting con cada operario para realizar un estudio de tiempos, validando así si la estación de trabajo presenta tiempos no productivos o si hay sobre trabajo.

6.3.2 Dimensionar la mano de obra requerida proyectada

El requerimiento de recurso humano va alineado con la propuesta tecnológica, el presente trabajo propone, en la mayoría de los casos, el reemplazo de equipos por otros de mayor capacidad, con lo cual se mantendrían los mismos puestos de trabajo tanto para la producción actual como para la proyectada. En otras palabras, cambia la capacidad del canal mas no las estaciones ni el personal que le da supervisión. Sin embargo, si la empresa decide

implementar nuevos equipos en paralelo se requerirán nuevas estaciones de trabajo según la ubicación en la cual se implementen, y por tanto, personal.

En relación al área de mantenimiento general, la cual cuenta con 36 colaboradores que brindan mantenimiento a la maquinaria y equipos de mina y planta concentradora, se observó que presenta inconvenientes ante la ausencia de algún integrante. Luego de implementar los equipos necesarios para incrementar la producción, se contará con un tiempo de soporte de los fabricantes, tanto para el mantenimiento de sus equipos como para la transferencia de conocimiento, sin embargo, luego de dicho tiempo se necesitará ampliar el personal de esta área a fin de cubrir las nuevas necesidades. Cabe señalar que el 50% del personal de esta área es subcontratado.

El incremento de producción a 2,200 TMSD significa un aumento de 36%, lo cual supone la necesidad de un aumento de horas efectivas de trabajo. Como ya se mencionó, el presente trabajo propone el cambio de tecnología y capacidades para no requerir personal adicional, sin embargo, se evaluaron las siguientes alternativas:

Traslape de turnos: El trabajo de campo permitió identificar que esta opción no es factible debido a que requeriría que algunos cargos realicen actividades en paralelo, como por ejemplo los supervisores, quienes por un lado deberán estar al tanto de la operación del turno saliente y por otro lado, del cumplimiento de las condiciones de seguridad del turno entrante.

Cambio a turnos de 12 horas con sistema 14x7. La jornada más común en minería es de 12 horas por turno en un sistema denominado 14x7, el cual implica 14 días de trabajo por 7 días de descanso. El cambio de sistema ya fue conversado con el personal hallándose opiniones divididas; luego la solicitud se elevó al área de Recursos Humanos donde fue desestimado debido a que previamente se necesitará resolver varios temas con el sindicato. Por tanto, se puede observar que el cambio de sistema es complejo y requiere tener en consideración los siguientes pro y contras desde el punto de vista de la compañía:

Pros:

- Un sistema de 12 horas por turno con sistema de 14x7 tiene más horas efectivas de trabajo.
- Con la jornada de 8 horas, los trabajadores asumen tácitamente que pueden aplicar de manera común a horas extras. Un cambio de sistema reduce los egresos de la compañía dado que no se requerirán horas extras y el pago por estas.
- El contexto actual de pandemia COVID-19 requiere de menor número de cambios de guardia y por tanto menor rotación de personal. Pensando en esto, la compañía implementó un campamento temporal alquilado por seis meses dentro de la unidad minera, con lo cual tienen el control de los ingresos y salidas del personal así como de las pruebas para conocer su estado de salud.

Contras:

- Requiere de una inversión importante en infraestructura para implementar un campamento permanente.
- Minera Colquisiri S.A. se maneja como una empresa familiar, brindando facilidades y beneficios a sus colaboradores, el cambio implica más horas de trabajo para el personal y la reducción de sus ingresos dado que no les pagarán horas extras por no ser necesarias.
- El 75% del personal de planta concentradora vive en Huaral o zonas aledañas, por tanto, tiene cerca a su familia y los turnos de 8 horas les permite verla diariamente, un cambio de sistema impacta de manera importante en los hábitos del personal.

Cabe agregar que en el 2006, el Tribunal Constitucional (TC) ordenó la restitución de la jornada laboral de ocho horas diarias para las empresas con jornada laboral atípica, sin embargo, el MTPE estableció que este tipo de jornadas puede utilizarse siempre que se cumplan las condiciones del fundamento 15 de la Sentencia (TC, 2006).

6.3.3 Propuestas de solución

A continuación, se describen las propuestas de solución para atender la necesidad de personal para la producción actual y proyectada:

- Contratar personal para las posiciones vacantes de jefe de guardia planta (1); técnico metalúrgico (1); supervisor de relaves (1); operario múltiple (1); y operario de laboratorio (1); los cuales realizarán las funciones descritas en el Apéndice B.
- De acuerdo al trabajo de campo y análisis realizado, se determinó que no se requiere personal adicional para la capacidad de producción actual de planta concentradora.
- Para incrementar la producción se requiere la implementación de un molino primario adicional a los ya existentes, con todos los equipos que involucra su operación. La capacidad de este molino será de 600 TM y se ubicará distante de los existentes dado el *layout* actual, y por tanto, para su supervisión se requerirá de una nueva estación de trabajo a cargo de un operario de planta múltiple por turno, razón por la cual se requerirá aumentar en tres el número de colaboradores del área.
- Luego de la ampliación de planta concentradora y del tiempo de garantía que brinden los fabricantes, se requerirá aumentar tres operarios y técnicos de mantenimiento para cubrir las nuevas necesidades de planta en cuanto a mantenimiento.
- En relación al cambio de jornada laboral y sistema de trabajo, bajo las consideraciones descritas no se recomienda realizar dicho cambio dado que no es crítico y tendrá impacto principalmente en las actividades manuales de los procesos de abastecimiento de mineral y chanchado, para ello se propuso el cambio de la tolva de recepción, de tal manera que pueda llenarse directamente de los volquetes que llegan de la plataforma de homogenización de mineral.

6.4 Propuestas de Solución para la Proyección a Largo Plazo

Si bien Minera Colquisiri S.A. hasta el año 2017 tenía un plan de despido anticipado de personal dado que las reservas de mineral con las que contaban se estaban agotando, hoy en día con el descubrimiento del cuerpo “Sofía D”, que tiene una proyección de extracción de mineral para 10 años de acuerdo a los estudios geológicos, el horizonte empresarial ha cambiado. En ese sentido, la organización debe establecer un plan estratégico de largo plazo que considere las actividades para incrementar su producción, mientras que en paralelo busca nuevas fuentes de mineral.

6.4.1 Establecer plan estratégico a largo plazo 2021-2025

A continuación, se elabora el plan estratégico al 2025 para Minera Colquisiri S.A..

Matriz de Evaluación de Factores Externos (MEFE). Luego de realizado el análisis externo de las diversas fuerzas, se elabora esta matriz (ver Tabla 28) identificando las oportunidades y amenazas presentes en el entorno de la compañía. Se obtuvo un valor de 2.46, lo que indica que la organización presenta una posición externa ligeramente fuerte, respondiendo a algunas oportunidades y evitando algunas amenazas.

Tabla 28

Matriz de Evaluación de Factores Externos (MEFE)

Factores determinantes de éxito	Peso	Valor	Ponderación
Oportunidades			
Posicionamiento mundial del Perú en producción de metales	0.16	3	0.48
Ausencia de conflictos sociales (activos o latentes) con las comunidades aledañas	0.10	3	0.30
Aceleración de la transformación digital por la pandemia COVID-19 (automatización y robótica)	0.10	1	0.10
Reservas de mineral son atractivas para la inversión privada	0.12	3	0.36
Amenazas			
Volatilidad del precio de los metales	0.19	2	0.38
Gestión burocrática del sector	0.09	3	0.27
Leyes o normas desactualizadas	0.09	3	0.27
Actividad económica China detenida por la pandemia COVID-19	0.15	2	0.30
	1.00		2.46

Matriz de Evaluación de Factores Interno (MEFI). Luego de realizado el análisis interno, se elabora esta matriz (ver Tabla 29) en la que se obtuvo un valor de 2.70, lo que indica que la organización presenta una posición interna fuerte, siendo las fortalezas y debilidades factores controlables, para lo cual la gerencia debe aplicar estrategias que permitan reforzar las fortalezas y superar las debilidades de la compañía.

Tabla 29

Matriz de Evaluación de Factores Internos (MEFI)

Factores determinantes de éxito	Peso	Valor	Ponderación
Fortalezas			
Buena reputación comercial	0.14	4	0.56
ERP hecho a medida	0.05	3	0.15
Políticas de retención del talento	0.10	3	0.30
Apoyo de directivos y accionistas a la gerencia general	0.14	4	0.56
Espalda financiera sólida	0.12	4	0.48
Debilidades			
Cliente único	0.13	1	0.13
Antigüedad y limitada capacidad de equipos	0.12	1	0.12
Mala distribución de planta concentradora	0.08	2	0.16
Tiempo efectivo laboral reducido en planta concentradora	0.07	2	0.14
Alto porcentaje de ausentismo laboral	0.05	2	0.10
	1.00		2.70

Objetivos a Largo Plazo. Los objetivos de largo plazo para Minera Colquisiri S.A. se plantean de acuerdo con los intereses de la organización con un horizonte a cinco años, del año 2021 al año 2025, periodo acorde a las reservas de mineral disponibles y en el que se debe alcanzar el crecimiento previsto:

OLP 1: Cumplir para el 2025 con los planes de exploración geológica y planeamiento a largo plazo.

OLP 2: Incrementar para el 2025 la producción de planta concentradora de 1,660 TMSD a 2,200 TMSD, lo cual representa un aumento del +27%.

OLP 3: Aumentar para el 2025 la producción de concentrado de Zinc en 5.8% anual, traduciéndose en un incremento de 16,000 TM.

OLP 4: Ejecutar para el 2025 el 100% del plan de responsabilidad social, cumpliendo los acuerdos con las comunidades aledañas.

OLP 5: Lograr para el 2025 la certificación de los sistemas de gestión de, seguridad y salud ocupacional (ISO 45001:2018), calidad (ISO 9001:2015), y antisoborno (ISO 37000:2016).

Matriz Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (MFODA). La matriz FODA apoya en la generación de estrategias específicas a partir del emparejamiento de las matrices de evaluación externa e interna, de acuerdo con lo señalado por D'Alessio (2008). Las estrategias FO utilizan las fortalezas para obtener ventajas de las oportunidades; las estrategias DO proponen mejorar las debilidades para sacar ventajas de las oportunidades; las estrategias FA utilizan las fortalezas para neutralizar las amenazas; y las estrategias DA proponen mejorar las debilidades para neutralizar las amenazas. La matriz realizada para Minera Colquisiri S.A. se muestra en la Tabla 30, desde la cual se obtuvieron 13 estrategias específicas que pasarán por un proceso de selección para identificar las más idóneas para el cumplimiento de los objetivos a largo plazo.

Estrategias Retenidas y de Contingencia. Esta matriz consolida la evaluación de las estrategias realizada vía la matriz de decisión estratégica (MDE), la matriz cuantitativa de planeamiento estratégico (MCPE) y la matriz de Rumelt (MR) (ver Apéndice C), y a partir de ello definir las estrategias retenidas que son todas las que han pasado dichos filtros, quedando como estrategias de contingencia aquellas que no. En la Tabla 31 se detalla el total de estrategias y aquellas que quedan definidas como retenidas.

Matriz de Estrategias Versus Objetivos de Largo Plazo. Esta matriz representa el último filtro a las estrategias alternativas planteadas. Como lo indicó D'Alessio (2008), se debe verificar que los OLP se alcanzarán al ejecutar las estrategias retenidas según se muestra en la Tabla 32. En caso alguna estrategia no permita alcanzar ninguno de los objetivos

planteados, lo cual es poco probable, pasa a la lista de estrategias de contingencia.

Tabla 30

Matriz FODA

	FORTALEZAS	DEBILIDADES
	<p>F1: Buena reputación comercial.</p> <p>F2: ERP hecho a medida.</p> <p>F3: Políticas de retención del talento.</p> <p>F4: Apoyo de directivos y accionistas a la gerencia general.</p> <p>F5: Espalda financiera sólida.</p>	<p>D1: Cliente único.</p> <p>D2: Antigüedad y limitada capacidad de equipos.</p> <p>D3: Mala distribución de planta concentradora.</p> <p>D4: Tiempo efectivo laboral reducido en planta concentradora.</p> <p>D5: Alto porcentaje de ausentismo laboral.</p>
OPORTUNIDADES		
<p>O1: Posicionamiento mundial del Perú en producción de metales.</p> <p>O2: No se tienen conflictos sociales activos o latentes con las comunidades aledañas.</p> <p>O3: Acelera de la transformación digital por la pandemia COVID-19 (automatización y robótica).</p> <p>O4: Reservas de mineral son atractivas para la inversión privada.</p>	<p>Establecer plan de explotación agresivos (F1, F4, O1, O4, F5).</p> <p>Implementar mejoras de automatización en el ERP que favorezcan a la cadena de suministro (extranet de proveedores) (F2, F4, F3, O3, F5).</p> <p>Implementar programa de formación o especialización del personal obrero de la zona (F3, F4, O2).</p> <p>Convenios con empresas de tecnología para su impulso en el sector y en la empresa (F4, O3).</p>	<p>Ampliar portafolio de clientes (D1, O1, O4).</p> <p>Incrementar la productividad de planta concentradora (D2, D3, O3).</p> <p>Implementar tele operación (D4, D5, O3).</p> <p>Gestionar programa integral de salud para el personal obrero (D5, O2).</p>
AMENAZAS		
<p>A1: Volatilidad del precio de los metales.</p> <p>A2: Gestión del sector burocrática.</p> <p>A3: Leyes o normas desactualizadas.</p> <p>A4: Actividad económica de China detenida por la pandemia COVID-19.</p>	<p>Establecer alianzas estratégicas con entes reguladores (F2, F4, A2, A3).</p> <p>Gestionar contratos a futuro con cliente único (F1, F4, F5, A1, A4).</p>	<p>Ampliar portafolio de clientes (D1, A1).</p> <p>Impulsar un futuro cero carbono (D2, D3, A2, A3).</p> <p>Implementar tele operación (D4, D5, A4).</p>

Tabla 31

Estrategias Retenidas y de Contingencia

N°	Estrategias alternativas	Estrategias de contingencia			Estrategia retenida
		De 3er orden (MDE < 3)	De 2do orden (MCPE < 5)	De 1er orden (No pasa Rumelt)	
1	Establecer plan de explotación agresivo (F1, F4, O1, O4, F5)				X
2	Implementar mejoras de automatización en el ERP que favorezcan a la cadena de suministro (extranet de proveedores) (F2, F4, F3, O3, F5)	X			
3	Implementar programa de formación o especialización del personal obrero de la zona (F3, F4, O2)	X			
4	Convenios con empresas de tecnología para su impulso en el sector y en la empresa (F4, O3)	X			
5	Implementar tele operación (D4, D5, A4)				X
6	Establecer alianzas estratégicas con entes reguladores (F2, F4, A2, A3)				X
7	Ampliar portafolio de clientes (D1, O1, O4, A1)				X
8	Incrementar la productividad de planta concentradora (D2, D3, O3)				X
9	Impulsar un futuro cero carbono (D2, D3, A2, A3)				X
10	Gestionar contratos a futuro con cliente único (F1, F4, F5, A1, A4)				X
11	Gestionar programa integral de salud para el personal obrero (D5, O2)	X			
12	Rediseño de planta concentradora, optimizando la utilización de espacios logrando instalaciones eficientes	X			
13	Reducción de costos en temas de HHEE	X			
14	Control estricto de los costos	X			
15	Definir políticas de gestión de clientes	X			
16	Implementar soluciones tecnológicas en los procesos de chancado y molienda que permitan en tiempo real tener información centralizada sobre productividad	X			
17	Reducción de costos en el proceso de concentrado de Pb y Cu, optimizando el % de recuperación durante la etapa de flotación de mineral haciendo uso de químicos más eficaces	X			
18	Cosechar los resultados de la línea de negocio de Zn que es la más importante	X			
19	Implementar sistema de gestión de calidad 9001:2015	X			

Tabla 32

Matriz de Estrategias Versus Objetivos de Largo Plazo

		Visión					
		Nuestra Visión empresarial es que Minera Colquisiri S.A. cumpla con su objetivo fundamental de desarrollar una minería responsable, aplicando la mejor tecnología para lograr beneficios entre sus inversionistas, colaboradores y todo el entorno de sus actividades mineras; cumpliendo a cabalidad en el cuidado ambiental y la salud de nuestros colaboradores; para contribuir con el crecimiento de las empresas locales, poblaciones vecinas y mejorar los niveles de vida en nuestra área de influencia					
		Objetivos de Largo Plazo					
N°	Estrategias retenidas	OLP 1	OLP 2	OLP 3	OLP 4	OLP 5	Total
		Cumplir para el 2025 con los planes de exploración geológica y planeamiento a largo plazo	Incrementar para el 2025 la producción de planta concentradora de 1,660 TMSD a 2,200 TMSD, lo cual representa un aumento del +27%.	Aumentar para el 2025 la producción de concentrado de Zinc en 5.8% anual, traduciéndose en un incremento de 16,000 TM	Ejecutar para el 2025 el 100% del plan de responsabilidad social, cumpliendo los acuerdos con las comunidades aledañas.	Lograr para el 2025, la certificación de los sistemas de gestión de, seguridad y salud ocupacional (ISO 45001:2018), calidad (ISO 9001:2015), y antisoborno (ISO 37000:2016).	
1	Establecer plan de explotación agresivo (F1, F4, O1, O4, F5)	X	X	X		X	4
2	Implementar tele operación (D4, D5, A4)	X	X	X		X	4
3	Establecer alianzas estratégicas con entes reguladores (F2, F4, A2, A3)		X	X		X	3
4	Ampliar portafolio de clientes (D1, O1, O4, A1)	X	X	X			3
5	Incrementar la productividad de planta concentradora (D2, D3, O3)		X	X		X	3
6	Impulsar un futuro cero carbono (D2, D3, A2, A3)				X	X	2
7	Gestionar contratos a futuro con cliente único (F1, F4, F5, A1, A4)	X	X	X			3

Objetivos a Corto Plazo (OCP). A continuación, se listan los OCP que apoyados en las estrategias permiten alcanzar los OLP previamente definidos.

OLP 1: Cumplir para el 2025 con los planes de exploración geológica y planeamiento a largo plazo.

OCP 1.1. Para fines del 2020, reemplazar la flota de volquetes con la compra de 4 unidades de 40 TM.

OCP 1.2. Para mediados del 2021, culminar el proyecto de nueva planta de relleno hidráulico cementado.

OCP 1.3. Para inicios del 2022, ejecutar la preparación de las nuevas zonas de explotación en interior mina (cuerpo Sofía D).

OLP 2: Incrementar para el 2025 la producción de planta concentradora de 1,660 TMSD a 2,200 TMSD, lo cual representa un aumento del +27%.

OCP 2.1. Para fines del 2021, culminar los procesos de adquisición de la maquinaria y equipos requeridos para incrementar la producción a 2,200 TMSD.

OCP 2.2. Para mediados del 2023, instalar la nueva maquinaria y equipos en planta concentradora, así como realizar pruebas de operatividad.

OCP 2.3. Para fines del 2023, incrementar la producción a 1,900 TMSD.

OCP 2.4. Para mediados del 2024, incrementar la capacidad de los tanques de elaboración de reactivos para la etapa de flotación.

OLP 3: Aumentar para el 2025 la producción de concentrado de Zinc en 5.8% anual, traduciéndose en un incremento de 16,000 TM.

OCP 3.1. Para fines del 2023, incrementar la producción de concentrado de Zinc a 61,000 TMS, lo cual representa un aumento de 18%.

OLP 4: Ejecutar para el 2025 el 100% del plan de responsabilidad social, cumpliendo los acuerdos con las comunidades aledañas.

OCP 4.1. Para fines del 2021, culminar las mejoras en la condición de infraestructura en las áreas de influencia social directa.

OCP 4.2. Para mediados del 2022, implementar un centro de capacitación técnica para pobladores de las zonas aledañas a la unidad minera.

OCP 4.3. Para mediados del 2023, implementar los proyectos transversales que permitan la generación de actividades económicas alternativas de la zona de influencia.

OCP 4.4. Para fines del 2023, implementar en el SIG estrategias y acciones orientadas a reducir las emisiones de carbono.

OLP 5: Lograr para el 2025, la certificación de los sistemas de gestión de, seguridad y salud ocupacional (ISO 45001:2018), calidad (ISO 9001:2015), y antisoborno (ISO 37000:2016).

OCP 5.1. Para fines del 2021, lograr la certificación de los sistemas de gestión de seguridad y salud ocupacional (ISO 45001:2018).

OCP 5.2. Para fines del 2023, lograr la certificación del sistema de gestión de calidad (ISO 9001:2015).

OCP 5.3. Para mediados del 2025, lograr la certificación del sistema de gestión antisoborno (ISO 37000:2016).

OCP 5.4. Para fines del 2024, lograr la recertificación de los sistemas de gestión de, seguridad y salud ocupacional (ISO 45001:2018).

Tablero de Control Balanceado (Balanced ScoreCard). Para cumplir los objetivos estratégicos de la organización se necesita tener un nivel adecuado de seguimiento y control, para ello se utilizará el tablero de control balanceado, el cual controla cuatro perspectivas: (a) aprendizaje, (b) procesos, (c) clientes y (d) financiero. Los OCP serán evaluados con respecto a cada una de las perspectivas mencionadas.

Aprendizaje. Esta perspectiva está relacionada a la manera de crear una estructura

sólida que garantice resultados a largo plazo, analizando el clima organizacional o satisfacción de los empleados, las personas y el desempeño en términos tecnológicos.

Procesos. Esta perspectiva considera que el buen desempeño de los procesos internos es crucial para el éxito de una organización, ante ello se pretende optimizarlos buscando agilidad y eficacia, además de asegurar que estén alineados a los objetivos estratégicos.

Clientes. Esta perspectiva está relacionada directamente con el nivel de satisfacción del cliente, se evalúa la experiencia del cliente de acuerdo al tiempo de respuesta, calidad del servicio o producto, cantidad de reclamos que se efectúen, etc. Además se analiza el mercado donde participa la organización a fin de identificar los ajustes que se deben efectuar para adquirir nuevos clientes, retenerlos y satisfacerlos.

Financiero. Esta perspectiva ha sido históricamente la más usada para medir el desempeño de las compañías, analizando el comportamiento económico de la organización. Sin embargo, es importante analizar las demás perspectivas y el impacto que estas tienen en la perspectiva financiera.

En el tablero de control balanceado se muestran los objetivos a corto plazo con sus respectivos indicadores y unidades con los cuales serán medidos, divididos según las cuatro perspectiva antes señaladas (ver Tabla 33).

Para cada objetivo, se ha definido la meta a lograr, el indicador de medición y el año en el cual se deberá cumplir la meta establecida. Respecto a Minera Colquisiri S.A., se tiene un indicador relacionado a la perspectiva de aprendizaje, seis relacionados a la perspectiva de procesos, cuatro a la perspectiva de clientes y cinco a la perspectiva financiera. Con la identificación de un indicador y teniendo el plazo establecido se puede controlar el avance de cada objetivo de una manera cuantificable. Este tablero se debe revisar periódicamente y apoyarse con otros cuadros que pueden indicar el avance necesario en el tiempo y así tener un calendario más preciso de comparación.

6.4.2 Propuestas de solución

La compañía requiere una hoja de ruta para el crecimiento que tiene proyectado, ante ello, se propone implementar el plan estratégico integral propuesto, el cual fue elaborado considerando los intereses organizaciones; las fortalezas y debilidades de la organización; así como las oportunidades y amenazas de su entorno. Este plan está alineado a la proyección de la compañía y contiene las estrategias que permitirán alcanzar los objetivos a largo plazo de la organización.

6.5 Conclusiones

Luego de determinar que en las etapas de chancado, molienda, flotación y espesamiento existen equipos que son cuellos de botella, y considerado la capacidad actual del proceso en función al balance de materiales y metalúrgico, se establece la necesidad de instalación de 67 equipos (entre nueva o reemplazo de la existente) con el fin de garantizar se obtengan 2,200 TMSD que cumplen con las leyes de mineral acordadas con el cliente. Se optimiza el porcentaje de recuperación por cada mineral valioso; la inversión estimada en maquinaria asciende a \$ 6'351,000. Como no existe la posibilidad de ampliación del área física de la unidad minera se definió una propuesta de redistribución de los procesos. Sobre la problemática de mala distribución de planta, se estableció la propuesta de reorganizar algunas áreas físicas aprovechando mejor el espacio total disponible de la unidad minera. En relación al personal, se requiere contratar técnicos y obreros para las posiciones vacantes, que permitan atender la operación y los trabajos de ampliación en paralelo; personal para dar supervisión al nuevo molino primario y para soportar el mantenimiento de la nueva maquinaria; el personal es parte del costo hundido de compañía por ello no tiene un costo adicional. Se requiere implementar el plan estratégico integral, con el cumplimiento de los indicadores asociados a los objetivos a corto plazo, servirán para medir y hacer los ajustes necesarios para lograr el incremento de producción proyectado y por ende el crecimiento.

Tabla 33

Tablero de Control Balanceado

Nro.	Objetivo	Indicadores	Unidad
Perspectiva Financiera			
OCP 1.3.	Para inicios del 2022, ejecutar la preparación de las nuevas zonas de explotación en interior mina (cuerpo Sofía D).	% preparación de nueva zona para explotación	%
OCP 2.1.	Para fines del 2021, culminar los procesos de adquisición de la maquinaria y equipos requeridos para incrementar la producción a 2,200 TMSD.	% equipos adquiridos	%
OCP 2.2.	Para mediados del 2023, instalar la nueva maquinaria y equipos en planta concentradora, así como realizar pruebas de operatividad.	% avance de instalación	%
OCP 2.3.	Para fines del 2023, incrementar la producción a 1,900 TMSD.	% incremento	%
OCP 3.1.	Para fines del 2023, incrementar la producción de concentrado de Zinc a 61,000 TMS, lo cual representa un aumento de 18%.	% incremento	%
Perspectiva Clientes			
OCP 5.1.	Para fines del 2021, lograr la certificación de los sistemas de gestión de seguridad y salud ocupacional (ISO 45001:2018).	Certificación % participación de los empleados	Unid %
OCP 5.2.	Para fines del 2023, lograr la certificación del sistema de gestión de calidad (ISO 9001:2015).	Certificación % participación de los empleados	Unid %
OCP 5.3.	Para mediados del 2025, lograr la certificación del sistema de gestión antisoborno (ISO 37000:2016).	Certificación % participación de los empleados	Unid %
OCP 5.4.	Para fines del 2024, lograr la recertificación de los sistemas de gestión de, seguridad y salud ocupacional (ISO 45001:2018).	Certificación % participación de los empleados	Unid %
Perspectiva Procesos			
OCP 1.1.	Para fines del 2020, reemplazar la flota de volquetes con la compra de 4 unidades de 40 TM	Número de volquetes adquiridos	Unid.
OCP 1.2.	Para mediados del 2021, culminar el proyecto de nueva planta de relleno hidráulico cementado	% avance nueva planta de relleno	%
OCP 2.4.	Para mediados del 2024, incrementar la capacidad de los tanques de elaboración de reactivos para la etapa de flotación.	% incremento	%
OCP 4.1.	Para fines del 2021, culminar las mejoras en la condición de infraestructura en las áreas de influencia social directa.	Número de mejoras ejecutadas % mejoras ejecutadas	Unid %
OCP 4.3.	Para mediados del 2023, implementar los proyectos transversales que permitan la generación de actividades económicas alternativas de la zona de influencia.	Número de proyectos ejecutados % proyectos ejecutados	Unid %
OCP 4.4.	Para fines del 2023, implementar en el SIG estrategias y acciones orientadas a reducir las emisiones de carbono.	Número de estrategias implementadas % reducción de emisiones de carbono	Unid %
Perspectiva Aprendizaje			
OCP 4.2.	Para mediados del 2022, implementar un centro de capacitación técnica para pobladores de las zonas aledañas a la unidad minera.	% avance de implementación del centro de capacitación	%

Capítulo VII: Plan de Implementación

Luego de definir las propuestas de solución para el problema central de la Minera Colquisiri S.A., se propone el plan de implementación con las actividades a considerar para atender las necesidades de maquinaria y equipos, distribución de áreas de la unidad minera, contratación de personal y proyección a largo plazo. La Gantt propuesta tiene 23 actividades distribuidas en la ampliación de planta concentradora y la operación con la producción proyectada. Finalmente, se presentan los factores claves de éxito orientados a la gestión y capacidades técnicas durante la implementación.

7.1 Actividades

Las alternativas de solución que se describen a continuación fueron seleccionadas en común acuerdo con el equipo de Business Consulting y validados por la gerencia general de la compañía, estas son; (a) Implementación o renovación de equipos, (b) implementación de cambios en la distribución de áreas de la unidad minera, (c) incremento de personal en áreas y estaciones de trabajo específicas, (d) despliegue del plan estratégico integral. El detalle de las alternativas se describe a continuación.

7.1.1 Implementación o renovación de equipos

Cotización: Una vez definidos los criterios técnicos (incluyendo la disponibilidad de repuestos, acompañamiento en la puesta en marcha, capacitación de personal y servicio post venta) y logísticos de compra (métodos de pago, condiciones de importación y periodo de espera para la entrega) se procede a buscar en la lista de proveedores aprobados que puedan brindar la maquinaria. Dado los montos regulares asociados a este tipo de compra, por política se requiere contar con mínimo tres cotizaciones, así como se busca tener contacto directo con los fabricantes dejando de lado a los intermediarios comerciales, con el fin tener claridad de las garantías de mantenimiento y soporte técnico oportuno en caso de evidenciarse problemas durante el arranque del equipo en planta.

Selección y evaluación de proveedores: La gerencia de logística ha definido como criterios de selección la oportunidad de entrega, periodo de garantía de la maquinaria, servicio post venta y costo. Los tres proveedores en el proceso deben ser evaluados mediante una revisión minuciosa a fin de evidenciar que se ajustan a los requerimientos de la compañía. Como resultado, se establece una calificación (mala, buena, mejor propuesta) para cada propuesta y, en caso de haber más de una alternativa elegible, se priorizará aquella que tiene mayor periodo de garantía y servicio post venta. Posterior a ello, se genera la orden de compra vía el ERP, pero dada la estructura de gestión del software y las políticas de aprobación de compras mayores de 10,000 dólares, el requerimiento debe ser sometido a validación por parte de la Gerencia General.

Adquisición: Habiéndose aprobado la orden de compra se establece contacto con el proveedor para confirmar los aspectos detallados en la cotización base, logística de importación y otros aspectos relacionados. Se realiza un seguimiento periódico al estatus de la adquisición con el fin de validar el cumplimiento del plazo de entrega. Por otro lado, debe confirmarse la disponibilidad del personal técnico de soporte para la puesta en marcha, cubrir los requerimientos legales y del SIG de la organización en temas de seguridad, salud ocupacional y gestión ambiental para el ingreso del personal a las operaciones y por último, programar al personal que será entrenado para la operación de las maquinarias. Llegada la maquinaria a puerto, el personal de logística dará seguimiento al proceso desaduanaje y traslado físico de los equipos.

Implementación / puesta en planta: Tres meses antes de realizarse la instalación, la organización iniciará un proceso de preparación de las áreas físicas donde se realizará la instalación de equipos. El detalle de las actividades a realizar se encuentra en el punto 7.1.2. Lograda la instalación de los equipos, debe completarse el proceso de conexión eléctrica y de otros suministros requeridos según el funcionamiento de los equipos; en esta etapa se

consideran las obras civiles y metalmecánicas.

Definición del plan de mantenimiento preventivo: Luego de concluida la etapa de adquisición y de acuerdo a la información provista por los fabricantes, se elaborará el plan de mantenimiento preventivo, el cual asegure la disponibilidad de la maquinaria y equipos para la operación.

Transferencia de conocimiento de los fabricantes: Luego de instalada la maquinaria y equipos, los fabricantes asignaran personal a la unidad minera para brindar soporte y mantenimiento, así como para capacitar al personal de la compañía en todos los aspectos funcionales y técnicos con el objetivo que puedan asumir el soporte necesario luego del periodo de garantía.

Pruebas de operación y arranque: El personal de planta concentradora iniciará el periodo de pruebas de operatividad liderado por el personal técnico de soporte enviado por el fabricante quienes orientarán y validarán la competencia del personal operario. Realizada la verificación de la estabilidad de los parámetros operacionales y garantizada la disponibilidad de stock de repuestos en el almacén, la superintendencia de planta concentradora debe emitir un informe culminadas las pruebas dando la conformidad o solicitando la extensión de soporte técnico por parte del fabricante hasta garantizar la estabilización de los equipos.

Afianzamiento de suministros: Dado el impacto que tiene el costo de los insumos químicos en el precio final del concentrado y la necesidad productiva de los mismos, la organización debe ampliar su portafolio de proveedores alternativos para garantizar la disponibilidad y calidad de los mismos. Se realizarán pruebas de aplicación en planta para validar la pureza y aspectos fisicoquímicos que permitan inferir su impacto en el porcentaje de recuperación y concentración de mineral.

Preparación de tanques de reactivos químicos: Se requiere incrementar la capacidad de los cuatro tanques de preparación de las soluciones de reactivos químicos dado el

incremento proyectado de mineral a procesar. Se ha estimado un incremento en los productos utilizados en los circuitos bulk, separación plomo – cobre, circuito zinc y filtrado. En total son 17 reactivos los que se manejan a lo largo del proceso.

Incremento de volumen de procesamiento: Habiéndose garantizado las condiciones de operación de planta se incrementará el volumen en TMD a 2,219.60 aprox. para obtener 2,200 TMSD. El mineral de cabeza traído posterior al blending realizado con los minerales existentes en las canchas Baja 2, Baja 3, B 5, M 4 y B 2 debe cumplir con las leyes de mineral requerido de acuerdo al programa de geología.

7.1.2 Implementación de cambios en la distribución de áreas de la unidad minera

Redistribución de las áreas físicas: De acuerdo a la proyección del *layout* de instalación de maquinaria deben realizarse los siguientes movimientos físicos:

- Traslado de las oficinas de la superintendencia de planta concentradora.
- Traslado de las oficinas de planeamiento, gerencia de operaciones y supervisión de minas.
- Traslado del almacén central de insumos químicos controlados a la planta concentradora.
- Traslado de las oficinas de seguridad, responsabilidad social y RRHH.

Implementación de infraestructura / obras civiles: Habiendo despejado la zona, debe realizarse las obras civiles de preparación de tierras y pavimentación cumpliendo con los requerimientos exigidos por el fabricante para garantizar la estabilidad y antivibración de los equipos. La empresa tercera contratada para esta actividad será supervisada por el área de proyectos quien dará seguimiento al cumplimiento del plan de obras. Debe garantizarse que las acciones no afecten la operación de la unidad minera por lo que debe establecerse rutas de circulación exclusiva para la maquinaria pesada requerida. Se establecerán jornadas de trabajo para el personal de la contrata.

7.1.3 Incremento de personal en áreas y estaciones de trabajo específicas

El incremento de personal se realizará en dos etapas; la primera tiene por objetivo contratar personal para las posiciones vacantes, lo cual permita operar al mismo tiempo que se realizan las actividades de ampliación de planta concentradora; mientras que la segunda tiene por objetivo contratar personal para operar con la producción proyectada.

Para la primera etapa, en primer lugar, se realizarán tres procesos de selección independientes para personal clasificado como empleado, ello implica la contratación de un jefe de guardia, un técnico metalúrgico y un supervisor de relaves, todos ellos con perfiles diferentes. En segundo lugar, se realizarán dos procesos de selección independientes para personal clasificado como obrero, ello implica la contratación de un operario de laboratorio y un operario múltiple que cubrirá la posición vacante asignada a la supervisión del proceso de flotación. Finalmente, se realizará un proceso de selección para la contratación de tres operarios múltiples, los cuales serán asignados a la supervisión del nuevo molino primario de 600 TM. Cabe señalar que estos procesos se deberán ejecutar manera inmediata a excepción del último, el cual se realizará seis meses antes de la implementación del nuevo molino, ello con el fin de que los tres operarios múltiples tengan su inducción y capacitación con la debida anticipación.

En la segunda etapa se realizará un proceso de selección para la contratación de tres operarios y técnicos para cubrir las nuevas necesidades de mantenimiento de maquinaria y equipos. Los procesos de selección antes mencionados estarán a cargo del ingeniero Ányelo Mauricio, coordinador de recursos humanos de la unidad minera. Asimismo, estos procesos deberán cumplir las siguientes etapas: (a) definición del perfil de puesto, identificando las competencias que los postulantes deberán tener, para ello se tomarán los perfiles ya existentes y las responsabilidades serán las descritas en el apéndice B; (b) convocatoria y reclutamiento, para lo cual se soportarán en la consultora con la cual ya trabajan; (c) evaluación de los

postulantes, con entrevistas personales y dinámicas grupales; (d) selección y contratación, de los postulantes con mejor desempeño; y (e) inducción y capacitación, lo que permitirá que el personal seleccionado se adapte a la compañía y a sus procedimientos.

7.1.4 Despliegue del plan estratégico integral

Las actividades relacionadas al despliegue del plan estratégico integral se ejecutan en paralelo y de manera coordinada con las actividades de los puntos anteriores a fin de soportar y asegurar una buena transición a la producción proyectada de planta concentradora. Para llevar a cabo la implementación de esta propuesta se deberá: (a) presentar el plan estratégico a toda la organización, (b) definir las estrategias asociadas a los OCP, e (c) implementar y evaluar las estrategias periódicamente. La presentación del plan estratégico es responsabilidad del gerente general y deberá estar dirigida a toda la organización. El plan estratégico propuesto tiene definidos los OCP, para los cuales la organización deberá establecer objetivos anuales, los cuales serán asignados en cascada a cada una de las áreas involucradas. Para alcanzar los OCP se definirán estrategias con la participación de los líderes y colaboradores de cada área, lo cual es fundamental. La implementación de las estrategias implica la movilización de los líderes y colaboradores de las áreas involucradas a poner en práctica las estrategias planteadas, para ello el gerente general y el gerente el área responsable de la actividad, definirán los responsables de implementar las estrategias y posteriormente hacer seguimiento de los indicadores. Por otro lado, la evaluación de las estrategias implica medir su desempeño mediante cuadros de mando integrales, ello con el fin de aplicar acciones correctivas para reducir o eliminar las desviaciones de cara a alcanzar los objetivos planteados.

7.2 Implementación

En la Figura 33 se muestra la carta Gantt para la implementación de las propuestas de solución antes descritas, las 23 actividades están distribuidas en dos etapas, la ampliación de

planta concentradora y la operación con la producción proyectada, las cuales están subdivididas por propuesta de solución. El costo aproximado para ejecutar la ampliación de la planta concentradora de 1,660 a 2,200 TMSD (+540 TMSD) es de \$ 9'388,000, los cuales se subdividen en obras civiles, obras metalmecánicas y compra de maquinaria y equipos; tal como se muestra en la Tabla 34.

Tabla 34

Costos de Implementación

Concepto	Costo (\$)
Obras civiles	6'351,000
Obras metalmecánicas	1'158,000
Maquinaria y equipos	1'879,000
Total	9,388,000

7.3 Factores Claves de Éxito

Es importante entender el plan de ejecución, así como las actividades para implementar las soluciones propuestas en este trabajo. Por otro lado, existen factores críticos de éxito para viabilizar la implementación de las propuestas de solución, los cuales están alienadas a los objetivos de la compañía y se muestran en la Tabla 35.

7.4 Conclusiones

El impacto de las alternativas propuestas para Minera Colquisiri S.A., será directamente influenciado por su correcta aplicación, en este sentido, es fundamental entender los planes de ejecución, así como las actividades recomendadas para atender las necesidades de nueva / renovación de maquinarias y equipos, distribución de áreas de la unidad minera, personal y proyección a largo plazo. Asimismo, los factores claves de éxito están orientados a la gestión y capacidades técnicas durante la implementación asegurando los resultados esperados de acuerdo al planeamiento estratégico 2021-2025.

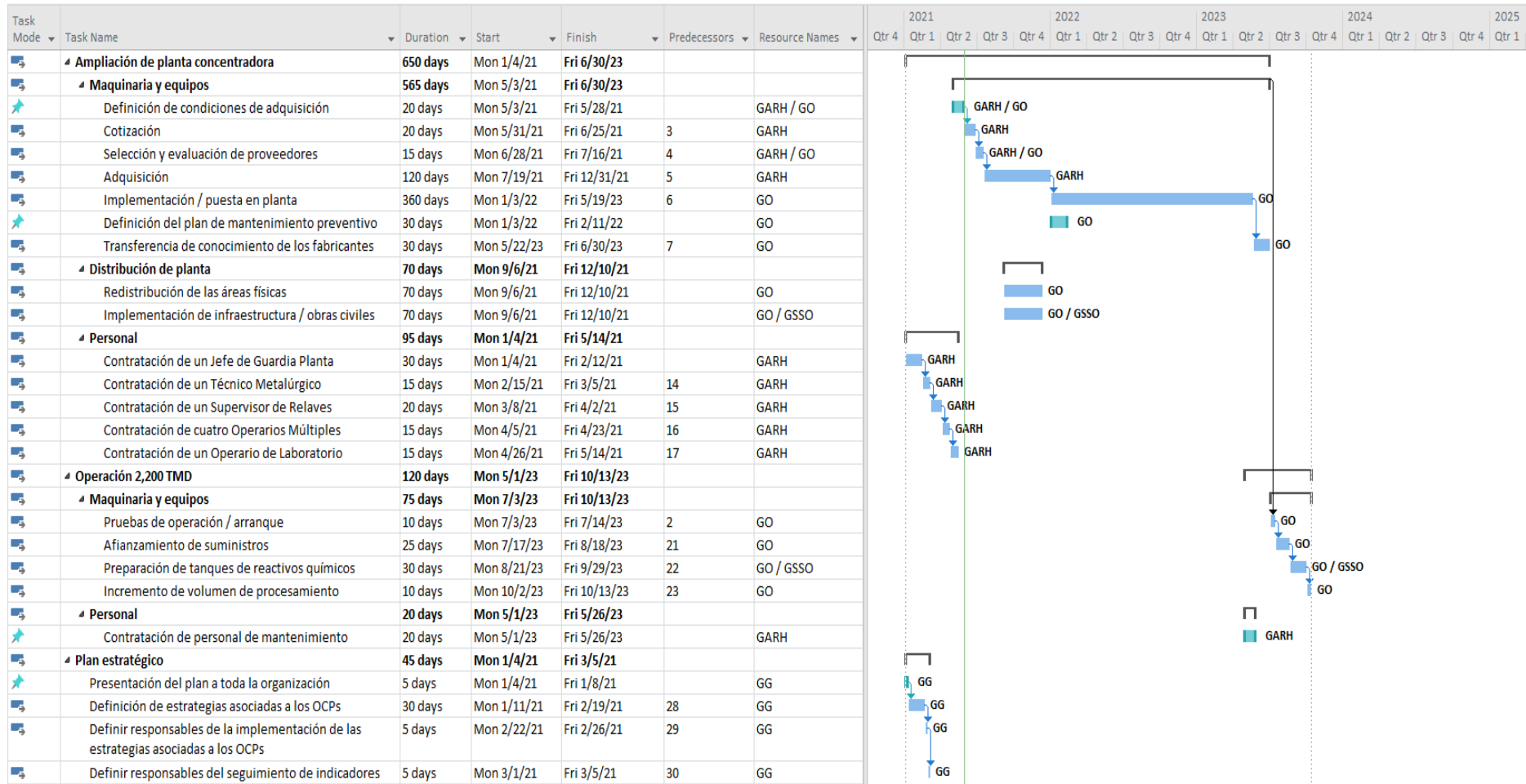


Figura 33. Gantt de implementación.

Tabla 35

Factores Claves de Éxito

	Factor clave	Descripción
1	Liderazgo del gerente general	El gerente general deberá liderar la implementación del plan estratégico, presentarlo a la organización, realizar la cascada de objetivos y hacer seguimiento de los indicadores clave.
2	Liderazgo de los gerentes y puestos clave de la organización	Es fundamental la participación de los gerentes de división así como de los puestos claves de la organización, para fomentar la participación de los colaboradores en la definición de estrategias y metas asociadas a los OCPs.
3	Compromiso de los colaboradores	El compromiso de los colaboradores es fundamental para garantizar el cumplimiento de las acciones definidas para lograr los OCPs planteados en los tiempos establecidos, y por tanto los OLPs.
4	Inversión en cambios de la distribución de áreas de la unidad minera	La ampliación escalonada de planta concentradora ha llevado a tener un <i>layout</i> inorgánico que dificulta su crecimiento, es por ello que además de invertir en maquinaria y equipos será necesario invertir en cambios del <i>layout</i> con el fin de optimizar los procesos, las condiciones de seguridad, entre otros.
5	Capacidad tecnológica	El uso de la tecnología es imprescindible si se busca asegurar la calidad de los procesos, la reducción de costos y mantener una ventaja competitiva en el sector. Particularmente, la actividad minera utiliza ampliamente la tecnología, más aún en el contexto de pandemia COVID-19.
6	Inversión en nueva maquinaria y equipos	Para incrementar la producción será necesario invertir en nueva maquinaria y equipos, con mayores capacidades y funciones que trae la nueva tecnología.
7	Manejo de costos	Con el incremento de la capacidad de producción de la planta concentradora aumentarán los costos por consumo de energía e insumos químicos utilizados en la operación. Es importante tener un adecuado control para maximizar la rentabilidad y la pronta recuperación de la inversión.
8	Gestión social y medio ambiental	Todo cambio en la unidad minera es visible para las poblaciones del área de influencia, por tanto, es importante cumplir con todos los compromisos sociales y medio ambientales, con el fin de evitar contratiempos en la operación.
9	Proceso de selección de personal maduro	Para seleccionar al personal idóneo que cumplirá las funciones de los puestos de trabajo vacantes y nuevos puestos a partir de la ampliación de planta concentradora, se requiere de un proceso de selección con etapas bien definidas y con el soporte adecuado, como por ejemplo de una consultora especializada en procesos de reclutamiento.
10	Sistema de comunicación	Es fundamental establecer canales de comunicación que permitan identificar desviaciones, incidentes y riesgos, así como identificar si el plan y las estrategias se están implementando con éxito.

Capítulo VIII: Resultados Esperados

Los resultados esperados sobre el plan de implementación detallado en el capítulo anterior, están asociados directamente con la ampliación de la operación de planta a 2,200 TMSD, tanto a nivel de maquinaria y equipos como de personal. El impacto se describe en las cuatro iniciativas elegidas: (a) Compra e implementación de nuevos de equipos, (b) implementación de cambios en la distribución de áreas de la unidad minera, (c) incremento de personal en áreas y estaciones de trabajo específicas, (d) despliegue del plan estratégico integral.

8.1 Beneficios de la Implementación o Renovación de Equipos

El beneficio esperado con el reemplazo e inclusión de nueva maquinaria es, desde la perspectiva del balance de materiales, incrementar las TMS obtenidas por cada concentrado de mineral valioso y los % recuperación. Por otro lado, bajo la perspectiva del balance metalúrgico, con las mejoras se logrará afianzar el cumplimiento de leyes de mineral acordadas con el cliente único e impactar positivamente en el precio de los metales dado que habiendo presencia de plata residual en los concentrados de cobre y plomo, la cotización del mineral aumenta. Desde la perspectiva de eficiencia de fábrica, las mejoras permiten eliminar los cuellos de botella y cumplir con el programa mensual de despachos.

8.2 Beneficios de los Cambios en la Distribución de Áreas de la Unidad Minera

El reordenamiento de la distribución de la unidad minera permitirá una reducción de los costos de fabricación como consecuencia de: (a) la disminución de los retrasos y tiempos de fabricación, (b) disminuir la cantidad de materiales en proceso, (c) incremento de la producción, (d) minimización de las necesidades de espacio, (e) uso eficiente de la maquinaria, mano de obra y los servicios, (f) facilitar los ajustes y cambios en el proceso, (g) disminuir la confusión y congestión, y (h) disminuir el riesgo de pérdida o deterioro de los materiales o su calidad. A lo largo de la cadena de valor, se garantiza la integración de todos

los factores que afectan a la distribución.

Por otro lado, bajo la perspectiva de la gestión del factor humano permite: (a) reducir los riesgos para la salud y velar por la seguridad de los trabajadores, así como (b) elevar la moral y la satisfacción de los operarios. Un factor clave en este sentido es evitar el inadecuado almacenamiento de los reactivos químicos respetándose las indicaciones detalladas en las hojas de datos de seguridad (MSDS) así como un mayor control de los bienes fiscalizados. Para el caso de reactivos peligrosos, se garantiza condiciones de manejo que minimicen la proliferación de gases tóxicos en zonas cercanas por donde circulan los colaboradores.

8.3 Beneficios del Incremento de Personal en Áreas y Estaciones de Trabajo Específicas

El incremento de personal permitirá: (a) garantizar el cumplimiento del proceso, el cual está asociado a los mecanismos para asegurar la calidad tanto del proceso como del producto final, y por ende asegurar la satisfacción de los clientes e ingresos financieros y (b) asegurar la operación de planta concentradora para la producción proyectada, garantizando la correcta supervisión en todas las etapas del proceso. El análisis de campo realizado permitió identificar demoras en el mantenimiento de equipos ante la ausencia de algún técnico u operario, ello da muestra que el personal del área de mantenimiento labora sin holguras. Los beneficios de contar con el número de colaboradores adecuado en el área de mantenimiento son: cumplir con el plan de trabajo preventivo anual de los equipos de planta concentradora; disminuir los costos de operación, considerando que los equipos tendrán mayor disponibilidad y menor número de arranques, los cuales son costosos; disminuir los costos de mantenimiento, considerando que los mantenimientos correctivos son más costosos, además de que generalmente no solucionan el problema raíz.

8.4 Beneficios del Despliegue del Plan Estratégico Integral

En entrevista con el Ingeniero Juan José Herrera Távara, gerente general, se identificó

que la compañía no cuenta con un plan estratégico actualizado a partir de la identificación de las nuevas reservas de mineral y de la nueva vida útil proyectada para la unidad minera. En tal sentido, considerando la proyección de incrementar la producción en 36%, todas las actividades de la compañía deben estar alineados a un plan estratégico a largo plazo, que tenga en cuenta todas las aristas que intervienen en un proyecto de este tipo, en otras palabras, ser la hoja de ruta para el crecimiento de la compañía a mediano y largo plazo.

Entre las principales aristas a considerar están: (a) ejecutar el plan de responsabilidad social, cumpliendo los acuerdos con las comunidades aledañas, evitando conflictos sociales que puedan afectar la operación, y proyectarse a ser una compañía eco amigable y sostenible; (b) asegurar la calidad de los procesos y del producto final mediante certificaciones en los sistemas de gestión de seguridad y salud ocupacional, sistema de calidad, y sistema antisoborno, lo cual permitirá a la compañía obtener una ventaja competitiva en el sector y garantizar la satisfacción del cliente bajo un enfoque orientado a procesos; (c) ejecutar las exploraciones y el planeamiento que permita hallar nuevos cuerpos de mineral reponiendo el mineral explotado; y (d) enfocarse en el producto estrella, el cual genera mayor valor para la compañía, logrando así un posicionamiento diferenciado en el mercado respecto al volumen de producción de concentrado de Zn. Cabe señalar que Perú ocupa el primer puesto en Latinoamérica y el segundo puesto a nivel mundial en producción de Zinc, asimismo, Minera Colquisiri S.A. ocupa en el Perú el puesto 16 en producción de Zinc, con la producción proyectada pasará a ocupar el puesto 13, respecto a los valores anuales del 2019 (MINEM, 2019b).

8.5 Conclusiones

El beneficio principal es el incremento de las TMS obtenidas de concentrado por cada tonelada de mineral extraído de mina y los porcentajes de recuperación, seguido del aseguramiento de la calidad del producto final, y por ende de la satisfacción del clientes e

ingresos financieros. Asimismo, sobresalen también el cumplimiento del programa mensual de despachos, así como las mejoras en las condiciones de seguridad, tema que es relevante para la compañía. Finalmente, el plan estratégico se plasma como una hoja de ruta para el crecimiento de la compañía a mediano y largo plazo.



Capítulo IX: Conclusiones y Recomendaciones

Este capítulo muestra las conclusiones y recomendaciones producto del Business Consulting realizado a la unidad minera María Teresa de la Minera Colquisiri S.A.

9.1 Conclusiones

- Perú tiene una buena posición en el ranking de reservas y producción de metales, razón por la cual es un país atractivo para la inversión minera extranjera. Por otro lado, la minería es el sector que más aportaciones y beneficios trae al país, casi el 10% del PBI y el 61% de las exportaciones del 2018 provienen de este sector. Estos aspectos representan una oportunidad el crecimiento de la compañía.
- El hallazgo del cuerpo de mineral denominado “Sofía D” permitirá incrementar la producción a 2,200 TMSD, aportando el 46% de la producción futura y extendiendo la vida útil del yacimiento en un tiempo no menor de 10 años, permitiendo así generar rentabilidad para los próximos años.
- La compañía ocupa el puesto 16 en el ranking peruano de producción de concentrado de zinc, el 24 en concentrado de cobre y el 27 en concentrado de plomo; el incremento de producción permitirá escalar una posición para el cobre y plomo, mientras que tres para el zinc, por tanto, sólo tiene por objetivo incrementar las ventas mas no escalar a una clasificación de gran minería.
- El problema central que afronta la compañía para incrementar la producción a 2,200 TMSD es la limitada capacidad de producción de la planta concentradora, debido a la falta de maquinaria de mayor procesamiento, a su mala distribución, a la falta de personal técnico y obrero, y a la falta de proyección a largo plazo.
- El costo aproximado para ejecutar la ampliación de la planta concentradora es de \$ 9’388,000, los cuales se subdividen en obras civiles, obras metalmecánicas y compra de maquinaria y equipos.

- No existe una mejora sustancial en la eficiencia de las operaciones de planta concentradora por el cambio de jornada laboral y sistema de trabajo.
- El estado de emergencia paralizó las actividades mineras impactando el plan de entregas acordado con el cliente. Durante la reactivación económica del sector, la compañía implementó distintos controles y medidas de bioseguridad para el personal a razón de la pandemia COVID-19, entre estas la implementación de un campamento que busca garantizar un mínimo de personal para la continuidad de las operaciones y cumplimiento con el cliente.

9.2 Recomendaciones

- Evaluar el mejor momento para incrementar la producción, debiendo realizarse cuando haya estabilidad en el mercado internacional y en el precio de los metales; atender las problemáticas identificadas a nivel interno con el fin de mejorar la productividad, reducir los costos de operación y generar mayor rentabilidad.
- La organización debe considerar que a mayor tonelaje se debe considerar un estricto control del proceso de concentración de mineral para lograr buenos resultados en el balance metalúrgico.
- Adquirir 67 equipos para reemplazo o adición en planta concentradora, por un valor aproximado de \$ 6'351,000, tomando en consideración las características técnicas propuestas.
- Implementar una nueva estación de trabajo para la supervisión del nuevo molino primario de 600 TM debido a que estará distante de los existentes según el layout propuesto.
- Reorganizar las áreas físicas de la unidad minera, incrementando el aprovechamiento del espacio total disponible, respetando la necesidad de cercanía o distancia entre los procesos, según el layout propuesto.

- Posterior al incremento de la capacidad de producción, realizar un estudio de tiempos y movimientos por puesto de trabajo, lo cual permitirá realizar los ajustes necesarios a nivel de personal para bien del proceso. Asimismo, contratar operarios y técnicos para atender las necesidades de mantenimiento de los nuevos equipos.
- Implementar el plan estratégico integral propuesto a partir de enero del año 2021 con la finalidad de garantizar una adecuada transición a la capacidad de producción proyectada, así como mejorar los procesos internos. El seguimiento del cumplimiento de los objetivos de corto plazo debería realizar haciendo uso del Balance Scorecard propuesto.
- El incremento de producción deberá realizarse sin dejar de operar, por tanto, los cambios en la distribución de áreas de la unidad minera, así como la implementación de la nueva maquinaria será de forma progresiva. Por otro lado, para afrontar la operación y el proyecto de ampliación en paralelo se deberían cubrir las posiciones vacantes.

Referencias

- Arthur F. Taggart. (2015). *Handbook of Mineral Dressing. Fourth Printing Sec. 12-Flotation*. New York, september, pp. 1-140.
- Calixto C. (2015). *Control de dilución optimizando los procesos unitarios de perforación, voladura y acarreo: caso práctico; una mina subterránea del norte*, Tesis PUCP – Lima.
- Caravedo Molinari, B. (1998). *La Responsabilidad Social de las empresas privadas en el Perú* Recuperado de <http://www.ingenieroambiental.com/4023/america%20latina,%20la%20responsabilidad%20social%20de%20las%20empresas%20en.pdf>
- Carro, R., & González Gómez, D. A. (2012). *Capacidad y distribución física*. Recuperado de http://nulan.mdp.edu.ar/1620/1/15_capacidad_distribucion.pdf
- Chura Quenta, A. J. (2018). *El proceso de formalización de la minería en el distrito de Ananea y su influencia en el desarrollo económico de la provincia de San Antonio de Putina-periodo 2015*. Recuperado de http://tesis.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/13224/Chura_Quenta_Amilcar_Jhony.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Concejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica [CONCYTEC] (2020). *Concytec presenta los resultados del estudio sobre gasto público en Ciencia, Tecnología e Innovación*. Recuperado de <https://portal.concytec.gob.pe/index.php/noticias/2134-concytec-presenta-los-resultados-del-estudio-sobre-gasto-publico-en-ciencia-tecnologia-e-innovacion>
- COVID-19: Pandemia acelerará la transformación digital de la minería en el Perú (2020, 27 de Marzo). *El Comercio*. Recuperado de <https://elcomercio.pe/economia/dia-1/mineria-covid-19-pandemia-acelerara-la-transformacion-digital-de-la-mineria-en-el-peru-pandemia-noticia/>.

- D'Alessio, F. A. (2008). *El proceso estratégico: Un enfoque de gerencia* (1ra ed.). Lima, Perú: Pearson.
- D'Alessio, F. A. (2013). *Administración de las operaciones productivas: Un enfoque en procesos para la gerencia*. Pearson.
- D'Alessio, F. A. (2015). *El proceso estratégico: Un enfoque de gerencia* (3a ed., rev.). Lima, Perú: Pearson.
- De la Cruz Lablanca I. (s.f). *Gestión de recursos humanos*. España: Aula Mentor.
- Decreto Supremo N° 014-92-EM. Texto Único Ordenado de la Ley General de Minería. Ministerio de Energía y Minas, Lima, Perú, 04 de Junio de 1992.
- Decreto Supremo N° 042-2003-EM. Diario Oficial El Peruano, Lima, Perú, 13 de Diciembre de 2003.
- Decreto Supremo N° 080-2020-PCM. Diario Oficial El Peruano, Lima, Perú, 03 de Mayo de 2020.
- Decreto Supremo N° 024-2016-EM. Diario Oficial El Peruano, Lima, Perú, 28 de Julio de 2016.
- Decreto Supremo N° 023-2017-EM. Diario Oficial El Peruano, Lima, Perú, 18 de Agosto de 2017.
- Defensoría del Pueblo (2019). *Reporte de conflictos sociales n° 188*. Recuperado de <https://www.defensoria.gob.pe/documentos/reporte-mensual-de-conflictos-sociales-n-188/>
- Entelman, R. (2005). *Teoría de conflictos*. Primera edición. España. p. 53.
- EXSA (2014). *Manual práctico de voladura*, 5° edición, Lima.
- Garay, B. D., & Noriega, M. T. (2018). *Manual para el diseño de instalaciones manufactureras y de servicios*. Fondo editorial Universidad de Lima.
- García, B. A., & García, C. R. (2007). Estudio comparativo de la introducción de aprendizaje

cooperativo en diferentes titulaciones técnicas. *Revista Iberoamericana de Educación*, 42(2), 2.

Giambanco B. (2016). *Las personas, centro de la estrategia de las organizaciones (parte I)*.

España: La Innovación Necesaria. Recuperado de

<https://www.lainnovacionnecesaria.com/las-personas-centro-de-la-estrategia-de-las-organizaciones-parte-i/>

Gonzales, N. A. G. (2017). Volatilidad de los commodities mineros y su incidencia en la economía nacional. *Quipukamayoc*, 25(48), 91-100.

Heizer, J. & Render, B. (2009). *Principios de Administración de Operaciones*. 7ª Edición.

México. Prentice Hall.

Idalberto, C. (2007). *Administración de Recursos Humanos*. México: Edición Altos, 580, 12.

Instituto Peruano de Economía [IPE] (2020). *Impacto del coronavirus en la economía peruana* (2ª Ed). Recuperado de <https://www.ipe.org.pe/portal/informe-ipe-ii-impacto-del-coronavirus-en-la-economia-peruana/>

Ishikawa K. (1997). *Introduction to Quality Control*, Tokio: 3A Corporation.

Ley N° 24656. Ley General de comunidades campesinas, Diario Oficial El Peruano, Lima, Perú, 14 de Abril de 1987.

Ley N° 26505. Ley de la inversión privada en el desarrollo de las actividades económicas en las tierras del territorio nacional y de las comunidades campesinas y nativas. Diario Oficial el Peruano, Lima, Perú, 18 de Julio de 1995.

Ley N° 26734. Ley del organismo supervisor de inversión en energía - OSINERG. Diario Oficial El Peruano, Lima, Perú, 31 de Diciembre de 1996.

Ley N° 26821. Ley Orgánica para el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales. Diario Oficial El Peruano, Lima, Perú, 26 de Junio de 1997.

Ley N° 27506. Ley de Canon. Diario Oficial el Peruano, Lima, Perú, 10 de Julio de 2001.

Ley N° 29788. Ley que modifica la ley 28258, ley de regalía minera. Diario Oficial El Peruano,

Lima, Perú, 28 de Setiembre de 2011.

Ley N° 29968. Ley de creación del servicio nacional de certificación ambiental para las inversiones sostenibles (SENACE). Diario Oficial El Peruano, Lima, Perú, 20 de Diciembre de 2012.

Mamani, L. (s.f.). *Maquinaria y equipo de construcción*. Recuperado de

<http://www.politecnico metro.edu.co/biblioteca/obrasciviles/manual-maquinaria-pesada-equipo-liviano-construccion.pdf>

Minera Colquisiri S.A. (2015). *Quienes somos*. Recuperado de

<http://www.colquisiri.com.pe/quienes-somos/>

Ministerio de Economía y Finanzas [MEF] (2019). *Informe de actualización de proyecciones macroeconómicas 2019-2022*. Recuperado de

https://www.mef.gob.pe/contenidos/pol_econ/marco_macro/IAPM_2019_2022.pdf

Ministerio de Economía y Finanzas [MEF] (2020). *Canon minero*. Recuperado de

<https://www.mef.gob.pe/es/transferencias-a-gobierno-nacional-regional-y-locales/base-legal-y-aspectos-metodologicos/canon>

Ministerio de Energía y Minas [MINEM] (2018). Boletín Estadístico Minero (Abril 2018).

Empresas mineras de talla mundial con presencia en Perú y su importancia para el país y el mundo. Recuperado de

<https://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Mineria/PUBLICACIONES/VARIABLES/2018/BEM2018FEB.PDF>

Ministerio de Energía y Minas [MINEM] (2019a). *Anuario Minero 2018*. Recuperado de

[https://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Mineria/PUBLICACIONES/ANUARIO S/2018/AM2018\(VF\).pdf](https://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Mineria/PUBLICACIONES/ANUARIO S/2018/AM2018(VF).pdf)

Ministerio de Energía y Minas [MINEM] (2019b). *Producción minera mensual 2019*.

Recuperado de

https://www.minem.gob.pe/_estadistica.php?idSector=1&idEstadistica=13273

Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo [MTPE] (2020a). *Nota de Prensa: El empleo formal en el sector privado creció 4.1% en el 2019*. Recuperado de

<https://www.gob.pe/institucion/mtpe/informes-publicaciones/454578-nota-de-prensa-el-empleo-formal-en-el-sector-privado-crecio-4-1-en-el-2019>

Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo [MTPE] (2020b), *Panorama laboral en Perú*.

Recuperado de <https://www.gob.pe/institucion/mtpe/informes-publicaciones/454574-panorama-laboral-en-el-peru-correspondiente-al-mes-de-febrero-2020>

Ministerio del Ambiente [MINAM] (2016). *Aprende a prevenir los efectos del mercurio*.

Módulo 4: Minería responsable. Recuperado de

<https://repositoriodigital.minam.gob.pe/bitstream/handle/123456789/94/BIV01762.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Ministerio del Ambiente [MINAM] (2019). *Estudio de Desempeño Ambiental 2003 - 2013*.

Recuperado de <http://www.minam.gob.pe/esda/12-3-1-politicas-y-planes-especificos-del-sector-coherencia-con-otros-planes-sectoriales-evaluacion-ambiental-estrategica/>.

Núñez Ruvalcaba, M. (2017). *Filtración con materiales localmente disponibles para remoción de sólidos suspendidos en agua de minería* (disertación doctoral). Universidad autónoma de Chihuahua. pp. 8.

Núñez Segovia, J., Godoy Garvs, J., & Pérez Pozo, L. (2016). Determinación de restricciones de capacidad de producción en proceso de obtención de cobre. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 24(ESPECIAL), 49-59.

Organismo de Evaluación Supervisor de la Inversión en Energía y Minería [OSINERGMIN]

(2017). *La industria de la minería en el Perú: 20 años de contribución al crecimiento y*

- desarrollo económico del país*. Recuperado de https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/mineria/Documentos/Publicaciones/Osinergmin-Industria-Mineria-Peru-20anios.pdf
- Ospina Delgado, J. P. (2016). *Propuesta de distribución de planta, para aumentar la productividad en una empresa metalmecánica en Ate-Lima, Perú*. Recuperado de http://repositorio.usil.edu.pe/bitstream/USIL/2470/1/2016_Ospina_Propuesta_de_distribucion_de_planta.pdf
- Ortiz, A., Jara, A. Loli, F., Delgado, E., Salinas, S., Salazar, R., ... & Aragón, Y. (2002). Flotación de minerales oxidados de plomo. *Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica*, 5(10), 34-43.
- Osterwalder, A., & Pigneur, Y. (2011). *Generación de modelos de negocio*. Barcelona: Deustos SA Ediciones.
- PCM (2019). *Reporte mensual sobre la conflictividad social en el Perú*. Recuperado de <http://www.pcm.gob.pe/wp-content/uploads/2019/05/WILLAQNIKI-04.pdf>
- Porter, M. (1985). *Competitive advantage: creating and sustaining superior performance*. NY: Free Press.
- Porter, M. (2008). *Las cinco fuerzas competitivas que le dan forma a la estrategia*. Barcelona, España: Deusto. Recuperado de https://utecno.files.wordpress.com/2014/05/las_5_fuerzas_competitivas-_michael_porter-libre.pdf
- Puma Guapisaca, G. R. (2011). *Propuesta de redistribución de planta y mejoramiento de la producción para la empresa Prefabricados del Austro (Bachelor's thesis)*. Recuperado de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1352/13/UPS-CT002292.pdf>
- Quintero, J., & Sánchez, J. (2006). La cadena de valor: Una herramienta del pensamiento estratégico. *Telos*, 8(3), 377-389.

Resolución Directoral N° 0043-2020-MINEM/DGM. Diario Oficial El Peruano, Lima, Perú, 12 de Enero de 2020.

Resolución Ministerial N° 128-2020-MINEM/DM. Diario Oficial El Peruano, Lima, Perú, 06 de Mayo de 2020.

Resolución Ministerial N° 129-2020-MINEM/DM. Diario Oficial El Peruano, Lima, Perú, 06 de Mayo de 2020.

Rivera, H. (2005). *Geología general*. Segunda edición, Lima: UNMSM.

Rodríguez Saucedo, M. B. (2004). *Léxico de la minería: estudio semántico lexicológico de la Unidad Minera de Uchucchacua*. (Tesis de Licenciatura), Universidad Mayor de San Marcos. Recuperado de http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/982/Rodriguez_sm.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Rojas, A. R. F. (2009). *Herramientas de Calidad*. Madrid: Universidad Pontificia de Comillas, ICAI-ICADE.

Rosas Quispe, E.J (2015). *Comercialización de productos minerales*. Recuperado de <https://www.monografias.com/trabajos-pdf2/comercializacion-productos-minerales/comercializacion-productos-minerales2.shtml>

Sainz Fuertes A. (1994). *La gestión de recursos humanos en la empresa*. Madrid, España: CICA I Reproducciones S.L.

Sampedro, J. L., & Sequeiros, S. (2002). *El mercado y la globalización* (103). Destino.

SENACE (2014). Decreto Supremo N° 040-2014-Em. Recuperado de <https://www.senace.gob.pe/download/senacenormativa/NAS-4-6-01-DS-040-2014-EM.pdf>

Serrano, A. M., Martínez Bernal, M. S., & Fonseca Páez, L. A. (2016). Diagnóstico y caracterización de la minería ilegal en el municipio de Sogamoso, hacia la construcción

de estrategias para la sustitución de la minería ilegal. *Tendencias*, 17(1), 104-119.

Servicio Geológico Mexicano (s.f.). *Los Minerales*. Recuperado de

<https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Minerales/Los-minerales.html>

Sociedad Nacional de Minería Petróleo y Energía [SNMPE] (2016). *Guía para la gestión de empleo local en actividades minero energéticas*. Recuperado de

<https://www.snmpe.org.pe/informes-y-publicaciones/guia-para-la-gestion-del-empleo-local-en-actividades-minero-energeticas.html>

Sociedad Nacional de Minería Petróleo y Energía [SNMPE] (2020a). *Boletín Estadístico*

Mensual Minería 04-2020. Recuperado de <https://www.snmpe.org.pe/informes-y-publicaciones/boletin-estadistico-mensual/mineria/6289-bolet%C3%ADn-estad%C3%ADstico-mensual-minero-abril-2020.html>

Sociedad Nacional de Minería Petróleo y Energía [SNMPE] (2020b). *Boletín Estadístico*

Mensual Minería 05-2020. Recuperado de <https://www.snmpe.org.pe/informes-y-publicaciones/boletin-estadistico-mensual/mineria/6331-bolet%C3%ADn-estad%C3%ADstico-mensual-minero-mayo-2020.html>

Tribunal Constitucional (2006). *Sentencia del Tribunal Constitucional*. Recuperado de

<https://www.tc.gob.pe/jurisprudencia/2006/04635-2004-AA.pdf>

Valencia, C. J. (2013). *Rediseño del sistema productivo utilizando técnicas de distribución de planta*. Universidad Nacional de Colombia, Manizales.

Apéndice A: Aspectos Generales de la Compañía

Ciclo operativo:

La empresa es un todo, y está constituida por tres columnas básicas que operan integral, coordinada y racionalmente (finanzas, operaciones y marketing), las cuales están unidas por una columna central: recursos humanos y enlazadas por una quinta área: logística. Lo expuesto se muestra en la Figura A1.

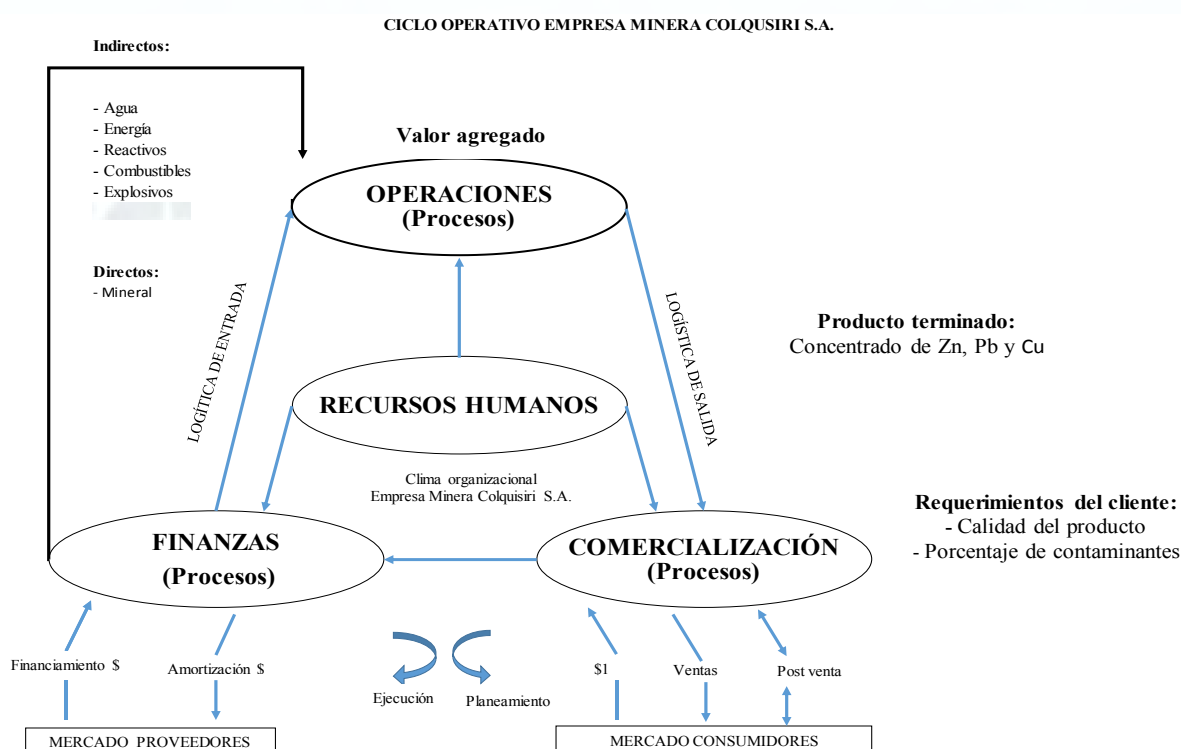


Figura A1. Ciclo Operativo

Adaptado de “Administración de las operaciones productivas”, F.A.D’ Alessio, 2013, p.7. México D. F., México: Pearson.

Diagrama entrada – proceso – salida:

El diagrama entrada-proceso-salida presentado en la Figura A2, muestra todos los componentes que forman parte del proceso con el cual se elabora el concentrado de mineral.

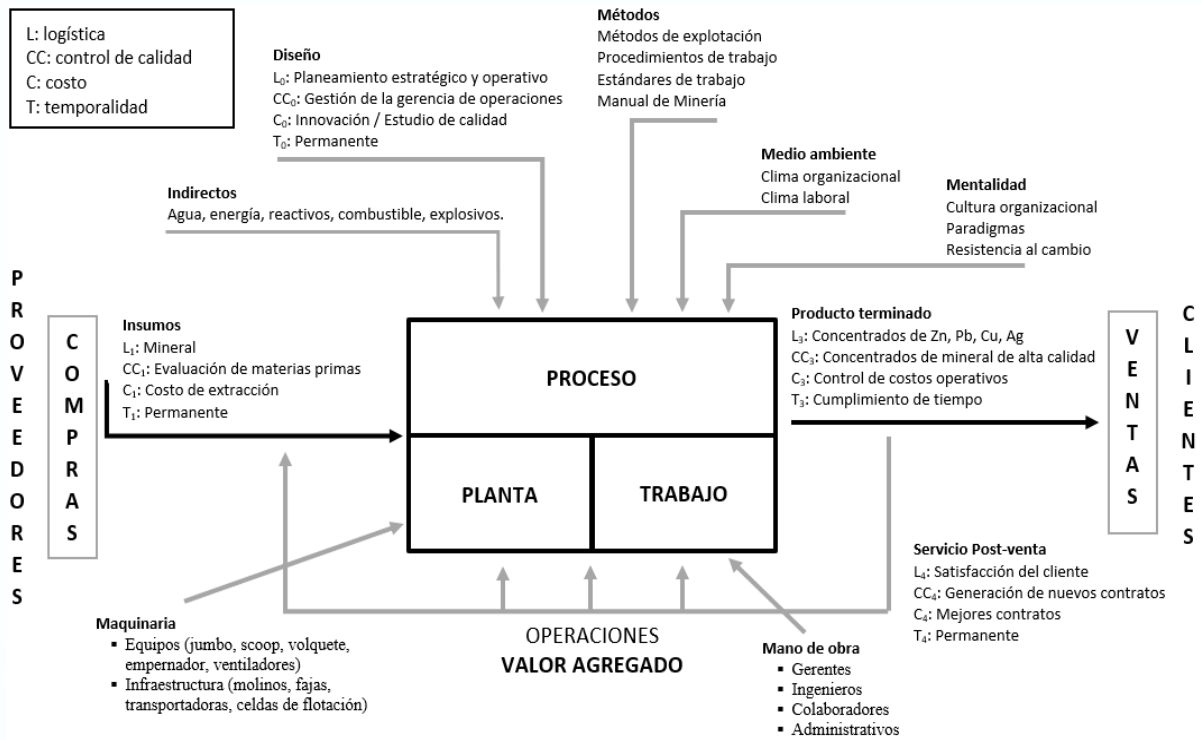


Figura A2 Diagrama de entrada-proceso-salida. Adaptado de “Administración de las operaciones productivas”, F.A.D’ Alessio, 2013, p.9. México D. F., México: Pearson.

Clasificación de las empresas según sus operaciones:

Minera Colquisiri S.A., es una empresa de producción de bienes, que a partir del mineral sulfuroso produce concentrados de zinc, cobre, plomo y plata. Según sus operaciones, se clasifica de acuerdo a la Figura A3.

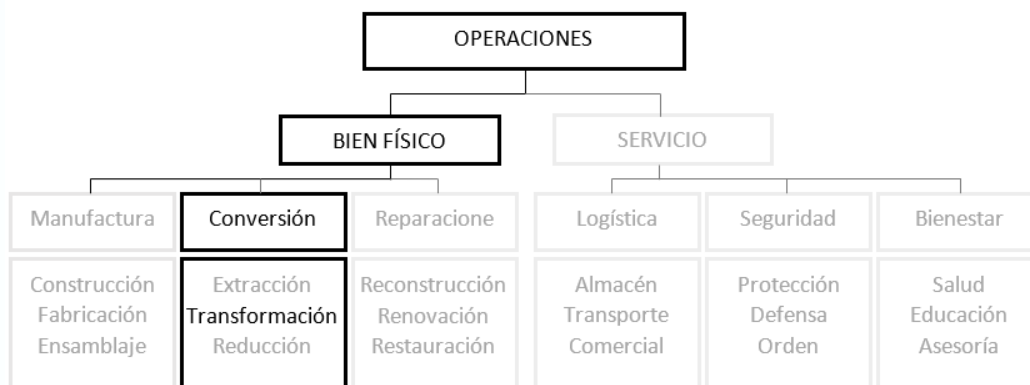


Figura A3. Clasificación de las operaciones. Adaptado de “Administración de las operaciones productivas”, F.A.D’ Alessio, 2013, p.26. México D. F., México: Pearson.

Matriz de transformación:

Luego de la extracción del mineral en mina, este sigue un proceso de transformación en planta concentradora, el cual tiene la siguiente estandarización: (a) mineral en el Stock Pile, (b) chancado, reducción de tamaño de 16" a 3/8", (c) molienda, reducción el tamaño a menos de 0,2 milímetros (d) flotación, recuperación de los minerales de Cu, Pb, Zn y Ag. (e) filtración, de concentrados hasta que estos tengan una humedad de 10%. El mineral es sometido a este proceso masivo las 24 horas del día, procesándose un total 1,660 TMS diarias. Ante lo señalado, la Tabla A1 muestra donde se ubica el proceso productivo de la compañía en la matriz de transformación.

Tabla A1

Matriz de Proceso de Transformación

Volumen de producción	(-)	TECNOLOGÍA/REPETIVIDAD	UNA VEZ	INTERMITENTE	CONTINUO (LINEA)
		ARTÍCULO ÚNICO	Proyecto		
		LOTE		Lote de trabajo	
		SERIE		Serie	
		MASIVO		Masivo	
	(+)	CONTINUO			Continuo
		(-)	Frecuencia de Producción	(+)	

Adaptado de "Administración de las operaciones productivas", F.A.D' Alessio, 2013, p.29. México D. F., México: Pearson.

Mapa de procesos:

La Figura A4 muestra los procesos estratégicos, clave y de soporte de la minera.

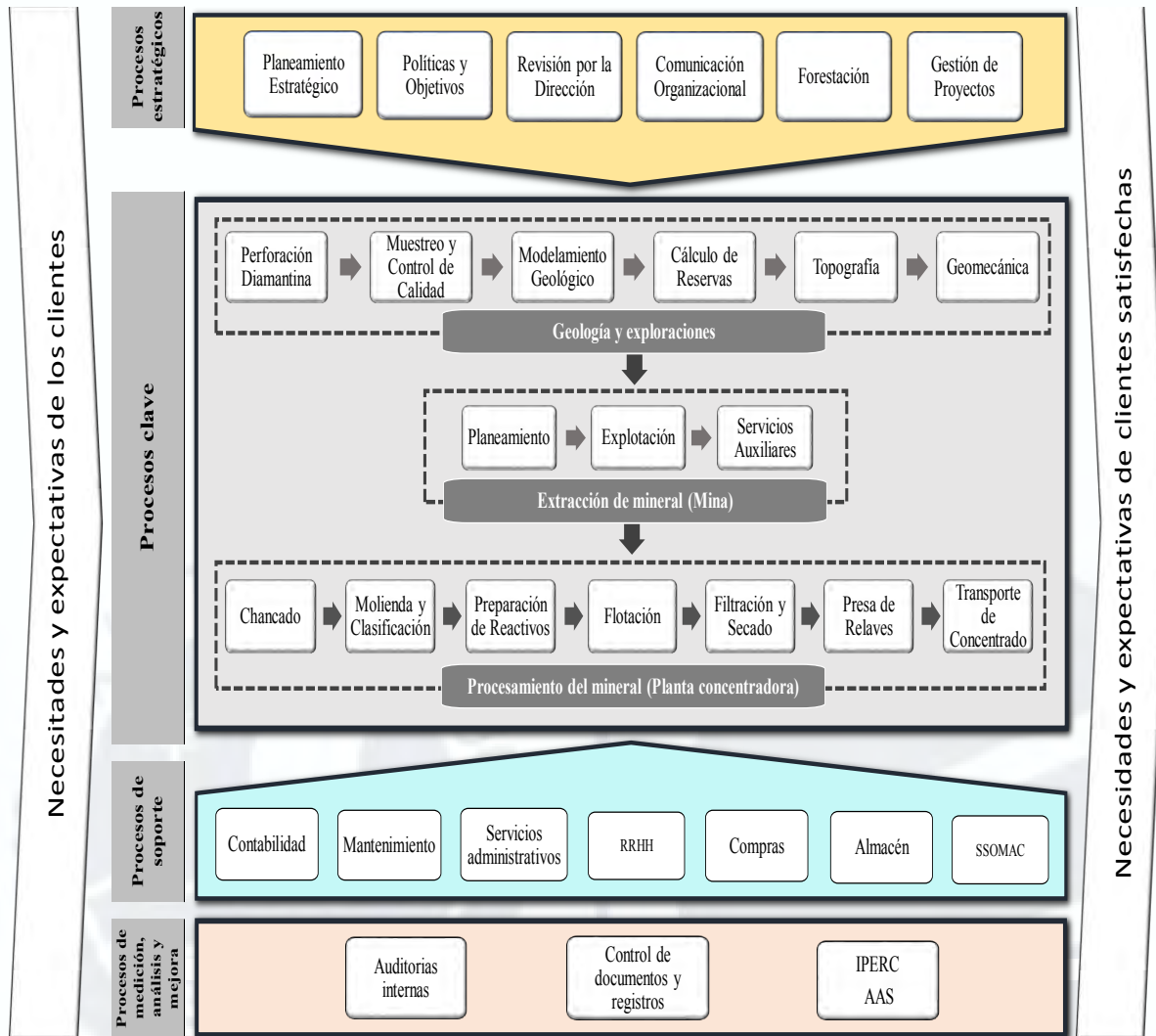


Figura A4. Mapa de procesos de la Minera Colquisiri S.A.
Adaptado de “Plan Anual de Minado 2020,” por Minera Colquisiri S.A., 2020.

Los procesos estratégicos son aquellos que establecen la dirección y manejo de la organización y están principalmente a cargo de la gerencia general y la de administración, finanzas y RRHH para los procesos de planeamiento, políticas y revisión por la dirección. Por su parte, la gerencia de medio ambiente y permisos está a cargo el proceso de forestación y la de operaciones es responsable de la gestión de proyectos.

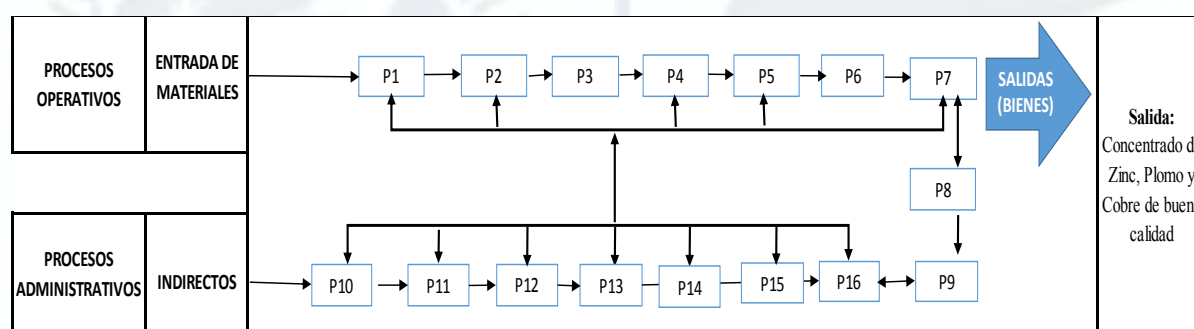
Los procesos claves o misionales se encuentran a cargo de la gerencia de operaciones y se identifican 3 macro procesos siendo estos geología y exploraciones, extracción y procesamiento de mineral, estando los dos primeros a cargo de la subgerencia de operación y planeamiento de mina y el último a cargo de la subgerencia de producción.

Los procesos de soporte brindan recursos como materiales, insumos químicos, repuestos, maquinarias, personal y servicios que se requieren para la continuidad de los procesos de transformación del mineral.

Los procesos de medición, análisis y mejora están orientados a realizar una validación por monitoreo de los lineamientos organizacionales vía la ejecución de los procesos de auditoría interna, control de documentación y registros y de seguridad y salud en el trabajo.

Frugalización de procesos:

La Figura A5 se muestra la frugalización de los procesos de la organización clasificándolos como operativos y administrativos.



PROCESO AMPLIADO / EXTENDIDO	
ENTRADA	Mineral
INDIRECTOS	Maquinarias, herramientas, agua, energía eléctrica, reactivos, combustibles, explosivos
P1	Extracción de materia prima
P2	Chancado
P3	Molienda
P4	Flotación
P5	Espesamiento y Filtrado de concentrado
P6	Almacenamiento de concentrado
P7	Transporte de concentrado
P8	Facturación
P9	Contabilidad
P10	Geología
P11	Planeamiento
P12	Logística
P13	Mantenimiento
P14	SSOMAC
P15	RRHH
P16	TI & Comunicación
SALIDA	Concentrado de Zn, Pb, y Cu de buena calidad

Figura A5. Frugalización de los procesos de la Minera Colquisiri S.A.
Adaptado de “Plan Anual de Minado 2020,” por Minera Colquisiri S.A., 2020.

Apéndice B: Funciones Principales del Personal de Planta Concentradora

Puesto	Funciones principales
Superintendente de planta concentradora	<ul style="list-style-type: none"> Planificar, organizar, dirigir y controlar el desarrollo de actividades de la PC, coordinando con las jefaturas de las diferentes áreas. Seguimiento del CAPEX, OPEX, programas de seguridad y control ambiental. Garantizar el cumplimiento de los programas de producción, mejora continua, SSMA y costos.
Asistente de superintendente PC	<ul style="list-style-type: none"> Asistir y reemplazar durante su ausencia al superintendente de planta. Seguimiento de los programas de seguridad, medio ambiente y costos. Seguimiento del buen funcionamiento de los equipos y maquinarias de la planta concentradores.
Asistente administrativo	<ul style="list-style-type: none"> Responsable del control administrativo del personal. Ejecutar las requisiciones en coordinación con la superintendencia. Supervisión del desarrollo de gestión SSOMAC.
Jefe de guardia planta	<ul style="list-style-type: none"> Responsable de la operación en planta concentradora. Responsable del cumplimiento de parámetros metalúrgicos. Responsable de la gestión con las diferentes áreas para el normal desarrollo de las operaciones.
Técnicos metalúrgicos	<ul style="list-style-type: none"> Responsable de supervisar los parámetros metalúrgicos (%Sólidos, densidad de pulpa). Apoyar en el proceso de flotación, coordinación con el Jefe de Guardia y Operador para obtener una buena eficiencia metalúrgica (grado y recuperación de valores).
Operario múltiple	<ul style="list-style-type: none"> Soportar al Jefe de Guardia en las distintas operaciones unitarias de las PC. Controlar y operar los equipos y máquinas de la sección de flotación. Cumplir con los parámetros asignados del proceso de flotación (dosificación de reactivos, nivel de pulpa, pH, entre otros). Operar las máquinas de chancado para obtener un producto final P80 igual a 3,500 um. Cumplir los estándares y procedimientos de la sección flotación y chancado.
Operario de planta	<ul style="list-style-type: none"> Asistir en las diferentes operaciones unitarias de la PC (preparación de reactivos, molienda, filtrado, entre otras). Cumplir con los diferentes parámetros de operación (concentración, densidad de pulpa, dosificación de bolas, humedad de concentrados, entre otras).
Supervisores de relaves	<ul style="list-style-type: none"> Verificar y cumplir con todo lo establecido en el estudio técnico de disposición de relave y crecimiento de las presas de relave (llenado uniforme del muro exterior y según el ángulo del talud establecido). Cumplir con los estándares y procedimiento de la operación de presa de relaves. Controlar el nivel del agua, longitud de playa y el funcionamiento de las bombas sumergibles.
Operario de equipo pesado	<ul style="list-style-type: none"> Responsable de la alimentación de mineral al chancado primario. Trasladar los reactivos del almacén a la PC. Cumplir con los estándares y procedimiento de manejo de equipos móviles (checklist del equipo).
Jefe de investigaciones metalúrgicas	<ul style="list-style-type: none"> Realizar pruebas metalúrgicas para optimizar los procesos. Fijar los parámetros de las operaciones unitarias y del proceso de flotación. Buscar alternativas de reemplazo de reactivos para bajar los costos y mejorar el proceso metalúrgico.
Analista de laboratorio	<ul style="list-style-type: none"> Controlar el consumo de aceros y reactivos, Controlar la preparación mecánica de muestras geológicas y planta. Controlar la preparación de reactivos de flotación. Determinar el porcentaje de humedad del mineral y concentrados.
Operario de laboratorio	<ul style="list-style-type: none"> Realizar análisis granulométrico de cabeza, relave bulk y relave general. Preparación de muestras para remitir a SGS para su respectivo análisis químico. Realizar muestreos programados con su jefe inmediato. Determinar la humedad de las muestras de cabeza y despacho de concentrados. Seguimiento de la toma de muestras del courier y cortadores.
Ayudante de laboratorio	<ul style="list-style-type: none"> Asistir en la preparación de muestras de mineral de geología y PC. Realizar muestreos en planta indicados por su jefe inmediato.
Metalurgista Junior	<ul style="list-style-type: none"> Reemplazar en su ausencia al jefe de investigaciones metalúrgicas. Asegurar la continuidad de la investigación metalúrgica que se está ejecutando. Hacer seguimiento de los parámetros de operación del proceso metalúrgico.

Apéndice C: Matrices Complementarias – Planeamiento Estratégico

Intereses Organizacionales de Minera Colquisiri S.A. En la Tabla C1 se muestra la matriz de intereses de la organización, los cuales son fines enfocados a largo plazo que se intentan alcanzar para tener éxito en la industria donde compete.

Tabla C1

Matriz de Intereses de la Organización (MIO)

Interés Organizacional	Vital	Mayores	Periférico
Aumento del volumen de producción de minerales como Zn, Ag y Pb, buscando la excelencia operativa.	(+) Accionistas Minera Colquisiri	(+) Gobierno (+) Comunidad (+) Medio Ambiente	(-) Competidores
Aumentar la rentabilidad	(+) Accionistas Minera Colquisiri	(+) Gobierno (+) Comunidad (+) Medio Ambiente	
Cero accidentes mortales, y prevención de incidentes / accidentes.	(+) Minera Colquisiri	(+) Comunidades vinculadas	
Prevenir la contaminación ambiental reduciendo el número de accidentes ambientales	(+) Minera Colquisiri	(+) Comunidades vinculadas	
Óptima relación con las comunidades vinculadas		(+) Minera Colquisiri	(-) Competidores

Matriz Posición Estratégica y Evaluación de la Acción (MPEYEA). Esta matriz es un instrumento importante dentro de la formulación de alternativas estratégicas viables, permite identificar las estrategias más adecuadas para una organización en base a una representación gráfica de cuadrantes que están en función a factores internos como fortaleza financiera y ventajas competitivas y a factores externos tales como la estabilidad del ambiente y la fuerza de la industria.

Factores a Considerar Matriz PEYEA.

En la Tabla C2 se observa la matriz de calificación de los factores determinantes del ítem Fortaleza financiera (FF), la cual tiene como promedio ponderado 3.1 y se destaca como puntaje alto la liquidez.

Tabla C2

Fortaleza Financiera (FF)

Fortaleza Financiera (FF)									Puntaje	
Retorno de la inversión	Bajo	0	1	2	3	4	5	6	Alto	3
Apalancamiento	Desbalanceado	0	1	2	3	4	5	6	Balanceado	1
Liquidez	Desbalanceada	0	1	2	3	4	5	6	Sólida	5
Capital requerido vs. Capital disponible	Alto	0	1	2	3	4	5	6	Bajo	4
Flujo de caja	Bajo	0	1	2	3	4	5	6	Alto	4
Facilidad de salida del mercado	Difícil	0	1	2	3	4	5	6	Fácil	3
Rotación de inventarios	Lento	0	1	2	3	4	5	6	Rápido	2
									Promedio	3.1

En la Tabla C3 se observa la matriz de calificación de los factores determinantes del ítem Ventaja Competitiva (VC), la cual tiene como promedio ponderado -3.2 y se destacan como puntaje alto la lealtad del consumidor, la calidad del producto y como puntaje más bajo la utilización de la capacidad de los competidores.

Tabla C3

Ventaja Competitiva (VC)

Ventaja Competitiva (VC)									Puntaje	
Participación de mercado	Pequeña	0	1	2	3	4	5	6	Grande	2
Calidad del producto	Inferior	0	1	2	3	4	5	6	Superior	5
Lealtad del consumidor	Baja	0	1	2	3	4	5	6	Alta	6
Utilización de la capacidad de los competidores	Baja	0	1	2	3	4	5	6	Alta	1
Conocimiento tecnológico	Bajo	0	1	2	3	4	5	6	Alto	2
									Promedio	3.2

En la Tabla C4 se observa la matriz de calificación de los factores determinantes del ítem Estabilidad del Entorno (EE), la cual tiene como promedio ponderado -2.6 y se destaca como puntajes altos las barreras de entrada al mercado y la rivalidad / presión competitiva, y como puntaje más bajo los cambios tecnológicos.

Tabla C4

Estabilidad del Entorno (EE)

Estabilidad del Entorno (EE)									Puntaje	
Cambios tecnológicos	Muchos	0	1	2	3	4	5	6	Pocos	1
Tasa de inflación	Alta	0	1	2	3	4	5	6	Baja	2
Variabilidad de la demanda	Grande	0	1	2	3	4	5	6	Pequeña	2
Barreras de entrada al mercado	Pocas	0	1	2	3	4	5	6	Muchas	4
Rivalidad/presión competitiva	Alta	0	1	2	3	4	5	6	Baja	4
									Promedio	2.6

En la Tabla C5 se observa la matriz de calificación de los factores determinantes del ítem Fortaleza de la Industria (FI), la cual tiene como promedio ponderado 4.5 y se destaca como puntajes altos el potencial de crecimiento, de utilidades, la utilización de recursos y la intensidad de capital, y como puntaje bajo la estabilidad financiera.

Tabla C5.

Fortaleza de la Industria (FI)

Fortaleza de la Industria (FI)												Puntaje				
Potencial crecimiento	Bajo	0	1	2	3	4	5	6	Alto							5
Potencial de utilidades	Bajo	0	1	2	3	4	5	6	Alto							5
Estabilidad financiera	Baja	0	1	2	3	4	5	6	Alta							3
Conocimiento tecnológico	Simple	0	1	2	3	4	5	6	Complejo							4
Utilización de recursos	Ineficiente	0	1	2	3	4	5	6	Eficiente							5
Intensidad de capital	Baja	0	1	2	3	4	5	6	Alta							5
Promedio												4.5				

Para la empresa en análisis, la MPEYEA según se muestra en la Figura C1 sugiere tener una posición agresiva, de acuerdo a ello se plantean las siguientes estrategias:

Liderazgo en costos, mediante:

- Rediseño de planta concentradora, optimizando la utilización de espacios logrando instalaciones eficientes
- Reducción de costos en temas de HHEE, redefiniendo la duración de la jornada laboral y la modalidad de trabajo.
- Control estricto de los costos.

Matriz Boston Consulting Group (MBCG). Esta matriz coloca los diferentes productos de Minera Colquisiri S.A. dentro de un cuadro de cuatro celdas en función de la parte relativa del mercado que cada una de estas ocupa en relación al competidor líder del rubro, identificando en qué productos invertir, desinvertir o incluso abandonar.

Para la elaboración de la matriz se tomó en cuenta lo siguiente:

- La producción minera peruana registró en el 2019 un crecimiento de 4.3% por la entrada de nuevos proyectos a su etapa de producción comercial como Toquepala, Shahuindo y Marcona, estimó la consultora Maximixe.
- Según el MINEM (2018), durante dicho periodo, la compañía obtuvo una producción de concentrados (Zn, Pb, Cu) de 30,294 TMF con un incremento del 44.39% con respecto al año 2017 (20,981 TMF). Esto se debe a los incrementos en la producción de concentrados de cobre (+54.79%), zinc (+49.35%) y plomo (+18.26%) en el año 2018 gracias a mayores leyes de cabeza respecto del 2017. Además, se destaca el incremento de la producción de plata (+1.83% Kg.f), 2018 vs. 2017 (ver Figura 2).

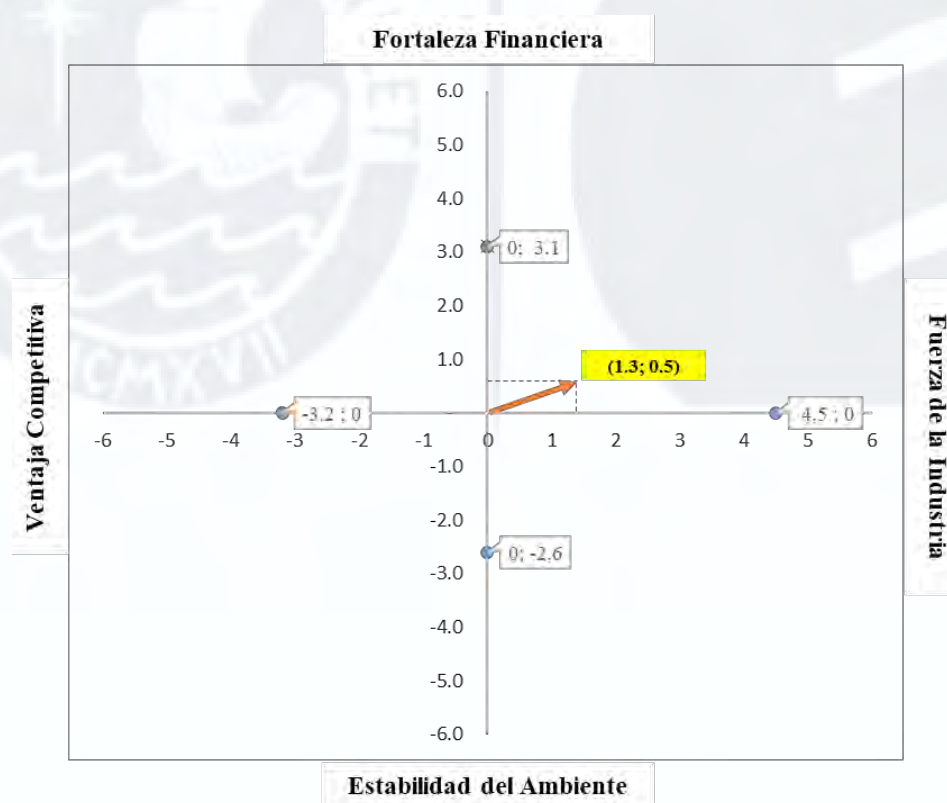


Figura C1. Matriz Posición Estratégica y Evaluación de la Acción (MPEYEA).

En la Tabla C6 se muestra los valores asociados a los productos que permitirán elaborar la MBCG.

Tabla C6

Cálculos para la Elaboración de la MBCG

Productos	Ventas	Proporción cartera/negocio	Ventas líder competidor	Ventas sector año 2019	Ventas sector año 2018	Tasa crecimiento de la industria	Cuota mercado relativa
Concentrado de Zinc	27,479	78.28%	409,508	1,404,382	1,474,383	- 1.05 %	1.96 %
Concentrado de cobre	4,588	13.07%	434,023	2,455,440	2,437,035	+ 0.993	0.19 %
Concentrado de plomo	3,038	8.65%	27,054	308,116	289,123	+ 0.938	0.99 %
Concentrado de plata	36.11	0.0010%	364.896	3,860.306	4,160.162	- 1.078	0.94 %
Totales	35,141	100%	870,950	4,171,798	4,204,701.16	+ 1.01 %	

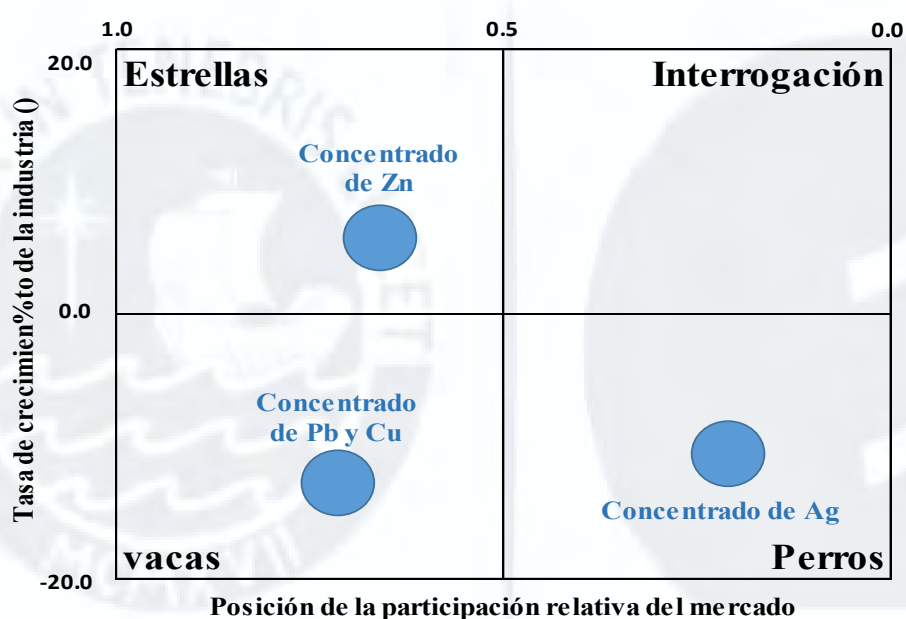


Figura C2. Matriz Boston Consulting Group (MBCG)

De acuerdo a la ubicación de los productos en la Figura C2 matriz MBCG, se tiene el siguiente análisis:

La línea de negocio de venta de concentrado de Zn se encuentra en una posición de “estrella”, con una buena participación de mercado, parcialmente desacelerado por la coyuntura mediática de rechazo a la actividad minera en el país, y una buena proyección de crecimiento de la industria. Por otro lado, la línea de negocio de venta de concentrado de Pb y Cu se encuentran en una posición “vacas”, por presentar una participación en el mercado alta con un reducido crecimiento de la industria y por último, la línea de negocio de venta de

concentrado de Ag se encuentra en una posición “perros”, desfavorecida por una reducida participación en el mercado y una lenta tasa de crecimiento de la industria. Las estrategias en términos macro aplicables a cualquiera de las líneas de negocio son:

- Incrementar el portafolio de clientes estableciendo un enfoque en algunas líneas de negocio por zonas geográficas (Ej. Zn en China).
- Reducción de costos en el proceso de concentrado de plomo y cobre, optimizando el % de recuperación durante la etapa de flotación de mineral haciendo uso de químicos más eficaces.
- Cosechar los resultados de la línea de negocio de Zinc que es la más importante.
- Conservar la cuota de mercado, mediante la implementación de un plan de explotación agresivo.
- Implementar soluciones tecnológicas en los procesos de chancado y molienda que permitan en tiempo real tener información centralizada sobre productividad.
- Establecer alianza estratégicas con entres reguladores, a fin de actualizar la normativa aplicable tratando de consolidar los lineamientos aplicables en regulaciones más estructuradas y de mayor alcance.
- Incrementar la productividad de planta concentradora al realizar el cambio de la máquina actual que es un cuello de botella para el proceso.
- Establecer un plan de explotación agresivo.
- Gestionar contratos a futuro con cliente único.
- Implementar teleoperación.
- Impulsar el futuro cero carbono.
- Implementar sistema de gestión de calidad 9001:2015 (Gestión de riesgos y enfoque basado en procesos).

Debe considerarse que dependiendo de la situación actual de cada línea de negocio, se dará mayor o menor énfasis a las estrategias planteadas.

Matriz Interna Externa (MIE). Esta matriz permite la formulación de estrategias en función de la posición en la que recae el sector, establece básicamente tres posturas: crecer y construir, retener y mantener y cosechar y desinvertir, cada una de ellas considerada óptima en función de la situación interna y externa.

Se divide en nueve celdas en función de la posición interna y la situación del entorno en el que se desenvuelve el sector. En este sentido, la MIE utiliza como principales indicadores los valores ponderados de auditorías internas y externas. Para el caso de Minera Colquisiri S.A., la Figura C3 indica que se encuentra en el V cuadrante, debido a una posición media tanto interna como externa. De acuerdo a este cuadrante, se debe retener y mantener por lo que se sugiere mantener la extracción de metales entre 1,660 y 2,200 TMSD siendo cautos en la intensidad de extracción y evaluando periódicamente las leyes y variaciones de los metales. Las estrategias a desarrollar son:

- Establecer plan de explotación agresivo
- Definir políticas de gestión de clientes
- Incrementar la productividad de planta concentradora

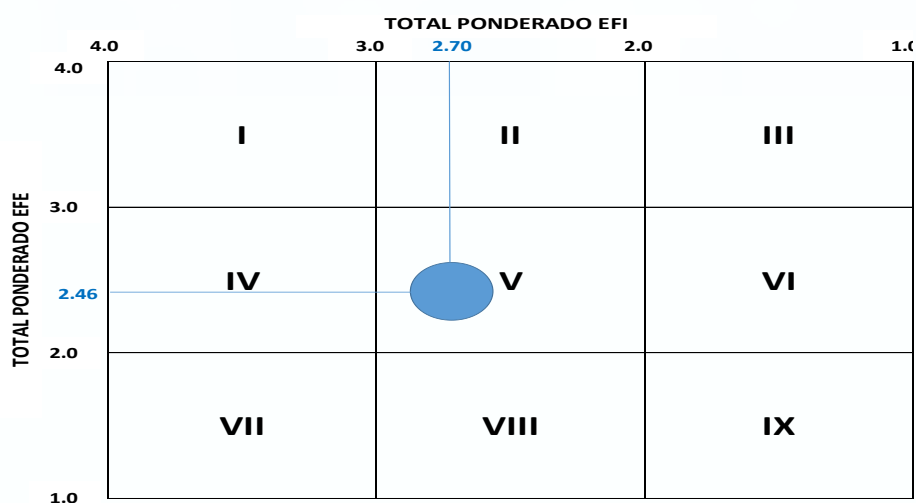


Figura C3. Matriz Interna Externa (MIE).

Matriz Gran Estrategia (MGE). Esta matriz ayuda a realizar una mejor selección de las estrategias para la organización, considerando como fines del negocio el crecimiento o expansión, y lograr un posicionamiento competitivo. (D'Alessio, 2008). Tal como se observa en la Figura C4, el vector se encuentra en el segundo cuadrante, por lo que las estrategias propuestas son:

- Ampliar portafolio de clientes
- Incrementar la productividad de planta concentradora
- Implementar teleoperación
- Implementar un plan de explotación agresivo.
- Alianzas estratégicas con entes reguladores.
- Gestionar contratos a futuro con cliente único.
- Impulsar un futuro cero carbono.



Figura C4. Matriz Gran Estrategia (MGE)

Matriz de Decisión Estratégica (MDE). Esta matriz tiene como objetivo identificar las estrategias retenidas y las estrategias de contingencia. D'Alessio (2008) establece que a partir de las matrices FODA, PEYEA, BCG, IE, y GE se configura la conocida matriz de decisión, con el fin de clasificar las estrategias en retenidas y de contingencia. Se considera como estrategia retenidas a aquellas que tienen una frecuencia de aparición mayor a tres dentro de las cinco matrices anteriormente mencionadas; las estrategias que tengan una frecuencia menor se consideran como de contingencia. La Tabla C7 muestra a detalle esta matriz para Minera Colquisiri S.A.

Tabla C7

Matriz de Decisión Estratégica (MDE)

ESTRATEGIAS	FODA	PEYEA	BCG	IE	GE	TOTAL
Establecer plan de explotación agresivo (F1, F4, O1, O4, F5)	X		X	X	X	4
Implementar mejoras de automatización en el ERP que favorezcan a la cadena de suministro (extranet de proveedores) (F2, F4, F3, O3, F5)	X					1
Implementar programa de formación o especialización del personal obrero de la zona (F3, F4, O2)	X					1
Convenios con empresas de tecnología para su impulso en el sector y en la empresa (F4, O3)	X					1
Implementar teleoperación (D4, D5, A4)	X		X		X	3
Establecer alianzas estratégicas con entes reguladores (F2, F4, A2, A3)	X		X		X	3
Ampliar portafolio de clientes (D1, O1, O4, A1)	X		X		X	3
Incrementar la productividad de planta concentradora (D2, D3, O3)	X		X	X	X	4
Impulsar un futuro cero carbono (D2, D3, A2, A3)	X		X		X	3
Gestionar contratos a futuro con cliente único (F1, F4, F5, A1, A4)	X		X		X	3
Gestionar programa integral de salud para el personal obrero (D5, O2)	X					1
Rediseño de planta concentradora, optimizando la utilización de espacios logrando instalaciones eficientes.		X				1
Reducción de costos en temas de HHEE.		X				1
Control estricto de los costos		X				1
Definir políticas de gestión de clientes.				X		1
Implementar soluciones tecnológicas en los procesos de chancado y molienda que permitan en tiempo real tener información centralizada sobre productividad.			X			1
Reducción de costos en el proceso de concentrado de Pb y Cu, optimizando el % de recuperación durante la etapa de flotación de mineral haciendo uso de químicos mas eficaces.			X			1
Cosechar los resultados de la línea de negocio de Zn que es la más importante.			X			1
Implementar sistema de gestión de calidad 9001:2015.			X			1

Matriz Cuantitativa de Planeamiento Estratégico (MCPE). Esta matriz es una técnica utilizada para determinar el atractivo relativo de las estrategias. Esta técnica indica en forma objetiva cuales son las mejores estrategias alternativas. De acuerdo a la MCPE (Tabla C8) se establecen como estrategias retenidas las mismas que se identificaron en la matriz MDE, siendo estas:

- Establecer plan de explotación agresivo
- Establecer alianzas estratégicas con entes reguladores
- Ampliar portafolio de clientes
- Incrementar la productividad de planta concentradora
- Impulsar un futuro cero carbono
- Implementar teleoperación
- Gestionar contratos a futuro con cliente único

Matriz de Rumelt (MR). Una vez calificadas las estrategias retenidas de acuerdo a su atractividad en la MCPE, se filtrarán haciendo uso de cuatro criterios propuestos por Rumelt según se muestra en la Tabla C9. Este filtro final para las estrategias retenidas permitirá seleccionar aquellas que pasen todas las pruebas o criterios.

Los cuatro parámetros que considera la matriz son: consistencia, consonancia, factibilidad, y ventaja (D'Alessio, 2008). Respecto a la consistencia, el objetivo es que las estrategias seleccionadas no generen contradicción entre sí de manera que se pueda lograr una estrategia acorde con los valores, políticas, visión, y misión de la organización. Por su parte al evaluar consonancia se busca demostrar que las estrategias tienen capacidad de adaptarse al entorno externo, y sus variaciones súbitas, así como a los cambios que se puedan presentar de manera interna, es decir mostrar flexibilidad.

Tabla C8

Matriz Cuantitativa de Planeamiento Estratégico (MCPE)

	Peso	1. Establecer plan de explotación agresivo	2. Establecer alianzas estratégicas con entes reguladores	3. Ampliar portafolio de clientes	4. Incrementar la productividad de planta concentradora	5. Impulsar un futuro cero carbono	6. Implementar teleoperación	7. Gestionar contratos a futuro con cliente único							
OPORTUNIDADES															
Posicionamiento mundial del Perú en producción de metales	0.16	4	0.64	4	0.64	4	0.64	3	0.48	3	0.48	2	0.32	3	0.48
Ausencia de conflictos sociales (activos o latentes) con comunidades aledañas	0.10	2	0.20	4	0.40	2	0.20	2	0.20	4	0.40	2	0.20	1	0.10
Aceleración de la transformación digital por la pandemia COVID-19 (automatización y robótica)	0.10	3	0.30	2	0.20	1	0.10	3	0.30	3	0.30	4	0.40	2	0.20
Reservas de mineral atractivas para la inversión privada	0.12	4	0.48	3	0.36	4	0.48	3	0.36	1	0.12	1	0.12	3	0.36
AMENAZAS															
Volatilidad del precio de los metales	0.19	3	0.57	1	0.19	4	0.76	3	0.57	1	0.19	2	0.38	4	0.76
Gestión del sector burocrática	0.09	1	0.09	4	0.36	1	0.09	1	0.09	2	0.18	1	0.09	1	0.09
Leyes y/o normas desactualizadas	0.09	1	0.09	4	0.36	1	0.09	1	0.09	3	0.27	1	0.09	1	0.09
Actividad económica de China detenida por la pandemia COVID-19	0.15	2	0.30	2	0.30	3	0.45	2	0.30	1	0.15	2	0.30	4	0.60
FORTALEZAS															
Buena reputación comercial	0.14	2	0.28	4	0.56	4	0.56	2	0.28	3	0.42	2	0.28	4	0.56
ERP hecho a medida	0.05	2	0.10	2	0.10	1	0.05	3	0.15	1	0.05	4	0.20	1	0.05
Políticas de retención del talento	0.10	2	0.20	3	0.30	1	0.10	3	0.30	3	0.30	4	0.40	1	0.10
Apoyo de directivos y accionistas a la gerencia general	0.14	4	0.56	3	0.42	3	0.42	3	0.42	4	0.56	4	0.56	4	0.56
Espalda financiera sólida.	0.12	4	0.48	1	0.12	4	0.48	4	0.48	3	0.36	3	0.36	2	0.24
DEBILIDADES															
Cliente único	0.13	3	0.39	1	0.13	4	0.52	3	0.39	3	0.39	1	0.13	4	0.52
Antigüedad y limitada capacidad de equipos	0.12	2	0.24	2	0.24	1	0.12	4	0.48	4	0.48	4	0.48	2	0.24
Mala distribución de planta concentradora	0.08	1	0.08	1	0.08	1	0.08	3	0.24	3	0.24	3	0.24	1	0.08
Tiempo efectivo laboral reducido en planta concentradora	0.07	3	0.21	3	0.21	1	0.07	3	0.21	1	0.07	4	0.28	1	0.07
Alto porcentaje de ausentismo laboral	0.05	3	0.15	2	0.10	1	0.05	2	0.10	1	0.05	4	0.20	1	0.05
TOTAL			5.36		5.07		5.26		5.44		5.01		5.03		5.15

Tabla C9

Matriz de Rumelt (MR)

Estrategias Específicas	Pruebas				
	Consistencia	Consonancia	Ventaja	Factibilidad	Se acepta
PENETRACIÓN DE MERCADO					
Establecer plan de explotación agresivo	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Incrementar la productividad de planta concentradora	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
DESARROLLO DE MERCADOS					
Ampliar portafolio de clientes	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
INTEGRACIÓN HORIZONTAL					
Establecer alianzas estratégicas con entes reguladores	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Impulsar un futuro cero carbono	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Implementar teleoperación.	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Gestionar contratos a futuro con cliente único.	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí

Matriz de Ética (ME). Esta matriz, la cual se muestra en la Tabla C10, busca ser un filtro complementario en el que se valide que las estrategias planteadas no tienen impacto negativo en la sociedad y el medio ambiente.

Tabla C10

Matriz de Ética (ME)

Aspecto relacionado \ Estrategias retenidas	1. Establecer plan de explotación agresivo	2. Establecer alianzas estratégicas con entes reguladores	3. Ampliar portafolio de clientes	4. Incrementar la productividad de planta concentradora	5. Impulsar un futuro cero carbono	6. Implementar teleoperación	7. Gestionar contratos a futuro con cliente único
DERECHOS							
1. Impacto en el Derecho a la vida	N	N	N	N	P	P	N
2. Impacto en el derecho a la Propiedad	N	N	N	N	N	N	N
3. Impacto en el derecho de libre pensamiento	N	N	N	N	N	N	N
4. Impacto en el derecho de la privacidad	N	N	N	N	N	N	N
5. Impacto en el derecho de la libertad de consciencia	N	N	N	N	N	N	N
6. Impacto en el derecho de hablar libremente	N	N	N	N	N	N	N
7. Impacto en el derecho al debido proceso	N	P	N	N	N	N	N
JUSTICIA							
1. Impacto en la Distribución	N	N	N	N	N	N	N
2. Impacto en la Administración	N	N	N	N	J	N	N
3. Impacto en la Compensación	N	N	N	N	J	N	N
UTILITARISMO							
1. Fines y Resultados estratégicos	E	N	E	E	N	N	E
2. Medios estratégicos empleados	N	E	N	N	E	E	N
Se acepta	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

Abreviaciones

BCRP: Banco Central de Reservas del Perú

CONCYTEC: Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica

DMZ: Demilitarized Zone, Zona Desmilitarizada

ECA: Estándares de Calidad Ambiental

ERP: Enterprise Resource Planning

GRA: Gráfico de Relación de Actividades

IDH: Índice de Desarrollo Humano

IoT: Internet of Things, Internet de las Cosas

IPE: Instituto Peruano de Economía

Kg.f: Kilogramos Finos

LME: Bolsa de Metales de Londres

MBCG: Matriz Boston Consulting Group

MCPE: Matriz Cuantitativa de Planeamiento Estratégico

MDE: Matriz de Decisión Estratégica

ME: Matriz de Ética

MEF: Ministerio de Economía y Finanzas

MEFE: Matriz de Evaluación de Factores Externos

MEFI: Matriz de Evaluación de Factores Interno

MFODA: Matriz de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas

MGE: Matriz Gran Estrategia

MIE: Matriz Interna Externa

MINAM: Ministerio del Ambiente

MINEM: Ministerio de Energía y Minas

MPEYEA: Matriz Posición Estratégica y Evaluación de la Acción

MPLS: Multiprotocol Label Switching, Red de Datos de alta velocidad

MR: Matriz de Rumelt

MTPE: Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo

SIICEX: Sistema Integrado de Información de Comercio Exterior

TMF: Toneladas Métricas Finas

TMSD: Toneladas Métricas Secas Diarias

OEFA: Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

OCP: Objetivos a Corto Plazo

OLP: Objetivos a Largo Plazo

OMS: Organización Mundial de la Salud

OSINERGMIN: Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería

PBI: Producto Bruto Interno

PNUD: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

RSE: Responsabilidad Social Empresarial

SCTR: Seguro Complementario de trabajo de riesgo

SEAL: Sistema de Evaluación Ambiental en Línea

SEIA: Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental

SENACE: Servicio Nacional de Certificación Ambiental para las Inversiones Sostenibles

SGSD: Secretaría de la Gestión Social y Diálogo

SNMPE: Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía

SSOMAC: Seguridad, Salud Ocupacional, Medio Ambiente y Calidad

SUNAFIL: Superintendencia Nacional de Fiscalización Laboral

SUNAT: Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria

SLP: System layout planning

TC: Tribunal Constitucional

TI: Tecnologías de la Información

TIC: Tecnologías de la Información y Comunicaciones

TM: Toneladas Métricas / Toneladas Métricas Húmedas

TMD: Toneladas Métricas Diarias / Toneladas Métricas Húmedas Diarias

TMS: Toneladas Métrica Secas

UHF: Ultra High Frequency

VC: Valor Compartido

\$/t: Dólares por Tonelada

Feedback: Retroalimentación

Layout: Disposición

Trader: Inversor que opera en los mercados financieros para obtener beneficios

Blast holes: Agujero generado por explosión