

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



PONTIFICIA
**UNIVERSIDAD
CATÓLICA**
DEL PERÚ

Análisis y mejora de procesos en la planta de producción de una empresa minera de concentrado de cobre.

Tesis para optar el Título de Ingeniero Industrial, que presenta el bachiller:

Félix Robert Valdivia Rivera

ASESOR: José Rau

Lima, agosto del 2016

RESUMEN

La presente tesis trata sobre la mejora de procesos en la planta de producción de una empresa minera de concentrado de cobre, y se centra en las áreas previas a los circuitos de producción que son: Balanza, cancha de minerales y circuito de chancado; con la finalidad de optimizar y reducir costos en los procesos inherentes a dichas áreas, incrementando así el ingreso por procesamiento de mineral.

En el primer capítulo se trata toda la teoría necesaria para definir, comprender, analizar y proponer mejoras factibles a los procesos en estudio. Seguidamente en el segundo capítulo se muestra un resumen de la actividad general de la empresa y una descripción de los procesos en estudio: Balanza, cancha de minerales y circuito de chancado. Por consiguiente en el tercer capítulo se realiza un análisis, detallado y profundo, de la situación actual de los procesos en estudio; y finalmente se determina el diagnóstico de cada proceso analizado, identificando así los puntos críticos a mejorar.

En el cuarto capítulo se plantean las propuestas de mejora en función a los puntos críticos identificados en el diagnóstico de cada área de estudio, además cada propuesta va acompañada de su respectiva justificación e impacto en el proceso.

En el quinto capítulo se evalúa la factibilidad económica de la implementación de las propuestas de mejora, así también como el beneficio que dicha mejora brindará a la empresa. En el caso del área de Balanza se determinó que con una inversión de \$ 2,396.58, en optimizar la supervisión y la seguridad, se conseguirán ingresos promedios mensuales adicionales de \$ 8,500. En el caso del área de Almacén de minerales se determinó que con la optimización y reingeniería de las operaciones del proceso, se logrará aumentar la capacidad del almacén hasta en 32%, incrementando así, en la misma proporción, el ingreso por procesamiento de mineral. En el caso del circuito de chancado se determinó que invirtiendo \$ 2,044.94 en la automatización propuesta, se logra aumentar la eficiencia del circuito en 17 %, incrementando así el ingreso estimado mensual por procesamiento de mineral hasta en \$ 36,534.00.

Finalmente en el sexto capítulo se plantean las conclusiones de las propuestas de mejora de los procesos analizados y las recomendaciones que hagan factible la implementación y mejora continua de las propuestas.



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DEL PERÚ

TEMA DE TESIS

PARA OPTAR : Título de Ingeniero Industrial
 ALUMNO : **FÉLIX ROBERT VALDIVIA RIVERA**
 CÓDIGO : 2003.7253.2.12
 PROPUESTO POR : Ing. José Rau Álvarez
 ASESOR : Ing. José Rau Álvarez
 TEMA : ANÁLISIS Y MEJORA DE PROCESOS EN LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA MINERA DE CONCENTRADO DE COBRE.
 N° TEMA : 1149
 FECHA : San Miguel, 06 de marzo de 2014



control

JUSTIFICACIÓN

Actualmente el sector de minería e hidrocarburos en el Perú ha tenido un crecimiento de 4,76%, debido al desempeño positivo de la actividad minera metálica en 4,47%, que se sustentó en la mayor producción de cobre, zinc, plata y plomo¹. Una muestra del aumento de la actividad minera en el País, es el alto nivel de demanda del servicio de procesamiento de mineral bruto en las plantas de producción de concentrado de cobre, por parte de los pequeños mineros, lo que ocasiona que la ocupación del espacio disponible en el almacén de minerales, llegue a su límite, originando así un costo de oportunidad para la planta de producción, procesando el mineral en otra planta o recurriendo al alquiler de espacios de terreno con el fin de cubrir el nivel de demanda y mantener su posición en el mercado internacional generando los niveles requeridos de concentrado de cobre.

Con el aumento de la producción de cobre, es necesario el máximo aprovechamiento del espacio disponible del almacén de mineral, y sobre todo la interacción de procesos que permitan el flujo óptimo del mineral. Por lo tanto, es necesario ir al ritmo de la actividad extractiva de mineral de los pequeños mineros, mediante la optimización de los procesos desde la recepción del mineral en la balanza de pesaje, seguido por el almacenamiento en

¹ Instituto Nacional de Estadística e Informática
 "Informe técnico – Producción Nacional N°8 – Agosto 2012"
 Página web: <http://www.inei.gob.pe/web/BoletinFlotante.asp?file=14817.pdf>

Av. Universitaria N° 1801, San Miguel
 T: (511) 626 2000
www.pucp.edu.pe



la cancha de minerales y finalmente con el chancado del mineral, para que así se consiga un flujo adecuado de mineral fino y optimizar el proceso productivo aumentando su grado de continuidad.

OBJETIVO GENERAL

Analizar y proponer mejoras en los procesos de pesaje, almacenamiento y chancado de mineral.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar y analizar los procesos, actividades y operaciones realizadas.
- Identificar y analizar las causas y efectos de los puntos críticos.
- Proponer soluciones, instructivos, procedimientos e indicadores que mejoren los procesos y los sostengan en el tiempo.
- Establecer la viabilidad económica de cada propuesta de mejora.

PUNTOS A TRATAR

a. Marco teórico.

Se define la teoría de mejora de procesos, instructivos, procedimientos e indicadores, así también como los métodos y herramientas para realizar el análisis de los procesos.

b. Descripción de la empresa en estudio y sus procesos.

Se presenta la empresa y sus procesos en un diagrama esquemático; además se realiza una descripción profunda de los procesos de estudio (Balanza, almacén de minerales y circuito de chancado).

c. Análisis y diagnóstico de los procesos.

Se realiza la toma de datos de los procesos de estudio, se identifican los puntos críticos y se analizan las causas de los problemas o deficiencias en el área de Balanza, almacén de mineral y circuito de chancado.

d. Propuestas de mejoras.

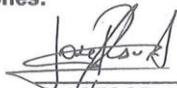
Se muestran las soluciones, instructivos, procedimientos e indicadores propuestos para mejorar los procesos en el área de Balanza, almacenamiento de mineral y chancado de mineral.

e. Evaluación económica de las propuestas de mejora.

Se presenta un análisis del impacto económico de cada propuesta de mejora en los procesos descritos.

f. Conclusiones y recomendaciones.

Máximo: 100 páginas


ASESOR



Av. Universitaria N° 1801, San Miguel
T: (511) 626 2000

www.pucp.edu.pe

DEDICATORIA

A Dios por darme salud, amor y fortaleza para vencer las adversidades, mejorar cada día y alcanzar mis objetivos.

A mis padres por guiarme y enseñarme a enfrentar la vida; y por confiar en mí y apoyarme en alcanzar mis sueños.

A mi hermana por ser mi mejor amiga y por motivarme con su alegría.

A mi esposa por ser el amor de mi vida y mi compañera en mis alegrías y tristezas.

A mis hijas, que son mi motivación y empuje, llenan de alegría mis días y son la razón por la que quiero ser el mejor en lo que haga.

INDICE GENERAL

INDICE DE TABLAS	iii
INDICE DE FIGURAS	iv
INTRODUCCIÓN	1
1. MARCO TEÓRICO	2
1.1. Teoría de mejora de Procesos	2
1.1.1 Definición de procesos	2
1.1.2 Descripción de procesos	4
1.1.3 Mejora de un proceso	5
1.1.1 Definición de los procesos clave y prioritarios	8
1.2. Definición de instructivos, procedimientos e indicadores	9
1.3. Método para definir procesos	12
1.3.1 Método para toma de datos	12
1.3.2 Método para analizar procesos	14
2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA Y SUS PROCESOS	16
2.1 Balanza	18
2.1.1 Visualización	20
2.1.2 Elementos ajenos al pesaje de la carga	22
2.1.3 Mal estacionamiento	23
2.1.4 Seguridad	25
2.1.5 Distribución de área de trabajo	26
2.2 Almacén de minerales	28
2.2.1 Señalización en cancha	29
2.2.2 Mala ubicación de postes	31
2.2.3 Rumas en Cancha	33
2.2.4 Espacios disponibles	34
2.3 Circuito de chancado	35
3. ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DE LOS PROCESOS	40
3.1. Balanza	40
3.1.1 Procesos realizados en Balanza	40
3.1.2 Análisis de procesos realizados en Balanza	42
3.1.3 Diagnóstico del proceso de pesaje	44

3.2. Almacén de minerales	47
3.2.1 Procesos realizados en el almacén de minerales	47
3.2.2 Análisis de los procesos realizados en el almacén de minerales	56
3.2.3 Diagnóstico de la cancha de minerales	57
3.3. Circuito de chancado	62
3.3.1 Procesos del circuito de chancado	62
3.3.2 Análisis de procesos del circuito de chancado	64
3.3.3 Diagnóstico del proceso de chancado de mineral	70
4. PROPUESTAS DE MEJORA	73
4.1. Balanza	73
4.2. Almacén de minerales	78
4.3. Circuito de chancado	84
5. EVALUACIÓN ECONÓMICA	87
5.1. Balanza	87
5.2. Almacén de minerales	89
5.3. Circuito de Chancado	90
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	92
6.1 Conclusiones	92
6.2 Recomendaciones	92
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	93

INDICE DE TABLAS

Cuadro 1: Problemas presentados en las operaciones del proceso en balanza	42
Cuadro 2: Efecto de los procesos en balanza	45
Cuadro 3: Factor de mal pesaje	46
Cuadro 4: Toneladas de mineral no registrado en la balanza	46
Cuadro 5: Problemas identificados por operaciones	56
Cuadro 6: Influencia económica de los procesos en el almacén de minerales para la empresa	57
Cuadro 7: Toneladas de mineral procesados en otra planta	58
Cuadro 8: Área ocupada por ruma descargada	60
Cuadro 9: Promedio porcentual de ingresos de mineral según la zona de procedencia	60
Cuadro 10: Capacidad del circuito de Chancado en el mes de Agosto 2012	67
Cuadro 11: Características de Toneladas chancadas	68
Cuadro 12: Características de la capacidad	69
Cuadro 13: Desempeño del trabajador del circuito de chancado	70
Cuadro 14: Efecto del desgaste de la Chancadora Cónica Nordberg HP200	72
Cuadro 15: Valor según el grado de prioridad	78
Cuadro 16: Prioridad de cercanía con respecto al circuito de chancado	79
Cuadro 17: Relación de importancia con respecto al circuito de chancado	79
Cuadro 18: Ganancia promedio en la capacidad disponible del almacén de minerales	83
Cuadro 19: Propuesta de chancado promedio diario	86
Cuadro 20: Horas de capacidad Ociosa	86
Cuadro 21: Costo de mineral no registrado en balanza	87
Cuadro 22: Costo de implementación de mejoras propuestas	88
Cuadro 23: Costo de oportunidad promedio no facturado	88
Cuadro 24: Costo de oportunidad por obtener el concentrado de cobre en otra planta	89
Cuadro 25: Ingreso obtenido por optimizar el uso de la capacidad disponible del almacén	90
Cuadro 26 :Ingreso por aumento de la eficiencia	90
Cuadro 27: Cotización del lazo de control del circuito de chancado	91
Cuadro 28: Diferencia en la inversión	91

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama general de un proceso	3
Figura 2: Formato de registro de SIPOC	13
Figura 3: Método de aplicación de SIPOC	13
Figura 4: Formato de registro de ISHIKAWA	14
Figura 5: Método de aplicación de ISHIKAWA	15
Figura 6: diagrama esquemático del proceso productivo	17
Figura 7: Plano de la balanza	18
Figura 8: Vistas de la caseta de balanza	19
Figura 9: Vista lateral de la cabina del encargado de balanza	20
Figura 10: Vista desde adentro de la cabina de balanza	21
Figura 11: Vista de elementos ajenos al pesaje	22
Figura 12: Llantas al borde de la balanza	23
Figura 13: Ingreso de camiones a la balanza y falta de rompe muelle	24
Figura 14: Falta de seguridad en el pesaje	25
Figura 15: Vista interior de la caseta de balanza	26
Figura 16: Distribución actual de la caseta de balanza	27
Figura 17: Distribución actual de la cancha de minerales	28
Figura 18: Señalización en el camino 2	29
Figura 19: Señalización en el camino 3	29
Figura 20: Señalización en el camino 2	30
Figura 21: Señalización en el camino 4	30
Figura 22: Camino de acceso a la zona 13	30
Figura 23: Señalización en el camino 1	30
Figura 24: Vehículos entre rumas	31
Figura 25: Descarga de camión	31
Figura 26: Poste entre rumas	31
Figura 27: Poste enterrado en las rumas	32
Figura 28: Mala ubicación de poste	32
Figura 29: Rumas en cancha	33
Figura 30: Distribución de Rumas	33
Figura 31: Espacios disponibles en Zona 14	34
Figura 32: Espacios disponibles en cancha	34

Figura 33: Diagrama esquemático del circuito de chancado	36
Figura 34: Diagrama SIPOC del Proceso de balanza	40
Figura 35: Flujo de los procesos realizados en balanza	41
Figura 36: Gráfico de causa y efecto de problemas en la recepción	42
Figura 37: Diagrama de causa y efecto de la operación de pesado	43
Figura 38: Diagrama de causa y efecto de problemas en el despacho	44
Figura 39: Procesos en cancha	47
Figura 40: Proceso de recepción y almacenamiento de mineral	48
Figura 41: Proceso de traslado hacia área de chancado	49
Figura 42: Proceso de traslado hacia área de producción	51
Figura 43: Proceso de traslado externo de mineral	53
Figura 44: Proceso de retiro de mineral	54
Figura 45: Diagrama de causa y efecto para la distribución de la cancha	57
Figura 46: Flujo de maquinaria y vehículos	61
Figura 47: Diagrama esquemático del circuito de chancado	62
Figura 48: Diagrama de operaciones del proceso de chancado	64
Figura 49: Flujo del proceso de chancado	65
Figura 50: Toneladas chancadas por ruma	68
Figura 51: Capacidad del circuito de chancado por ruma	69
Figura 52: Cámaras de vigilancia supervisando el pesaje	71
Figura 53: Aumento del área lateral de la ventana	72
Figura 54: Propuesta de distribución del interior de la caseta del balancero	75
Figura 55: Diseño del mueble 1 requerido para la propuesta de distribución	76
Figura 56: Diseño del mueble 2 requerido para la propuesta de distribución	77
Figura 57: Conos de seguridad	77
Figura 58: Propuesta de distribución de la cancha de minerales	80
Figura 59: Flujo de la propuesta de distribución	81

INTRODUCCIÓN

Siendo el cobre el segundo mayor producto de exportación para el Perú, convirtiéndolo en el tercer productor de cobre a nivel mundial (FAJARDO, Luis. BBC Mundo, 2015), la caída de la cotización del mineral afecta directamente a la economía del país y al nivel de oferta del mineral; motivo por el cual se ha generado una disminución en la producción de dicho mineral hasta en un 12.94% en promedio anual desde el 2014 (INEI, 2014), motivo por el cual la actividad minera requiere optimizar su estrategia para reducir costos y así apalancar los efectos negativos en la rentabilidad de las empresas mineras.

En la presente tesis se tratará todos los temas requeridos para realizar el respectivo análisis y mejora de procesos, para reducir costos, en cada una de las tres áreas en estudio: **Balanza, cancha de minerales y circuito de chancado.**

En el capítulo 1 se desarrolla toda la teoría necesaria para definir, comprender, analizar y proponer mejoras factibles a los procesos en estudio. Además se definen los instructivos, procedimientos e indicadores, mediante los cuales se logra mantener y monitorear las mejoras después de ser implementadas.

En el capítulo 2 se muestra un resumen de la actividad de la empresa y una descripción de las áreas de estudio: Balanza, cancha de minerales y circuito de chancado.

En el capítulo 3 se definen los procesos a analizar en cada una de las áreas de estudio, así también se realiza el análisis de dichos procesos y finalmente se determina el diagnóstico de cada área de estudio: Balanza, cancha de minerales y circuito de chancado.

Capítulo 4: Se plantea las propuestas de mejora para cada una de las áreas en estudio, con su respectiva justificación e impacto en el proceso.

Capítulo 5: Se evalúa la factibilidad económica de la implementación de las propuestas de mejora, así también como el beneficio que dicha mejora brindará a la empresa.

Capítulo 6: Se planean las conclusiones del análisis de los procesos y las recomendaciones con respecto a los procesos en estudio.

CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO

En el siguiente marco teórico se tratará toda la teoría necesaria para optimizar los procesos de las áreas de estudio (Balanza, cancha de minerales y circuito de chancado), con la finalidad de reducir los costos de la operación en la planta de producción.

1.1 TEORÍA DE MEJORA DE PROCESOS

La gestión de los procesos es de suma importancia para estandarizar y llevar a cabo una adecuada supervisión y control de las actividades realizadas en la organización. Motivo por el cual es necesario analizar a fondo los procesos realizados en la empresa no solo para establecer controles sino también para mejorarlos y así favorecer el crecimiento de la empresa.

De “Gestión y Mejora de Procesos” (EUSKALIT, 2012) se tiene la siguiente teoría:

1.1.3 Definición de procesos

Se puede definir un proceso como cualquier secuencia repetitiva de actividades que una o varias personas (Intervinientes) desarrollan para hacer llegar una Salida a un Destinatario a partir de unos recursos que se utilizan (Recursos amortizables que necesitan emplear los intervinientes) o bien se consumen (Entradas al proceso).

- El proceso tiene capacidad para transformar unas entradas en salidas.
- El proceso está constituido por actividades internas que de forma coordinada logran un valor apreciado por el destinatario del mismo.
- Las actividades internas de cualquier proceso las realizan personas, grupos o departamentos de la organización.
- Esta secuencia de actividades se puede esquematizar mediante un Diagrama de Flujo (ver figura 1)

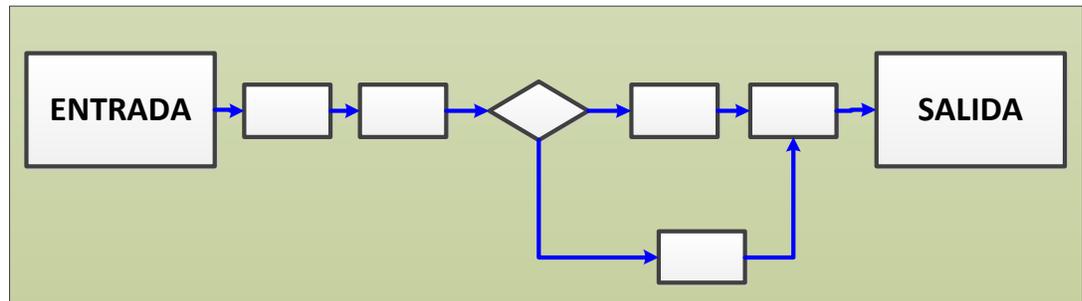


Figura 1: Diagrama general de un proceso

Fuente: EUSKALIT, 2012

- Son los destinatarios del proceso, internos o externos a la organización, los que en función de sus expectativas con relación al mismo juzgarán la validez de lo que el proceso les hace llegar.
- El proceso consume o utiliza recursos que pueden ser, entre otros, materiales, tiempo de las personas, energía, máquinas y herramientas.
- Dos características esenciales de todo proceso son:
 - a) **Variabilidad del proceso.** Cada vez que se repite el proceso hay ligeras variaciones en la secuencia de actividades realizadas que, a su vez, generan variabilidad en los resultados del mismo expresados a través de mediciones concretas.
 - b) **Repetitividad del proceso como clave para su mejora.** Los procesos se crean para producir un resultado y repetir ese resultado. Esta característica de repetitividad permite trabajar sobre el proceso y mejorarlo:
 - A más repeticiones más experiencia.
 - Merece la pena invertir tiempo en mejorar el proceso, ya que los resultados se van a multiplicar por el N° de veces que se repite el proceso.

Al conjunto de actividades que, dentro de una organización, pretenden conseguir que las secuencias de actividades cumplan lo que esperan los destinatarios de las mismas y además sean mejoradas se le llama **GESTIÓN Y MEJORA DE PROCESOS**.

1.1.2 Descripción de procesos

Para gestionar y mejorar un proceso es necesario, en primer lugar, describirlo adecuadamente. Los elementos que van a permitir describir el proceso son:

- a. Salida y flujo de salida del proceso.
- b. Destinatarios del flujo de salida.
- c. Los intervinientes del proceso.
- d. Secuencia de actividades del proceso.
- e. Recursos.
- f. Indicadores.

a. Salida y Flujo de salida

“Salida concreta” es una unidad de resultado producida por el proceso. Es lo que “genera” el proceso.

Debido al funcionamiento constante y repetitivo del proceso el resultado se pueden visualizar como un “flujo” constante (similar al agua que sale de un grifo).

b. Destinatario del flujo de salida

Es la persona o conjunto de personas que reciben y valoran lo que les llega desde el proceso en forma de flujo de salida.

Los destinatarios del proceso tienen un conjunto de expectativas respecto a las salidas (para ellos entradas) que reciben del proceso anterior. Se pueden definir las expectativas como las **creencias (afirmaciones que el destinatario da por ciertas)** relacionadas con cómo debe ser lo que el proceso “le hace llegar”.

c. Los intervinientes.

Son las personas o grupos de personas que desarrollan la secuencia de actividades del proceso.

d. La secuencia de actividades.

Es la descripción de las acciones que tienen que realizar los intervinientes para conseguir que al destinatario le llegue lo que se pretende que llegue.

e. Recursos utilizados en el proceso.

Son todos aquellos elementos materiales o de información que el proceso consume o necesita utilizar para poder generar la salida.

f. Indicadores.

Son **mediciones** del funcionamiento de un proceso.

- Los indicadores pueden ser de **eficacia**, cuando miden lo bien o lo mal que un proceso cumple con las expectativas de los destinatarios del mismo.
- Los indicadores pueden ser de **eficiencia**, cuando miden el consumo de recursos del proceso.

1.1.3 Mejora de un proceso

Para mejorar un proceso en primer lugar se debe hacer ocurrir el proceso de la forma estandarizada propuesta y luego analizarlo para mejorarlo.

a. Hacerlo ocurrir tal y como queremos que ocurra.

Para poder mejorar un proceso primero hay que hacerlo ocurrir. Es decir hay que:

- Definir la forma de ejecutar del proceso. Definir un conjunto de pautas o de instrucciones sobre cómo debe ser ejecutado el proceso.
- Ejecutar las actividades del proceso, según las instrucciones anteriormente establecidas.
- Comprobar que el proceso se ha desarrollado según estaba previsto (según las instrucciones).

- Garantizar que la próxima repetición del proceso se va a desarrollar de acuerdo con las instrucciones. ¿Qué desviaciones respecto a las instrucciones se han producido?, ¿Cómo se pueden evitar en próximas ocasiones?

Este ciclo de actividades garantiza que hay una “forma definida o estabilizada” de hacer las cosas y que efectivamente el proceso se ajusta a esta “forma estabilizada”.

b. Mejorarlo una vez que lo hemos hecho ocurrir.

Cuando a pesar de realizar correctamente las actividades definidas para el proceso sigue habiendo problemas (quejas de los destinatarios, despilfarro de recursos, etc.) o el proceso no llega a adaptarse a lo que necesita el cliente (necesidad de reestructurar el proceso) es necesario aplicar el ciclo de mejora.

Una acción de mejora es toda acción destinada a cambiar la “forma en que queremos que ocurra” un proceso. Estas mejoras lógicamente se deben reflejar en una mejora de los indicadores del proceso. Por ejemplo, el indicador de % de tornillos fuera de tolerancia estaba en un 15%, se han realizado actividades de mejora y en la actualidad el indicador está en un 4% de tornillos fuera de tolerancia.

La gestión según los principios de Calidad Total utiliza un sinnúmero de técnicas y herramientas para provocar la mejora de los procesos de la organización. Algunas son creativas y basadas en la imaginación, otras se basan en técnicas estadísticas o en metodologías concretas, pero todas tienen en común el propósito de mejorar los procesos sobre los que se aplican.

Explicar todas estas técnicas queda fuera de las posibilidades de este texto y el lector puede recurrir a fuentes de información más especializadas.

Para mejorar un proceso hay que aplicar el ciclo de mejora PDCA ó círculo de Deming (HEIZER Jay, 2009):

- **Planificar** los objetivos de mejora para el mismo y la manera en que se van a alcanzar.
- **Ejecutar** las actividades planificadas para la mejora del proceso.
- **Verificar** la efectividad de las actividades de mejora.
- **Actualizar** la “nueva forma de hacer ocurrir el proceso” con las mejoras que hayan demostrado su efectividad.

1.1.3.1 Tipos de mejora del proceso:

a) Mejoras estructurales.

Se puede mejorar un proceso a base de aportaciones creativas, imaginación y sentido crítico. Dentro de esta categoría de mejora entran por ejemplo:

- La redefinición de destinatarios.
- La redefinición de expectativas.
- La redefinición de los resultados generados por el proceso.
- La redefinición de los intervinientes.
- La redefinición de la secuencia de actividades.

Este tipo de mejoras son fundamentalmente conceptuales. Las herramientas y técnicas que se emplean para este tipo de mejoras son de tipo creativo o conceptual, como por ejemplo, las Nuevas Herramientas para la Gestión de la Calidad, las Encuestas a Clientes, la Reingeniería, el Análisis del Valor, el QFD y otras (HEIZER Jay, 2009).

b) Mejoras en el funcionamiento.

Se puede mejorar la forma en que funciona un proceso intentando que sea **más eficaz**. Por ejemplo.

- Mejorar el % de tornillos que están fuera de tolerancia.

Para este tipo de mejoras son útiles las Herramientas Clásicas de resolución de problemas, los Sistemas de Sugerencias, el Diseño de Experimentos y otras basadas en datos.

O bien que sea más eficiente. Por ejemplo:

- Disminuir el despilfarro del componente eléctrico “X”.

Para este tipo de mejoras se pueden utilizar también las herramientas descritas para la mejora de la eficacia, complementadas con herramientas sencillas orientadas a la eliminación de despilfarros. También este tipo de mejoras se basa en el trabajo con datos.

1.1.4 Definición de los procesos clave y prioritarios.

La dirección debe definir cómo funciona la organización según lo que hace en este momento. Aun no se plantea si debería o no ser así.

1.1.4.1 Red de procesos:

Para definir los procesos que se realizan en la organización, es de suma importancia identificar como se interrelacionan dichos procesos, para ello se debe tomar en cuenta los siguientes pasos a seguir:

- 1- Identificar las grandes funciones en las que emplea la organización su tiempo.
- 2- Identificar lo que generan estas funciones cuando emplean su tiempo en hacer lo que tienen que hacer.
- 3- Identificar a quien le hacen llegar lo que generan esas funciones (Sea otra función de la organización, sea el cliente final).
- 4- Esquematizar el conjunto de las interrelaciones esenciales.

1.1.4.2 Procesos clave.

Los procesos clave son aquellas secuencias de actividades que ocurren en el seno de la organización y que tienen un fuerte impacto sobre las expectativas del cliente de la organización o bien que consumen una parte importante de los recursos de la organización.

Están relacionados con las declaraciones de Misión y Visión de la organización, y una forma de identificarlos es usando las siguientes preguntas:

- ¿Si el proceso de..... funcionara mal condicionaría gravemente el que alguna expectativa clave de nuestros clientes se viera defraudada?
- ¿El proceso de..... consume muchos de los recursos que tiene que poner en juego la organización?

Por otro lado se considera proceso prioritario a aquellos procesos clave cuyo funcionamiento no es el adecuado o que es necesario mejorar significativamente.

1.2 DEFINICIÓN DE INSTRUCTIVOS, PROCEDIMIENTOS E INDICADORES

- a. **Instructivo:** El instructivo es un documento que contiene una descripción detallada y precisa de cómo realizar una tarea.
- b. **Procedimiento:** Es un documento que contiene un método de trabajo, el cual es un conjunto de actividades, los cuales deben realizarse de la forma indicada para obtener siempre el mismo resultado del proceso.

Cabe resaltar que tanto los instructivos y los procedimientos deben seguir lo establecido en la cláusula 4.2.3 de la ISO 9001. (Calidad emprendedora, 2012):

4.2.3 Control de los documentos

Los documentos requeridos por el sistema de gestión de la calidad deben controlarse. Los registros son un tipo especial de documento y deben controlarse de acuerdo con los requisitos citados en el apartado 4.2.4

Debe establecerse un procedimiento documentado que defina los controles necesarios para:

- a) Aprobar los documentos en cuanto a su adecuación antes de su emisión.
- b) Revisar y actualizar los documentos cuando sea necesario y aprobarlos nuevamente.
- c) Asegurarse de que se identifican los cambios y el estado de la versión vigente de los documentos.
- d) Asegurarse de que las versiones pertinentes de los documentos aplicables se encuentran disponibles en los puntos de uso.
- e) Asegurarse de que los documentos permanecen legibles y fácilmente identificables.
- f) Asegurarse de que los documentos de origen externo, que la organización determina que son necesarios para la planificación y la operación del sistema de gestión de la calidad, se identifican y que se controla su distribución.
- g) Prevenir el uso no intencionado de documentos obsoletos, y aplicarles una identificación adecuada en el caso de que se mantengan por cualquier razón.”

“4.2.4 Control de los registros

Los registros establecidos para proporcionar evidencia de la conformidad con los requisitos así como de la operación eficaz del sistema de gestión de la calidad deben controlarse.

La organización debe establecer un procedimiento documentado para definir los controles necesarios para la identificación, el almacenamiento, la protección, la recuperación, la retención y la disposición de los registros.

Los registros deben permanecer legibles, fácilmente identificables y recuperables.

c. **Indicadores**

Los indicadores son coeficientes numéricos que nos permiten medir el grado de eficiencia de una actividad, el cumplimiento de los niveles de servicio o el uso adecuado de los recursos.

Cabe resaltar que los indicadores permiten medir la situación actual y plantear los objetivos que se desean lograr al cabo de un plazo de tiempo definido, debiéndose definir dos indicadores:

- El que mide la situación actual
- El que describe la meta a alcanzar.

Por otro lado los indicadores dependen de la situación que se esté analizando y específicamente de lo que la empresa desea medir/controlar.

Por lo tanto para monitorear y mantener la mejora propuesta en el tiempo, es necesario medir variables precisas, cuyos valores muestren el desempeño y los resultados de los procesos.

Los indicadores planteados deben tener como atributos:

- **Medible:** El indicador debe ser cuantificable.
- **Entendible:** El indicador debe ser reconocido fácilmente por todos los que lo usan.
- **Controlable:** El indicador debe ser controlable dentro de la organización.

Los objetivos que deben seguir los indicadores planteados deben ser los siguientes:

- ✓ Identificar y diagnosticar problemas
- ✓ Entender procesos
- ✓ Definir responsabilidades
- ✓ Medir comportamientos

1.3 MÉTODO PARA DEFINIR PROCESOS

Para definir procesos se cuenta con dos métodos: Métodos para toma de datos y Métodos para análisis de procesos, los cuales se tratarán a continuación (Richard B. CHASE, 2009).

1.3.1 Método para toma de datos

Una herramienta muy eficaz para realizar la toma de datos de todo el proceso de estudio es el diagrama SIPOC, el cual describe de forma detallada los elementos del proceso.

Diagrama SIPOC

El SIPOC es una herramienta que permite conocer el propósito y alcance de todo tipo de procesos de forma práctica.

La palabra SIPOC es un acrónimo, formado por los siguientes elementos (Manufactura Inteligente, 2012):

S → Suppliers = Proveedores

I → Inputs = Entradas o insumos

P → Process = Proceso

O → Outputs = Productos

C → Customers = Cliente

- a. Proveedores: Son las entidades que proporcionan los insumos al proceso. Como puede ser proveedores externos (Pequeños mineros) o proveedores internos (encargado de balanza, encargado de recepción de minerales)
- b. Insumos: Se refiere a la materia prima, servicio y/o información necesarios para el proceso. Como puede ser los minerales brutos, documentos de balanza, etc.
- c. Proceso: Conjunto de actividades que tienen como finalidad agregar valor a los resultados del proceso. Como el proceso de recepción de minerales por ejemplo.

- d. Cliente: Es el usuario de los resultados del proceso. Como así también pueden ser cliente interno (Encargado de recepción de minerales, encargado de circuito de chancado).

Los elementos del SIPOC siguen el flujo mostrado en la figura 3 y paralelamente son definidos en el formato mostrado en la figura 2.

DIAGRAMA SIPOC				
Proveedor	Insumos	Proceso	Salidas	Cliente

Figura 2: Formato de registro de SIPOC
Fuente: Manufactura Inteligente, 2012

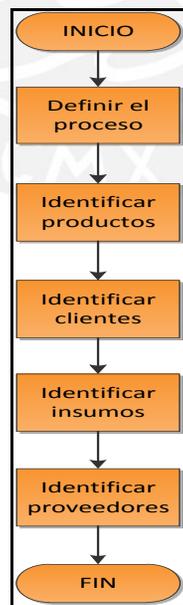


Figura 3: Método de aplicación
Fuente: Manufactura Inteligente, 2012

1.3.2 Método para analizar procesos

Una herramienta muy eficaz para analizar los datos recabados de todo el proceso es el diagrama de ISHIKAWA (Richard B. CHASE, 2009).

Diagrama de ISHIKAWA

También llamado diagrama de causa y efecto o diagrama de espina de pescado, fue propuesto por el Dr. Kaoru Ishikawa en 1943, y es usado para analizar problemas y encontrar sus respectivas soluciones con la finalidad de mejorar procesos, productos y servicios.

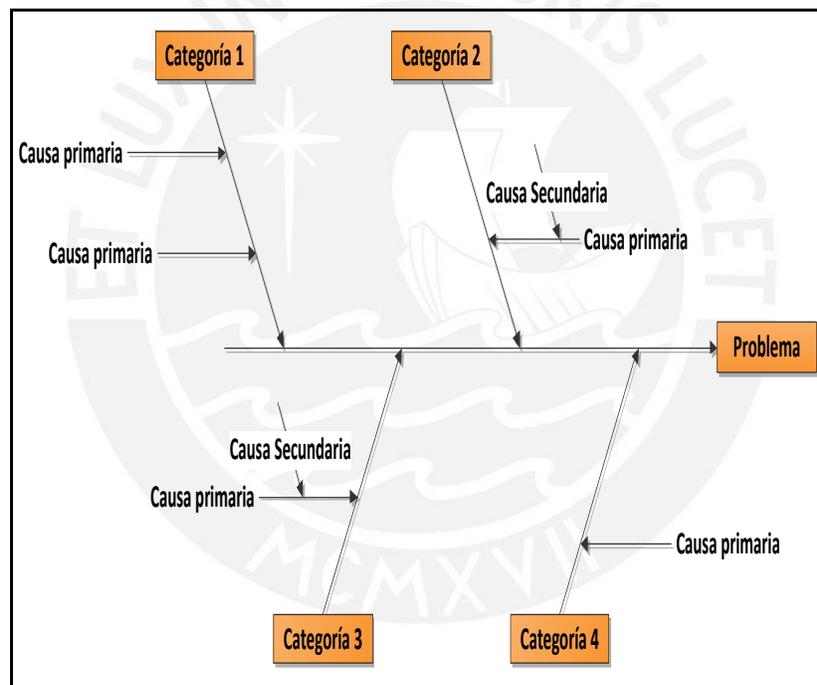


Figura 4: Diagrama de ISHIKAWA
Fuente: Manufactura Inteligente, 2012

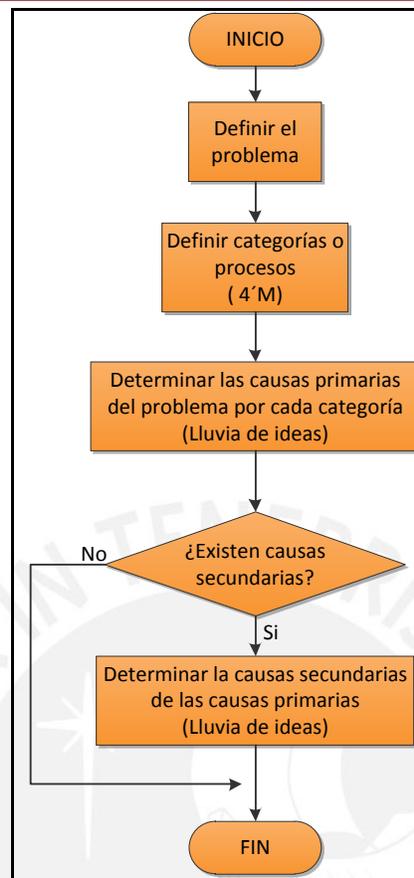


Figura 5: Método de aplicación
Fuente: Manufactura Inteligente, 2012

Es usual usar como categorías las 4M:

Categoría 1 = Mano de obra

Categoría 2 = Maquina

Categoría 3 = Método

Categoría 4 = Material

Cabe resaltar que también las categorías pueden ser definidas como procesos, los cuales se relacionan con el problema, para que así mediante lluvia de ideas se determinen las causas de que dichos procesos formen parte del problema.

CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA Y SUS PROCESOS

La empresa en estudio es una planta de beneficio de concentrado de cobre, clasificada con código CIU.14290:

- Sección: C - Explotación de minas y canteras
- División: 14 - Explotación de otras minas y canteras
- Grupo: 142 - Explotación de minas y canteras n.c.p.
- **Clase: 1429 - Explotación de otras minas y canteras n.c.p.**

La cual tiene como parte de su política lo siguiente:

VISIÓN

Ser reconocidos como la mejor empresa Minera de procesamientos de minerales de cobre y preservación del medio ambiente en el Perú y el extranjero.

MISIÓN

Explotar al máximo nuestros derechos mineros con los más altos estándares de seguridad industrial, protegiendo la salud, previniendo la contaminación del medio ambiente con responsabilidad social.

VALORES

Humildad, Integridad, Laboriosidad, Lealtad, Respeto y Transparencia.

En la filosofía de la empresa, se observa que la protección al medio ambiente es un factor muy importante, así también como el aspecto de salud y seguridad en el trabajo. Dichos aspectos denotan el compromiso de la empresa con la responsabilidad social, además de crecer continuamente en el mercado. Por otro lado cabe resaltar que sí se cumplen con los estándares de protección al medio ambiente, a la salud y al trabajo realizado; además la filosofía se transmite de forma constante por los líderes de la empresa, sobre todo en las capacitaciones brindadas por el área de Seguridad, los cuales se realizan todos los lunes a primera hora, y en los cursos de Seguridad y Salud Ocupacional que se realizan los viernes (una vez al mes) en donde se le brinda un certificado de participación a los trabajadores.

En la planta de producción de concentrado de cobre se tiene el siguiente (ver figura 6) esquema para el proceso de producción:

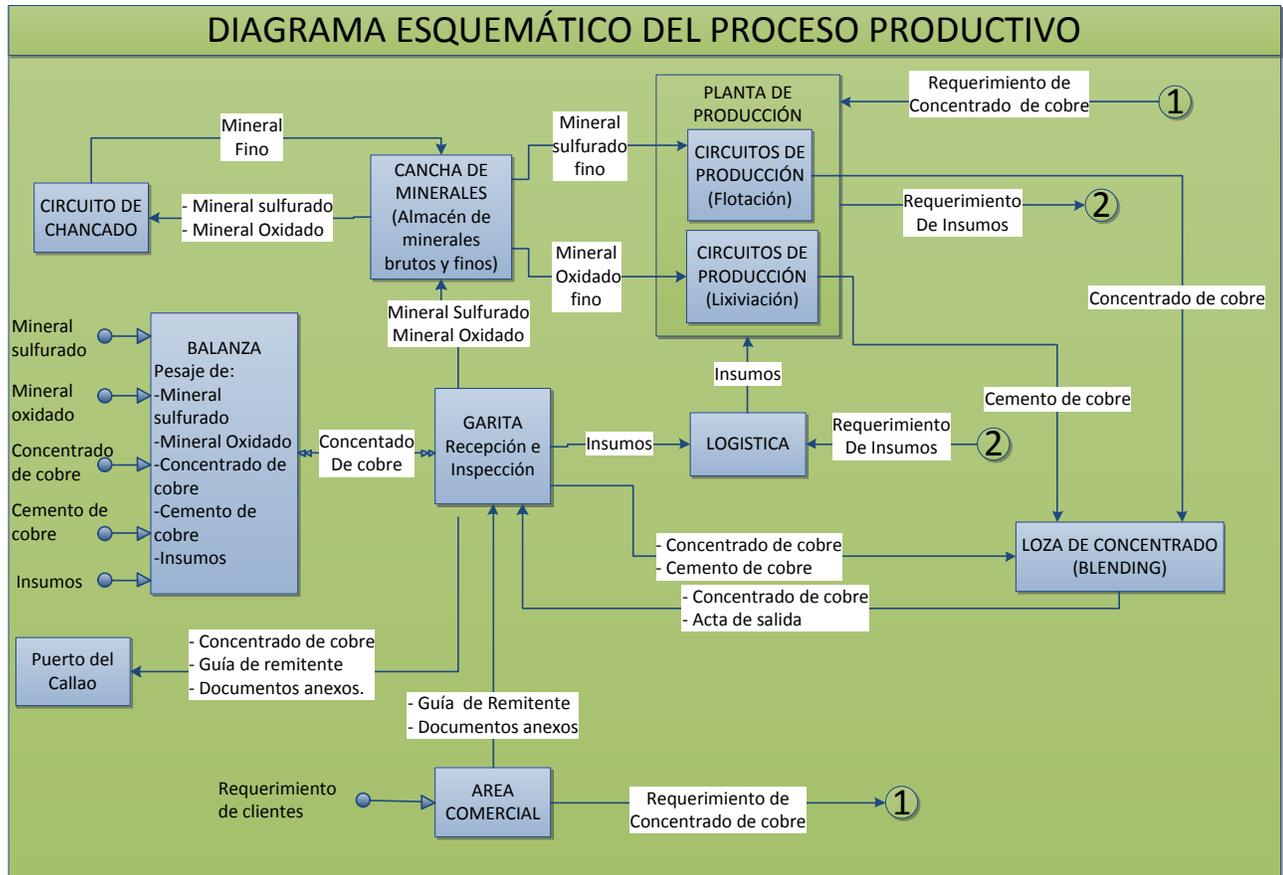


Figura 6: diagrama esquemático del proceso productivo

Fuente: La Empresa. Elaboración propia

En el diagrama esquemático (Figura 6) se puede observar el flujo del mineral desde que inicia el proceso en la balanza con su respectivo pesaje; luego el mineral pasa por el control e inspección de la garita, seguidamente el mineral es descargado y almacenado en la cancha de minerales, para que luego según la programación en producción pase a ser procesado obteniendo finalmente el concentrado de cobre o cemento de cobre, los cuales son homogenizados en la loza de concentrado, convirtiéndose en un solo producto final denominado concentrado de cobre, el cual es transportado al puerto de callao para su respectivo embarque hacia su destino final.

A continuación se explica la situación actual de las áreas objetivo para el análisis y mejora de procesos.

2.1 BALANZA

El área de balanza (figura 7 y figura 8) comprende la caseta ubicada a 20 m de la entrada de la planta, en donde se desarrolla el servicio de pesaje de vehículos que transportan mineral, concentrado e insumos.

Se cuenta con una balanza de camiones de tipo electrónica – mecánica de clase III modelo BWS con una incertidumbre de pesaje de 21 Kg según su última calibración, además cuenta con tres placas en donde se distribuye el peso del vehículo. Por otro lado cuenta con una apertura en una de sus placas, la cual permite ingresar en el interior de la balanza y realizar la limpieza y mantenimiento. Cabe resaltar que la limpieza es un factor muy importante, ya que el exceso de arena acumulada por debajo de las placas de la balanza influye de forma negativa en su correcto funcionamiento.

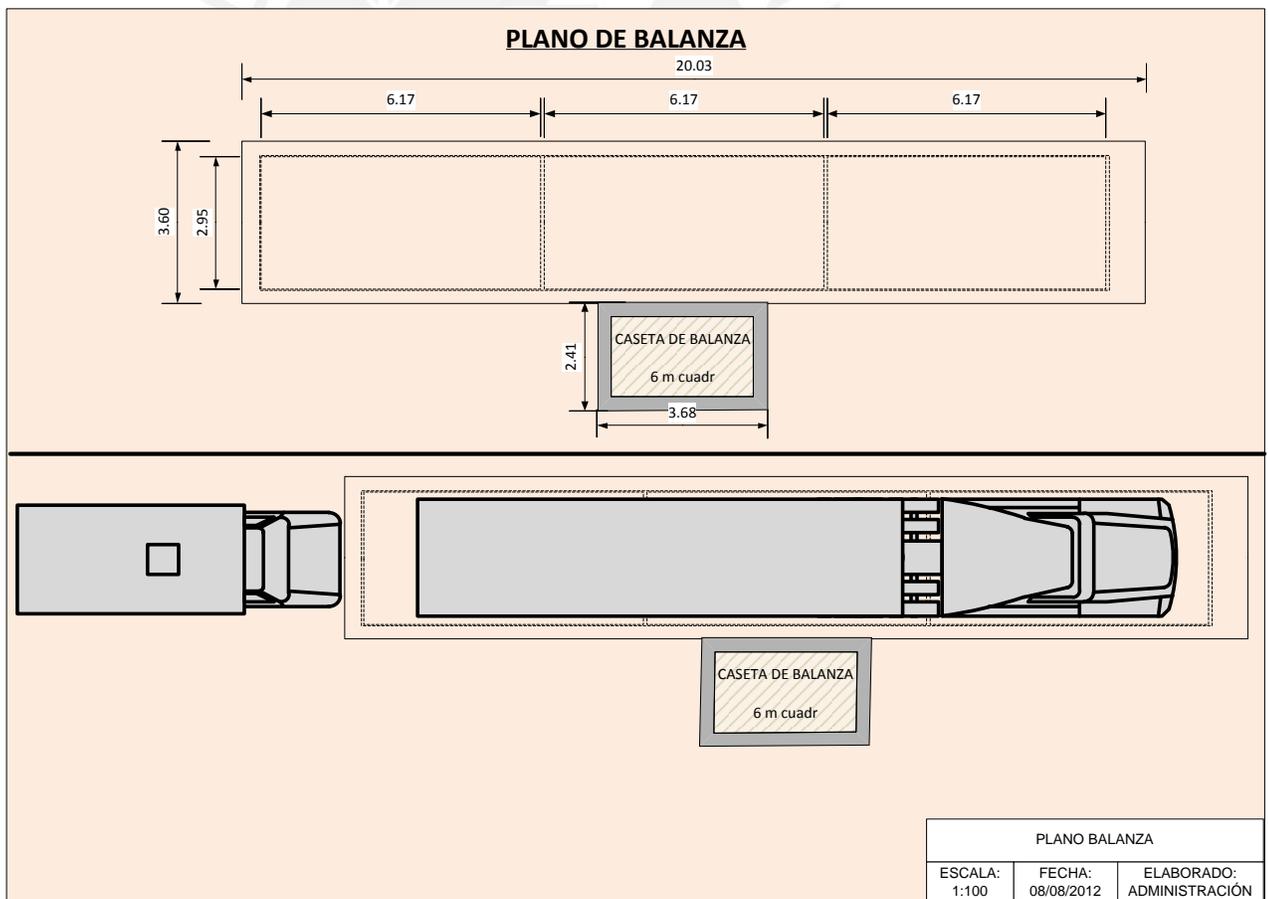


Figura 7: Plano de la balanza
Fuente: La Empresa. Elaboración propia

En la figura 8 se muestran las dimensiones actuales y las vistas de la caseta de la Balanza, en donde el balancero realiza las operaciones correspondientes al pesaje de camiones.

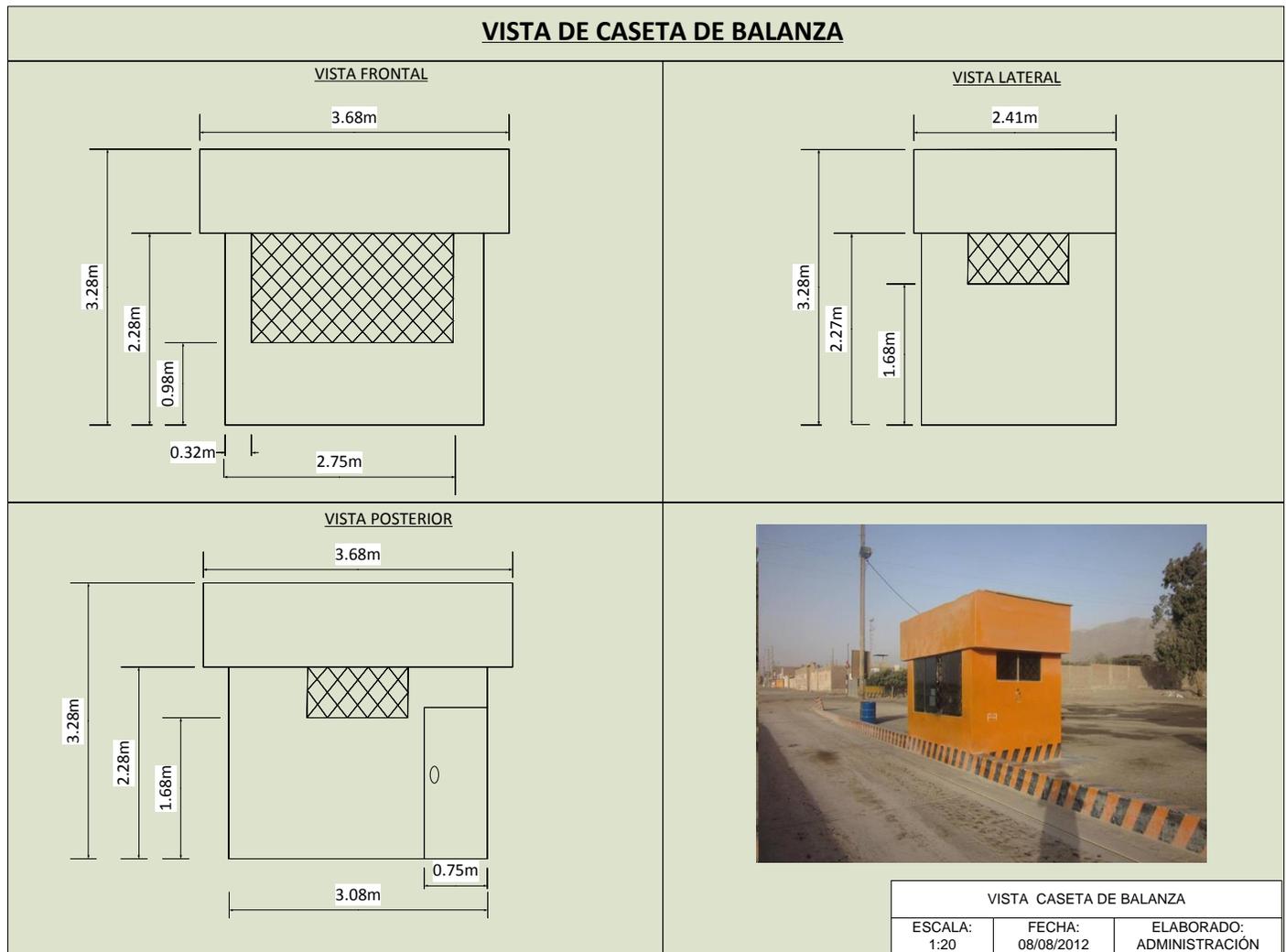


Figura 8: Vistas de la caseta de balanza
Fuente: La Empresa. Elaboración propia

Según lo observado en la figura 8, se puede observar que un sardinel separa a la caseta de la balanza, además la zona aledaña presenta un suelo de arena, la cual se moja por las mañanas para compactar el suelo, y así reducir el nivel de partículas de arena que ingresan dentro de la balanza.

2.1.1 Visualización.

Se puede observar de la figura 9 que la parte lateral de la cabina no le permite al balancero supervisar el adecuado estacionamiento de los camiones sobre la balanza. Dicha actividad es de suma importancia ya que un inadecuado estacionamiento determinaría un registro defectuoso del peso del camión.



Figura 9: Vista lateral de la cabina del encargado de balanza (balancero)

Fuente: La Empresa. Elaboración propia

En la figura 9, también se puede observar que la parte frontal, que corresponde a la zona de atención al cliente, así también como la zona lateral, cuentan con lunas oscuras que protegen al balancero de la intensidad de los rayos solares, los cuales son un factor muy importante en una zona con altas temperaturas durante todo el año.

De la figura 10 se puede observar que el área de la ventanilla de atención no brinda un ángulo de visualización adecuado para verificar el correcto estacionamiento del camión. Cabe resaltar que la pared lateral bloquea la supervisión del ingreso del camión a la balanza, que es el momento en que el camión se proyecta a estacionarse y por tanto determina la posición final del vehículo.



Figura 10: Vista desde adentro de la cabina de balanza
Fuente: La Empresa. Elaboración propia

En la figura 10 también se puede observar la intensidad de los rayos solares a tempranas horas de la mañana, los cuales podrían recalentar la impresora ubicada cerca a la ventanilla, y en general reducir la vida útil de cualquier equipo electrónico expuesto a altas temperaturas; situación que es de suma importancia considerar en una zona en donde los rayos solares son intensos durante todo el año.

2.1.2 Elementos ajenos al pesaje de la carga:

De la figura 11 se puede observar que la posición, determinada por el área de trabajo, en que se encuentra el balancero, le reduce aún más la visualización, ya que se encuentra alejado de la ventanilla de atención, debido a la mesa entre él y la ventanilla, situación que no le permite verificar el correcto estacionamiento del camión y la supervisión de la presencia de elementos que no forman parte del objeto a pesar, lo que provocaría que el sistema de balanza registre un peso mayor al real.



Figura 11: Vista de elementos ajenos al pesaje

Fuente: La Empresa. Elaboración propia

En la figura 11, se puede observar una persona al lado del camión que aumenta el peso registrado en la balanza, motivo por el cual es de suma importancia que el balancero tenga un mayor campo de visión hacia afuera de la caseta de balanza.

2.1.3 Mal estacionamiento.

De la figura 12 se puede deducir lo importante que es la supervisión del estacionamiento del camión, ya que en la gráfica se observa que las llantas se encuentran sobre el límite de la superficie de la balanza, y cabe resaltar que en el caso de que las llantas sobrepasen dicho límite, entonces parte del peso del camión se distribuirá en el asfalto y la parte restante sobre la balanza, motivo por el cual el sistema de balanza registrará un peso menor al real.



Figura 12: Llantas al borde de la balanza

Fuente: La Empresa. Elaboración propia

En la figura 12 se muestran las llantas de un camión al filo de la placa de la balanza, y cabe resaltar que el balancero no puede observar el evento y asegurarse que el estacionamiento del camión es el adecuado.

De la figura 13 la no restricción al ingreso de la balanza, hace que en el momento de cola de varios camiones, los vehículos no esperen el tiempo suficiente para que se retire el camión que estaba estacionado y pesándose, por eso en ocasiones el pesaje no empieza en cero Kg.



Figura 13: Ingreso de camiones a la balanza y falta de rompe muelle.

Fuente: La Empresa. Elaboración propia

En la figura 13 se muestra en círculo rojo un bloque de seguridad, que es la señalización de ingreso a la balanza, además también se muestran a los camiones formando una cola para ingresar a la balanza.

2.1.4 Seguridad.

En la figura 14, se observa la corta distancia entre el camión estacionado y la cabina, situación que pone en riesgo al balancero, al chofer del camión y a sus tripulantes, ya que en el caso de camiones de grandes dimensiones, como los que llevan remolques, la distancia entre el camión y la cabina se llega a acortar al punto que incrementa la probabilidad de chocarse con la cabina y producir un accidente.



Figura 14: Falta de seguridad en el pesaje

Fuente: La Empresa. Elaboración propia

2.1.5 Distribución de área de trabajo.

En la figura 15 y 16 se puede observar que en la reducida área de trabajo dentro de la cabina, no existe una adecuada distribución, ya que la posición de la mesa aleja al balancero de la ventanilla de atención, las impresoras están colocadas de forma que ocupan espacio más de lo necesario, y cabe resaltar que la impresora que se encuentra al lado de la ventanilla de atención ocupa aproximadamente solo la tercera parte de la superficie sobre la cual está colocada.

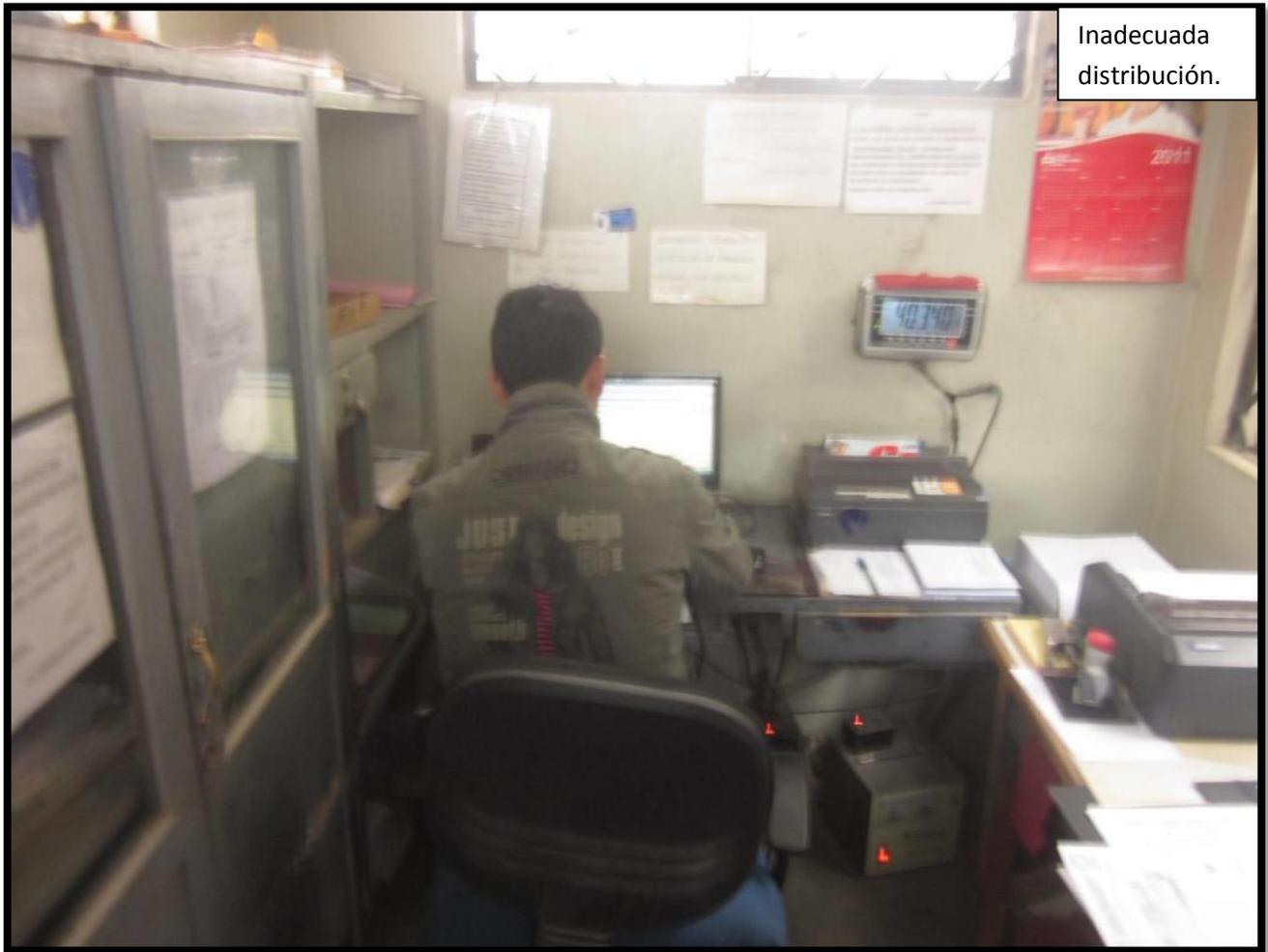


Figura 15: Vista interior de la caseta de balanza.

Fuente: La Empresa. Elaboración propia

En la figura 16 se muestra las dimensiones y la distribución actual de la caseta de balanza, la cual consta de dos sillas, dos mesas, dos impresoras, un equipo de cómputo, un ventilador y un tacho de basura.

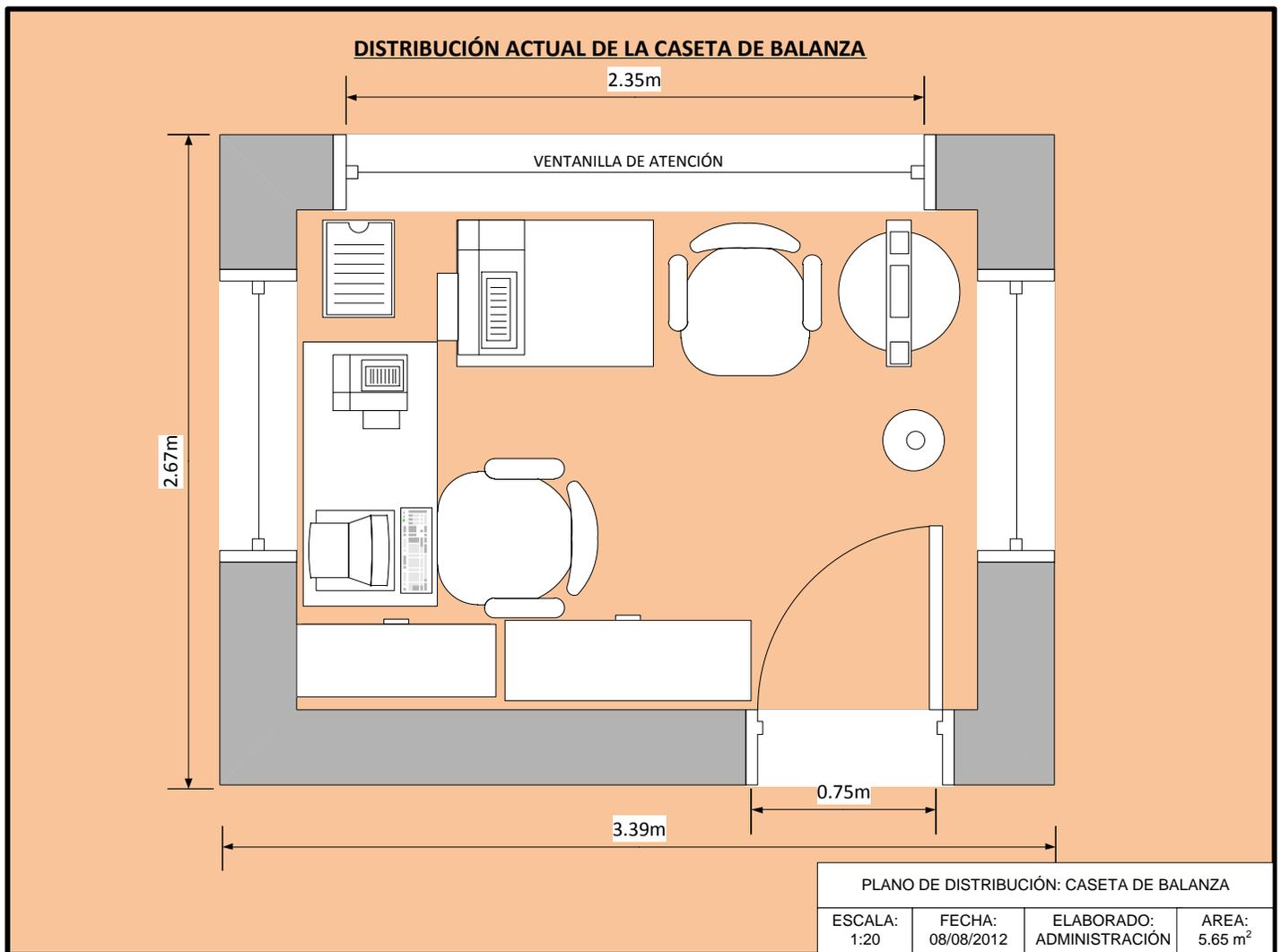


Figura 16: Distribución actual de la caseta de balanza

Fuente: La Empresa. Elaboración propia

2.2 ALMACÉN DE MINERALES

Es el área en el cual se descarga y almacena el mineral extraído de la mina y también el mineral fino, producto del proceso de chancado.

El almacén de minerales actualmente se encuentra distribuido en 14 zonas, según el tipo de mineral (óxido o sulfuro) y según el estado (Grueso o fino).

Para las operaciones a realizar dentro del almacén, se cuenta con un cargador frontal, un volquete y un mini cargador.

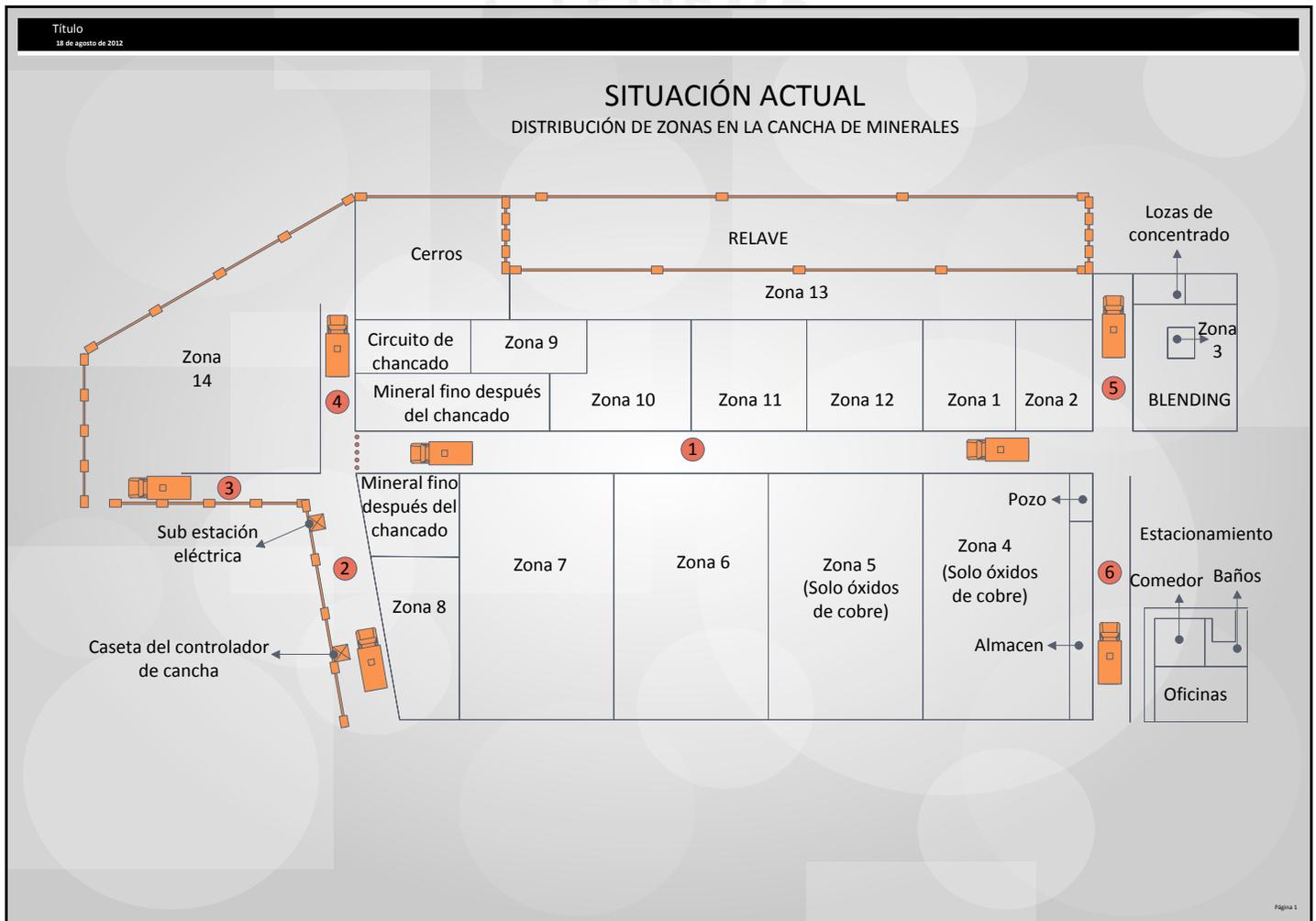


Figura 17: Distribución actual de la cancha de minerales
Fuente: La Empresa. Elaboración propia

Como se puede observar en la figura 17, el área comprendida para el almacén de minerales tiene como variable de estudio la distribución, ya que optimizando dicha variable se lograría aprovechar en la mayor medida posible el espacio disponible; además cabe resaltar que la señalización en la cancha de minerales es un factor de suma importancia para asegurar el desplazamiento de los vehículos y reducir al mínimo el riesgo de daños por accidente o hacia las estructuras como los postes de electrificación por ejemplo.

En la figura 17 se muestra la distribución actual de la cancha de minerales, la cual está conformada por 14 zonas y cuatro caminos bien definidos, además se tiene al circuito de chancado ubicado al lado de la zona 9, a la sub estación eléctrica ubicada frente a la zona de finos y a la caseta del encargado de la recepción de minerales ubicado frente a la zona 8, en la entrada a la cancha de minerales.

2.2.1 Señalización en cancha

Según la figura 17, se puede observar la falta de señalización en los caminos de la cancha de mineral, tal como se muestra en las siguientes figuras:



Figura 18: Señalización en el camino 2
Fuente: La Empresa. Elaboración propia



Figura 19: Señalización en el camino 3
Fuente: La Empresa. Elaboración propia



Figura 20: Señalización en el camino 2
Fuente: La Empresa. Elaboración propia



Figura 21: Señalización en el camino 4
Fuente: La Empresa. Elaboración propia



Figura 22: Camino de acceso a la zona 13
Fuente: La Empresa. Elaboración propia



Figura 23: Señalización en el camino 1
Fuente: La Empresa. Elaboración propia

De la figura 18 hasta la figura 23 se puede observar la falta de señalización de protección en la mayor cantidad de postes que se encuentran en el borde de los caminos de la cancha, dejando libre la posibilidad de impacto de un vehículo con algún poste y poniendo en riesgo la seguridad del cableado eléctrico en cancha.

Se puede observar en la figura 23 una salida de agua, la cual no se encuentra con señalización de protección, dejando así libre la posibilidad de impacto con algún vehículo y perjudicando así la supervisión de los canales de agua de la planta, ya que mediante dicha salida de agua se verifica el adecuado flujo en la red de tuberías.



Figura 24: Vehículos entre rumas
Fuente: La Empresa. Elaboración propia



Figura 25: Descarga de camión
Fuente: La Empresa. Elaboración propia

Según lo observado en la figura 24 y 25, la falta de señalización en la superficie de la cancha, de los caminos por los cuales pueden movilizarse los vehículos, ya que debido a la carencia de dicho factor, los camiones o volquetes obtan por transitar entre las rumas.

Dicho evento dificulta la labor de inspección del controlador de cancha, el cual debe supervisar la carga y descarga de mineral en varios sectores de la cancha y el desorden de los camiones estacionados no permite observar las irregularidades que podrían darse durante el proceso de carga y descarga.

2.2.2 Mala ubicación de postes



Figura 26: Poste entre rumas
Fuente: La Empresa. Elaboración propia



Figura 27: Poste enterrado en las rumas
Fuente: La Empresa. Elaboración propia



Figura 28: Mala ubicación de poste
Fuente: La Empresa. Elaboración propia

En la figura 26 y 28 se puede observar como las rumas de mineral se encuentran almacenadas cubriendo parte de la superficie de la base del poste, a pesar de que existen bloques de señalización al lado de dicho poste.

En la figura 28 se puede observar que la mayor parte de la superficie de la base del poste se encuentra cubierta por la ruma de mineral, cabe resaltar que no existe una señalización de seguridad para dicho poste.

Las situaciones mencionadas, dificultan la labor del cargador frontal, precisamente en el momento en que se produce la carga del mineral en el volquete. Ya que se han dado casos en que la pala del cargador ha desestabilizado varios postes, y al empujarlos se ha corrido el riesgo de que tomen

demasiada inclinación, o caigan al suelo y al mismo tiempo estiren los cables ubicados en la parte superior del poste afectando así el cableado eléctrico de la cancha de minerales.

En estos casos se evidencia una falta de supervisión en la descarga del mineral, la cual ha permitido el almacenamiento de mineral en un lugar inadecuado, poniendo en riesgo la estabilidad y la seguridad en la cancha de minerales.

2.2.3 Rumas en cancha



Figura 29: Rumas en cancha

Fuente: La Empresa. Elaboración propia



Figura 30: Distribución de Rumas

Fuente: La Empresa. Elaboración propia

En la figura 29 y 30 se pueden observar la falta de señalización, para poder identificar las 14 zonas establecidas en el área de cancha, lo que no permite establecer un orden en el almacenamiento de rumas en cancha.

Además el controlador de cancha distribuye las rumas de minerales dándoles una ubicación aproximada e improvisada al no tener una referencia exacta de las 14 zonas establecidas en el área de cancha.

Dicha situación no favorece al control de rumas, sobre todo en el aspecto de ubicación de los lotes, ya que la improvisada determinación de lugares a descargar mineral, es parte de la información para crear la “lista de rumas”, documento que contiene la identificación y ubicación de cada ruma en la cancha. Por tanto le resta confiabilidad a dicho documento y cabe resaltar que el controlador de cancha se apoya en los carteles (nombre de propietario de la ruma y código de ruma) ubicados en cada ruma para poder identificarlas luego de haberse aproximado a la zona. Situación que podría generar un problema si al cliente se le ocurrió intercambiar los carteles de identificación de las rumas.

2.2.4 Espacios disponibles



Figura 31: Espacios disponibles en Zona 14
Fuente: La Empresa. Elaboración propia



Figura 32: Espacios disponibles en cancha
Fuente: La Empresa. Elaboración propia

En la figura 31 y 32, se puede evidenciar los espacios libres entre las rumas, y además la designación improvisada de lugares destinados a ruma de mineral, situación que no favorece a la utilización óptima del espacio en cancha, permitiendo obtener zonas vacías entre rumas que se convierten en caminos para los vehículos, desaprovechando así el espacio disponible.

Dicha situación trae como consecuencia que durante los meses de mayor demanda, a falta de espacios disponibles para rumas, se tenga que recurrir a los servicios de un tercero para enviar el mineral a procesar y obtener el mineral concentrado, acción que genera un gasto adicional para la empresa.

2.3 CIRCUITO DE CHANCADO

Es el área donde se procesan los minerales que están en el almacén de Minerales, obteniéndose el mineral chancado (fino) que será procesada más adelante en la Planta de acuerdo a disponibilidad de los circuitos de Flotación o Lixiviación.

Dentro de la chancadora se encuentran los siguientes equipos:

- **Tolva de Gruesos.** – Caseta donde se descargan los minerales en estado natural y luego son echados en una faja alimentadora. Tiene una capacidad de 200 T.M., consta de una parrilla fija superior que evita que el mineral caiga directamente sobre la tolva y para que el cargador frontal pueda maniobrar sin riesgo de caer. Tiene una manguera para regar el mineral que se descarga y que es alimentada por un tanque ubicado en la parte superior.
- **Faja Transportadora N°1** – Es la faja que transporta el mineral descargado de la Tolva de Gruesos hacia la Chancadora de Quijada.
- **Chancadora de Quijada.** – Es la chancadora de muela fija con muela móvil que rompe el mineral para que salga de un tamaño de 2 pulgadas y media aproximadamente.
- **Faja Transportadora N°2.** – Es la faja que transporta el mineral chancado de la Chancadora de Quijada hacia la zaranda para su posterior clasificación.
- **Zaranda.** – Es la máquina que actúa como filtro y retiene a los minerales de un tamaño mayor de 7/16” que van hacia la Chancadora Cónica Nordberg HP200. El resto pasa y va directamente hacia la loza de finos.
- **Faja Transportadora N°3.** – Es la faja que transporta el mineral chancado de la zaranda hacia la Chancadora Cónica Nordberg HP200.
- **Chancadora Cónica Nordberg HP 200** – Es la chancadora que obtiene mineral de un tamaño no mayor de 7/16”.

- **Faja Transportadora N°4.** – Es la faja que transporta el mineral procesado de la Chancadora Cónica Nordberg HP200 hacia la Zaranda.
- **Faja Transportadora N°5** – Es la faja que transporta el mineral procesado desde la Zaranda hacia la loza de finos y que cumple con las medidas requeridas, esto es el mineral fino para Flotación o Lixiviación.

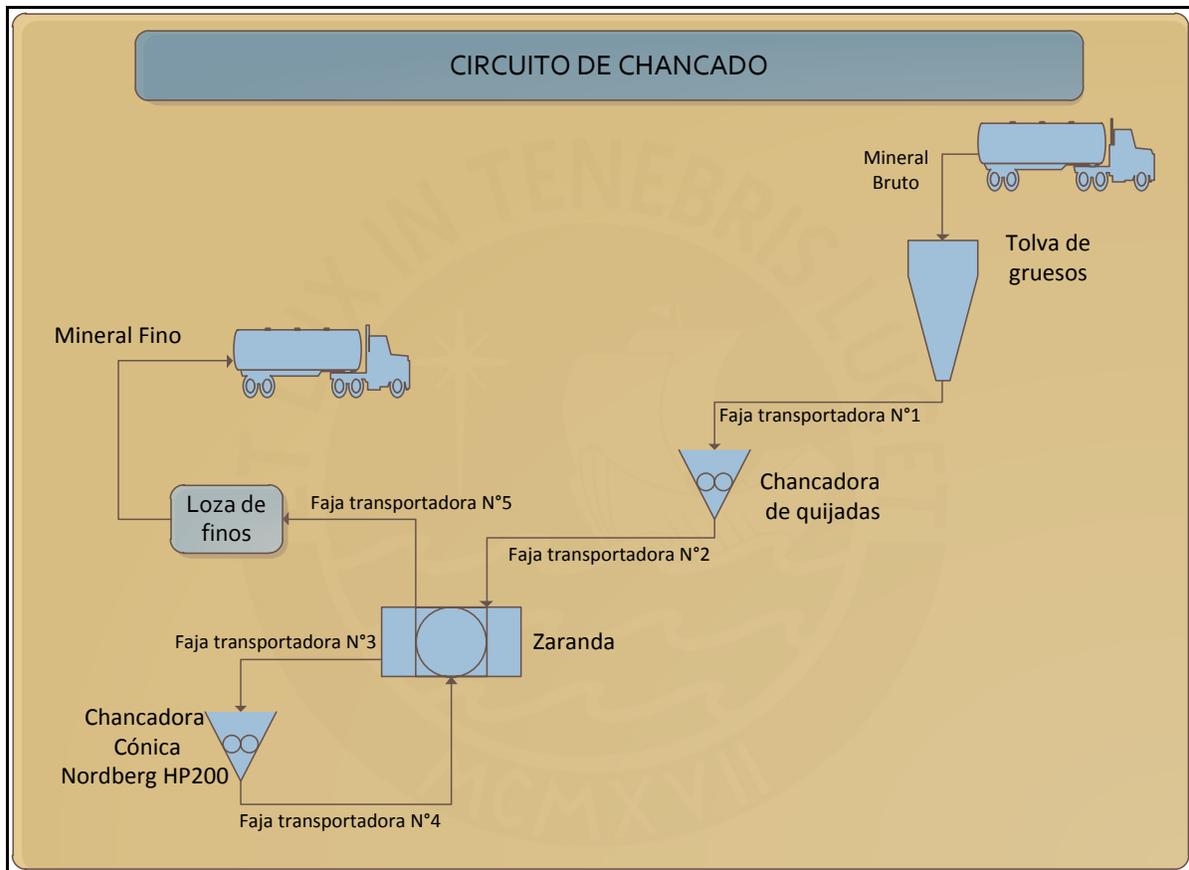


Figura 33: Diagrama esquemático del circuito de chancado

Fuente: La Empresa. Elaboración propia

El proceso de chancado (ver figura 33) inicia con la descarga del mineral bruto en la tolva de gruesos, por medio del volquete, consecuentemente el mineral se moviliza hacia la chancadora de quijadas, a través de la faja transportadora N°1, en donde se realiza la primera fase del chancado de mineral; seguidamente el mineral se traslada por medio de la faja transportadora 2 hacia la Zaranda, la cual actúa como filtro, asegurando así que sólo los minerales de tamaño menor o igual a 7/16'' sean trasladados hacia la loza de finos mediante la faja transportadora N°5. Por otro lado se tiene a la chancadora cónica Nordberg HP 200, la cual se encarga de triturar el mineral dejándolo con un tamaño menor o igual a 7/16'', y a través de la faja transportadora N°3 se moviliza el mineral hacia

la chancadora y la faja transportadora N°4 que traslada el mineral chancado hacia la zaranda, se forma un circuito de recirculación, ya que si el mineral chancado es mayor a 7/16'' entonces regresará a la chancadora cónica Nordberg HP200 y no pasará el filtro de la zaranda mientras no se obtenga un mineral de tamaño menor o igual a 7/16''. Finalmente el mineral fino es cargado de la loza de finos mediante un cargador frontal, el cual llena el volquete que trasladará el mineral fino hacia la zona correspondiente, en el almacén de minerales, para ser almacenado.

Actividades que se realizan en la Chancadora

Los operarios que trabajan en la Chancadora realizan las siguientes actividades:

1. **Verificación del chute de la Tolva de Gruesos.** – El operador se encuentra debajo de la tolva y observa si se estanca en algún momento con algunas piedras grandes, entonces tiene que abrir más la manivela para dejar pasar una cantidad mayor o usar una barreta para quitar la roca y siga bajando normalmente el mineral.
2. **Regar el mineral.** – Se humedece el mineral que trae el volquete para que no haga mucho polvo al caer por la tolva o sobre las chancadoras y así no pueda afectar la visibilidad del trabajo de los operarios.
3. **Verificación de las chancadoras y zaranda.** – El operario está observando por un determinado tiempo si alguna chancadora presenta problemas o funciona mal y se mueve por las fajas viendo si hay restos de bolsas o elementos extraños.
4. **Limpieza de área e impurezas en los imanes.** – Al finalizar el chancado de un lote los operarios se encargan de limpiar los electro-imanés que están en las fajas para que sigan operando normalmente en la próxima chancada. También se encargan de limpiar toda el área debajo de las fajas y chancadoras porque durante el proceso cae mineral al suelo y se recoge y envía hacia la ruma correspondiente para que sea procesada luego.
5. **Apoyo en mantenimiento.** – Cuando se para el chancado por mantenimiento de las máquinas, los operarios ayudan a los técnicos de mantenimiento, o a veces hacen mantenimiento preventivo cuando algunas fajas están sueltas.

Los vehículos que trabajan en la Chancadora son el volquete, el cargador frontal y el bobcat, estos vehículos realizan las siguientes actividades:

- **Carga de mineral de Cancha de Minerales hacia la tolva de gruesos.** – Cuando se recibe la orden de iniciar el chancado de un lote determinado, el cargador frontal junto con el volquete asignado proceden a llevar el mineral de la zona respectiva hacia la tolva de gruesos de la chancadora, pero el transporte no es continuo porque si el lote es muy grande se necesitaran más viajes; por otro lado, si es necesario transportar mineral hacia Flotación o Lixiviación tomará más tiempo la carga de la tolva.
- **Limpieza de mineral chancado hacia Cancha de Minerales.** – Luego de terminar con el chancado de un lote asignado, el cargador frontal junto con el bobcat cuando es necesario, se encargan de limpiar la loza de chancado para el procesamiento del siguiente lote. El mineral chancado es colocado en una ruma en una zona próxima a la chancadora, para su posterior transporte hacia Flotación o Lixiviación. Esta ruma es acondicionada por el cargador frontal de tal manera que no pierda su forma, los proveedores mineros envían un operador para recoger y acomodar el mineral chancado en su ruma y no mezclarlo con otras rumas cercanas.
- **Carga de mineral de Cancha de Minerales hacia procesamiento de Flotación o Lixiviación.** – Si hay cupo en la planta para el procesamiento de un lote, se da la orden de carguío y el cargador frontal junto con el bobcat si es necesario, llenan el volquete para transportar el mineral chancado hacia los circuitos de Flotación o Lixiviación.

El transporte de mineral es discontinuo en general, porque se llevará dependiendo de la necesidad de un circuito o del chancado, o si no lo requieren en otras áreas como Secado o Despacho de Concentrado.

Observaciones:

- Frecuentemente suceden paradas en las máquinas por mantenimiento, esto es, reparaciones o fallas, los operarios de mantenimiento refuerzan con soldadura las máquinas, pero con el trabajo, éstas ceden y tienen que ser reforzadas de nuevo. También las fajas se sueltan y es necesario ajustarlas o los pernos de las máquinas tienen que ser cambiados, por desgaste o rotura.
- Generalmente los operarios comienzan a trabajar a partir de las 09:00 a.m. porque tienen que limpiar el área de trabajo o se presenta algún problema de mantenimiento.
- El cargador frontal está continuamente en operación ya que se encuentra a disposición de la cancha de minerales, mantenimiento y producción.
- Cuando hay necesidad de otras áreas por los vehículos como el Secado o Despacho, se producen esperas tanto en la carga de mineral hacia la tolva, como hacia los circuitos de la Planta. No hay una programación para los vehículos (volquete, cargador frontal, botcat), se asigna su operación de acuerdo a las necesidades que se presentan.
- En el proceso de chancado de mineral, el personal cuenta con un cuaderno de control donde se apuntan los lotes que se procesan durante el turno que les toca (Es la manera como llevan la cuenta del mineral chancado). También posee un registro manual por parte del Receptor de la Cancha de Minerales sobre la información de los lotes procesados y los que quedan pendientes.

CAPÍTULO 3. ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DE LOS PROCESOS

Para analizar los procesos a detalle se usarán las herramientas SIPOC para definir los elementos del proceso y el diagrama de ISHIKAWA para identificar la causa raíz de los problemas en el proceso, y finalmente se identificará el diagnóstico de cada área en estudio: Balanza, cancha de minerales y circuito de chancado.

3.1 BALANZA

A continuación se conocerán y analizarán los procesos realizados en el área de balanza, y finalmente se realizará un diagnóstico del área.

3.1.1 Procesos realizados en balanza

Para analizar los procesos realizados en la balanza, es necesario definir los elementos que interactúan en el proceso, para este caso se utiliza el SIPOC, el cual permitirá identificar de forma sencilla al proveedor, al cliente, a los insumos, a las salidas y el flujo del proceso general.

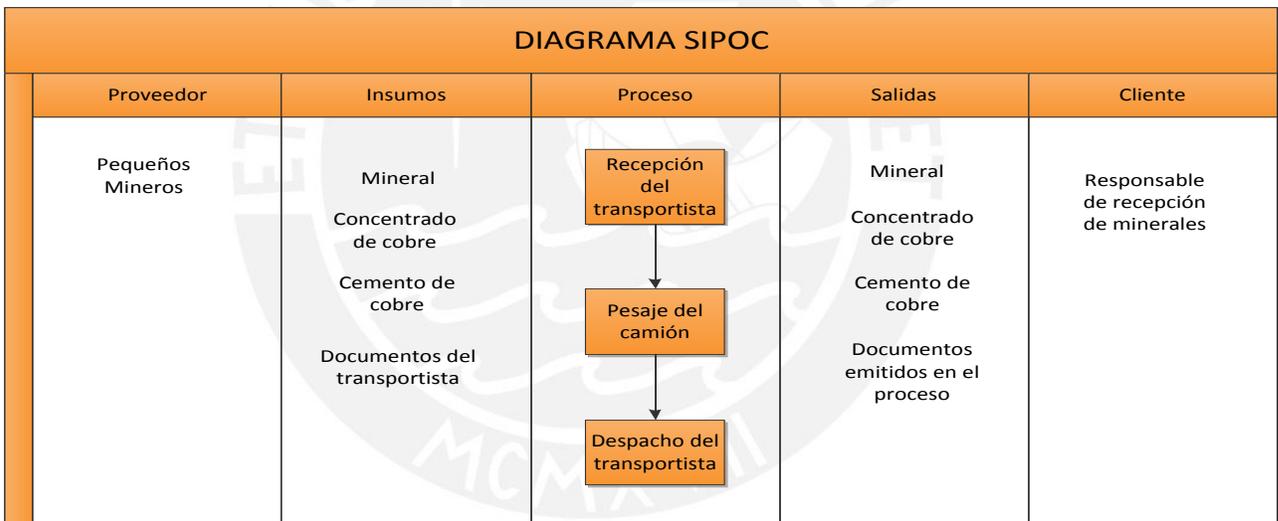


Figura 34: Diagrama SIPOC del Proceso de balanza

Fuente: La Empresa. Elaboración propia

Con los elementos identificados en el SIPOC (Figura 34), se procede a definir un flujo más detallado del proceso, el cual permitirá analizar las operaciones realizadas. En este caso se han establecido tres operaciones:

- a) **Recepción del transportista:** El encargado de la balanza recibe los documentos necesarios para registrar al propietario, al transportista y al vehículo que contiene la carga, como son la guía de remisión y la guía de remitente. Así también el transportista recibe una orden de

movimiento para que pueda movilizarse sin problemas dentro de la cancha de mineral hasta llegar al lugar correspondiente de descarga o carga.

- b) **Pesaje del camión:** El encargado de la balanza procede a pesar el vehículo y a registrar el valor indicado en el equipo de pesaje. Sólo si se trata de concentrado, el pesaje en la balanza es supervisado por el agente de garita.
- c) **Despacho del transportista:** El encargado de la balanza entrega al transportista los documentos obtenidos del pesaje del camión, como son: Proforma y ticket.

A continuación, en la figura 35, se muestran los procesos realizados en balanza, de forma detallada con las operaciones y actividades realizadas por el encargado de la balanza.

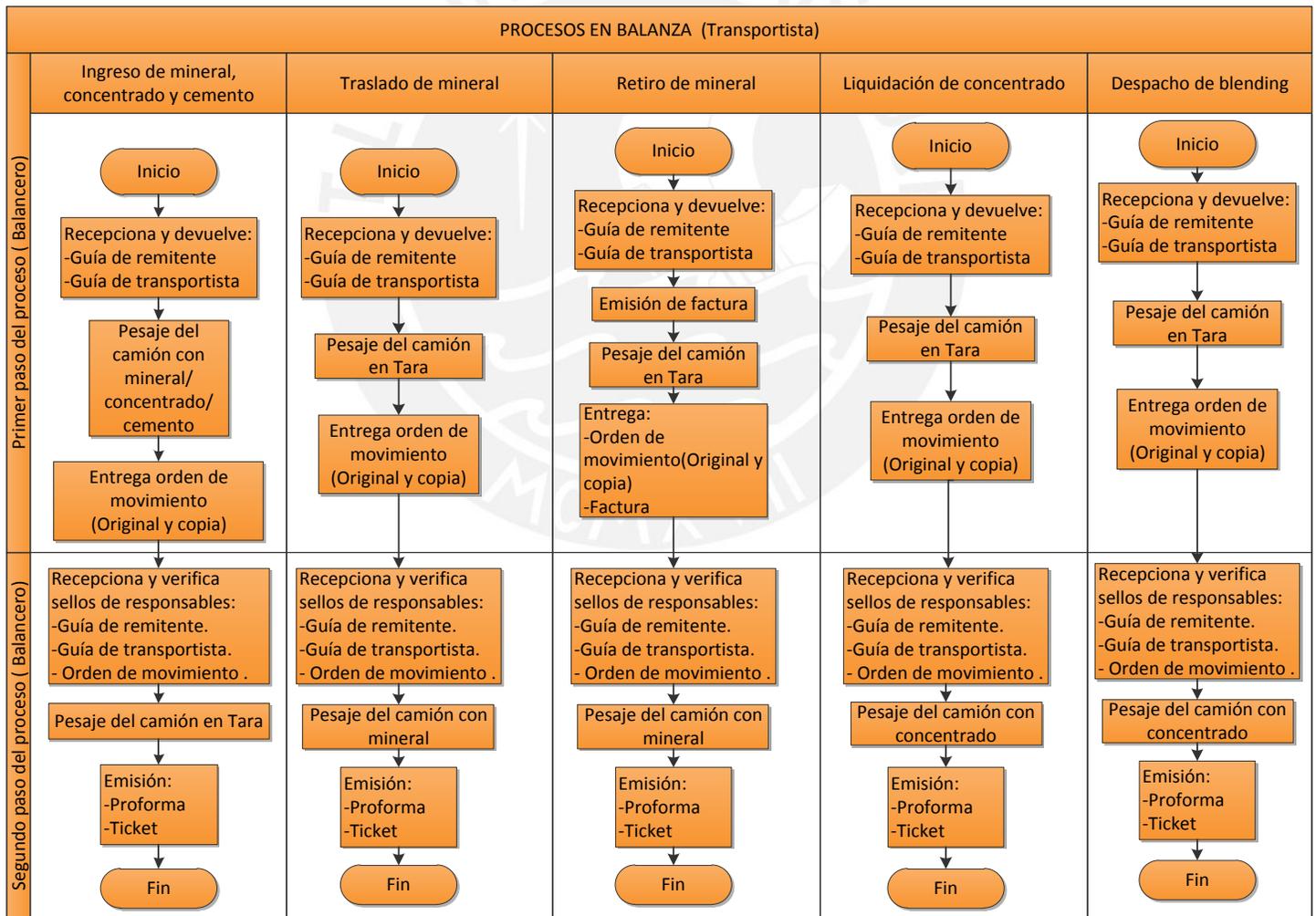


Figura 35: Flujo de los procesos realizados en balanza

Fuente: La Empresa. Elaboración propia

Como se puede observar en la figura 35, se detallan siete procesos, los cuales siguen la misma estructura (recepción, pesaje y despacho, los cuales ocurren en dos etapas, definidas como el primer paso del proceso y el segundo paso del proceso) pero con ciertas diferencias en la documentación, como es el caso del proceso de retiro de mineral en el despacho del primer paso del proceso, en donde adicionalmente a la orden de movimiento, el encargado de balanza entrega la factura, la que debe ser cancelada por el propietario en la oficina comercial.

3.1.2 Análisis de los procesos realizados en Balanza

Por otro lado de han identificado problemas en cada una de las tres operaciones las cuales se denotan en el cuadro 1.

Operaciones	Problemas encontrados
Recepción del transportista	Las guías se regularizan luego del proceso
Pesaje del camión	Toneladas registradas diferentes al peso real por incidencias en la balanza
Despacho del transportista	Con frecuencia no se emite ticket por la falta de entrega de guías en la recepción.

Cuadro 1: Problemas presentados en las operaciones del proceso en balanza

Fuente: La Empresa. Elaboración propia

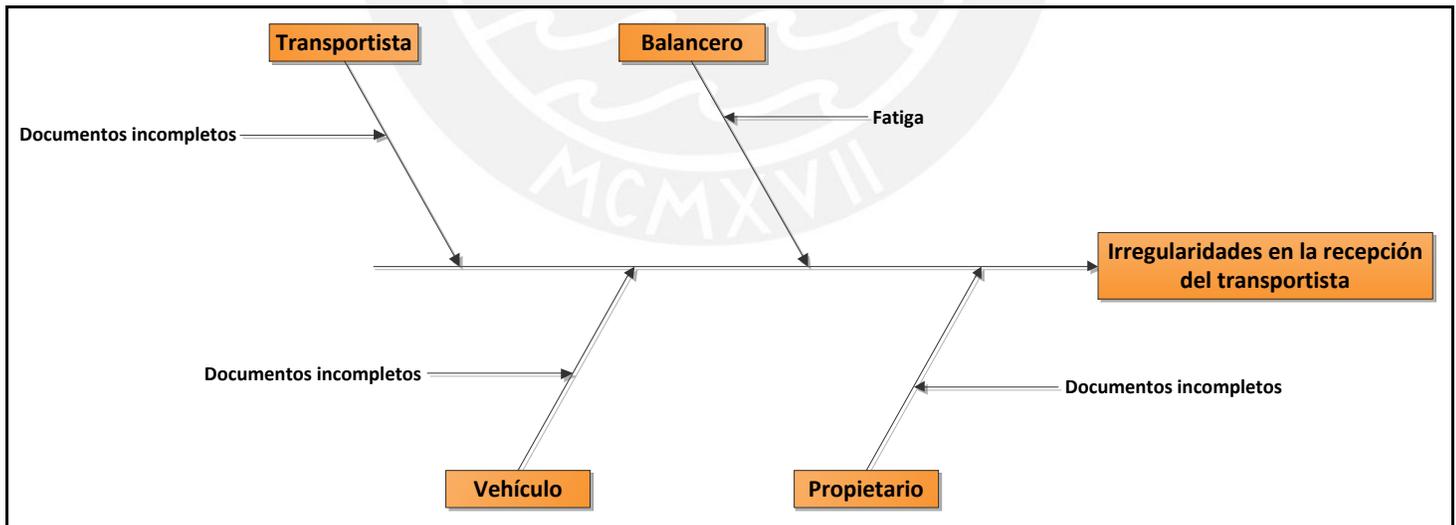


Figura 36: Gráfico de causa y efecto de problemas en la recepción

Fuente: La Empresa. Elaboración propia

En la figura 36, se puede observar que las irregularidades en la recepción del transportista se deben a la presentación de documentos incompletos, como son las guías de remisión tanto del transportista y del remitente así también como documentos de identificación; además se debe tener en cuenta la fatiga del personal encargado de la balanza, lo que ocasionaría un error en el registro de datos.

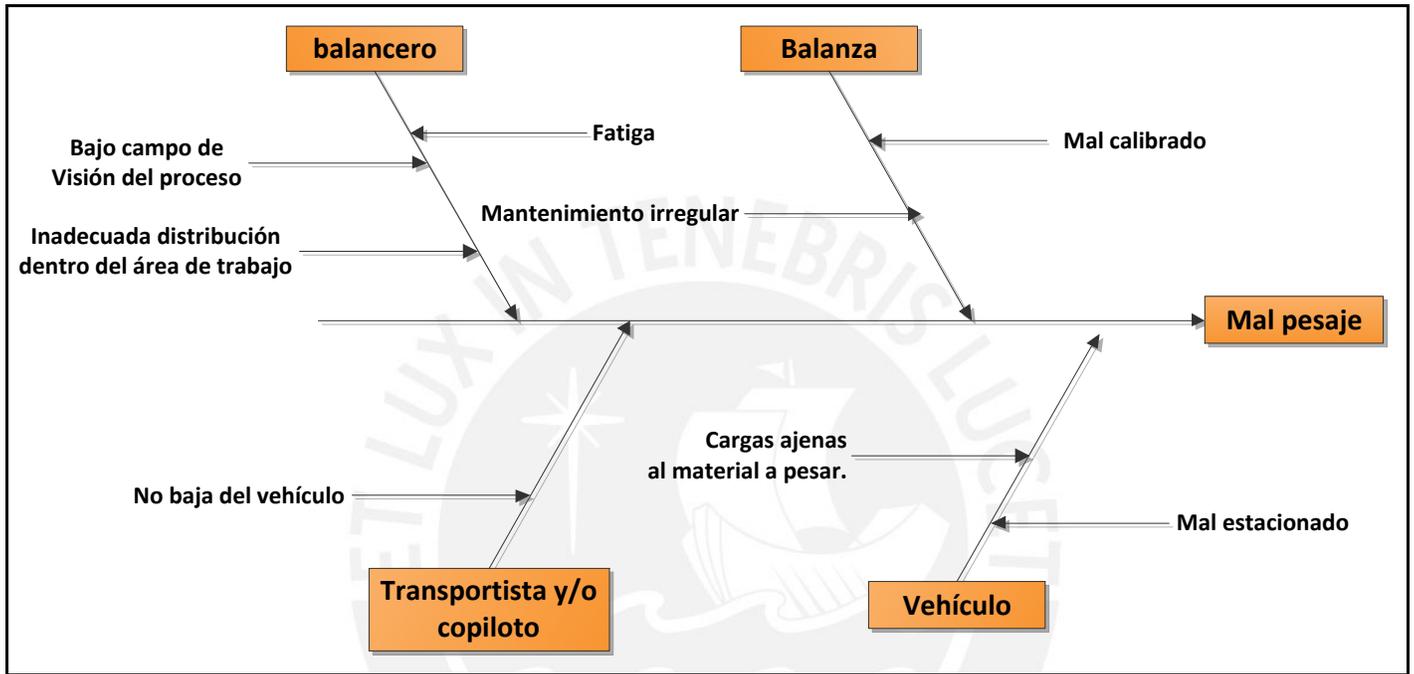


Figura 37: Diagrama de causa y efecto de la operación de pesado.

Fuente: La Empresa. Elaboración propia

En la figura 37 se puede observar que el mal pesaje podría ser ocasionado por problemas de mal calibrado y de mantenimiento de la balanza, además por el bajo campo de visión hacia la balanza, así también como la fatiga e inadecuada distribución del área de trabajo de la balanza que impide una adecuada visualización al encargado de balanza.

Por otro lado si el transportista o el copiloto no bajan del vehículo, o se quedan parados dentro de la superficie de la balanza, o dentro del vehículo se encuentren cargas ajenas al material a pesar, se podría originar un peso mayor al real.

Además el mal estacionamiento del vehículo generaría un peso menor al real, ya que parte de la llanta del vehículo se apoya fuera de la superficie de la balanza, distribuyendo así parte del peso del vehículo en el asfalto.

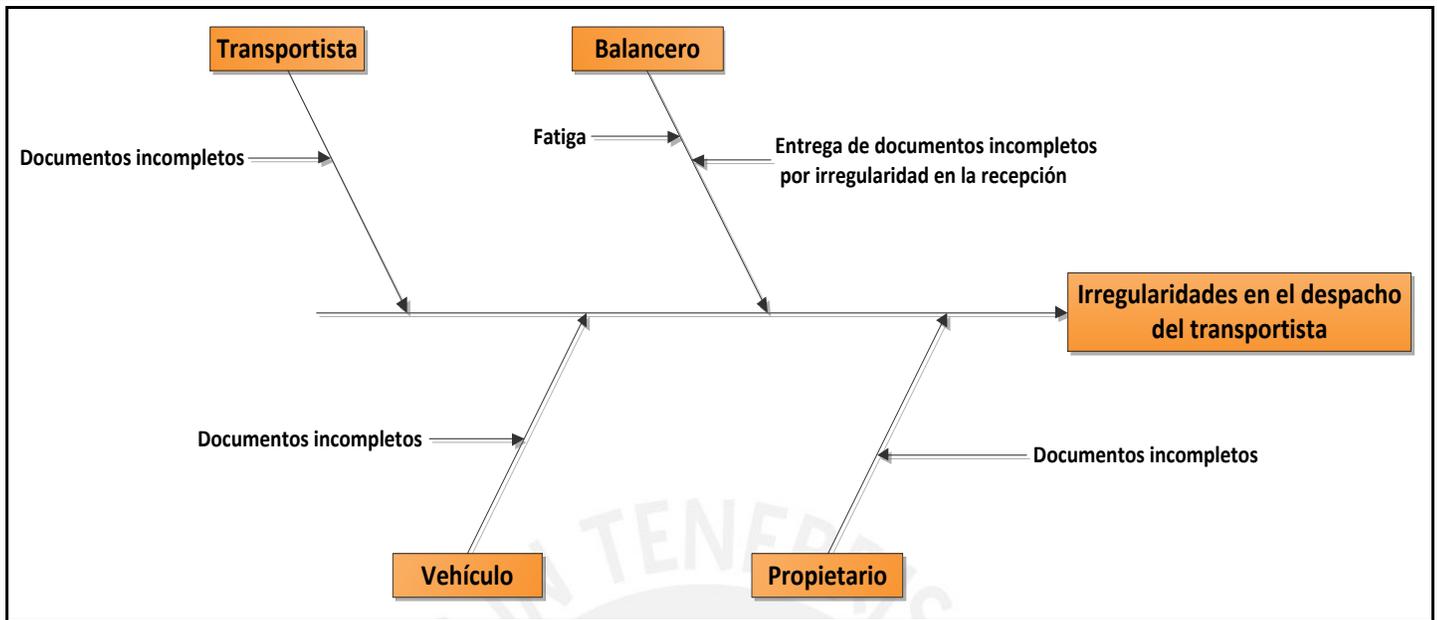


Figura 38: Diagrama de causa y efecto de problemas en el despacho

Fuente: La Empresa. Elaboración propia

Las irregularidades en el despacho (Figura 38) se producen debido a que en la recepción no se entregaron las guías de transportista y de remitente, lo que no permite la emisión de ticket en el despacho, trayendo como consecuencia la regularización posterior de dichos documentos, aumentando así el tiempo del proceso y dificultando el manejo de documentos.

Por lo tanto teniendo en cuenta los tres problemas que se presentan en la balanza, podemos decir que tanto en la recepción como en el despacho se presentan problemas de tipo documentario, y en el pesaje se producen problemas que afectarían los ingresos económicos, ya que la facturación se encuentra en función del peso del mineral.

3.1.3 Diagnóstico del proceso de pesaje

Por otro lado haciendo un análisis del efecto del peso en cada proceso, y teniendo en cuenta un factor muy importante que es la supervisión del pesaje, ya que dicho factor asegura que el peso registrado es el adecuado.

Entonces en el cuadro 2 se muestra el efecto de un pesaje menor y mayor al real, teniendo en cuenta el nivel de supervisión del proceso, ya que el pesaje en algunos procesos es supervisado solo por el balancero desde dentro de la caseta de balanza y en otros procesos, sobre todo en los que el concentrado forma parte de él, la supervisión del pesado lo realiza adicionalmente el agente de garita, asegurando así que no halla irregularidades en el pesaje.

Procesos en balanza	Supervisión	Efecto de pesaje menor al real	Efecto de pesaje mayor al real
Ingreso de mineral	Balancero	Perdida	Ganancia
Retiro de mineral	Balancero	Perdida	Ganancia
Traslado de mineral	Balancero	depende del contrato con la otra planta	depende del contrato con la otra planta
Ingreso de concentrado	Balancero y agente de garita	Peso real debido a la supervisión	Peso real debido a la supervisión
Ingreso de cemento	Balancero y agente de garita	Peso real debido a la supervisión	Peso real debido a la supervisión
Liquidación de concentrado	Balancero y agente de garita	Peso real debido a la supervisión	Peso real debido a la supervisión
Despacho de blending	Balancero y agente de garita	Peso real debido a la supervisión	Peso real debido a la supervisión
CONCLUSIÓN	Se tiene como procesos críticos el ingreso y el retiro de mineral cuando se produce un pesaje menor al real en la balanza		

Cuadro 2: Efecto de los procesos en balanza

Fuente: La Empresa. Elaboración propia

Como se puede observar en el cuadro 2, el efecto de un pesaje menor al real genera pérdidas económicas en los procesos de ingreso de mineral y retiro de mineral, indicando así la necesidad de la búsqueda de una mejora en reducir al mínimo o eliminar dichas pérdidas.

Se tiene que el proceso de retiro de mineral genera un ingreso económico para la empresa por concepto de gastos administrativos y de almacenamiento del mineral en la cancha.

Por otro lado el ingreso de mineral marca el inicio del proceso de producción, y se caracteriza por lo siguiente:

- En el proceso de ingreso de mineral, es la balanza la que determina las toneladas que ingresan por cliente.
- Un inadecuado estacionamiento del camión en la balanza, generará un pesaje del mineral menor al real.
- Se le factura al cliente según el valor del peso registrado en la balanza, por el servicio de procesamiento de mineral.

Finalmente se concluye que el ingreso de mineral será el proceso a analizar porque podría generar pérdidas si no se realiza adecuadamente, afectando así las ganancias obtenidas por la empresa, ya que mensualmente ingresan miles de toneladas de mineral bruto para ser procesados en la planta de producción.

Vehículo de muestra	Peso real	Peso irregular	Factor de corrección
camioneta	2050	1810	0.12
Camión 1	2910	2530	0.13
camión 2	3640	3050	0.16
Camión 3	5830	5020	0.14
Promedio			0.14
Probabilidad de ocurrencia			0.10
Factor por mal pesaje			0.01

Cuadro 3: Factor de mal pesaje

Fuente: La Empresa. Elaboración propia

En el cuadro 3 se muestra un promedio de peso real para una camioneta y para tres camiones, y al lado su peso irregular debido a incidencias en la balanza. Finalmente con dichos datos se obtiene un factor por mal pesaje, que es proporcional al promedio y a la probabilidad de ocurrencia de dicha incidencia.

	IINGRESO DE MINERAL (Tn)	MINERAL PROCESADO (Tn)	FACTOR POR MAL PESAJE	MINERAL NO REGISTRADO EN BALANZO (Tn)
ENERO	16,054.18	22,178.33	0.014	304.22
FEBRERO	11,897.21	21,323.38	0.014	292.49
MARZO	16,028.59	16,012.77	0.014	219.65
ABRIL	19,826.39	21,870.57	0.014	300.00
MAYO	21,939.75	21,215.79	0.014	291.02
JUNIO	26,782.21	21,072.18	0.014	289.05
JULIO	28,325.47	22,262.20	0.014	305.37
AGOSTO	22,396.00	19,322.35	0.014	265.05
TOTAL	163,249.80	165,257.57	0.014	2,266.85

Cuadro 4: Toneladas de mineral no registrado en la balanza

Fuente: La Empresa. Elaboración propia

En el cuadro 4 se observa que durante el 2012 de Enero a Agosto se ha procesado 165,257 Tn de mineral bruto y por efectos de un mal pesaje debido a un inadecuado estacionamiento de los camiones en la balanza, se estima que 2,266.85 Tn no fueron registradas por el sistema de balanza, lo que trae como consecuencia que la empresa deje de percibir ingresos por dichas toneladas.

Por lo tanto se concluye que es necesario optimizar la operación de pesaje en balanza, reforzando al máximo los niveles de visualización, así también como la distribución del área de trabajo, para mejorar la supervisión del pesaje de vehículos, por parte del encargado de la balanza, logrando así que la empresa facture todas las toneladas que ingresan al almacén de minerales.

3.2 ALMACÉN DE MINERALES (CANCHA DE MINERALES)

A continuación conocerán y analizarán los procesos realizados en el almacén de minerales ó cancha de minerales, y finalmente se mostrará un diagnóstico de los procesos.

3.2.1 Procesos realizados en el almacén de minerales

A continuación, en la figura 39, se muestran los procesos identificados en la cancha de minerales y una descripción detallada de cada uno:

PROCESOS EN CANCHA			
1) Recepción y almacenamiento de mineral	2) Procesos de traslado interno de mineral: 2.1)Traslado hacia área de chancado y 2.2) traslado hacia área de producción.	3) Proceso de traslado externo de mineral: Obtención de concentrado en otra planta.	4) Retiro de mineral

Figura 39: Procesos en cancha
Fuente: La Empresa. Elaboración propia

3.2.1.1 Recepción y almacenamiento de mineral:

En la figura 40 se muestran las operaciones que se realizan en el proceso de recepción y almacenamiento de mineral:



Figura 40: Proceso de recepción y almacenamiento de mineral

Fuente: La Empresa. Elaboración propia

A continuación se detallan las operaciones mostradas en la figura 40:

1° Recepción del transportista.

Se reciben los siguientes documentos por parte del controlador de cancha:

- Guía de remisión
- Guía de transportista
- Orden de movimiento

2° Ubicación del mineral en cancha.

Se identifica la ubicación de la ruma de minerales, por parte del controlador de cancha, de tres maneras posibles:

- Identificación del lugar según el espacio libre que pueda existir en cancha, en el caso de lotes nuevos.
- Identificación del lugar usando la lista de rumas, en el caso de aumento de la ruma de un lote existente.
- Solicitando la información en la oficina comercial.

3° Descarga del mineral en cancha.

Para la descarga del mineral en cancha se realiza la siguiente secuencia de operaciones:

- a) Traslado del transportista al lugar de la ruma de minerales correspondiente, guiado por el controlador de cancha.
- b) Descarga del mineral en el lugar indicado por el controlador de cancha.

4° Almacenamiento del mineral en la cancha.

Para el almacenamiento del mineral en la cancha, se realiza la siguiente secuencia de operaciones:

- a) Instalación de letrero de identificación, en caso de ser un lote nuevo, por parte del controlador de cancha.
- b) Firma y sellado de los siguientes documentos, por parte del controlador de cancha, indicando la conformidad del proceso:
 - Guía de remitente.
 - Guía de transportista.
 - Orden de movimiento.

3.2.1.2 Traslado hacia el área de Chancado:

En la figura 41, se muestran las operaciones que se realizan en el proceso de traslado hacia en área de chancado:

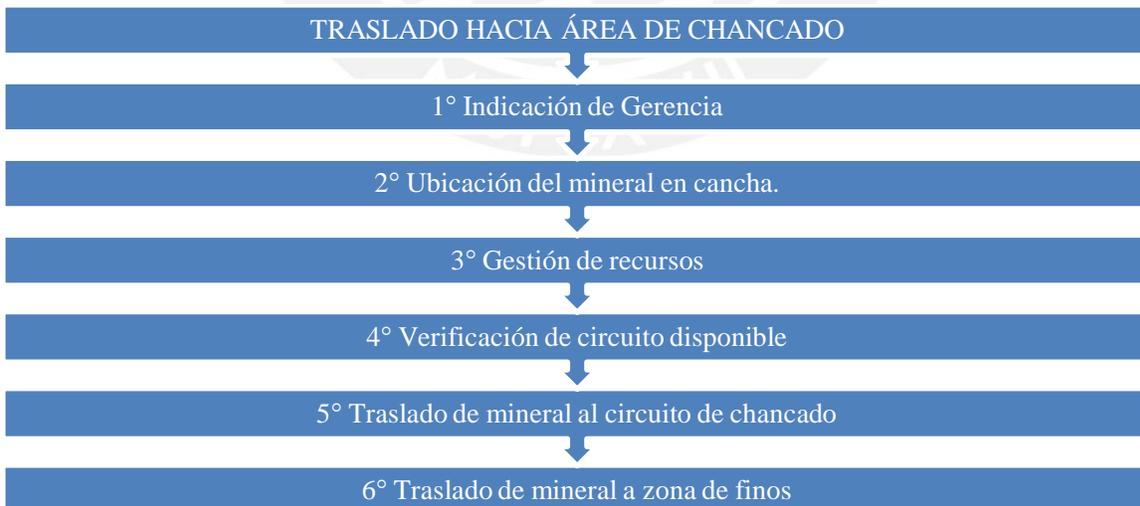


Figura 41: Proceso de traslado hacia área de chancado

Fuente: La Empresa. Elaboración propia

A continuación se detallan las operaciones mostradas en la figura 41.

1° Indicación de gerencia.

Con la indicación de la gerencia se realiza la siguiente secuencia de operaciones:

- a) Comunicación con el controlador de cancha, de parte de la gerencia, para indicarle la secuencia de rumas de mineral a ingresar al circuito de chancado.
- b) Elaboración del programa de rumas de mineral a ingresar al circuito de chancado.

2° Ubicación del mineral en cancha.

Para ubicar el mineral en la cancha de minerales el controlador de cancha Identifica la ubicación de la ruma, usando la lista de rumas.

3° Gestión de recursos.

Para la gestión de recursos el controlador de cancha realiza la siguiente secuencia de operaciones:

- a) Humedecimiento de la ruma de mineral, usando un tanque cisterna, para reducir la emisión de polvo, por parte del mineral, durante el proceso.
- b) Indicación de parte del controlador de cancha, al conductor del cargador frontal y volquete, de cuál es la ruma de mineral que deberá ser trasladada al circuito de chancado.

4° verificación de circuito disponible.

Para verificar que el circuito de chancado se encuentra disponible, el controlador de cancha realiza la siguiente secuencia de operaciones:

- a) Verificación, por parte del controlador de cancha, que finalizó el proceso de chancado anterior.
- b) Indicación al encargado del circuito de chancado, por parte del controlador de cancha, que ingresará un nuevo lote al proceso.

5° Traslado de mineral al circuito de chancado.

Para el traslado de mineral al circuito de chancado, se realiza la siguiente secuencia de operaciones:

- a) Llenado del volquete con mineral, usando el cargador frontal.
- b) Traslado y descarga del mineral, por medio del volquete, al circuito de chancado.

6° traslado de mineral a zona de finos.

En el traslado de mineral chancado a zona de finos se realiza la siguiente secuencia de operaciones:

- Indicación al conductor del volquete, por parte del controlador de cancha, del lugar en donde descargar el mineral chancado.
- Carga de mineral chancado con el cargador frontal y llenado del volquete con el mineral, mientras se realiza el proceso de chancado.
- Traslado y descarga del mineral chancado en el sector indicado, por medio del volquete.
- Instalación de cartel de identificación en ruma chancada, por parte del controlador de cancha.

3.2.1.3 Traslado hacia el área de producción:

En la figura 42 se muestran las operaciones que se realizan en el proceso de traslado hacia el área de producción:

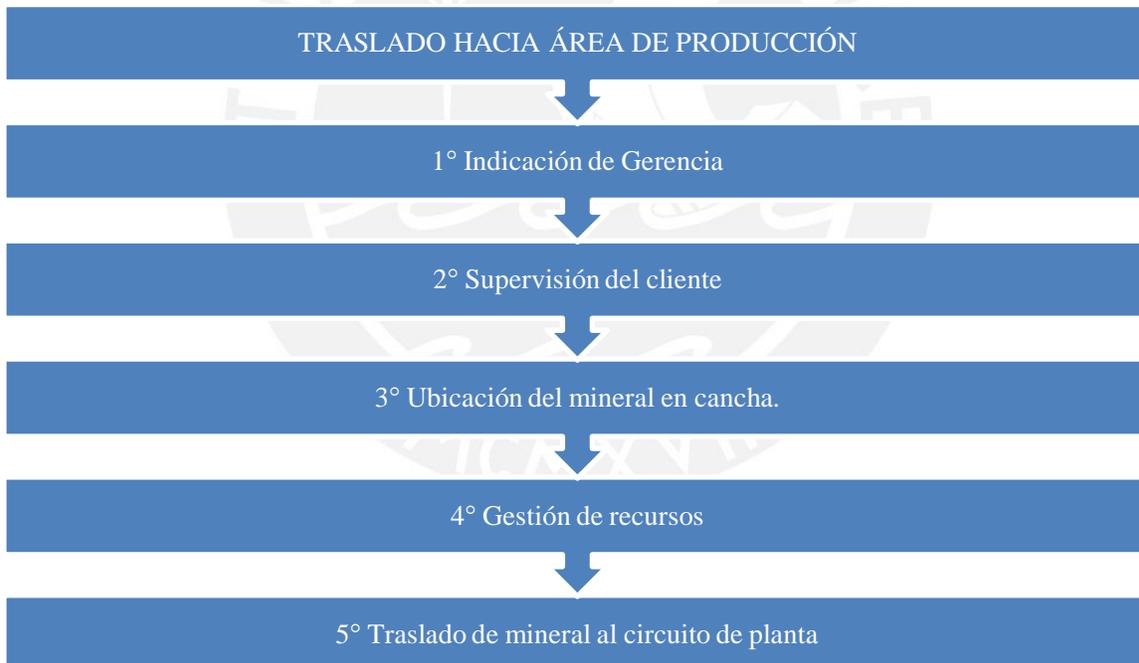


Figura 42: Proceso de traslado hacia área de producción

Fuente: La Empresa. Elaboración propia

A continuación se detallan las operaciones mostradas en la figura 42:

1° Indicación de gerencia

En la indicación de gerencia se realiza la siguiente secuencia de operaciones:

- Comunicación con el cliente, de parte de la gerencia, para informarle que se comenzará a procesar el lote de su propiedad.

- b) Comunicación con el controlador de cancha, de parte de la gerencia, para indicarle la programación de rumas chancadas con el circuito de destino en planta, en la cual se deberá enviar el mineral chancado a procesar.

2° Supervisión del cliente

En la supervisión del cliente se realiza la siguiente secuencia de operaciones:

- a) Recepción del cliente en cancha, suceso que indica el inicio del proceso.
- b) Supervisión del cliente al proceso de “traslado de mineral hacia área de producción”.

3° Ubicación del mineral en cancha.

Para ubicar el mineral en la cancha de minerales, el controlador de cancha se guía del cartel de identificación de la ruma de minerales en la zona de finos.

4° Gestión de recursos

En la gestión de recursos, el controlador de cancha le indica al conductor del cargador frontal y del volquete, cuál es la ruma chancada que deberá ser trasladada al circuito de planta.

5° Traslado de mineral al circuito de planta

Para el traslado de mineral al circuito de planta se realiza la siguiente secuencia de operaciones:

- a) Llenado del volquete con mineral chancado usando el cargador frontal.
- b) Traslado y descarga del mineral chancado, por medio del volquete, al circuito de planta programado.

3.2.1.4 Traslado externo de mineral

En la figura 43 se muestran las operaciones que se realizan en el proceso de traslado externo de mineral:



Figura 43: Proceso de traslado externo de mineral

Fuente: La Empresa. Elaboración propia

A continuación se detallan las operaciones mostradas en la figura 43:

1° Indicación de gerencia.

En la indicación de gerencia se realiza la siguiente secuencia de operaciones:

- a) Comunicación con el controlador de cancha, de parte de la gerencia, para indicarle la ruma que será trasladada a otra planta para ser procesada.
- b) Comunicación con el balancero, de parte del controlador de cancha para indicarle el lote y la planta a la cual se realizará el traslado.

2° Recepción del transportista.

El controlador de cancha solicita al transportista los siguientes documentos:

- Guía de remisión.
- Guías de remitente.
- Orden de movimiento.

3° Ubicación del mineral en cancha.

Para ubicar el mineral en la cancha de minerales, el controlador de cancha usa la Lista de Rumas, con la cual localiza la ubicación de la ruma buscada.

4° Gestión de recursos.

En la gestión de recursos, el controlador de cancha le indica al conductor del cargador frontal y del volquete, cuál es la ruma de mineral que deberá ser trasladada a otra planta.

5° Carga y verificación del mineral.

Para la carga y verificación del mineral, se realiza la siguiente secuencia de operaciones:

- a) Carga de mineral con el cargador frontal y llenado del volquete con el mineral.
- b) Firma y sellado de la orden de movimiento por parte del controlador de cancha, indicando así que el peso acumulado que sale de cancha es el correcto.
- c) Entrega de documentos al transportista por parte del controlador de cancha:
 - Guía de remitente
 - Guía de transporte
 - Orden de movimiento

3.2.1.5 Retiro de mineral

En la figura 44, se muestran las operaciones que se realizan en el proceso de Retiro de Mineral:



Figura 44: Proceso de retiro de mineral
Fuente: La Empresa. Elaboración propia

A continuación se detallan las operaciones mostradas en la figura 44:

1° Indicación de gerencia.

En la indicación de gerencia, la gerencia se comunica con el controlador de cancha para darle a conocer la ruma de mineral que será retirada de la planta.

2° Recepción del transportista.

En la recepción del transportista, el controlador de cancha le solicita al transportista los siguientes documentos:

- Acta de retiro.
- Orden de movimiento.

3° Ubicación del mineral en cancha.

Para ubicar el mineral en la cancha de minerales, el controlador de cancha usa la Lista de Rumas, con la cual localiza la ubicación de la ruma buscada.

4° Gestión de recursos.

En la gestión de recursos, el controlador de cancha le indica al conductor del cargador frontal y del volquete, cuál es la ruma de mineral que deberá ser retirada de la cancha de minerales.

5° Carga y verificación del mineral.

Para la carga y verificación del mineral se realiza la siguiente secuencia de operaciones:

- a) Carga de mineral con el cargador frontal y llenado del volquete con el mineral.
- b) Firma y sellado de la orden de movimiento por parte del controlador de cancha, indicando así que el peso acumulado que sale de cancha es el correcto.
- c) Entrega de documentos al transportista por parte del controlador de cancha:
 - Acta de salida.
 - Orden de movimiento.

3.2.2 Análisis de los procesos realizados en el almacén de minerales.

Se han identificado los siguientes problemas en el almacén de minerales:

Operaciones	Problemas
Recepción del transportista	Documentación incompleta
Descarga de mineral en cancha	Falta de procedimiento
Almacenamiento de mineral en cancha	Falta de procedimiento
Gestión de recursos	Disponibilidad de recursos
Traslados internos	Falta de señalización adecuada
Traslados a otra planta	Falta de espacio disponible en cancha
Ubicación del mineral en cancha	Falta de señalización adecuada

Cuadro 5: Problemas identificados por operaciones

Fuente: La Empresa. Elaboración propia

Como se observa en el cuadro 5, se tiene que los problemas de las cuatro primeras operaciones radican en la falta de un adecuado procedimiento, el cual indique y establezca el manejo de la documentación, así también como las actividades óptimas de descarga y almacenamiento de mineral, y una adecuada organización y distribución de los recursos a usar.

También se muestra en el cuadro 5 que las tres últimas operaciones, tiene como origen de sus problemas a la falta de señalización adecuada, el cual dicho sea de paso se encuentra directamente relacionado con el máximo aprovechamiento del espacio disponible en la cancha de minerales.

Por lo tanto la inadecuada señalización del almacén de minerales hace dificultoso la ubicación de rums de mineral y los traslados de mineral dentro de la cancha, además la falta de una adecuada señalización hace de que no se aproveche de forma óptima el espacio disponible en el almacén de minerales, lo que implica también un análisis de la distribución actual de la cancha.

Entonces se tiene como problema general una inadecuada distribución del almacén de minerales, acompañado de un problema de señalización y del aprovechamiento máximo del espacio disponible.

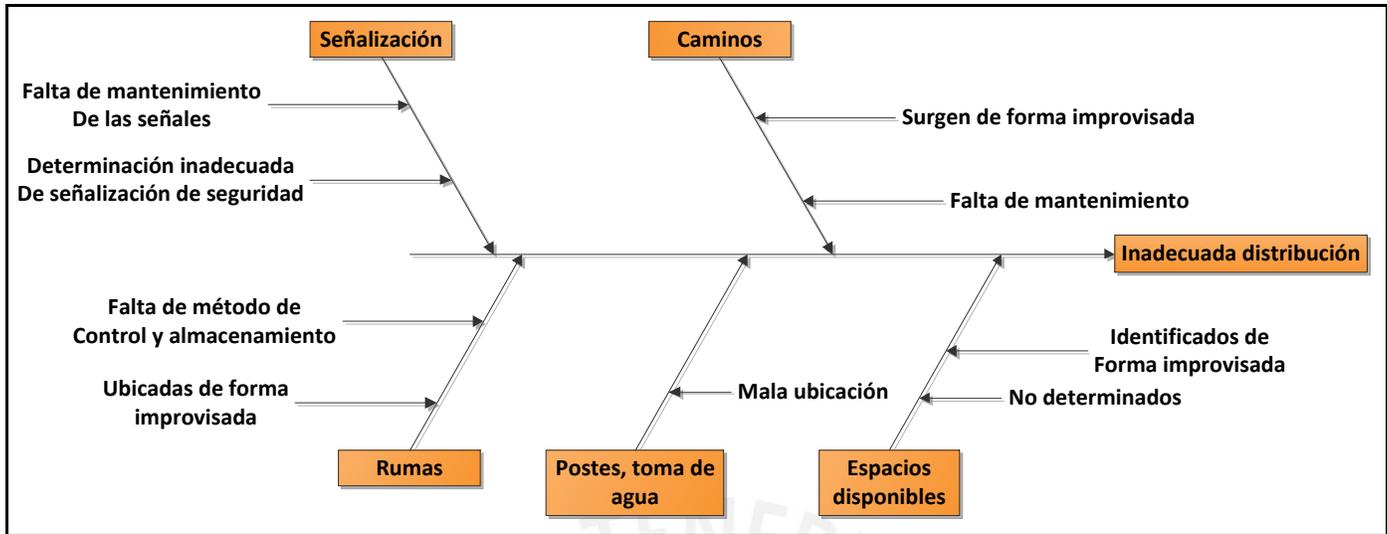


Figura 45: Diagrama de causa y efecto para la distribución de la cancha
Fuente: La Empresa. Elaboración propia

En la figura 45 se puede observar que los aspectos de señalización, rumas, caminos, postes, tomas de agua, y espacios disponibles se encuentran relacionados directamente con la distribución de la cancha de minerales, ya que una inadecuada distribución va de la mano con una deficiencia en cada uno de estos aspectos.

3.2.3 Diagnóstico de la cancha de minerales

En el cuadro 6 se puede observar una descripción de los procesos en el almacén de minerales, en función del impacto en el ingreso de la empresa.

PROCESO	Observación	Efecto
Recepción y almacenamiento de mineral	Determina el uso óptimo del espacio en el almacén de minerales.	Inadecuada distribución
Traslado hacia área de chancado	Proceso operativo que no genera gasto ni ingreso para la empresa	-
Traslado hacia área de producción	Proceso operativo que no genera gasto ni ingreso para la empresa	-
Traslado de mineral a otra planta	La empresa paga por el servicio a procesar el mineral en otra planta y obtener así el concentrado	Gasto para la empresa
Retiro de mineral	El propietario del mineral retira definitivamente su mineral de la planta y paga por gastos	Ingreso para la empresa

Cuadro 6: Influencia económica de los procesos en el almacén de minerales para la empresa
Fuente: La Empresa. Elaboración propia

Por lo tanto del cuadro 6 se deduce que el traslado de mineral a otra planta influye en los ingresos de la empresa de forma negativa, ya que se tendrá que recurrir al servicio de terceros para procesar el mineral bruto y obtener el concentrado.

Observaciones:

- La empresa cobra 30 \$/Tn para procesar el mineral bruto que ingresa a planta.
- En los meses de mayor demanda (Enero, Febrero y Marzo) el almacén de minerales llega a su máxima capacidad.
- La empresa recurre a otras plantas cuando el espacio disponible en el almacén de minerales llega al mínimo.
- Con el traslado de mineral a otra planta se deja de percibir (30 \$/Tn) por el procesamiento del mineral bruto en la planta, pero es necesario obtener el concentrado de cobre para cubrir el programa de ventas al extranjero.

	Mineral procesado en otra planta (Tn)
ene-12	3258.07
feb-12	2122.52
mar-12	39.65
TOTAL	5420.24

Cuadro 7: Toneladas de mineral procesado en otra planta

Fuente: La Empresa. Elaboración propia

En el cuadro 7 se observa que se ha tenido que trasladar 5,420 Tn de mineral para obtener el concentrado de cobre en otra planta, dejando de percibir ingresos por el servicio de procesamiento de mineral en la planta.

Un aspecto crítico es el uso óptimo de la capacidad (55,000.00 Toneladas) ya que es evidente que los minerales descargados ocupan más espacio del que deberían (ver cuadro 8), motivo por el cual en los meses de mayor demanda (Enero, febrero y marzo) la cancha de minerales llega a su tope de almacenamiento y se necesita procesar el mineral en otra planta.

RUMA	Peso de Ruma descargada (Tn)	Area de ruma descargada (m2)
1	464.02	60
2	217.40	50
3	556.78	60
4	585.54	60
5	396.24	50
6	405.85	55
7	307.99	50
8	391.89	50
9	976.49	90
10	379.69	50

Cuadro 8: Área ocupada por ruma descargada

Fuente: La Empresa. Elaboración propia

Por lo tanto es necesario optimizar el uso del espacio del almacén de minerales, mediante una adecuada distribución y señalización de la cancha de minerales la cual debe ir acompañada de procedimientos en los procesos de recepción, almacenamiento y control de las rumas de mineral, que permitan una óptima gestión del almacén de minerales y un máximo aprovechamiento del espacio disponible.

Con respecto a la **distribución actual** de la cancha de minerales se tiene que solo se ha tomado en cuenta el tipo de mineral (Óxido o Sulfuro) y su presentación (grueso o fino), mas no los niveles de mineral provenientes de las distintas zonas mineras, las cuales según su grado de extracción han llegado a ocupar un espacio representativo en la cancha de minerales (Ver cuadro 9).

Porcentaje promedio del total de toneladas de mineral que ingresan a la cancha según la zona de procedencia									
ZONA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	PROMEDIO
CHAVINCHA	0.18	0.25	0.44	0.44	0.37	0.34	0.44	0.16	33%
CALICANTO	0.34	0.17	0.15	0.28	0.29	0.27	0.25	0.31	26%
HUARATO	0.08	0.13	0.10	0.10	0.05	0.07	0.06	0.06	8%
ABANCAY	0.07	0.07	0.00	0.04	0.07	0.10	0.10	0.20	8%
OTOCA	0.04	0.04	0.11	0.06	0.11	0.10	0.06	0.12	8%
ACARI	0.05	0.11	0.06	0.04	0.04	0.05	0.04	0.00	5%
ICA	0.04	0.08	0.07	0.02	0.02	0.03	0.03	0.06	4%
PISCO	0.10	0.09	0.02	0.01	0.04	0.02	0.01	0.05	4%
otros	0.09	0.06	0.05	0.02	0.01	0.03	0.01	0.03	4%
Total									100%

Cuadro 9: Promedio porcentual de ingresos de mineral según la zona de procedencia

Fuente: La Empresa. Elaboración propia

Por lo tanto la cantidad de toneladas extraídas de la zona de Chavincha y Calicanto llegan a ocupar mayor espacio en la cancha de minerales, aspecto que no se ha tomado en cuenta al momento de recepcionar y almacenar las toneladas de mineral que ingresan a la cancha, ya que la descarga del mineral ingresado se realiza de acuerdo al espacio disponible en alguna parte de la cancha en ese momento.

Características de la distribución actual de la cancha de minerales:

La distribución actual de la cancha de minerales determina el flujo de los vehículos y maquinarias (ver figura 46), los cuales se caracterizan por lo siguiente:

- Los camiones ingresan mineral por las rutas 2 y 6.
- Por las rutas 3 y 4 se tiene acceso a la zona 14, tanto para los camiones que ingresan mineral como para el cargador frontal y volquete que manipulan el mineral almacenado.
- La ruta 1, es la ruta principal, permite el acceso a todas las zonas de almacenamiento de mineral (excepto la zona 14), tanto para los camiones que ingresan mineral como para el cargador frontal y volquete que manipulan el mineral almacenado.
- En la intersección de las rutas 1 y 6 se presenta el ingreso hacia el circuito de producción, por donde se traslada el volquete con el mineral fino, también se presenta el tránsito de los camiones que ingresan mineral, y del cargador frontal y volquete que manipulan el mineral almacenado.
- En la intersección de las rutas 1 y 4 se presentan las operaciones de carga y descarga del mineral fino, el cual luego será trasladado al circuito de producción y también el tránsito de los camiones que ingresan mineral, así también del cargador frontal y volquete que manipulan el mineral almacenado.

Durante el proceso se tiene mayor concurrencia de vehículos en la ruta 1 (Ver figura 46) lo que origina que dicha ruta presente mayor amplitud permitiendo así que la movilización de los camiones que ingresan mineral, y el volquete y cargador frontal, que manipulan el mineral almacenado, sea la adecuada, ya que estos deben trasladarse dentro del rango de velocidad establecido:

- 30 Km/h como velocidad máxima para los camiones y volquetes.
- 10 Km/h como velocidad máxima para los cargadores frontales y mini-cargadores.

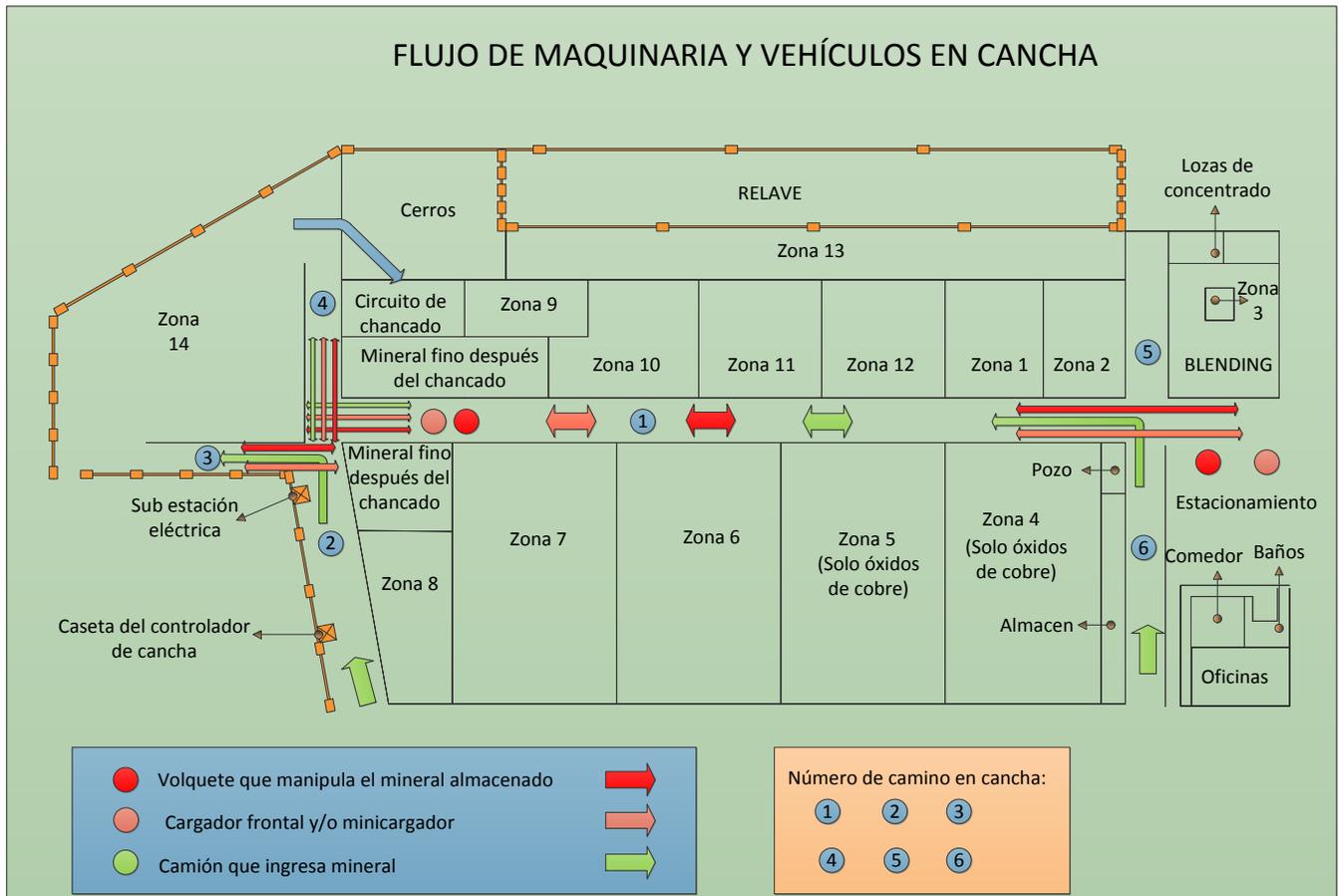


Figura 46: Flujo de maquinaria y vehículos
Fuente: La Empresa. Elaboración propia

Por lo tanto se concluye que la amplitud de la cancha de minerales de la ruta 1 permite el movimiento de vehículos de forma adecuada, pero se debe tener en cuenta que en las intersecciones el flujo de vehículos se intensifica y sobre todo es necesario controlar o reducir dicho flujo, para permitir así un desplazamiento más cómodo, rápido y seguro de los vehículos en el almacén de minerales.

3.3 CIRCUITO DE CHANCADO

A continuación se conocerán y analizarán los procesos del circuito de chancado y finalmente se realizará un diagnóstico de los procesos.

3.3.1 Procesos del circuito de chancado

El proceso de chancado se caracteriza por recibir en la entrada el mineral grueso de tamaño y forma variable y brinda como salida el mineral fino, listo para ingresar al proceso de producción (ver figura 47).

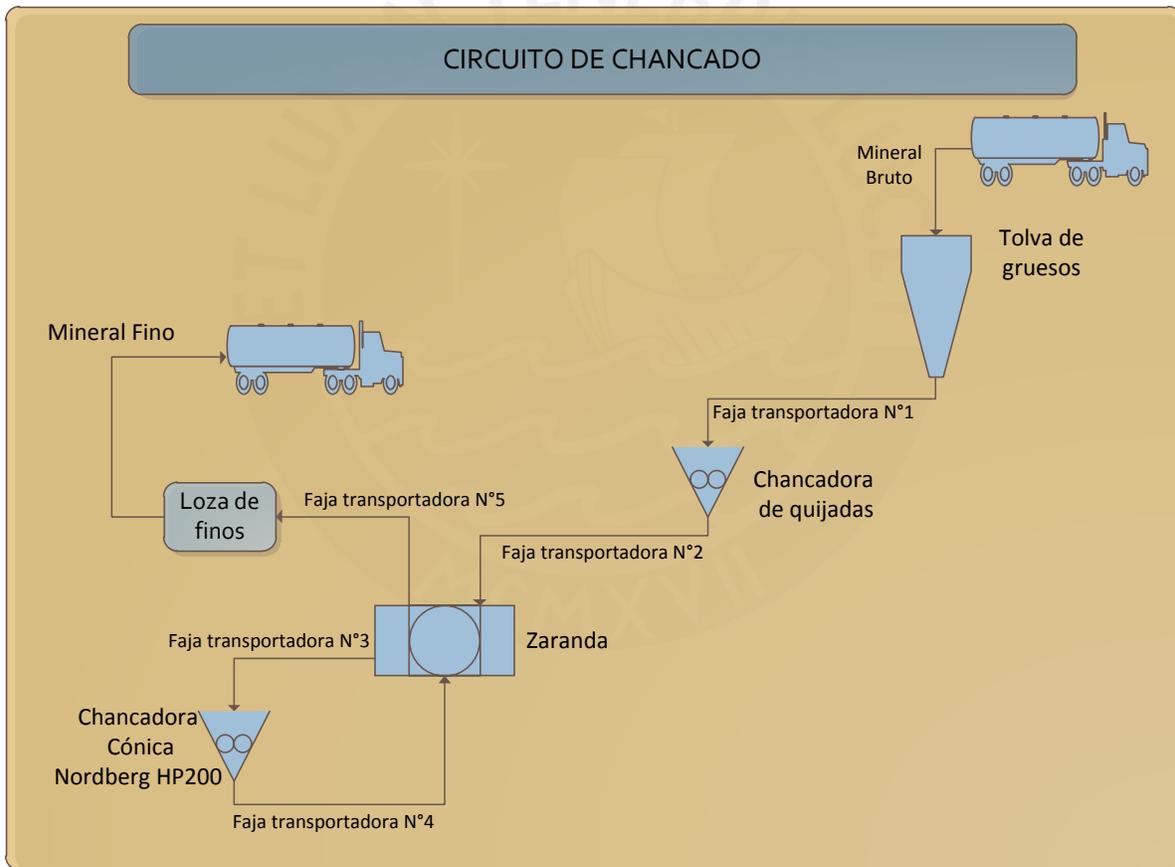


Figura 47: Diagrama esquemático del circuito de chancado

Fuente: La Empresa. Elaboración propia

En la figura 47 se muestra la secuencia que sigue el circuito de chancado:

- 1) El mineral ingresa por la tolva de gruesos, en donde el caudal es regulado por un operario, con la finalidad de que el nivel del caudal que sale de la tolva de gruesos sea el adecuado para que no rebalse los límites de la faja transportadora N°1, y así pueda ser transportado hacia la chancadora de Quijadas.
- 2) El mineral ingresa a la chancadora de quijadas, en donde el mineral grueso pasa por un chancado primario obteniendo un tamaño final de 1 1/2" en promedio, el cual es transportado a la Zaranda, por medio de la faja transportadora N°2.
- 3) El mineral chancado entra a la Zaranda y este actúa como filtro enviando al mineral menor a 7/16" a la loza de finos a través de la faja transportadora N°5, y al mineral de tamaño mayor a 7/16" a la chancadora Cónica Nordberg HP200, a través de la faja transportadora N°3.
- 4) El mineral chancado con tamaño mayor a 7/16" se transporta hacia la Chancadora Cónica Nordberg HP200, por medio de la faja transportadora N°3, y el mineral chancado es enviado a la Zaranda, a través de la faja transportadora N°4, para reprocesar el mineral que tenga un tamaño mayor a 7/16".
- 5) El mineral fino (Tamaño de mineral menor o igual a 7/16") es transportado hacia la loza de finos, por medio de la faja transportadora N° 5, en donde es almacenado, hasta que al cargador frontal se le indique que inicie el proceso de carga de mineral en el volquete.

3.3.2 Análisis de procesos del circuito de chancado

Para analizar el proceso de chancado de mineral se muestra el diagrama de operaciones del proceso (ver figura 48) y adicionalmente el diagrama de análisis del proceso de chancado (ver figura 49)

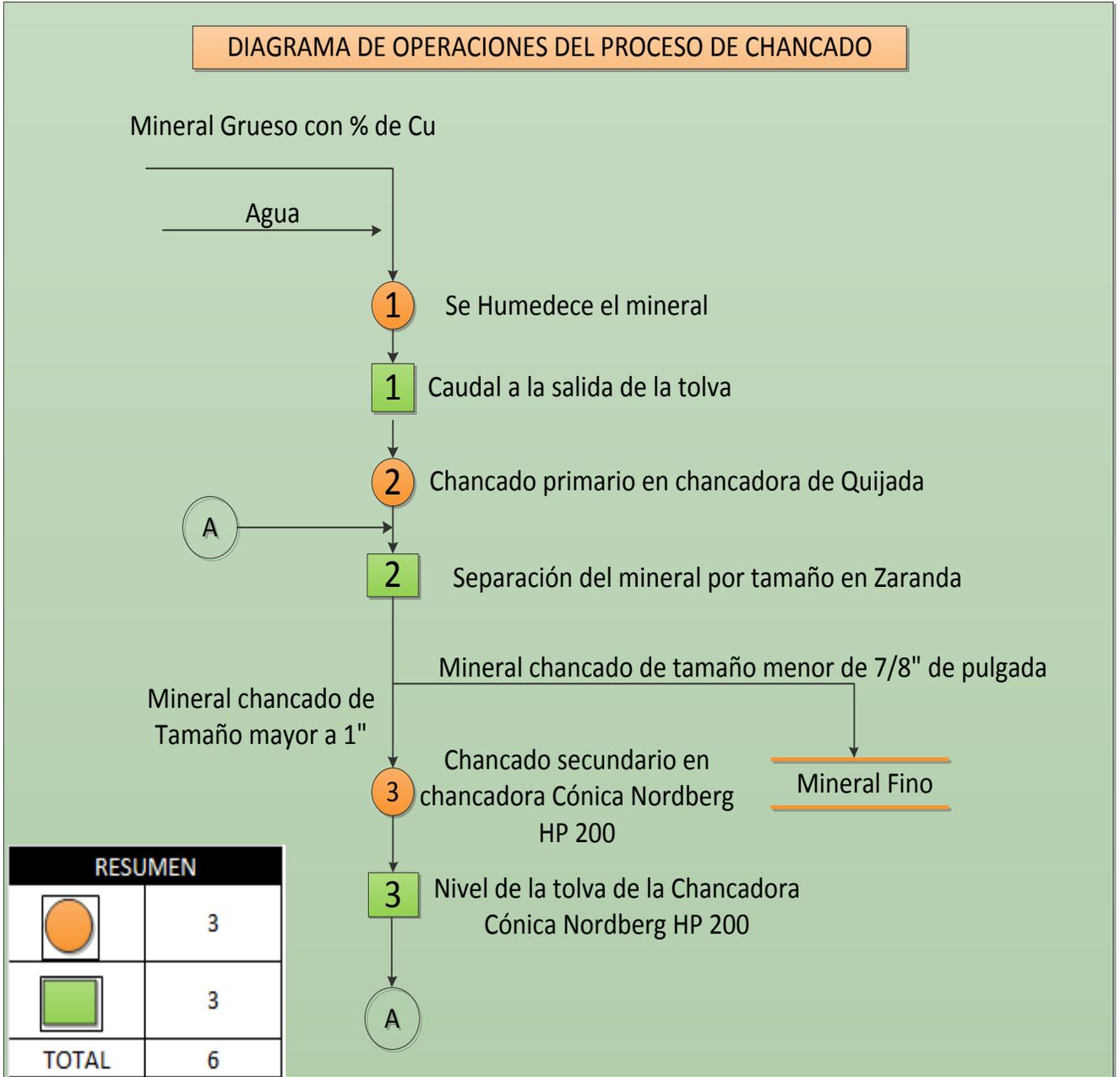


Figura 48: Diagrama de operaciones del proceso de chancado

Fuente: La Empresa. Elaboración propia

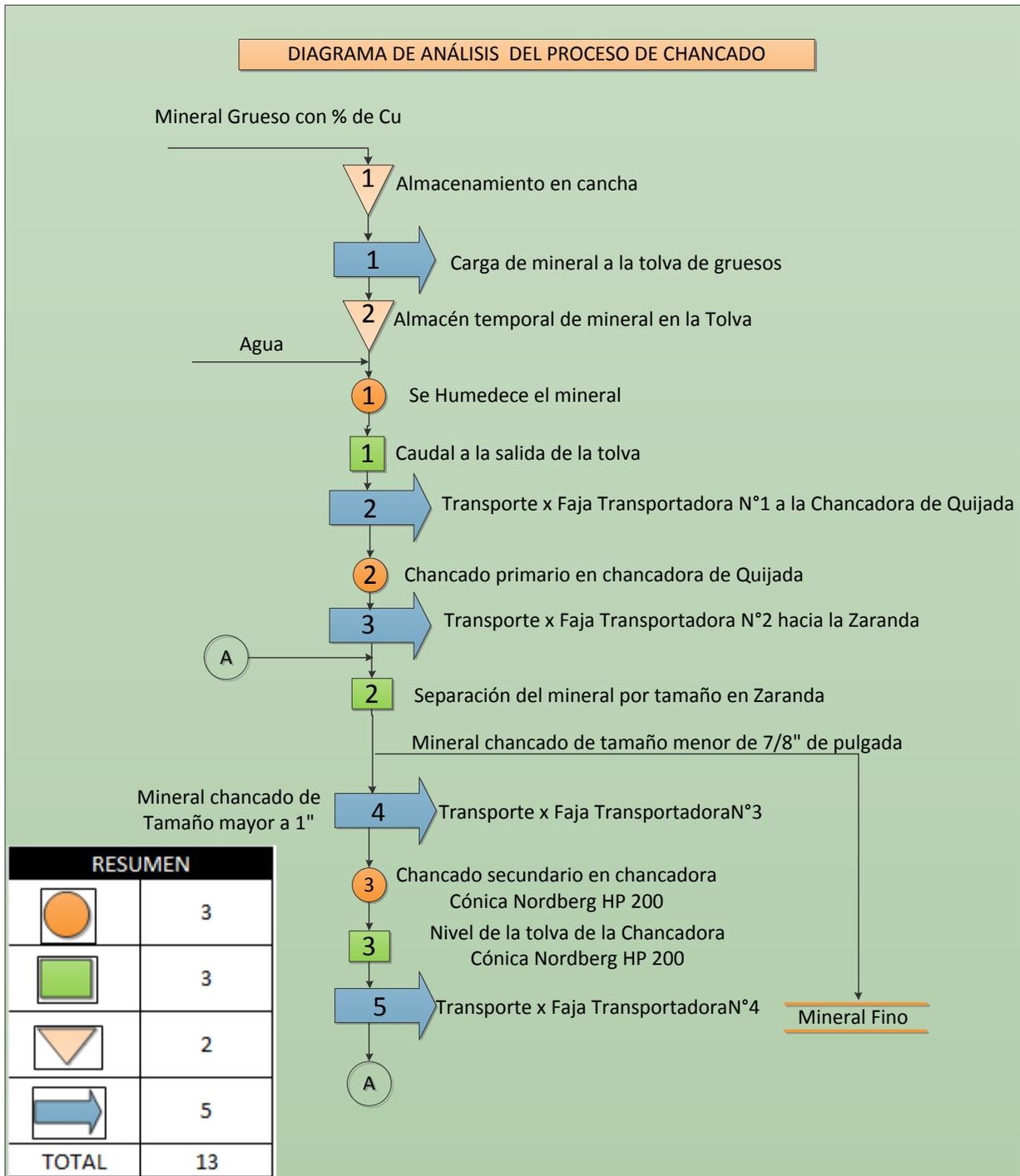


Figura 49: Flujo del proceso de chancado

Fuente: La Empresa. Elaboración propia

En los diagramas se determinan tres operaciones, en la primera se humedece el mineral para reducir la emisión de polvo en la descargar en la tolva de gruesos, luego se procede con el chancado primario en la chancadora de quijadas y la última operación es el chancado secundario en la Chancadora Cónica.

Se han identificado tres inspecciones:

- La primera inspección se realiza en la salida de la tolva de gruesos, en donde un operario supervisa y controla que el caudal de mineral que ingresa a la faja transportadora N°1 sea el adecuado.
- La segunda inspección se realiza de forma automatizada en la zaranda, en donde se filtra el mineral fino a salir del proceso.
- La tercera inspección se realiza en la tolva de la chancadora Cónica Nordberg HP200, en donde un operario supervisa y controla el estado del forro de las paredes de la chancadora y del trompo de la chancadora, ya que si dicho forro se desgasta, entonces la eficiencia de la chancadora disminuye (de 100 Tn/h hasta 60 Tn/h) reduciendo el caudal de salida de mineral fino de la chancadora, lo que origina que se acumule mineral en la tolva de la chancadora.

Por otro lado se tiene que el primer almacenamiento en el proceso de chancado se realiza en la cancha de minerales, de donde se carga el mineral para luego ser llevado a la tolva de gruesos del circuito de chancado, y el segundo almacenamiento es temporal, que se podría traducir como una demora mientras se humedece el mineral.

Finalmente se tiene que el primer traslado o transporte es el que realiza el volquete, llevando el mineral de la cancha de minerales a la tolva de gruesos del circuito de chancado; los cuatro transportes siguientes corresponden a los traslados de mineral dentro del circuito de chancado a través de las fajas transportadoras.

Análisis de la capacidad de chancado:

Se tiene como muestra 60 rumas chancada en el mes de Agosto del 2012 (ver cuadro 10), de las cuales se ha registrado la fecha y hora en que se inició y terminó el chancado de cada ruma, con lo que se obtiene las horas que duró el proceso para cada ruma, y tomando en cuenta las horas de parada por reparaciones y fallas en las fajas transportadoras, chancadora de quijadas, Zaranda y chancadora Cónica Nordberg HP200, se obtiene las horas efectivas, la cuales representan el tiempo en que el circuito de chancado estuvo operando de forma continua para obtener el mineral fino a una determinada capacidad de producción.

Ruma	Fecha inicio	Hora inicio	Fecha Termino	Hora termino	Hora de proceso (Incluye tiempo de reparaciones y fallas)	Tiempo de parada por reparaciones, fallas e inconvenientes	Horas efectivas	Toneladas chancadas	Capacidad (Tn/hr)
1	31-jul	04:20 p.m.	01-ago	07:30 a.m.	15.17	4	11.38	501.92	44
2	01-ago	08:30 a.m.	01-ago	01:00 p.m.	4.50	1	3.42	322.88	94
3	01-ago	02:30 p.m.	02-ago	02:00 a.m.	11.50	2	9.43	496.03	53
4	02-ago	03:00 a.m.	02-ago	10:30 a.m.	7.50	2	5.85	251.89	43
5	02-ago	11:30 a.m.	02-ago	04:00 p.m.	4.50	1	3.56	197.75	56
6	02-ago	06:00 p.m.	02-ago	11:40 p.m.	5.67	2	4.14	280.66	68
7	03-ago	12:20 a.m.	03-ago	03:40 p.m.	15.33	3	12.42	222.25	18
8	03-ago	06:40 p.m.	03-ago	09:00 p.m.	2.33	0	2.01	105.81	53
9	03-ago	11:00 p.m.	04-ago	03:00 p.m.	16.00	3	12.96	583.09	45
10	05-ago	01:45 a.m.	05-ago	09:00 a.m.	7.25	1	6.24	168.63	27
11	05-ago	10:00 a.m.	05-ago	05:00 p.m.	7.00	2	5.04	356.92	71
12	07-ago	10:20 p.m.	08-ago	01:40 a.m.	3.33	1	2.60	182.28	70
13	08-ago	02:20 a.m.	08-ago	09:40 a.m.	7.33	2	5.65	262.64	47
14	08-ago	04:00 p.m.	09-ago	05:00 a.m.	13.00	2	10.92	741.44	68
15	09-ago	09:30 a.m.	09-ago	08:30 p.m.	11.00	2	9.35	420.23	45
16	09-ago	10:30 p.m.	10-ago	03:00 a.m.	4.50	1	3.33	194.32	58
17	10-ago	06:00 p.m.	10-ago	09:40 p.m.	3.67	1	2.93	118.24	40
18	10-ago	10:20 p.m.	11-ago	02:00 a.m.	3.67	1	3.01	182.49	61
19	11-ago	02:30 a.m.	11-ago	12:30 p.m.	10.00	1	8.90	432.09	49
20	11-ago	02:30 p.m.	11-ago	05:30 p.m.	3.00	0	2.70	118.47	44
21	11-ago	08:00 p.m.	12-ago	03:00 a.m.	7.00	2	5.32	286.79	54
22	12-ago	04:00 a.m.	12-ago	10:00 a.m.	6.00	1	4.92	117.33	24
23	12-ago	10:30 a.m.	12-ago	11:30 p.m.	13.00	2	11.44	656.89	57
24	13-ago	03:00 a.m.	13-ago	08:30 a.m.	5.50	1	4.24	162.27	38
25	13-ago	01:30 p.m.	13-ago	04:00 p.m.	2.50	1	1.85	98.04	53
26	13-ago	05:30 p.m.	14-ago	01:00 a.m.	7.50	2	5.93	395.94	67
27	14-ago	06:00 a.m.	14-ago	11:30 a.m.	5.50	1	4.13	115.25	28
28	14-ago	05:00 p.m.	14-ago	08:30 p.m.	3.50	1	2.49	109.73	44
29	14-ago	10:00 p.m.	15-ago	02:00 a.m.	4.00	0	3.60	208.20	58
30	15-ago	02:30 a.m.	15-ago	06:00 p.m.	15.50	4	11.47	338.21	29
31	15-ago	08:30 p.m.	15-ago	11:50 p.m.	3.33	1	2.43	98.32	40
32	16-ago	03:30 a.m.	16-ago	01:50 p.m.	10.33	2	7.85	302.99	39
33	16-ago	05:40 p.m.	16-ago	09:00 p.m.	3.33	0	3.00	92.11	31
34	16-ago	10:00 p.m.	17-ago	01:00 a.m.	3.00	1	2.25	164.58	73
35	17-ago	02:45 a.m.	17-ago	06:00 a.m.	3.25	1	2.67	247.74	93
36	17-ago	08:30 p.m.	18-ago	04:20 a.m.	7.83	1	6.66	442.69	66
37	18-ago	08:00 a.m.	18-ago	09:30 p.m.	13.50	2	11.34	483.59	43
38	18-ago	10:45 p.m.	19-ago	03:30 a.m.	4.75	1	3.33	278.75	84
39	19-ago	05:00 a.m.	19-ago	01:30 p.m.	8.50	1	7.65	307.97	40
40	19-ago	02:30 p.m.	20-ago	12:30 a.m.	10.00	2	8.00	652.66	82
41	20-ago	02:20 a.m.	20-ago	10:00 a.m.	7.67	1	6.75	283.49	42
42	20-ago	11:00 a.m.	20-ago	05:30 p.m.	6.50	1	5.01	238.59	48
43	20-ago	08:00 p.m.	20-ago	10:30 p.m.	2.50	0	2.23	135.44	61
44	20-ago	11:00 p.m.	21-ago	02:00 a.m.	3.00	1	2.40	113.02	47
45	21-ago	08:00 a.m.	21-ago	10:00 a.m.	2.00	1	1.40	129.76	93
46	21-ago	10:30 a.m.	21-ago	04:45 p.m.	6.25	1	5.56	267.67	48
47	21-ago	06:00 p.m.	21-ago	09:00 p.m.	3.00	1	2.10	98.77	47
48	21-ago	09:45 p.m.	22-ago	09:00 a.m.	11.25	2	8.78	462.51	53
49	22-ago	11:00 a.m.	22-ago	02:25 p.m.	3.42	1	2.53	101.85	40
50	22-ago	02:45 p.m.	23-ago	01:30 a.m.	10.75	1	9.68	619.09	64
51	23-ago	03:30 a.m.	23-ago	05:30 p.m.	14.00	4	10.50	414.25	39
52	23-ago	08:30 p.m.	23-ago	11:00 p.m.	2.50	0	2.20	116.78	53
53	23-ago	11:50 p.m.	24-ago	12:30 a.m.	0.67	0	0.47	14.32	31
54	24-ago	01:30 a.m.	25-ago	06:00 a.m.	28.50	5	23.50	1298.44	55
55	25-ago	06:30 a.m.	25-ago	11:30 a.m.	5.00	1	3.55	239.81	68
56	25-ago	01:40 p.m.	26-ago	02:00 a.m.	12.33	2	10.36	716.70	69
57	29-ago	05:00 p.m.	30-ago	01:30 p.m.	20.50	5	15.50	474.64	31
58	30-ago	02:30 p.m.	31-ago	02:00 a.m.	11.50	1	10.01	541.34	54
59	31-ago	02:30 a.m.	31-ago	12:30 p.m.	10.00	1	8.80	416.38	47
60	31-ago	02:00 p.m.	31-ago	11:30 p.m.	9.50	1	8.27	304.95	37
PROMEDIO					7.75	1.48	6.27	311.46	52

Cuadro 10: Capacidad del circuito de Chancado en el mes de Agosto 2012

Fuente: La Empresa. Elaboración propia

Con respecto a las toneladas chancadas (ver cuadro 11 y figura 50) Se tiene que se llegó a chancar 18,688 toneladas en el mes, con un promedio de 311.46 toneladas por ruma y las cantidades chancadas por cada ruma muestra desviación de 220.37 toneladas con respecto a la media, lo cual muestra que las toneladas de cada ruma a chancar varía de forma significativa.

Se tiene que el circuito de chancado ha llegado a producir como máximo 1,299 toneladas (ver cuadro 11 y figura 50) en un lote, lo que corresponde a la ruma 54 (ver cuadro 10), indicando también que el circuito se mantuvo 23 horas y media, de horas efectivas, procesando el mineral a una capacidad estimada de 55 toneladas por hora. Por otro lado se tiene que lo mínimo que se llegó a chancar por lote fue 14.32 toneladas (ver cuadro 11 y figura 50), correspondiente a la ruma 53 (ver cuadro 10), en donde se tiene que dicho proceso fue realizado en un tiempo efectivo de 28 minutos a una capacidad estimada de 31 toneladas por hora; siendo esta más elevada que la requerida para producir el lote de mayor tamaño (1,299 toneladas).

Toneladas Chancadas	
Total	18,687.88
Promedio	311.46
Desviación	220.37
Máximo	1,298.44
Mínimo	14.32

Cuadro 11: Características de Toneladas chancadas
Fuente: La Empresa. Elaboración propia

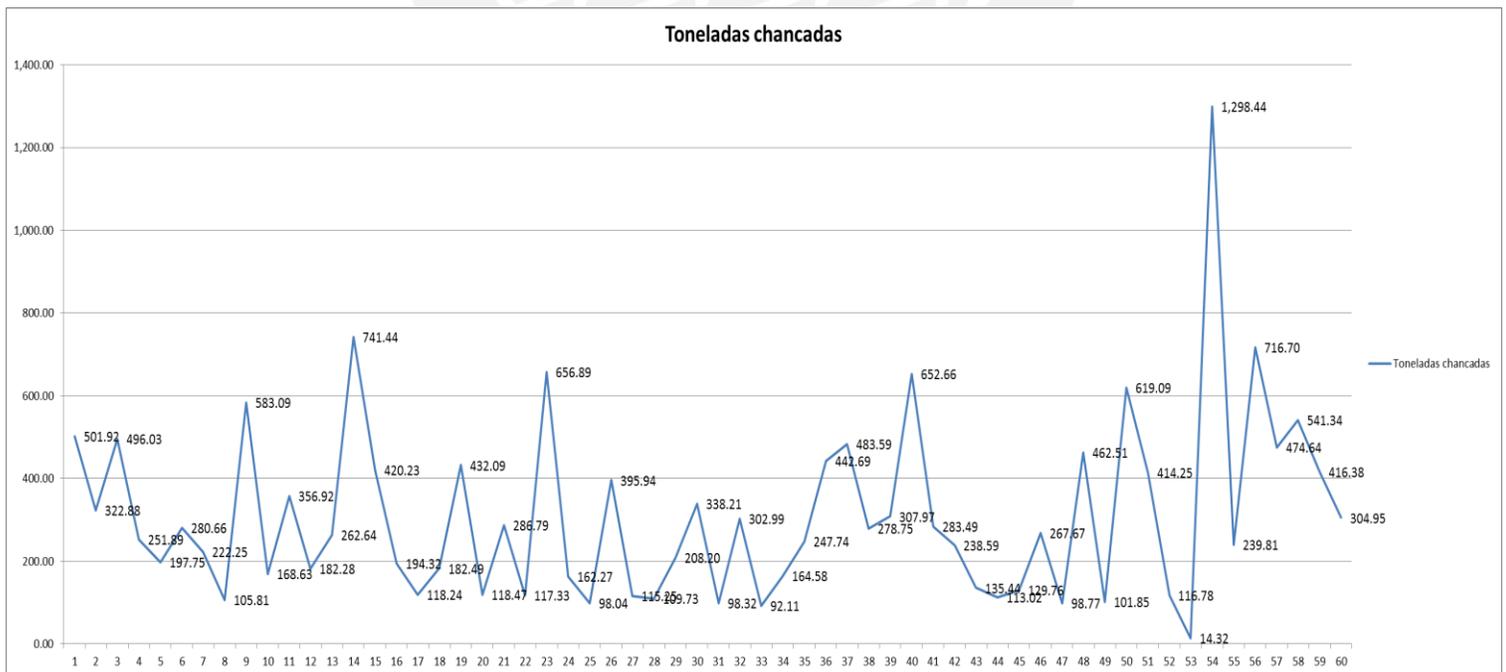


Figura 50: Toneladas chancadas por ruma
Fuente: Elaboración propia

Con respecto a la capacidad de producción del circuito de chancado (Ver cuadro 12 y figura 51) se espera que sea de 52 Tn/hr por ruma, con una desviación de 17 Tn/hr con respecto a la media, lo que muestra la variación para cada lote chancado, debido al tiempo utilizado y a la cantidad de mineral a chancar.

Se tiene que el circuito de chancado ha llegado a procesar un lote con una capacidad máxima de 94 Tn/hr, (ver cuadro 12 y figura 51), lo que corresponde a la ruma 2 (ver cuadro 10), obteniendo 322.88 toneladas de mineral chancado en un tiempo de 3.42 horas efectivas de procesamiento. Por otro lado se tiene que la capacidad mínima observada en el mes fue de 18 Tn/hr (ver cuadro 12 y figura 51), lo que corresponde a la ruma 7 (ver cuadro 10), obteniendo 222.25 toneladas en un tiempo de 12.42 horas efectivas de procesamiento, lo que demuestra una baja eficiencia del circuito ya que se requirió 9 horas más para producir menos cantidad de mineral chancado, con respecto a lo registrado para la máxima capacidad observada (94 Tn/hr).

CAPACIDAD (Tn/hr)	
Promedio	52
Desviación	17
Máximo	94
Mínimo	18

Cuadro 12: Características de la capacidad
Fuente: La Empresa. Elaboración propia

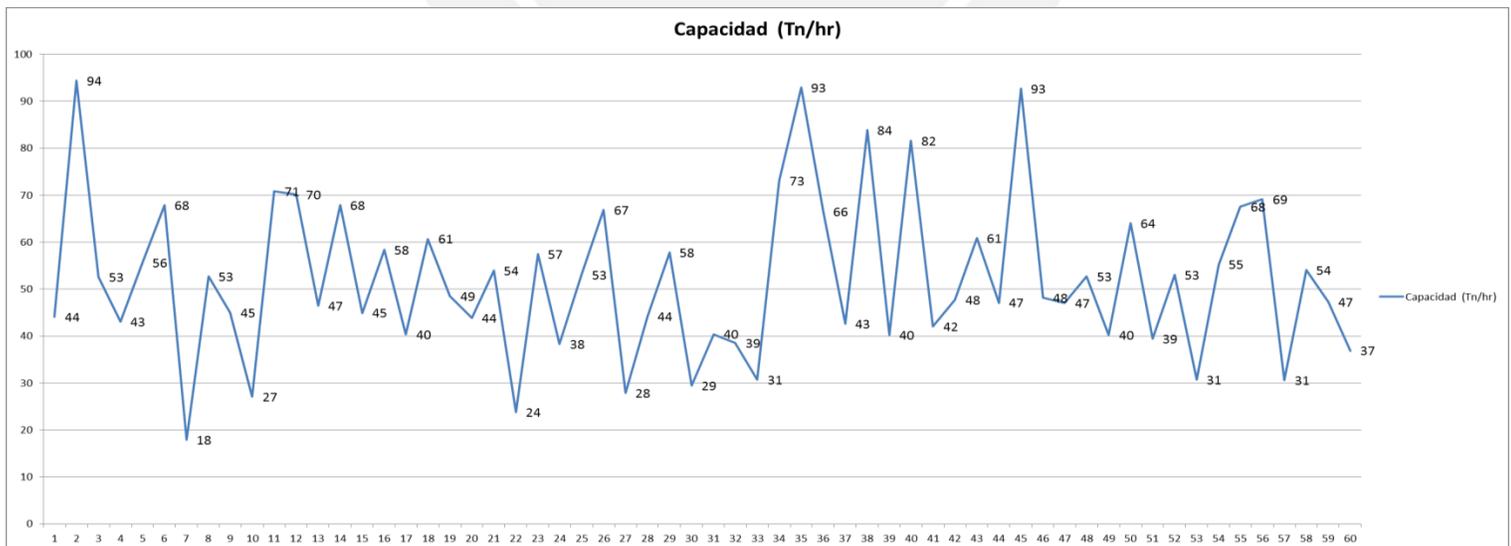


Figura 51: Capacidad del circuito de chancado por ruma
Fuente: La Empresa. Elaboración propia

3.3.3 Diagnóstico del proceso de chancado de mineral

No existe una programación e instructivo para la actividad de limpieza, la cual ocupa las dos primeras horas al personal del turno de día, restando así tiempo efectivo a dicho personal.

Los recursos usados en el proceso de chancado (volquete y cargador frontal) carecen de un programa de actividades, ya que su labor es asignada según prioridades de requerimiento, generando así, tiempos muertos en la carga de mineral en la tolva de gruesos.

Del análisis del proceso del circuito de chancado se tiene como resultado un nivel de inspección igual al número de operaciones, por lo tanto es necesario reducir el nivel de inspecciones, y teniendo en cuenta que las inspecciones son realizadas por un operario, entonces es necesario analizar el desempeño de dichos operarios, para así determinar su efectividad:

Trabajador	Actitud	Conocimientos	Lugar	Desempeño
1	Proactivo	Soldadura	Chancadora/Tolva	Muy Bueno
2	Proactivo	Soldadura *	Chancadora/Tolva	Bueno
3	Proactivo		Chancadora/Tolva	Bueno
4	Pasivo	Soldadura	Chancadora	Regular
5	Pasivo		Chancadora	Regular

Cuadro 13: Desempeño del trabajador del circuito de chancado

Fuente: La Empresa. Elaboración propia

Del cuadro 13, se tiene que se cuenta con dos trabajadores de desempeño regular y actitud pasiva, los cuales necesitarían capacitación para elevar su desempeño o reemplazar su actividad por una operación automatizada, que brinde los resultados esperados, sobre todo en la inspección 1 y 3 (ver figura 48 y 49).

Con respecto a la estructura que compone el circuito:

Las **fajas transportadoras** están diseñadas con un motor que mantiene su operación a velocidad constante, y en caso de requerir menos caudal de mineral se procede a detener el motor, ya que no se cuenta con la opción de variar la velocidad, lo que ocasiona desgaste por fricción en el motor y por consiguiente mayor consumo de energía al volver a encenderse.

La **chancadora de Quijadas** está diseñada para poder variar su caudal de salida, entrega a la zaranda el grano de mineral de tamaño aproximado a $1\frac{1}{2}$ " con una capacidad promedio de 70 toneladas de mineral chancado por hora.

La **Zaranda** filtra el mineral chancado y permite canalizar el mineral fino no mayor a $7/16$ " hacia la loza de finos, por medio de una faja transportadora.

En la **chancadora cónica Nordberg HP200** se presenta el desgaste normal del forro de las paredes que están en constante fricción con el mineral y del pin de bronce que se encarga de chancar el mineral; pero el problema se genera cuando el desgaste hace que la chancadora procese menos mineral, acumulándose así el mineral en la tolva, debido a que el proceso de chancado ya no es eficiente y se va requerir más tiempo en chancar el mineral hasta el tamaño esperado y para que consecuentemente pueda salir de la chancadora.

Se tiene que si se reducen las incidencias en el circuito de chancado, debido al desgaste producido en la chancadora Cónica Nordberg HP200, entonces se esperaría que el tiempo efectivo del proceso aumente en un 17%, como se muestra en el cuadro 14, mejorando así la eficiencia del circuito y por consiguiente la capacidad de producción de mineral chancado, ya que en promedio se podría contar con una capacidad de 61 Tn/hr como referente adecuado para procesar el mineral manteniendo el aumento de la eficiencia de la chancadora Cónica Nordberg HP200.

Por lo tanto se debe tomar en cuenta mejorar el proceso, optimizando la operación para poder controlar el desgaste producido en la chancadora Cónica Nordberg HP200 y así reducir al mínimo la posibilidad de parar el circuito (durante el procesamiento de cada lote) para mejorar la eficiencia del circuito y por consiguiente aumentar la capacidad de producción, utilizando al máximo el personal disponible según su desempeño.

Ruma	Horas efectivas	Capacidad (Tn/hr)	Tiempo de parada por desgaste en la HP200	Porcentaje de incidencias por horas efectivas	Capacidad aumentada promedio por reducción de incidencias (Tn/hr)
1	11.38	44.12	1.50	13%	52
2	3.42	94.41			111
3	9.43	52.60	1.00	11%	62
4	5.85	43.06			51
5	3.56	55.63			65
6	4.14	67.85			80
7	12.42	17.89	2.00	16%	21
8	2.01	52.73			62
9	12.96	44.99	1.00	8%	53
10	6.24	27.05	1.00	16%	32
11	5.04	70.82			83
12	2.60	70.11			82
13	5.65	46.51	2.00	35%	55
14	10.92	67.90	1.50	14%	80
15	9.35	44.94			53
16	3.33	58.35			68
17	2.93	40.31			47
18	3.01	60.70			71
19	8.90	48.55	1.00	11%	57
20	2.70	43.88			51
21	5.32	53.91	1.30	24%	63
22	4.92	23.85			28
23	11.44	57.42			67
24	4.24	38.32	1.00	24%	45
25	1.85	52.99			62
26	5.93	66.83			78
27	4.13	27.94	1.00	24%	33
28	2.49	44.16			52
29	3.60	57.83			68
30	11.47	29.49	1.70	15%	35
31	2.43	40.41			47
32	7.85	38.58	2.00	25%	45
33	3.00	30.70			36
34	2.25	73.15			86
35	2.67	92.96			109
36	6.66	66.49			78
37	11.34	42.64	2.00	18%	50
38	3.33	83.83			98
39	7.65	40.26	1.00	13%	47
40	8.00	81.58	2.00	25%	96
41	6.75	42.02			49
42	5.01	47.67			56
43	2.23	60.87			71
44	2.40	47.09			55
45	1.40	92.69			109
46	5.56	48.12	1.00	18%	56
47	2.10	47.03			55
48	8.78	52.71	1.50	17%	62
49	2.53	40.28			47
50	9.68	63.99	1.00	10%	75
51	10.50	39.45	2.30	22%	46
52	2.20	53.08			62
53	0.47	30.69			36
54	23.50	55.25	3.00	13%	65
55	3.55	67.55			79
56	10.36	69.18			81
57	15.50	30.62	2.30	15%	36
58	10.01	54.11			63
59	8.80	47.32	1.00	11%	56
60	8.27	36.90			43
Aumento en eficiencia y capacidad por reducción de incidencias en la chancadora Cónica Nordberg HP200				17%	61

Cuadro14: Efecto del desgaste de la Chancadora Cónica Nordberg HP200

Fuente: La Empresa. Elaboración propia

CAPÍTULO 4. PROPUESTAS DE MEJORA

4.1. BALANZA

Se tiene los siguientes problemas encontrados en los procesos de la balanza:

- Deficiente supervisión debido a factores de visualización inadecuada del estacionamiento
- Inadecuada distribución del área de trabajo

Para darle solución a los problemas mencionados se plantea las siguientes propuestas de mejora:

- a) Implementar un sistema de cámaras de vigilancia (ver figura 52) de modo que permitan observar desde dentro de la cabina del balancero, a través de un monitor, los límites de la superficie de la balanza y así optimizar la supervisión del estacionamiento del vehículo a pesar.



Figura 52: Cámaras de vigilancia supervisando el pesaje
Fuente: La Empresa. Elaboración propia

- b) Aumentar el área de la ventana lateral (ver figura 53), brindando así al balancero mayor visualización con respecto al ingreso del camión a la balanza y además cambiando la posición de la ventanilla de atención hacia la zona lateral de la cabina, otorgando así más espacio al cliente para ser atendido y aumentando la seguridad, ya que la persona que interactúa con el encargado de balanza se mantendrá relativamente lejos con respecto a la zona de estacionamiento de los camiones.

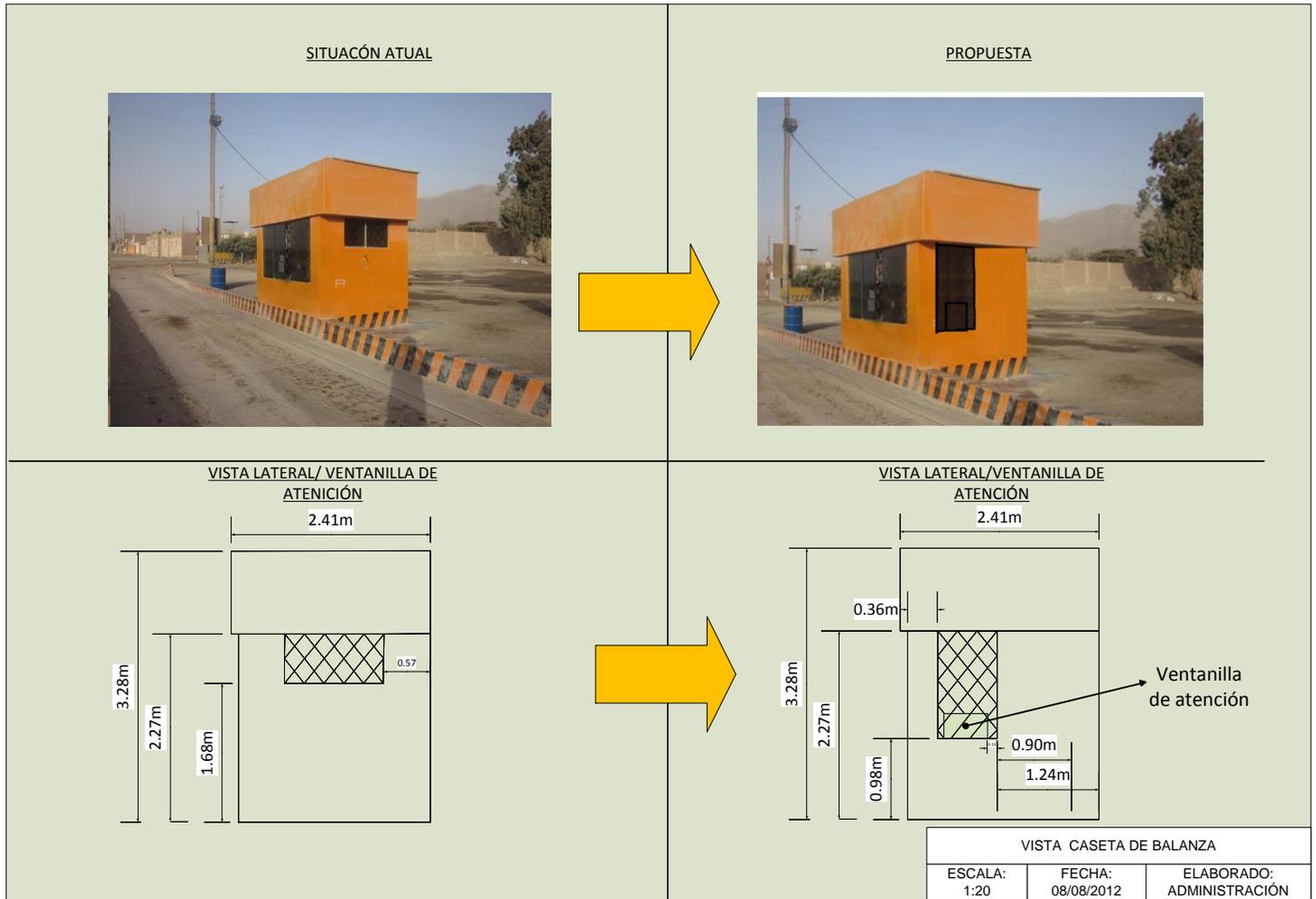


Figura 53: Aumento del área lateral de la ventana

Fuente: La Empresa. Elaboración propia

- c) Realizar una redistribución del área (ver figura 54) con la finalidad de reducir la superficie ocupada de la cabina, brindar mayor comodidad durante el trabajo y favorecer la visualización del estacionamiento del vehículo desde adentro.

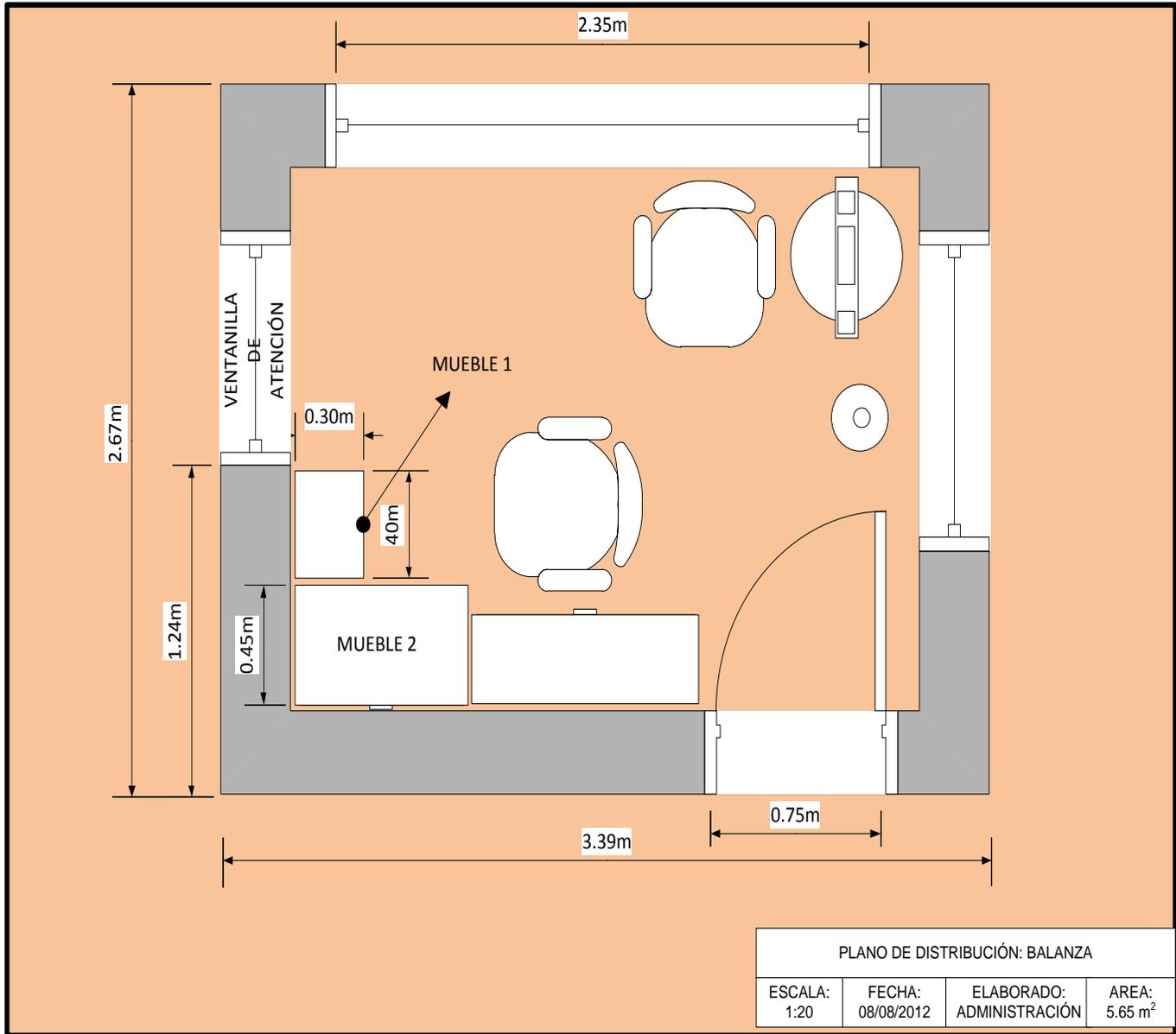


Figura 54: Propuesta de distribución del interior de la caseta del balancero

Fuente: La Empresa. Elaboración Propia

Es necesario diseñar un mueble que se adecúe a las necesidades de recursos del encargado de almacén y así optimizar los espacios en la oficina, para esto se muestran los diseños de los muebles requeridos:

El muebles 1 (ver figura 55) servirá para distribuir de manera óptima el monitor, la impresora matricial y el teclado, además su posición permitirá observar con facilidad el indicador electrónico de pesaje.

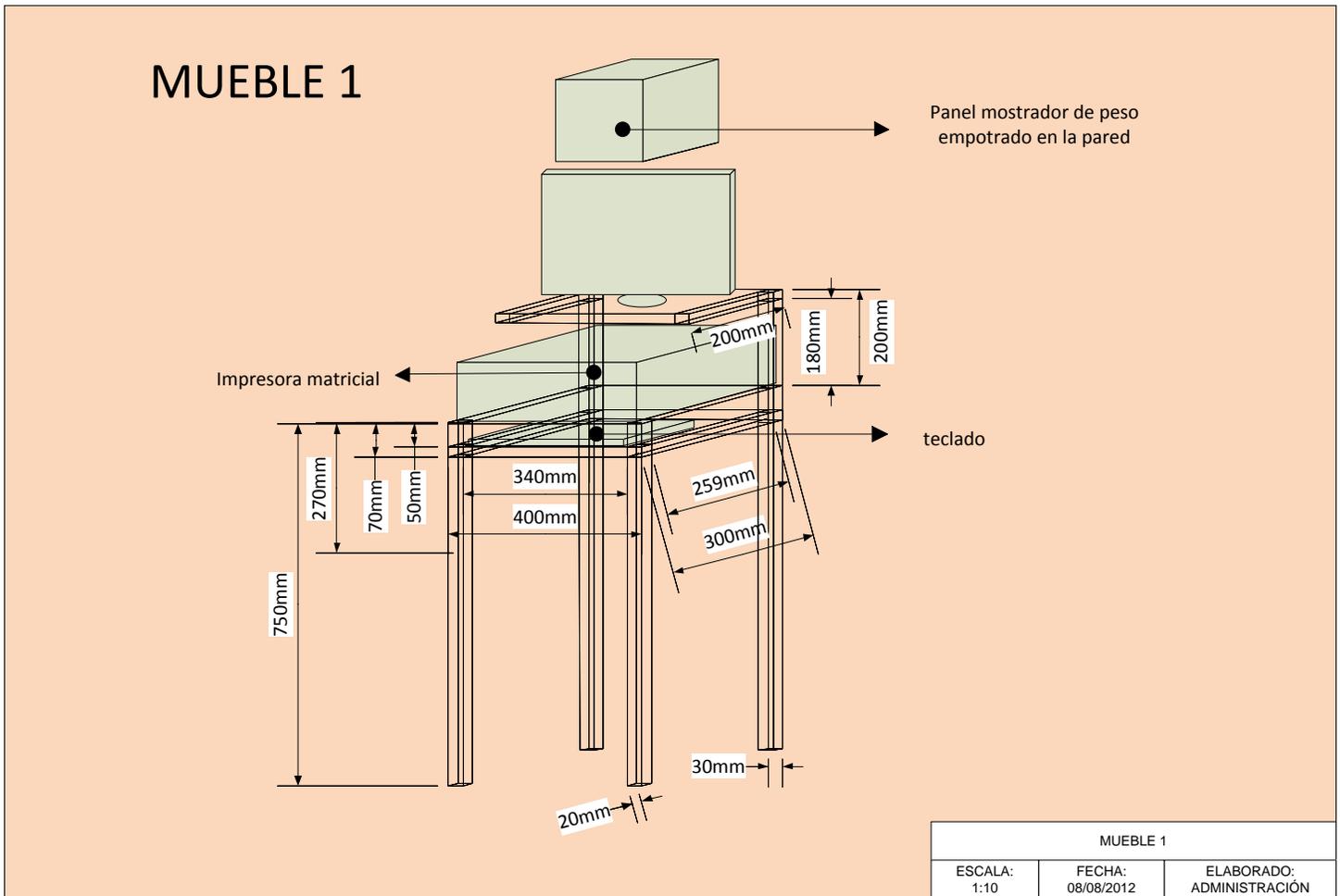
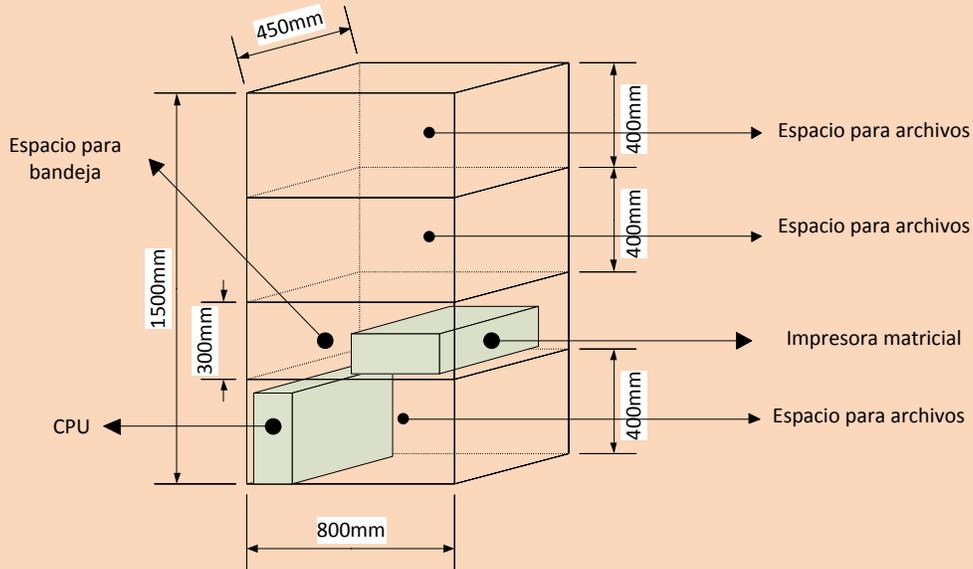


Figura 55: Diseño del mueble 1 requerido para la propuesta de distribución

Fuente: La Empresa. Elaboración propia

El mueble 2 (ver figura 56) permitirá distribuir los archivos y además proporciona el espacio requerido para la impresora matricial y el CPU, con lo que se le otorga al encargado de balanza la comodidad de tener unos muebles personalizados según los recursos y el espacio que requerido.

MUEBLE 2



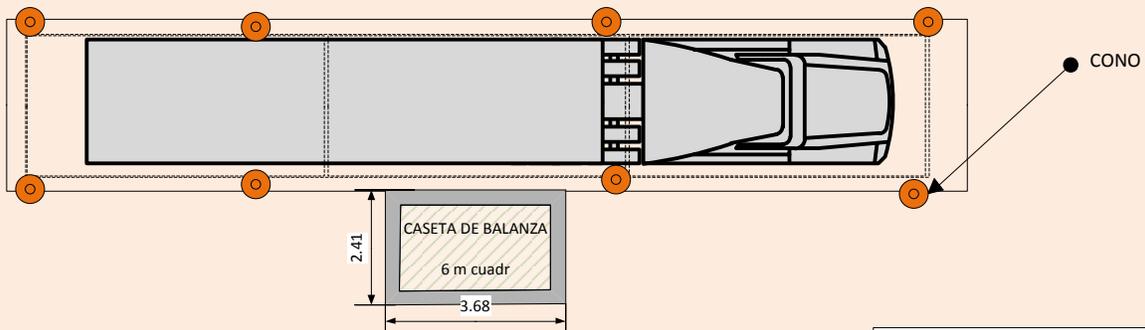
MUEBLE 2		
ESCALA: 1:20	FECHA: 08/08/2012	ELABORADO: ADMINISTRACIÓN

Figura 56: Diseño del mueble 2 requerido para la propuesta de distribución

Fuente: La Empresa. Elaboración propia

- d) Colocar conos de seguridad (ver figura 57) a los lados laterales, los cuales servirán de guía para el transportista, y así asegurar el adecuado estacionamiento de los camiones.

PROPUESTA DE CONO DE POSICIÓN



PLANO BALANZA		
ESCALA: 1:100	FECHA: 08/08/2012	ELABORADO: ADMINISTRACIÓN

Figura 57: Conos de seguridad

Fuente: La Empresa. Elaboración propia

4.2. ALMACÉN DE MINERALES

Para la propuesta de mejora de la cancha de minerales, se tiene en cuenta los siguientes puntos:

- La relación que tiene el mineral grueso con la chancadora, ya que dichos minerales provienen de distintas zonas mineras, y se ha determinado el porcentaje que ocupan de la cancha de minerales según la zona de donde provienen.
- La relación de cercanía del mineral fino con respecto a la chancadora y al circuito de producción, y ya que el mineral fino tiene como destino el circuito de producción, entonces es conveniente que las rumas de mineral fino se almacenen lo más cerca posible al circuito de producción.
- Los minerales gruesos son los que deben almacenarse lo más cerca posible a la chancadora para así facilitar y aumentar el flujo de mineral grueso hacia la chancadora.

En el cuadro 15 se muestran los niveles de prioridad a tomar en cuenta, con respecto a la cercanía entre los minerales de su correspondiente zona minera y el circuito de chancado.

Prioridad	Valor
Absolutamente Necesario	4
Especialmente Importante	3
Importante	2
Ordinario	1
No importante	0
Indeseable	-1

Cuadro15: Valor según el grado de prioridad

Fuente: La Empresa. Elaboración propia

De acuerdo al cuadro 15 se procede a asignar el nivel de prioridad a los minerales de su correspondiente zona minera, con respecto a su cercanía al circuito de chancado (ver cuadro 16), y se debe tener en cuenta que en la cancha de minerales también le corresponde un espacio a los minerales finos, los cuales según la relación con la chancadora se le otorgará el nivel de prioridad de -1 (Indeseable) debido a que se requiere que las rumas finas se encuentren lo más cerca posible al circuito de producción y no al circuito de chancado.

Porcentaje promedio del total de toneladas de mineral que ingresan a la cancha según la zona de procedencia										
ZONA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	PROMEDIO	Valor
CHAVINCHA	0.18	0.25	0.44	0.44	0.37	0.34	0.44	0.16	33%	4.00
CALICANTO	0.34	0.17	0.15	0.28	0.29	0.27	0.25	0.31	26%	4.00
HUARATO	0.08	0.13	0.10	0.10	0.05	0.07	0.06	0.06	8%	3.00
ABANCAY	0.07	0.07	0.00	0.04	0.07	0.10	0.10	0.20	8%	3.00
OTOCA	0.04	0.04	0.11	0.06	0.11	0.10	0.06	0.12	8%	3.00
ACARI	0.05	0.11	0.06	0.04	0.04	0.05	0.04	0.00	5%	2.00
ICA	0.04	0.08	0.07	0.02	0.02	0.03	0.03	0.06	4%	1.00
PISCO	0.10	0.09	0.02	0.01	0.04	0.02	0.01	0.05	4%	1.00
otros	0.09	0.06	0.05	0.02	0.01	0.03	0.01	0.03	4%	1.00
Total									100%	

Cuadro 16: Prioridad de cercanía con respecto al circuito de chancado

Fuente: La Empresa. Elaboración propia

Teniendo en cuenta las prioridades del cuadro 16 y además el nivel de prioridad de la zona de finos (Indeseable) se determina la relación de cercanía de los minerales de cada zona minera y de la zona de finos con respecto al circuito de chancado (ver cuadro 17).

Relación de importancia con respecto a la chancadora											
CHANCADO	CHAVINCHA	CALICANTO	HUARATO	ABANCAY	OTOCA	ACARI	ICA	PISCO	OTROS	ZONA DE FINOS	
	4	4	3	3	3	2	1	1	1	-1	

Cuadro 17: Relación de importancia con respecto al circuito de chancado

Fuente: La Empresa. Elaboración propia

Según los niveles de cercanía al circuito de chancado de cada zona de interés, se procede a proponer una nueva distribución (ver figura 58) en donde se tiene lo siguiente:

- Los minerales provenientes de la zona minera de Chavincha ocuparan la zona 14
- Los minerales provenientes de la zona minera de Calicanto ocuparán las zonas 9, 10 y 11.
- Los minerales provenientes de la zona minera de Huarato ocuparán la zona 7.
- Los minerales provenientes de la zona minera de Abancay ocuparán la zona 8.
- Los minerales provenientes de la zona minera de Otoa ocuparán la zona 6.
- Los minerales provenientes de la zona minera de Acari ocuparán la zona 12.
- Los minerales provenientes de la zona minera de Ica ocuparán parte de la zona 5.
- Los minerales provenientes de la zona minera de Pisco ocuparán la zona 4.
- Los minerales provenientes de Otras zonas mineras ocuparán la zona 13.
- Los minerales finos ocuparán la zona 1 y 2.
- La zona 3 queda descartada.
- Se propone una ruta de ingreso de minerales tomando una parte de la zona 5, ya que la zona de Ica representa baja prioridad.

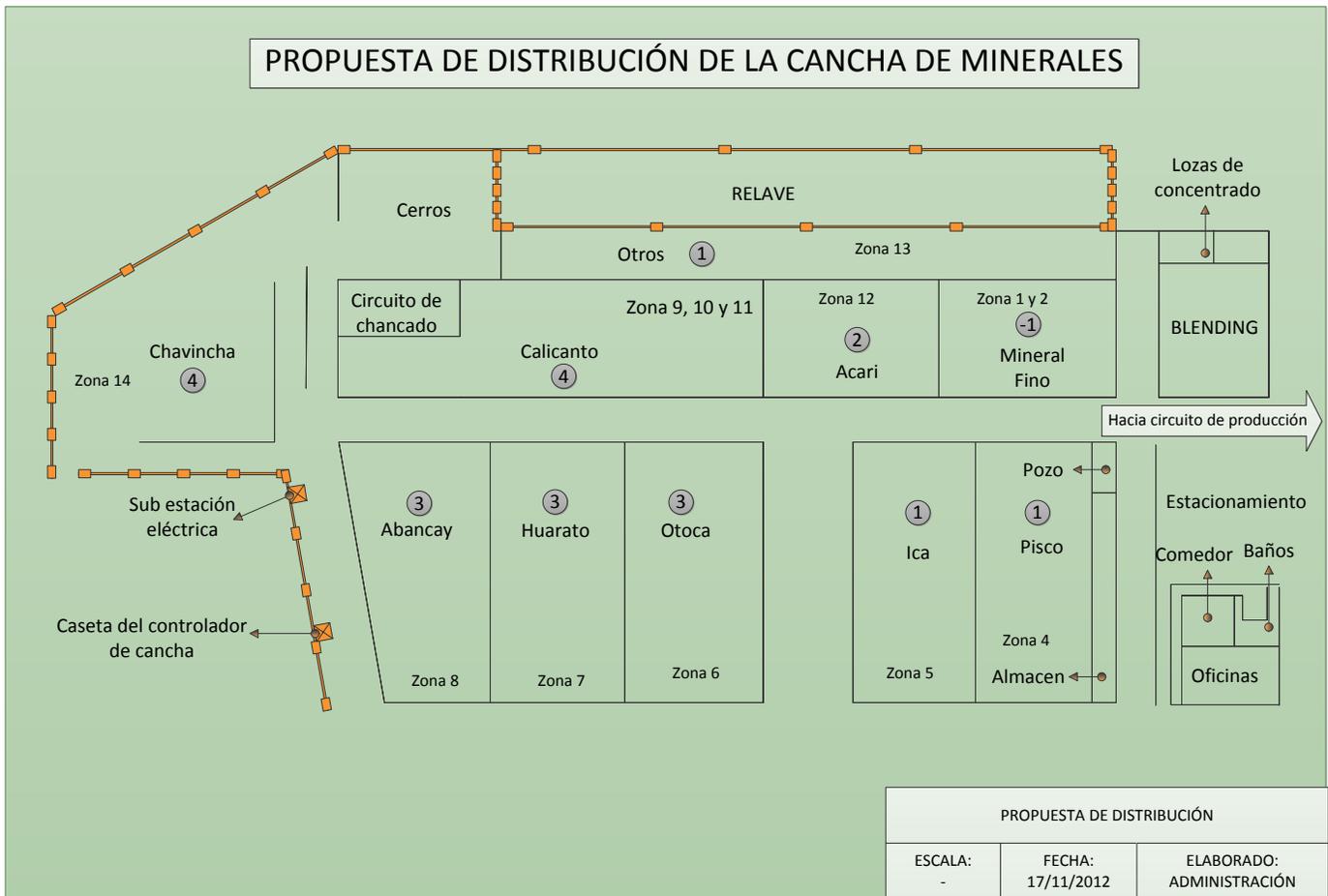


Figura 58: Propuesta de distribución de la cancha de minerales

Fuente: La Empresa. Elaboración Propia

En la propuesta de distribución (Ver figura 58) se puede notar que los minerales provenientes de las zonas mineras de Chavincha y Calicanto serán almacenados con mayor cercanía al circuito de chancado, ya que dichas zonas son las que representan la mayor cantidad de mineral extraído y almacenado en la cancha de minerales.

Por otro lado, La nueva ruta de ingreso propuesta (Ver figura 58 y 59), ha sido tomada de una parte de la zona 5 (representa baja prioridad), la cual permitirá reducir el flujo de vehículos presentado entre las rutas 1 y 6 (Ver figura 46), favoreciendo el tránsito y haciendo más seguro el proceso, ya que la nueva ubicación de la zona de minerales finos (Zonas 1 y 2 como se muestra en las figuras 58 y 59) permite al volquete y al cargador frontal, realizar la descarga de finos y la carga de los mismos sin la interferencia de camiones que ingresan mineral (Ya que estos ingresarán por la ruta 7 como se muestra en la figura 59), y además el proceso de transporte de finos hacia el circuito de producción se realizará de forma más eficiente, ya que la distancia es más corta y el tránsito es libre.

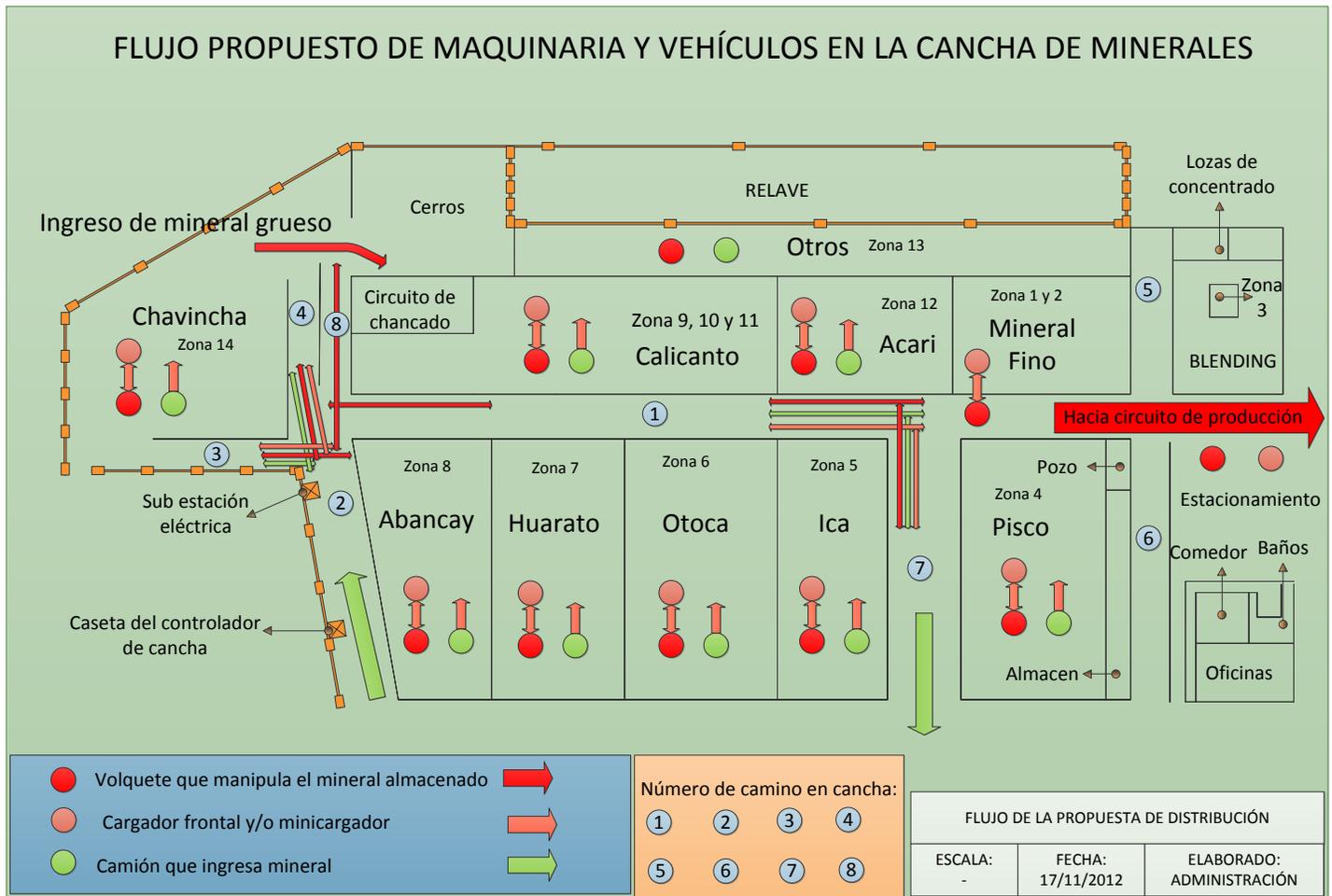


Figura 59: Flujo de la propuesta de distribución

Fuente: La Empresa. Elaboración propia

El flujo de la propuesta de distribución presenta las siguientes características:

- Los camiones que ingresan mineral solo podrán ingresar por la ruta 2, y solo podrán salir de la cancha de minerales por la ruta 7.
- Por la ruta 8 solo podrá movilizarse el volquete, el cual transporta el mineral grueso hacia el ingreso del circuito de chancado.
- El mineral proveniente de la zona de Chavincha también podrá ingresar al circuito de chancado directamente de la misma zona.

- La ruta 3 y 4 permiten el acceso a la zona de minerales de Chavincha, tanto para los camiones que ingresan mineral como para el cargador frontal y volquete que manipulan el mineral almacenado.
- La ruta 1, es la ruta principal, permite el acceso a la mayoría de zonas de almacenamiento de mineral, las cuales corresponden a Calicanto, Abancay, Huarato, Otoa, Ica, Acari y a otras zonas mineras, tanto para los camiones que ingresan mineral como para el cargador frontal y volquete que manipulan el mineral almacenado.
- La ruta 7 permite el acceso a los minerales almacenados de las zonas de Ica y Pisco, tanto para los camiones que ingresan mineral como para el cargador frontal y volquete que manipulan el mineral almacenado.
- La intersección entre la ruta 1 y 6 facilita la salida del volquete que transporta el mineral fino hacia el circuito de producción, además la nueva ubicación de la zona de minerales finos brinda mayor fluidez a la carga, descarga y transporte de mineral fino, ya que no será interrumpida o afectada por los camiones que ingresan mineral.
- Los vehículos en la cancha de minerales deben movilizarse dentro del siguiente rango de velocidad:
 - 30 Km/h como velocidad máxima para los camiones y volquetes
 - 10 Km/h como velocidad máxima para los cargadores frontales y mini-cargadores.

Para que la nueva propuesta de distribución sea factible, se necesita que se realice un adecuado mantenimiento y mejora de los procesos y actividades realizados en el almacén de minerales, para lo cual se recomienda lo siguiente:

- Establecer y controlar que se cumplan con los procedimientos elaborados para el almacén de minerales (anexo 1). En el procedimiento de recepción y almacenamiento de mineral se establece que se deben compactar las rumas de mineral, cuando el peso acumulado sea mayor o igual a 100 Tn, con lo cual se logra ahorrar espacio y generar un aumento promedio del 32% (ver cuadro 18) en la capacidad disponible del almacén de minerales.

RUMA	Peso de Ruma descargada (Tn)	Area de ruma descargada (m2)	Area de ruma compactada (m2)	Ganancia
1	464.02	60	40	33%
2	217.40	50	30	40%
3	556.78	60	45	25%
4	585.54	60	45	25%
5	396.24	50	30	40%
6	405.85	55	40	27%
7	307.99	50	30	40%
8	391.89	50	30	40%
9	976.49	90	80	11%
10	379.69	50	30	40%
Ganancia promedio				32%

Cuadro 18: Ganancia promedio en la capacidad disponible del almacén de minerales.

Fuente: La Empresa. Elaboración propia

- Señalización de los recorridos usando bloques de protección, adecuadamente espaciados, que sirvan de referencia para que los vehículos puedan mantenerse dentro del camino.
- Establecimiento y mantenimiento de caminos que permitan acceder a cada zona, eliminando así las rutas improvisadas de los vehículos y otorgando una mejor visualización al controlador de cancha en la supervisión, ya que muchas veces dicha actividad lo realiza a varios metros de distancia, debido a que debe supervisar a todos los vehículos que cargan y descargan al mismo tiempo en el almacén.
- Al mantener la cancha de minerales debidamente señalizada, permitiría en uso óptimo del espacio, una adecuada supervisión y se reduciría al mínimo la probabilidad de accidentes durante el tránsito de los vehículos.
- Establecer una señalización de protección a todos los postes, carteles identificadores de zona y a la salida de agua, con cuatro bloques de protección, una en cada dirección, reduciendo al mínimo la probabilidad de choque con un vehículo.

Observación: Es necesario que el encargado de la recepción de minerales supervise adecuadamente la carga y descarga de los minerales para así evitar que el mineral descargado ocupe parte de la superficie de un poste, cartel o salida de agua y así evitar accidentes en la carga del mineral debido a que la pala del cargador frontal podría chocar con dicho elemento durante el proceso.

- Brindar al controlador de cancha un medio (Motocicleta) con el cual pueda movilizarse, con facilidad y rapidez, de un extremo al otro, optimizando así la supervisión en el proceso de carga y descarga de minerales, ya que normalmente el controlador de cancha debe supervisar a varios vehículos al mismo tiempo, y estos se encuentran en distintas zonas de la cancha.

4.3 CIRCUITO DE CHANCADO

En el circuito de chancado se propone optimizar la supervisión y la eficiencia del proceso, automatizando la tercera inspección (control y supervisión de la chancadora cónica Nordberg HP 200), con el objetivo de obtener el siguiente funcionamiento:

1°. Con un sensor de peso se detectará el peso de mineral en la faja transportadora N°4 (ver figura 47), en donde se identificará un cambio significativo en el peso del mineral que transporta la faja:

- Si se determina una reducción en el peso del mineral que transporta la faja, entonces se está acumulando mineral en la tolva de la chancadora Cónica Nordberg HP200 como consecuencia del desgaste del forro de las paredes y del pin de bronce de la chancadora.
- Si se determina un aumento en el peso del mineral que transporta la faja, entonces la velocidad de la faja transportadora N° 4 (ver figura 47) debe aumentar.

2°. Por medio de un PLC, la señal del sensor de peso, será traducida en:

- La activación de una alarma, la cual indicará al personal encargado que debe reducir el diámetro de la chancadora, para que así las paredes se encuentren más cerca del trompo y reducir el efecto del desgaste del forro y del pin de bronce, permitiendo a la chancadora compensar la eficiencia perdida y seguir operando hasta que corresponda cambiar el forro (Cada 400 horas se realiza el cambio respectivo del forro de la chancadora cónica Nordberg HP 200).

- La disminución de la velocidad de las faja transportadoras 1 (ver figura 47) en un 80% de la velocidad actual, por medio de la acción de un variador de velocidad, instalado en el motor de la faja transportadora, para reducir significativamente la alimentación de la chancadora de Quijadas, con la finalidad de evitar que aumente el flujo de minerales hacia la tolva de la chancadora Cónica Nordberg HP200. En caso de haberse detectado una reducción significativa en el peso del mineral de la faja transportadora N°4.
- El aumento de la velocidad de la faja transportadora N°4 en la misma proporción de incremento del peso de mineral que sale de la chancadora Cónica Nordberg HP200, por medio de la acción de un variador de velocidad, instalado en el motor de la faja transportadora N°4, para así mantener constante el caudal en la faja mientras el operador soluciona el problema de origen. Además también se debe establecer la disminución de la velocidad de la faja transportadora N°1 (ver figura 47) en un 80% de la velocidad actual, por medio de la acción de un variador de velocidad, instalado en el motor de la faja transportadora N°1, para reducir significativamente la alimentación de la chancadora de Quijadas, con la finalidad de evitar que aumente el flujo de minerales hacia la tolva de la chancadora Cónica Nordberg HP200. En caso de haberse detectado un aumento significativo en el peso del mineral de la faja transportadora N°4.
- El mantenimiento de la velocidad constante de la faja transportadora N°1 y N°4 se producirá una vez que el operador halla solucionado el problema presentado en la chancadora Cónica Nordberg Hp200 y el sensor de peso registre un valor de peso que se mantenga constante y dentro del rango especificado.

Adicionalmente para llevar a cabo la automatización propuesta en el circuito de chancado y el proceso se mantenga continuo durante el chancado de un lote (ruma de mineral) se debe de programar el chancado diario (ver cuadro 19) de modo que se destine como mínimo 1,164 toneladas de mineral a chancar, con una capacidad de producción de 61 toneladas por hora para la chancadora Cónica Nordberg HP200 y así se asegurar que dichas toneladas serán chancadas en 19 horas de proceso en promedio (incluye paradas por reparación o fallas en el circuito de 1.5 horas en promedio – cuadro 10), dejando 5 horas de capacidad ociosa (ver cuadro 20), destinadas al mantenimiento, limpieza, capacitación y refrigerio.

PROPUESTA DE CHANCADO PROMEDIO DIARIO	
Promedio muestra (Tn)	311.46
Desviación (Tn)	220.37
F. Seguridad	95%
Coficiente Z	1.65
Stock Seguridad (Tn)	364
Capacidad estimada de producción (Tn/día)	800
Cantidad a chancar (Tn)	1164
Capacidad propuesta para la chancadora (Tn/hr)	61
Horas de proceso (Incluye paradas por reparaciones y fallas)	19
Horas promedio de parada por fallas y reparaciones	1.5
Aumento en la eficiencia	17%

Cuadro 19: Propuesta de chancado promedio diario

Fuente: La Empresa. Elaboración propia

HORAS DE CAPACIDAD OCIOSA	
Mantenimiento programado, limpieza y capacitación por turno (02 turnos)	1.5
Horas de Refrigerio por turno (02 turnos)	1.0

Cuadro 20: Horas de capacidad Ociosa

Fuente: La Empresa. Elaboración propia

La cantidad a chancar (ver cuadro 19) se determina agregando a la capacidad de procesamiento del circuito de producción (800 toneladas) el stock de seguridad (364 toneladas =Desviación* Coeficiente Z), para obtener así un valor de toneladas a chancar que cumpla con los requerimientos de producción y mantenga en stock mineral fino suficiente en caso aumente los niveles de producción de la planta.

CAPITULO 5. EVALUACIÓN ECONÓMICA

5.1. BALANZA

Para evaluar el impacto económico de la propuesta de mejora se debe tener en cuenta lo siguiente:

- La empresa cobra 30 \$/Tn para procesar el mineral que ingresa a planta.
- Un inadecuado estacionamiento del camión en la balanza, generará un pesaje del mineral menor al real.
- Se le factura al cliente según el valor del peso registrado en la balanza, por el servicio de procesamiento de mineral.

	INGRESO DE MINERAL (Tn)	MINERAL PROCESADO (Tn)	FACTOR POR MAL PESAJE	MINERAL NO REGISTRADO EN BALANZO (Tn)	COSTO DE PROCESO DE MINERAL BRUTO (\$/Tn)	MINERAL NO FACTURADO (\$)
ENERO	16,054.18	22,178.33	0.014	304.22	30.00	\$9,127.00
FEBRERO	11,897.21	21,323.38	0.014	292.49	30.00	\$8,775.00
MARZO	16,028.59	16,012.77	0.014	219.65	30.00	\$6,589.00
ABRIL	19,826.39	21,870.57	0.014	300.00	30.00	\$9,000.00
MAYO	21,939.75	21,215.79	0.014	291.02	30.00	\$8,731.00
JUNIO	26,782.21	21,072.18	0.014	289.05	30.00	\$8,671.00
JULIO	28,325.47	22,262.20	0.014	305.37	30.00	\$9,161.00
AGOSTO	22,396.00	19,322.35	0.014	265.05	30.00	\$7,951.00
TOTAL	163,249.80	165,257.57	0.014	2,266.85	30.00	\$68,005.00

Cuadro 21: Costo de mineral no registrado en balanza

Fuente: La Empresa. Elaboración propia

La inadecuada supervisión en el estacionamiento trae como consecuencia que la empresa deje de percibir ingresos (Ver cuadro 21) debido a que la balanza no pudo registrar las toneladas de mineral que transporta el vehículo, a consecuencia del inadecuado estacionamiento.

Entre los meses de Enero y Agosto del 2012, se tiene que la empresa ha dejado de percibir \$68,005.00 (ver cuadro 21) como consecuencia de una inadecuada supervisión en el proceso de pesaje de vehículos.

PRODUCTO	Descripción:	Precio	Cantidad	Total
SISTEMA DE CÁMARAS DE SEGURIDAD				
Grabador digital	Grabador digital de doble núcleo (FULL D1) 16 canales de video/ H.2647 / 480 FPS / 2 SATA	\$580.00	1	\$580.00
Cámara de seguridad	Cámara tipo tubo a color SUPER HAD CCD SONY Effio-E 1/3'' 650 TLV con IR 60 visión nocturna	\$130.00	2	\$260.00
Fuente	Fuente de 12 V - 1.5	\$13.00	2	\$26.00
Disco Duro	Disco duro SATA 2 Tb	\$215.00	1	\$215.00
MUEBLE 1	Diseño y fabricación: Mueble de melamine con las dimensiones indicadas en el diseño	\$300.00	1	\$300.00
MUEBLE 2	Diseño y fabricación: Mueble de melamine con las dimensiones indicadas en el diseño	\$400.00	1	\$400.00
CONO	Cono de seguridad	\$10.00	8	\$80.00
AUMENTO DE ÁREA DE VENTANA LATERAL	Picado de pared para aumento de ventana, tapiado de ventana excedente, resane de ventana	\$100.00	1	\$100.00
	Compra de vidrio e instalación de ventana	\$70.00	1	\$70.00
SUB TOTAL				\$2,031.00
IGV				\$365.58
TOTAL				\$2,396.58

Cuadro 22: Costo de implementación de mejoras propuestas.

Fuente: La Empresa. Elaboración propia

En el cuadro 22 se muestra el costo de la inversión para la propuesta de mejora con la cual se asegurará un óptimo pesaje y en el cuadro 23 se muestra la pérdida promedio mensual en que incurre la empresa debido a las incidencias de un inadecuado estacionamiento en el pesaje.

MESES	MINERAL NO FACTURADO (\$)
ENERO	\$9,127.00
FEBRERO	\$8,775.00
MARZO	\$6,589.00
ABRIL	\$9,000.00
MAYO	\$8,731.00
JUNIO	\$8,671.00
JULIO	\$9,161.00
AGOSTO	\$7,951.00
PROMEDIO	\$8,500.63

Cuadro 23: Costo de oportunidad promedio no facturado.

Fuente: La Empresa. Elaboración propia

Por lo tanto se concluye que con una inversión de \$ 2,396.58 se conseguirá ingresos promedios mensuales adicionales de \$ 8,500.63

5.2 ALMACÉN DE MINERALES

Para evaluar el impacto económico de la propuesta de mejora se debe tener en cuenta lo siguiente:

- En los meses de mayor demanda (Enero, Febrero y Marzo) el almacén de minerales llega a su máxima capacidad (55,000.00 Toneladas)
- La empresa recurre a otras plantas cuando el espacio disponible en el almacén de minerales llega al mínimo.
- Con el traslado de mineral a otra planta se deja de percibir (30 \$/Tn) por el procesamiento del mineral bruto en la planta, pero es necesario obtener el concentrado de cobre para cubrir el programa de ventas al extranjero.

Los ingresos que deja de percibir la empresa por no procesar el mineral que no puede ser almacenado en la cancha de minerales, es el costo de oportunidad por obtener el concentrado de cobre en otra planta (ver cuadro 24).

	Mineral procesado en otra planta (Tn)	Costo de proceso de mineral bruto (\$/Tn)	Costo de oportunidad (\$)
ene-12	3258.07	30	\$97,742.10
feb-12	2122.52	30	\$63,675.60
mar-12	39.65	30	\$1,189.50
TOTAL	5420.24	30	\$162,607.20

Cuadro 24: Costo de oportunidad por obtener el concentrado de cobre en otra planta

Fuente: La Empresa. Elaboración propia

Con los procedimientos elaborados (ver anexo 1) se podrá optimizar el uso de la capacidad disponible de la cancha de minerales con el método de almacenamiento planteado, mediante el cual las rumas descargadas serán compactadas reduciendo así el espacio que ocupan.

La diferencia de espacio entre lo ocupado por la ruma descargada y la ruma compactada es la ganancia de espacio que se logra obtener, con lo cual se espera lograr un aumento promedio del 32% en el uso de la capacidad disponible del almacén de minerales, aumentando así las toneladas a ser procesadas en el circuito de producción.

	Mineral procesado en otra planta (Tn)	Costo de proceso de mineral bruto (\$/Tn)	Costo de oportunidad (\$)	Ganancia	Ingreso obtenido
ene-12	3258.07	30	\$97,742.10	32%	\$31,277.47
feb-12	2122.52	30	\$63,675.60	32%	\$20,376.19
mar-12	39.65	30	\$1,189.50	32%	\$380.64
TOTAL	5420.24	30	\$162,607.20	32%	\$52,034.30

Cuadro 25: Ingreso obtenido por optimizar el uso de la capacidad disponible del almacén.

Fuente: La Empresa. Elaboración propia

Con el aumento de las toneladas de mineral almacenadas, mediante el compactamiento de las rumas y agregando el incremento de la eficiencia del proceso con la nueva distribución propuesta, se espera incrementar los ingresos en 32% (ver cuadro 25) durante los meses de mayor demanda.

5.3 CIRCUITO DE CHANCADO

La automatización propuesta en el circuito generará un incremento en la eficiencia de la chancadora Cónica Nordbert HP200 en 17%, con lo que se conseguirá un aumento promedio en la producción de mineral chancado de 52.95 toneladas (ver cuadro 26), los cuales luego de ser procesados en el circuito de flotación generarán un ingreso promedio de \$1,588.47 por número de lote procesado.

Ingreso por aumento de la eficiencia	
Promedio	311.46
Aumento de eficiencia	17%
Aumento promedio de producción	52.95
Ingreso por tonelada procesada	\$ 30.00
Ingreso promedio por lote	\$ 1,588.47

Cuadro 26 :Ingreso por aumento de la eficiencia

Fuente: La Empresa. Elaboración propia

Los costos de inversión para implementar la automatización (cuadro 27) son los que se incurren en la compra de los instrumentos que forman parte del lazo de control:

- Balanza electrónica
- Transmisor de señal
- Controlador
- Variador de velocidad

La inversión en el lazo de control del circuito de chancado, asciende a \$ 2,044.94 (ver cuadro 27); monto que es comparado (ver cuadro 28) con el ingreso mensual adicional (\$ 36,534.00) resultando así una diferencia positiva (\$ 34,489.00) que se traduce en la viabilidad del plan de mejora del proceso.

PRODUCTO	Descripción:	Precio	Cantidad	Total
Balanza - Sensor de peso	Balanza digital solo peso, 3000 g, 0,5 g Clase III, g, lb, oz, Cambio de unidades, alarma de peso, tara, calibracion, Plato 18.5 (W) x 14 (L) cm,	\$64.00	1	\$64.00
Transmisor de señal	Transmisor universal de señal, RTD, potenciómetro lineal, TC, 0 a 250 VDC, -150 a 150 mA, 4-20 mA o 0-10 VDC programable, 3,7	\$609.00	1	\$609.00
Controlador	Control de proceso PID 48x48 mm, 4-20 mA, 1	\$165.00	1	\$165.00
Variador de velocidad	5 HP en 220 V	\$400.00	2	\$800.00
Alarma	Tamaño: 5 pulg (13cm aprox.) Tensión de entrada:	\$69.00	1	\$69.00
SUB TOTAL				\$1,733.00
IGV				\$311.94
TOTAL (\$)				\$2,044.94
Tipo de cambio				S/. 2.59
TOTAL (S/.)				S/. 5,296.39

Cuadro 27: Cotización del lazo de control del circuito de chancado

Fuente: La Empresa. Elaboración propia

Ingreso promedio por lote	\$1,588.47
Promedio de lotes con incidencias en el mes	23
Ingreso mensual adicional	\$36,534.81
Costo de automatización	\$2,044.94
Diferencia	\$34,489.87

Cuadro 28: Diferencia en la inversión

Fuente: La Empresa. Elaboración propia

CAPITULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES:

- Se concluye que con la mejora en los niveles de supervisión del estacionamiento de los camiones en la balanza y con la optimización de la distribución del área de trabajo del balancero se consiguen unos ingresos promedios adicionales de \$ 8,500.63.
- Se concluye que con la mejora en la distribución y en el método de almacenamiento de las rumas de mineral se obtiene un aumento en la eficiencia de almacenamiento del 32% con lo que se consigue un ingreso promedio adicional mensual de \$ 4336.00.
- Se concluye que automatizando el circuito de chancado se incrementa la eficiencia de la Chancadora Cónica Nordbert HP200 en 17%, obteniendo así un ingreso promedio mensual adicional de \$ 36,534.00.

6.2 RECOMENDACIONES:

- Se recomienda que las mejoras propuestas sean acompañadas de un plan de seguimiento y control, para así asegurar la óptima ejecución de los procesos y medir la evolución en el tiempo de los procesos mejorados.
- Adicionalmente a las propuestas, en el área de balanza se recomienda, tomando en cuenta el factor ambiental, implementar un adecuado sistema de ventilación para evitar que el balancero cometa errores de medición a consecuencia de la fatiga, ya que en la zona de Nasca, el clima presenta altas temperaturas durante todo el año, superando los 30 °C en los meses de verano (Municipalidad provincial de Nasca, 2016).
- En la cancha de minerales se recomienda plasmar lo propuesto en procedimientos e instructivos que permitan mantener en el tiempo los nuevos procesos y facilitar así el seguimiento y control.
- En el circuito de chancado se recomienda implementar un plan de mantenimiento para los equipos del lazo de control propuesto para la automatización; ya que durante el proceso de chancado, se genera excesivo polvo, el cual podría reducir la vida útil de los equipos electrónicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHASE Richard B, JACOBS F. Robert, AQUILANO Nicholas J.

2009 *Administración de Operaciones: Producción y cadena de suministro*. Doceava edición.

México: McGraw – Hill.

HEIZER Jay, RENDER Barry

2009 *Principios de Administración de Operaciones*. Séptima Edición. México: Pearson

Educación.

PÁGINAS WEB VISITADAS

CALIDAD EMPRENDEDORA

2012 *Análisis – Norma Iso 9001:2008 – 4.2.3 Requisitos de la documentación – Control de documentos*. México D. F. 17 de setiembre. Consulta: 20 de setiembre del 2012.

<https://calidademprendedora.wordpress.com/2012/09/17/analisis-norma-iso-90012008-4-2-3-requisitos-de-la-documentacion-control-de-los-documentos/>

EUSKALIT

2012 *Gestión y Mejora de Procesos*. Zamudio, pp. 2 – 13. Consulta: 15 de setiembre de 2012.

<http://www.euskalit.net/pdf/folleto5.pdf>

FAJARDO, Luis

2015 “Por qué la caída del precio del cobre es mala noticia para todos”. *BBC Mundo*. Lima 16 de enero. Consulta: 18 de mayo de 2016.

http://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/01/150115_economia_cobre_precio_mundial_1f

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA E INFORMÁTICA (INEI)

2014 *Informe Técnico. Producción Nacional*. Lima, número 11, pp. 4.

Consulta: 18 de mayo de 2016

<https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/00-boletin-produccion-final.pdf>

MANUFACTURA INTELIGENTE

2012 *Kaizen*. Consulta: 15 de setiembre de 2012

<http://www.manufacturainteligente.com/kaizen/>

2012 *Kaizen herramientas*. Consulta: 15 de setiembre de 2012

http://www.manufacturainteligente.com/conceptosbasicos_diagramas/

2012 *SIPOC Diagram*. Consulta: 15 de setiembre de 2012

<http://www.manufacturainteligente.com/sipoc-diagram-identificar-causa-raiz/>

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE NASCA

2016 Reseña histórica de Nasca. Consulta: 18 de mayo de 2016.

<http://www.muninasca.gob.pe/la-provincia>

