



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE ACCIÓN,
BASADO EN HERRAMIENTAS DE LA PRODUCCIÓN ESBELTA
PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE
CHANCADO DE LA PLANTA CHINA LINDA MY SRL-
CAJAMARCA 2015.”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTOR:

RICARDO GUTIERREZ VILLANUEVA

ASESOR:

ING. JORGE LUIS CHIROQUE CALDERÓN

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

GESTIÓN EMPRESARIAL Y PRODUCTIVA

PERÚ 2017

DEDICATORIA

A mis hijos que en el transcurso del desarrollo de esta tesis fueron mi apoyo emocional, a mi esposa, quien me alentó para continuar en mi investigación, cuando pensé que me iba a dar por vencido y a mis profesores quienes me enseñaron en mi desarrollo profesional, a ellos que continuaron depositando su esperanza en mí.

Ricardo

AGRADECIMIENTO

Agradezco a todos a aquellos que me brindaron su apoyo en los momentos del desarrollo de esta investigación, compañeros y amigos por brindarme su mano como soporte en el camino arduo y difícil para el éxito.

Ricardo

PRESENTACIÓN

Señores Miembros del Jurado:

De conformidad y cumpliendo con lo estipulado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad César vallejo, para Optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial, pongo a vuestra consideración el presente Proyecto titulado:

“PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE ACCIÓN, BASADO EN HERRAMIENTAS DE LA PRODUCCIÓN ESBELTA PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE CHANCADO DE LA PLANTA CHINA LINDA MY SRL- CAJAMARCA 2015.”

El siguiente proyecto ha sido desarrollado durante los primeros días de enero del año 2015, y se espera que el contenido de este estudio sirva de referencia para otros proyectos o investigaciones.

1.2.3. Control estadístico de la calidad:	37
1.2.4. Flujo continuo de producción:	37
1.2.5. Flujo de materiales:.....	37
1.2.6. Inventarios:	38
1.2.7. Mantenimiento autónomo:.....	38
1.2.8. Mantenimiento de equipos:	39
1.2.9. Mejora Continua:.....	40
1.2.10. Mermas:	40
1.2.11. Nivelación de la producción:	41
1.2.12. Sistema productivo:.....	41
1.2.13. Sistema Pull:	42
1.2.14. Tiempos improductivos:	42
1.2.15. Procesos de Chancado:	42
1.2.15.1 Descarga.....	43
1.2.15.2 Selección en Tolva	43
1.2.15.3 Transporte a la Chancadora de Quijada	43
1.2.15.4 Trituración	43
1.2.15.5 Transporte a la Faja N° 01	43
1.2.15.6 Selección de Piedra Caliza	43
1.2.15.7 Retroalimentación	44
1.2.15.8 Transporte de piedra caliza seleccionada	44
1.3. Formulación del Problema.....	44
1.4. Justificación	44
1.5. Hipótesis.....	45
1.6. Objetivos.....	45
1.6.1. Objetivo general	45
1.6.2. Objetivos específicos	46

CAPÍTULO II: MARCO METODOLÓGICO.....	48
2.1. Identificación de variables	48
2.2. Operacionalización de variables	49
2.3. Metodología	50
2.4. Tipo de estudio	51
2.5. Diseño	51
2.6. Población, muestra y muestreo	51
2.6.1. Población	51
2.6.2. Muestra	51
2.6.3. Unidad de análisis.....	51
2.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	52
2.7.1. Entrevista:	52
2.7.2. Observación:	53
2.7.3. Análisis de documentos:	54
2.8. Plan de análisis estadístico de datos.....	54
2.9. Métodos de análisis de datos	54
2.9.4. Análisis descriptivo:.....	54
2.9.5. Análisis ligados a la hipótesis	55
CAPÍTULO III: RESULTADOS	57
3.1. Aspectos Generales	57
3.2. Diagnóstico de la situación actual de las operaciones del proceso de chancado de la planta de China Linda de MYSRL.	60
3.2.1. Descripción de la situación actual de las operaciones del proceso de chancado en la planta en estudio.	61
3.2.1.1 Descripción de los procesos y operaciones del área de chancado.....	62

3.2.2. Identificación de los problemas y/o necesidades de las operaciones del proceso de chancado de la planta de china linda de MYSRL.....	67
3.2.2.1. Determinación de las posibles mejoras en las operaciones del proceso de chancado de la planta China Linda de MYSRL.....	71
3.2.2.1.1. Identificación de mejoras en las operaciones del proceso de chancado de la planta de china linda de MY S.R.L.....	72
3.2.2.1.2. Selección de la herramienta de Producción Esbelta aplicable en las operaciones del proceso de chancado de la planta de china linda de MY S.R.L.....	72
CAPÍTULO IV: PROPUESTA DE MEJORA	87
4.1. Pasos para la implementación de las herramientas de Producción Esbelta a Implementar.....	101
4.1.1. Programa de capacitación y compromiso con la Producción Esbelta a los miembros de la empresa	101
4.1.1.1. Capacitación y compromiso de miembros de la empresa en temas de Producción Esbelta.....	101
4.1.2. Implementación de las Herramientas de manufactura Esbelta a implementar	101
4.1.2.1 Implementación de las Herramienta 5'S:.....	101
4.1.2.3 Implementación de la Herramienta de Mantenimiento Autónomo:	103
4.1.2.4 Diseño de la Herramienta de Seguimiento: Control Visual.....	105
4.1.2.5 Implementación de la Herramienta Jidoka	112
4.1.2.6 Implementación de la Herramienta Kaizen de Distribución.....	114

4.1.2.7 Evaluación de niveles de productividad en la empresa	115
4.2. Propuesta de Implementación de un plan de acción	115
4.2.1. Programa de capacitación y compromiso con la producción	
Esbelta a los miembros de la empresa	115
4.2.2. Implementación de las 5'S	116
4.2.3. Evaluación del estado de la organización y sistematización de las áreas de producción después de la implementación de las herramientas 5S's	128
4.2.4. Implementación de Mantenimiento Autónomo:	128
4.2.5. Implementación de la herramienta de seguimiento: Control Visual	134
4.2.6. Propuesta de Implementación de la herramienta Jidoka	143
4.2.7. Implementación de la herramienta kaizen de Distribución	144
CAPÍTULO V: RESULTADOS OBTENIDOS CON LA IMPLEMENTACIÓN	146
5.1. Diagrama de actividades (DAP) de los Procesos del Área de Chancado de China Linda de MYSRL (Mejorado)	146
5.2. Valores obtenidos con la implementación de las Herramientas: 5S'S, Mantenimiento Autónomo, Control visual y Kaizen de Distribución	148
5.3. Valores obtenidos con la implementación de las Herramienta Jidoka.	151
5.4. Calculo de los indicadores de Manufactura Esbelta	153
5.4.1. Cálculo del Tiempo de ciclo total después de la mejora:	153
5.4.2. Cálculo de la Efectividad global de los equipos después de la mejora	154
5.4.3. Cálculo del indicador Calidad a la Primera después de la mejora:	157
5.4.4. Cálculo de productos defectuosos después de la mejora	158
5.4.5. Cálculo de indicadores de productividad después de la mejora	160
5.4.5.1 Cálculo de actividades productivas	160

5.4.5.2 Cálculo de actividades improductivas	161
5.4.5.3 Resultados de la mejora de la Productividad de Mano de Obra después de la mejora:	162
5.4.5.4 Cálculo de Productividad de Maquinaria después de la mejora:	164
5.4.5.5 Cálculo de Productividad de materia prima después de la mejora:	165
5.4.5.6 Cálculo de Eficiencia física.....	166
CAPÍTULO VI: Evaluación del Proyecto.....	170
6.1. Inversión en activos tangibles.....	170
6.2 Otros Costos.....	173
6.3 Gastos de personal	173
6.4 Gastos de capacitación	174
6.5 Costos Proyectados - Implementación de las Herramientas de Producción Esbelta.....	174
6.6 Evaluación Costo Beneficio: VAN, TIR, IR	179
CAPÍTULO VII: DISCUSIÓN	183
CAPÍTULO VIII: CONCLUSIONES	186
CAPÍTULO IX.....	188
IX.- RECOMENDACIONES	189
X.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	190
XI.- ANEXOS	192

INDICE DE TABLAS

Tabla N° 01: Técnicas de Control Visual de una Planta de Fabricación.....	30
Tabla N°02: Clasificación según OEE.....	30
Tabla N° 03: Las seis pérdidas principales de la planta.....	35
Tabla N° 04: Operacionalización de variables.....	49
Tabla N° 05: Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	52
Tabla N° 06: Análisis de FODA cruzada de las operaciones del área de chancado de la planta China.....	70
Tabla N° 07: Tiempos de ciclo de todas las operaciones.....	73
Tabla N° 08: Resumen de cálculo de la Efectividad Global de chancadora.....	75
Tabla N° 09: OEE del proceso de chancado.....	77
Tabla N° 10: Datos para el Calidad a la primera antes de proceso de selección.....	78
Tabla N° 11: Registro de las cantidades producidas.....	82
Tabla N° 12: Cantidad producida de piedra caliza.....	83
Tabla N° 13: Registro de la cantidad producida de piedra caliza.....	76
Tabla N° 14: Efectos nocivos de la limpieza inadecuada.....	104
Tabla N° 15: Especificaciones de áreas de trabajo.....	112
Tabla N° 16: Resultados de tabulación de tarjetas rojas.....	119
Tabla N° 17: Disposición final de tarjetas rojas.....	120
Tabla N° 18: Cantidades en la producción de piedra caliza durante el 2º semestre del 2015 – TN.....	149
Tabla N° 19: Porcentajes reducidos con la implementación de las herramientas 5S´S, Mantenimiento Autónomo, Control Visual y Kaizen de Distribución; respecto al segundo semestre del 2014.....	151
Tabla N° 20: Cantidades obtenidas con la implementación de Herramienta Jidoka....	152
Tabla N° 21: Porcentajes reducidos con la implementación de la herramienta Jidoka respecto al segundo semestre del 2014.....	152
Tabla N° 22: Tiempo de ciclo mejorado de las operaciones de chancado.....	153
Tabla N° 23: Resumen de cálculo de la Efectividad Global de chancado.....	155
Tabla N° 24: OEE del proceso de chancado.....	157
Tabla N° 25: Datos para el Calidad a la primera antes de proceso de selección.....	158
Tabla N° 26: Datos para el cálculo de la Productividad de Horas – Hombre después de la implementación de la Manufactura Esbelta.....	163
Tabla N° 27: Registro de la cantidad producida de piedra caliza cantidad de Horas - Máquina mensuales.....	164

Tabla N° 28: Registro de la cantidad producida de piedra caliza junto al total de materia prima procesada mensualmente.....	165
Tabla N° 29: Estructura de resultados obtenidos y mejoras realizadas para el incremento de la productividad de los indicadores.....	167
Tabla N° 30: Inversión de activos tangibles	171
Tabla N° 31: Gastos adicionales.....	173
Tabla N° 32: Gastos de personal.....	173
Tabla N° 33: Gastos de capacitación.....	174
Tabla N° 34: Costos proyectados.....	175
Tabla N° 35: Análisis de Indicadores.....	179
Tabla N° 36: Ingresos proyectados.....	179
Tabla N° 37: Flujo de caja.....	180
Tabla N° 38: Indicadores económicos.....	181

INDICE DE FIGURAS

Figura N° 01 : Estructura del Sistema Lean.....	27
Figura N° 02 : Implementación Mantenimiento Autónomo.....	29
Figura N° 03 : Tipos de pérdidas.....	34
Figura N° 04 : Exploración.....	59
Figura N° 05 : Carguío y acarreo.....	59
Figura N° 06 : Gold Mill.....	60
Figura N° 07 : Esquema de Desarrollo del Diagnóstico de la Situación Actual de las operaciones del proceso de chancado de la planta de china linda de MY S.R.L.....	61
Figura N° 08 : Procesos del Área de Chancado de la Planta China Linda MYSRL.....	63
Figura N° 09 : Estructura Organizacional del Área de Chancado de la Planta.....	66
Figura N° 10 : Diagrama de actividades (DAP) de los Procesos del Área de Chancado de China Linda de MYSRL	66
Figura N° 11 : Diagrama de Causa Efecto de los procesos y/o operaciones del área de chancado de la Planta China Linda MYSRL.....	68
Figura N° 12 : Esquema de desarrollo de determinación de las posibles mejoras en las operaciones del proceso de chancado de la planta China Linda de MYSRL.....	71
Figura N° 13 : Calculo de la Efectividad Global en Chancadora.....	74
Figura N° 14 : Identificando clientes proveedores y demanda.....	89
Figura N° 15 : Frecuencia en Envió.....	90
Figura N° 16 : Información del proceso.....	91
Figura N° 17 : Métodos de Información y Datos de los Procesos.....	93
Figura N° 18 : Niveles de Inventario y símbolos push.....	95
Figura N° 19 : Mapa de flujo de valor actual de la planta de china linda de MY S.R.L.....	98
Figura N° 20 : Diseño de la propuesta de mejora.....	99
Figura N° 21 : Tarjetas para señalar anomalías.....	104
Figura N° 22 : Tarjetas roja para máquina calibradora.....	117

Figura N° 23: Tarjetas roja para grizzly.....	118
Figura N° 24: Tarjetas roja para manguera de agua.....	118
Figura N° 25: Tarjetas roja para tapa de tolva.....	119
Figura N° 26: DAP mejorado.....	147
Figura N° 27: Cálculo de la Efectividad Global proceso de chancado.....	154
Figura N° 28: Flujo de caja proyectado.....	180

RESUMEN

El trabajo presente de investigación y aplicativo, tiene como finalidad el diseño e implementación de las herramientas de Manufactura Esbelta para mejorar los niveles de productividad en el área de chancado de la planta China Linda de MYSRL- Cajamarca, y se encuentra estructurado de la siguiente forma:

El Capítulo 1, contiene información a manera de introducción, sobre la realidad problemática a nivel interno de la situación en la que se encuentra la empresa, además de esto se detalla el problema de investigación, justificación y los objetivos planteados para su desarrollo, donde podemos observar las deficiencias que ocurren en el proceso de chancado de piedra caliza en planta de China Linda de Minera Yanacocha S.R.L. Cajamarca.

El Capítulo 2, Describe los antecedentes teóricos que avalan el estudio, se identifican las bases teóricas que son requeridas para el desarrollo de la investigación, además indica este capítulo la definición de términos básicos que intervienen para la comprensión del trabajo de investigación, no obstante, contiene la formulación de la hipótesis, la identificación de las variables o indicadores, esto se plasma en una tabla denominada Operacionalización de Variables, los cuales medirán el cumplimiento del objetivo general, Indica los materiales y métodos aplicados para obtener y buscar la información.

Así mismo, veremos los indicadores de OEE desarrollados en el proceso actual, que están basados en Tiempo de operación, paradas planificadas, paradas no planificadas, eficiencia y calidad, esta herramienta muestra los resultados del proceso obtenido tras un estudio de historiales y herramientas básicas de control, también conocido como TVC.

El Capítulo 3, Describe la propuesta de aplicación profesional, es decir se detallan los aspectos generales de la empresa, se describe la situación problemática y lo que se propone mejorar, además de ello se plantea un diseño

en donde se mencionaran los aspectos a mejorar, también se realiza la implementación de todas las propuestas descritas anteriormente, empezando por la implementación de capacitaciones, implementación de herramientas de metodologías esbelta tales como. 5S, Jidoka, Kaize, control visual y TPM, para poder realizar el incremento de productividad en el área de chancado de la la empresa MYSRL.

El Capítulo 4, Muestra la propuesta, esto se realiza mediante la implementación de todas las herramientas necesarias de la Manufactura Esbelta, detallando como se implementa cada una de las herramientas verificando y analizando el impacto que estas tienen para el incremento de la productividad en el área de estudio.

El Capítulo 5, Muestra los resultados, esto se realiza mediante la comparación del diagnóstico inicial con la mejora ya aplicada en el OEE, donde se compara los resultados actuales con los mejorados en la propuesta y se verá el incremento de cada indicador de la manufactura esbelta a implementar.

El Capítulo 6, Se detalla el análisis de Costo Beneficio, el cual muestra una Tasa Interna de Retorno siendo esta mayor al Costo de Oportunidad, lo cual indica que el proyecto es rentable.

El Capítulo 7, se aprecia la discusión general del proyecto, teniendo en cuenta los factores más relevantes del estudio.

Por último, se presentan las conclusiones y recomendaciones del proyecto, que nos indican de que al implementar las Herramientas de Manufactura Esbelta se logrará incrementar la productividad con respecto al OEE, en cuanto a la maquinaria y mano de obra, posteriormente se logrará incrementar la productividad de materia prima.

Palabras Clave: Productividad.

ABSTRACT

The present application and research work has as a purpose the design and implementation of Lean Manufacturing tools to improve productivity levels in the crushing area of the China Linda plant of MYSRL-Cajamarca, and is structured as follows :

Chapter 1 contains information as an introduction on the problematic reality internally of the situation in which the company is located. In addition, it details the problem of research, justification and the objectives set for its development, where we can observe the deficiencies that occur in the crushing process of limestone in China plant Linda de Minera Yanacocha SRL Cajamarca.

Chapter 2, Describes the theoretical background that supports the study, identifies the theoretical bases that are required for the development of the research, in addition indicates in this chapter the definition of basic terms that intervene for the understanding of the research work, however, contains the formulation of the hypothesis, the identification of variables or indicators, this is reflected in a table called Operationalization of Variables, which will measure compliance with the general objective, indicates the materials and methods used to obtain and search for information.

Likewise, we will see OEE indicators developed in the current process, which are based on Time of operation, planned stops, unplanned stops, efficiency and quality, this tool shows the results of the process obtained through a study of records and basic tools of control, also known as TVC.

Chapter 3, Describes the proposal of professional application, that is to say, they detail the general aspects of the company, it describes the problematic situation and what it is proposed to improve, in addition it proposes a design in which to mention the aspects to be improved, the implementation of all the proposals

described above is also carried out, starting with the implementation of capacitaciones, implementation of tools of slender methodologies such as. 5S, Jidoka, Kaize, visual control and TPM, to be able to increase productivity in the crushing area of the mining company Yanacocha S.R.L.

Chapter 4, Show the proposal, this is done through the implementation of the Lean Manufacturing Tools, detailing the implementation of each of the tools verifying and analyzing the impact they have for the increase of productivity in the area of study.

Chapter 5, shows the results, this is done by comparing the initial diagnosis with the improvement already applied in the OEE, where the current and the improved results are compared in the proposal and the increase in each indicator of lean manufacturing to implement.

Chapter 6, The Cost Benefit analysis is detailed, which shows an Internal Rate of Return being greater than the Cost of Opportunity, which indicates that the project is accepted.

Chapter 7 shows the general discussion of the project, taking into account the more relevant factors of the study.

Finally, we show the conclusions and recommendations of the project, which indicate that with the implementation of the Lean Manufacturing Tools will be able to increase productivity with OEE support, in terms of machinery and labor, will later succeed in increasing the productivity of raw material.

Keywords:productivity

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

I. INTRODUCCIÓN

La industria minera en el Perú a lo largo del tiempo ha contribuido fundamentalmente como una actividad de gran embergadura para el desarrollo de la economía peruana, aun así, su crecimiento ha variado al mismo tiempo que su vital importancia. Actualmente, la minería en el Perú es la columna vertebral de su economía, logrando así un lugar importante en la producción minera mundial, ubicada entre los primeros países productores de cobre, plata, oro, entre otros.

El departamento de Cajamarca, presenta un decrecimiento productivo. Debido a que hay una baja productividad, las mineras requieren implantar el sistema de Lean Manufacturing en sus operaciones, para reducir sus costos de producción, y así obtener aceptables utilidades y sobrevivir ante los conflictos sociales que se están presentando hoy en día.

Minera Yanacocha S.R.L es una empresa minera dedicada a la extracción, procesamiento y recuperación del oro contenido en varios yacimientos minerales ubicados en el departamento de Cajamarca, para lo cual explota la cantera de caliza China Linda desde el año 1999 para producir Oxido de Calcio (cal).

En la planta de China Linda, específicamente en el área de chancado, se puede plantear mejoras, dado que existe la siguiente problemática:

- Mantenimientos correctivos
- No siempre se cuentan con los repuestos, materiales, insumos.
- Baja productividad de piedra caliza.
- Desorden en el almacén de repuestos del área de Chancado.
- Paradas por mantenimiento de las máquinas del área de Chancado.

Estos problemas pueden representar pérdidas en la producción, incumplimiento, como la falta de calidad en los productos finales, significando pérdidas económicas y de prestigio del área.

Además, las paradas de las máquinas del área de Chancado ocasionan la baja efectividad y productividad de la empresa.

Descripción del problema:

Actualmente en Minera Yanacocha, el área de procesos ha llegado a un punto de crecimiento muy elevado, por ende, los procesos en sus plantas son fundamentales, es por ello que no pueden desperdiciar la producción ni recursos humanos en ello, y en la planta Chinalinda se ha identificado factores deficientes, tales como la baja productividad según indicadores de OEE (Overall Equipment Effectiveness o Eficiencia General de los Equipos), que he el punto de partida para la mejora continua y la herramienta que usaremos como identificación de problemas y comparación posterior de la implementación de la propuesta de manufactura esbelta en este estudio.

En el área de estudio se pudo identificar que el problema que está fallando son los tiempos largos en el chancado de piedra caliza, y los resultados con calidad baja, debido a que la chancadora no tiene una eficiencia adecuada, así mismo, los operadores tienen horas muertas, las cuales se pueden aprovechar para identificar anomalías en el proceso y poder corregirlas, y más aún ser predictivos en las fallas que se tiene, esto vienen acompañado de un desorden que habitualmente se presenta, el cual también es un problema de eficiencia y de seguridad en el trabajo.

La Empresa YANACocha S.R.L pertenece al sector minero, tiene 20 años de fundación y cuenta con una planta de chancado de piedra caliza Llamada China Linda en la provincia de Cajamarca Cajamarca, sin embargo, su sistema de planeación y programación de la producción tiene algunas fallas como lo mencionamos anteriormente, por esto no hay control en las operaciones, no hay una guía que asegure una cantidad exacta de

producto sin mermas, diaria ni mensual, abastecimiento de materiales, tiempos de producción y esta varía según los días trabajados al mes, para el año 2015, según los días laborados baja o suben las toneladas producidas al mes; esto genera un difícil y una pérdida considerable en las ganancias.

Sin embargo la cantidad y la inestabilidad del lote actual, es una barrera para la eficiencia de la planta, por esto, se viene trabajando con la muestras para las mejoras de dicha eficiencia. Entre sus objetivos generales que posee la organización es ser una empresa rentable y liderar el mercado en la producción de oro y con una eficiencia y calidad en sus plantas de proceso, con una producción de primera calidad.

Otro de sus objetivos es asegurar el incremento de ingresos y empleo, garantizando mejores retribuciones a sus socios y personal y dentro del proceso de producción de la empresa se puede determinar diversas fuentes de desperdicios. Minimizando o eliminando los desperdicios se impactará directa o indirectamente en los costos, esto ayudará para realizar una mejora en el proceso productivo para disminuir o eliminar los desperdicios.

El desperdicio de talento humano, también se encuentra presente no sólo en la producción de piedra caliza, sino también el desperdicio de talento humano en la organización a pesar de la ardua experiencia. Sin embargo al evaluar a los operarios, encontramos que no cuentan con estudios superiores ni secundarios, ellos cuentan con primaria completa; lo que ocasiona que las capacitaciones no se puedan aprovechar al 100% y los operarios no sean totalmente productivos. Así mismo, se evidencia que los operarios aún no son conscientes en seguridad y salud ocupacional y que por ello deben tener un cuidado apropiado; la salud y seguridad de los operarios es un tema que también puede mejorarse, debido a que se encuentran expuestos a maquinaria y equipos peligrosos, estos operarios deben contar con EPP específico, con lo que se cuenta, pero aún no existe una conciencia de cultura de seguridad al 100% en esa planta.

Antecedentes:

Los antecedentes que servirán de soporte científico para la investigación son los siguientes:

RAMOS Flores, José M. Análisis y propuesta de mejora del Proceso Productivo de una Línea de Fideos en una empresa de consumo masivo mediante el uso de Herramientas de Manufactura Esbelta. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima, Perú. Pontificia Universidad Católica del Perú, 2004.

El objetivo de la investigación es mejorar el proceso productivo de la elaboración de fideos dentro de la empresa en estudio mediante el uso de la filosofía de manufactura Esbelta, y así poder optimizar y hacer más eficientes sus procesos, teniendo como resultado la permanencia en el mercado global.

Una vez identificados los procesos críticos, se realizó la priorización de las herramientas de manufactura esbelta y TPM, para posteriormente poder eliminar los desperdicios identificados en el mapa de flujo de valor de manera sistemática.

Al implementar el mantenimiento autónomo como base principal del TPM (mantenimiento productivo total), ha permitido que la empresa logre implementar las herramientas del TPM que transformen a esta en una empresa global que de la certeza de sostener a lo largo del tiempo un OEE en 85% y así generar la ventaja competitiva deseada con la implementación de las herramientas de la Manufactura Esbelta.

SILVA Burga, Jorge E. Implantación del TPM en la zona de enderezadoras de Aceros Arequipa. Tesis (Ingeniero Industrial). Piura, Perú. Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería, 2005.

Si se desea un proceso de producción eficaz, las plantas deben operar sus procesos de una manera continua en largos periodos. Los

accidentes y averías, incluso aquellos que solo afectan a una unidad de instalación, pueden hacer que una planta pare completamente y poner en peligro las vidas y todo el entorno ocasionando daños y perjuicios fatales.

El objetivo en la presente investigación es elaborar capacidades competitivas desde las operaciones y procesos de la empresa debido al aporte de la mejora continua de los sistemas productivos, resiliencia y capacidad de respuesta, reducción de costos operativos y conservación del conocimiento industrial.

El TPM tiene el propósito del funcionamiento correcto y adecuado en los equipos, para que operen sin fallos, eliminando pérdidas en el proceso y mejorando la confiabilidad de los mismos. Cuando esto se ha logrado, el período de operación mejora, los costos disminuyen, el inventario tiene mayor rotación y por consiguiente la productividad se incrementa.

La implantación de la herramienta de la Producción Esbelta llamada TPM ha logrado grandes beneficios para la empresa tales como: mejoras en la eficiencia y confiabilidad de los equipos, alta calidad de los productos, mejor ambiente de trabajo, disminución de accidentes, crecimiento profesional, etc. Además, los operadores mejoran el cuidado de sus equipos, existe sentido de pertenencia y trabajo en equipo, se genera sentido de orgullo y lealtad con la empresa, incrementa la motivación y seguridad laboral.

TUAREZ Medranda, César A. Diseño de un Sistema de Mejora Continua en una Embotelladora y Comercializadora de Bebidas Gaseosas de la ciudad de Guayaquil por medio de la Aplicación del TPM (Mantenimiento Productivo Total). Tesis (Magíster en Gestión de la Productividad y la Calidad). Guayaquil, Ecuador. Escuela Superior Politécnica del Litoral)

1.1. MARCO TEÓRICO

1.1.1. Producción Esbelta

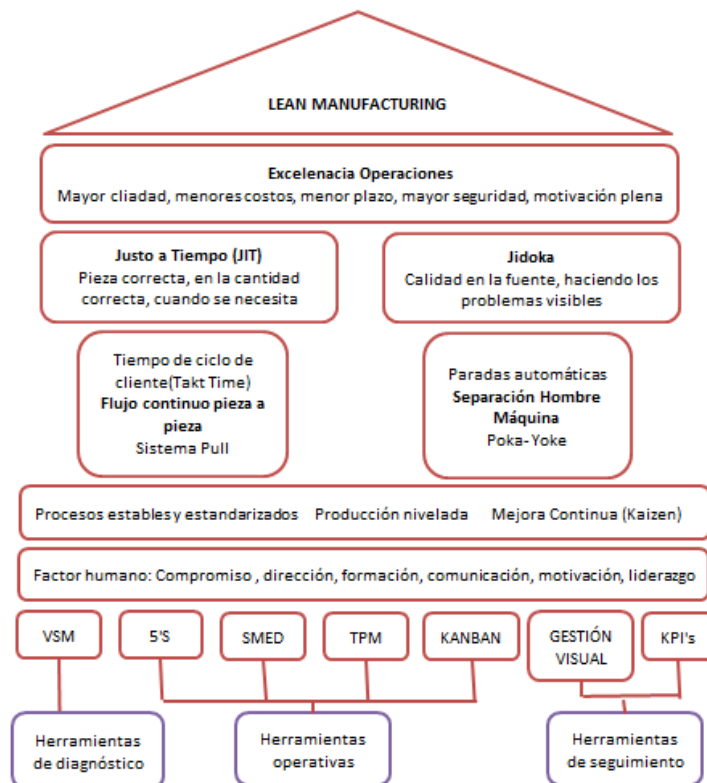
Según López (2006) señala que: La manufactura flexible o manufactura esbelta es una filosofía de excelencia de manufactura, basada en:

- La eliminación planeada de todo tipo de desperdicio.
- El respeto por el trabajador:
- La mejora consistente de productividad y calidad.

1.1.1.1 Estructura del Sistema Esbelto

(Hernández y Vizán 2013). La Figura N° 01 representa una adaptación actualizada de esta “Casa”.

Figura N° 01: Estructura del Sistema Lean



Fuente: Hernández y Vizán (2013)

Según Hernández y Vizán (2013) el techo de la casa de la calidad está constituido por metas a perseguir de la mejor calidad, el menor costo, menor tiempo de entrega o o Lead time. Como columnas que sujetan este techo están el sistema JIT y Jidoka, la más conocida por el sistema Toyota, significa producir el artículo indicado en el tiempo justo y con la cantidad exacta. Jidoka consiste en dar a las máquinas y operadoras la habilidad para determinar cuando se debe producir una condición anormal y detener el proceso inmediatamente.

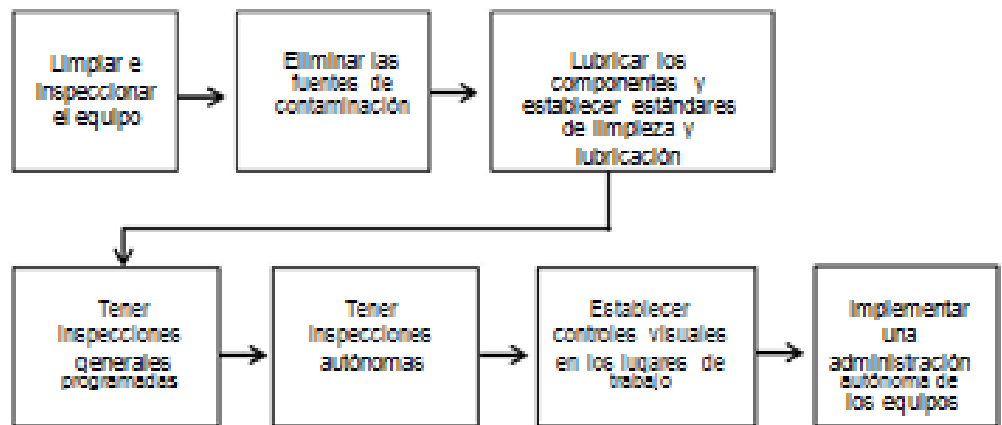
Este sistema ayuda a detectar las causas de los problemas y eliminarlas desde la raíz, evitando que los defectos pasen a la siguiente operación del proceso.

La base de la casa consiste en estandarización y estabilidad de los procesos: la nivelación de la producción y la aplicación de la mejora continua. A esto se tiene que añadir el recurso humano como la clave y base fundamental de la manufactura esbelta, y esto se puede apreciar en el compromiso de la dirección que son dirigidos por un líder en la formación y capacitación del personal, los mecanismos de motivación y los sistemas de recompensa.

1.1.1.1.1. Mantenimiento Autónomo

Según Suzuki (1996) el mantenimiento autónomo tiene la finalidad de prevenir el desgaste y deterioro de los equipos por medio de actividades de limpieza general, lubricación y mecánicas, que deben ser realizadas por operadores a cargo. En la Figura N° 04 se muestra la secuencia de implementación.

Figura N° 02: Implementación Mantenimiento Autónomo



Fuente: Suzuki (1996)

1.1.1.1.2. Jidoka

- Se inspeccionan el 100% de los productos lo que garantiza la calidad de sus componentes y del producto terminado como tal.
- Se reducen tiempos de fabricación debido a la integración de la inspección.
- Se reducen inventarios de seguridad y pueden disminuir también el número de inspectores de calidad.
- Aumenta la productividad.

1.1.1.1.3. Control Visual

Tabla 01: Técnicas de Control Visual de una Planta de Fabricación

Control visual de espacios y equipos
Identificación de espacios y equipos.
Identificación de actividades, recursos y productos.
Marcas sobre el suelo.
Marcas sobre técnicas y estándares.
Áreas de comunicación y descanso.
Información e instrucciones.
Limpieza.

Documentación visual en el puesto de trabajo
Métodos de organización: Hojas de instrucciones, estudios de tiempos/movimientos, planificación del trabajo, auto inspección, recomendaciones de calidad, procedimiento de seguridad.
Recursos y tecnología. Instrucciones de operación y mantenimiento, cambios y ajustes, descripción de procesos y tecnologías.
Productos y materiales. Especificaciones del producto, listas de piezas, requerimientos de empaquetado, identificación de defectos comunes en materiales y productos.

Control visual de la producción
Programa de producción.
Programa de mantenimiento.
Identificación de stocks.
Identificación de reprocesos.
Identificación de trabajos en proceso (cargas, retrasos...).
Indicadores de productividad.

Control visual de la calidad
Señales de monitorización de máquinas.
Control estadístico de proceso (SPC).
Registros de problemas.

Gestión de indicadores
Objetivos, resultados y diferencias de indicadores de proceso.
Gestión de la mejora continua.
Actividades de mejoras.
Sugerencias.
Proyecto en marcha.

Fuente: Hernández y Vizán (2013)

a) Objetivos de los eventos kaizen

Los eventos kaizen resultan extremadamente efectivos para mejorar rápidamente un proceso mediante la implementación de herramientas que ayudan a:

- ✓ Reducir los desperdicios (menos mudas)
- ✓ Mejorar la calidad y reducir la variabilidad (menos muras)
- ✓ Mejorar las condiciones de trabajo (menos muris)

Será en la implementación de estos eventos kaizen cuando surja la necesidad de utilizar algunas herramientas Lean, dependiendo de las metas que cada organización quiera alcanzar.

b) Aplicación de los eventos kaizen

Por lo general, la aplicación de eventos de mejora se lleva a cabo cuando:

- ✓ Existe un problema de calidad.
- ✓ Se quiere mejorar la distribución de áreas.
- ✓ Se necesita reducir el tiempo de preparación de las maquinas

c) Logros con los eventos Kaizen

Mejoras rápidas en el desempeño de procesos específicos de producción o celdas de manufactura:

- ✓ Tiempos muy cortos de cambio de productos
- ✓ Mejores distribuciones de planta

- ✓ Mejor desempeño de la maquinaria
- ✓ Mejora en orden y limpieza
- ✓ Mejor calidad de primera intención
- ✓ Mejor comunicación entre los operadores
- ✓ Mayor capacidad de producción
- ✓ Condiciones de trabajo más seguras y ergonómicas

d) Resultados esperados después de un evento kaizen

El objetivo de un evento kaizen es que, al finalizar cada proyecto de mejora, la empresa vea cambios en los resultados de los procesos al ir eliminando sus fuentes de pérdida (muda, mura, muri).

El desperdicio en el trabajo total de un proceso debe ser cada vez menor, con lo cual se provechan mejor los recursos del negocio y se incrementa su rentabilidad y respuesta al cliente

1.1.1.1.4. Quinto paso: Identificar medibles de la manufactura esbelta

En este paso, luego de haber realizado el mapeo de flujo de valor de la situación actual, se debe establecer indicadores de la manufactura esbelta según la naturaleza de la empresa, de tal manera que permita comparar la situación actual con la deseada.

A continuación, los principales indicadores:

$$Lead\ Time = TCT + TE$$

Tiempo de ciclo total (TCT):

Se refiere a la suma de los tiempos de las operaciones por los que recorre una unidad del producto terminado.

$$TCT = TOP1 + TOP2 + \dots + TOPn$$

Efectividad global de los equipos:

La efectividad global de los equipos (OEE) es un indicador global de una planta que indica la fracción del tiempo disponible tomando en cuenta la disponibilidad, eficiencia y calidad (Suzuki, 1996). El cálculo se realiza mediante la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned} \mathbf{OEE} &= \text{Disponibilidad} \times \text{Eficiencia} \times \text{tasa de calidad} \\ &= \frac{TPN}{TF} \end{aligned}$$

Donde:

$$\mathbf{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo Operativo Neto}}{\text{Tiempo de Funcionamiento}} = \frac{TPN}{TF}$$

$$\begin{aligned} \mathbf{Eficiencia} &= \frac{\text{Tiempo Operativo Real o Utilizable}}{\text{Tiempo Operativo Neto}} \\ &= \frac{TOU}{TON} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mathbf{Tasa de Calidad} &= \frac{\text{Tiempo Operativo Neto}}{\text{Tiempo Operativo Real o Utilizable}} \\ &= \frac{TPN}{TOU} \end{aligned}$$

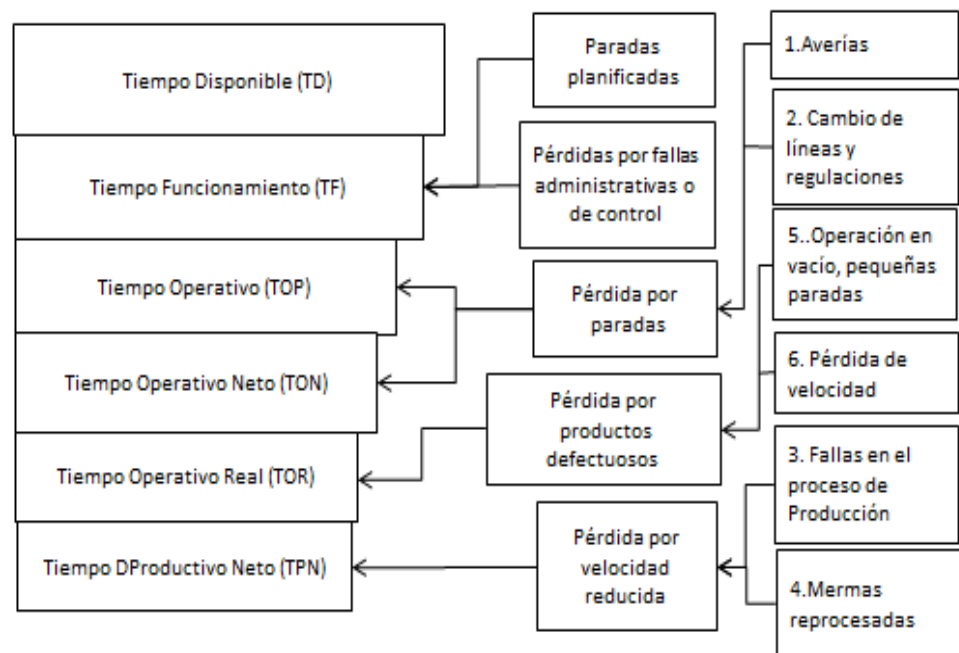
En la Tabla N° 02 se muestra la escala de clasificación según el valor calculado del OEE y en la Figura N° 06, los tipos de perdidas involucrados en el cálculo del tiempo productivo neto.

Tabla N°02: Clasificación según OEE

Inaceptable	0% < OEE < 65%	Muy baja competitividad
Regular	65 < OEE < 75%	Baja competitividad, aceptable solo si está en proceso de mejora
Aceptable	75% < OEE < 85%	Continuar la mejora para avanzar hacia la World Class
Buena competitividad	85% < OEE < 95%	Entra en valores World Class
Excelente competitividad	95% < OEE < 100%	Valores World Class

Fuente: McKinsey (2008)

Figura N° 03: Tipos de pérdida



Fuente: Susuki (1996)

El aumento de la eficacia global de la planta consiste en eliminar o disminuir todos aquellos factores o pérdidas que conllevan a que la planta no trabaje en

condiciones óptimas. En la Tabla N° 03 se definen dichas pérdidas.

Tabla 03: Las seis pérdidas principales de la planta.

PÉRDIDAS	TIPO	DEFINICIÓN
Averías	Disponibilidad	Paradas de producción no planificadas
Preparación y ajustes	Disponibilidad	Paradas de producción por materiales o herramientas
Paradas menores	Eficiencia	Paradas de producción (en general menores, que no necesitan intervención de mantenimiento)
Pérdida de velocidad	Eficiencia	Velocidad de línea inferior a la objetivo.
Defectos de calidad	Calidad	Piezas defectuosas producidas durante la operación normal
Reprocesamiento	Calidad	Pérdidas debidas a tener que devolver un material al proceso anterior

Fuente: McKinsey (2008)

Calidad a la primera (FYP: First pass Yield):

Porcentaje de resultados correctos, en la primera pasada de un flujo de proceso, que no requieren de mayor intervención (Hitpass, 2012). Se calcula según la siguiente ecuación:

$$FYP = \frac{\text{Unidades procesadas} - \text{Unidades descartadas}}{\text{Unidades procesadas}}$$

Índice de partes por millón (PPM's):

Mide la cantidad de productos defectuosos en un millón de unidades producidas. Esta métrica es usada para el control del producto final y se efectúa según la siguiente ecuación y se espera que sea menor a 30 000. Se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$PPM's = \frac{\text{Número de unidades defectuosas}}{\text{Número de muestras obtenidas}} \times 1 \times 10^6$$

1.2. MARCO CONCEPTUAL

1.2.1. Calidad:

La calidad en la producción es realizar las actividades necesarias para asegurar que se obtenga y mantenga la calidad requerida desde el diseño del producto, la producción y la entrega al cliente para su utilización

1.2.2. CAPDo:

También denominado Ciclo de Deming de Edwards Deming, es una estrategia de mejora continua de la calidad en cuatro pasos, basada en un concepto ideado por Walter A. Shewhart. También se denomina espiral de mejora continua. Es muy utilizado por los Sistemas de Gestión de Calidad (SGC). Las siglas, CAPDo, son el acrónimo de Plan, Do, Check, Act (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar).

Los resultados de la implementación de este ciclo permiten a las empresas una mejora integral de la competitividad, de los productos y servicios, mejorando continuamente la calidad, reduciendo los costes, optimizando la productividad, reduciendo los precios, incrementando

la participación del mercado y aumentando la rentabilidad de la empresa u organización.

1.2.3. Control estadístico de la calidad:

La aplicación de diferentes técnicas estadísticas a procesos industriales (mano de obra, materias primas medidas, máquinas y medio ambiente), procesos administrativos y/o servicios con objeto de verificar si todas y cada una de las partes del proceso y servicio cumplen con unas ciertas exigencias de calidad y ayudar a cumplirlas, entendiendo por calidad “la aptitud del producto y/o servicio para su uso.

1.2.4. Flujo continuo de producción:

En su estado ideal, significa que los elementos son procesados y movidos directamente de un paso del proceso al siguiente, pieza por pieza. Cada paso del proceso opera en una única pieza, justo antes de que el siguiente paso la necesite. Flujo continuo también es llamado “flujo de una sola pieza” o “procesar una, mover una”.

1.2.5. Flujo de materiales:

Representa los elementos dentro de la fábrica que se van a mover, ya sea materiales, hombre, equipos y documentos, produciendo en definitiva un bien o un servicio. El término flujo de materiales se refiere a la determinación de la más efectiva secuencia de movimiento del material, a través de pasos necesarios del proceso envuelto y la intensidad o magnitud de estos movimientos. Un flujo efectivo significa que los materiales se mueven progresivamente a través del proceso, siempre avanzando hasta que se complete y sin desvíos excesivos o retiros (contra flujo).

1.2.6. Inventarios:

Representa la existencia de bienes muebles e inmuebles que tiene la empresa para comerciar con ellos, comprándolos y vendiéndolos tal cual o procesándolos primero antes de venderlos, en un período económico determinado. Deben aparecer en el grupo de Activo Circulante.

1.2.7. Mantenimiento autónomo:

Es una parte fundamental en el Mantenimiento Productivo Total - TPM (total productive maintenance).

El Mantenimiento Autónomo se basa básicamente prevención del deterioro de los equipos y componentes de los mismos. El mantenimiento llevado a cabo por los operadores y preparadores del equipo, puede y debe contribuir significativamente a la eficacia del equipo. Esta será participación del "apartado" producción o del operador dentro del TPM, en la cual mantienen las condiciones básicas de funcionamiento de sus equipos.

Este Mantenimiento Autónomo Incluye:

- Limpieza diaria, que se tomará como un Proceso de Inspección.
- Inspección de los puntos claves del equipo, en busca de fugas, fuentes de contaminación, exceso o defecto de lubricación, etc.
- Lubricación básica periódica de los puntos claves del equipo.
- Pequeños ajustes.
- Formación - Capacitación técnica.
- Reportar todas las fallas que no puedan repararse en el momento de su detección y que requieren una programación para solucionarse.

1.2.8. **Mantenimiento de equipos:**

Es el conjunto de operaciones para que un equipamiento reúna las condiciones para el propósito para el que fue construido.

Mantenimiento de conservación: es el destinado a compensar el deterioro sufrido por el uso, los agentes meteorológicos u otras causas. En el mantenimiento de conservación pueden diferenciarse:

Mantenimiento correctivo: que corrige los defectos o averías observados.

Mantenimiento correctivo inmediato: es el que se realiza inmediatamente de percibir la avería y defecto, con los medios disponibles, destinados a ese fin.

Mantenimiento correctivo diferido: al producirse la avería o defecto, se produce un paro de la instalación o equipamiento de que se trate, para posteriormente afrontar la reparación, solicitándose los medios para ese fin.

Mantenimiento preventivo: como el destinado a garantizar la fiabilidad de equipos en funcionamiento antes de que pueda producirse un accidente o avería por deterioro. En el mantenimiento preventivo podemos ver:

Mantenimiento programado: como el que se realiza por programa de revisiones, por tiempo de funcionamiento, kilometraje, etc.

Mantenimiento predictivo: que realiza las intervenciones prediciendo el momento que el equipo quedara fuera de

servicio mediante un seguimiento de su funcionamiento determinando su evolución, y por tanto el momento en el que las reparaciones deben efectuarse.

Mantenimiento de oportunidad: que es el que aprovecha las paradas o periodos de no uso de los equipos para realizar las operaciones de mantenimiento, realizando las revisiones o reparaciones necesarias para garantizar el buen funcionamiento de los equipos en el nuevo periodo de utilización.

Mantenimiento de actualización: cuyo propósito es compensar la obsolescencia tecnológica, o las nuevas exigencias, que en el momento de construcción no existían o no fueron tenidas en cuenta pero que en la actualidad si tienen que serlo.

1.2.9. Mejora Continua:

Es una filosofía que intenta optimizar y aumentar la calidad de un producto, proceso o servicio. Es mayormente aplicada de forma directa en empresas de manufactura, debido en gran parte a la necesidad constante de minimizar costos de producción obteniendo la misma o mejor calidad del producto, porque como sabemos, los recursos económicos son limitados y en un mundo cada vez más competitivo a nivel de costos, es necesario para una empresa manufacturera tener algún sistema que le permita mejorar y optimizar continuamente.

1.2.10. Mermas:

Es la pérdida física en el volumen, peso o unidad de las existencias, ocasionado por causas inherentes a su naturaleza o al proceso productivo. También se entiende por merma a la

disminución o rebaja de un bien, en su comercialización o en su proceso productivo, debido a la pérdida física que afecta a su constitución y naturaleza corpórea, así como a su pérdida cuantitativa por estar relacionada a cantidades.

1.2.11. Nivelación de la producción:

Consiste en la definición de la variedad y la cantidad productos a producir en un periodo de tiempo determinado, con el principal objetivo de hacer coincidir de forma eficiente la producción a la demanda de los clientes. Los objetivos principales del aseguramiento de la calidad en la producción son:

- Minimizar costos: mejorando la maquinaria, abaratando los precios en materia prima para la producción, con el fin de obtener un mayor margen de beneficio.
- Maximizar la satisfacción del cliente: atendiendo a sus necesidades, ofreciéndoles lo que buscan, donde lo buscan y cuándo lo buscan.

1.2.12. Sistema productivo:

Es aquel proceso encargado de producir bienes y servicios, es decir, parte del empleo de los recursos que entran (inputs) y obtiene otros (outputs). La actividad productiva es una de las funciones más importantes de la empresa.

El objetivo del Sistema Productivo es aumentar el volumen de artículos producidos al mismo tiempo que disminuir el coste de los recursos empleados, sin olvidar mejora de la Productividad las Competencias Profesionales, este término, junto a los de efectividad y eficiencia, se encuentra estrechamente ligado al

sistema productivo pues su buena marcha se mide según estos criterios.

1.2.13. Sistema Pull:

La planificación siguiendo el criterio “pull”, sobre todo en aquellos procesos de corto tiempo de ejecución, se centra en planificar la producción de sólo lo que se va a enviar al cliente. Tal y como se ha mencionado, uno de los principios fundamentales del “Lean Manufacturing” es producir de acuerdo a la demanda del mercado y, por lo tanto, todo lo que se produzca fuera de este entorno se considera sobre-producción (que es uno de los 7 desperdicios mencionados).

1.2.14. Tiempos improductivos:

Existen dos clases de tiempo improductivo:

- El imputable a la organización: es el tiempo en que permanecen inactivos las personas, las máquinas o ambos por deficiencias de la organización.
- El imputable al trabajador: corresponde el tiempo durante el cual la máquina, los individuos o ambos permanecen inactivos por causas que se le imputan al factor humano.

1.2.15. Procesos de Chancado:

Actualmente las operaciones en el proceso de chancado de la Planta China Linda de MYSRL son:

1.2.15.1 Descarga

Se descarga la materia prima (piedra caliza de hasta 12 pulgadas) desde el cargador frontal a la Tolva de Gruesos.

1.2.15.2 Selección en Tolva

En la Tolva de Gruesos existen una parilla seleccionadora de 12" pulgadas, la cual, como su propio nombre lo dice, selecciona la piedra caliza menores o iguales a 12 pulgadas.

1.2.15.3 Transporte a la Chancadora de Quijada

La piedra caliza seleccionada es transportada por el Apron Feeder hacia un chute a la Chancadora de Quijada.

1.2.15.4 Trituración

Esta operación consiste en la trituración de la piedra caliza de hasta 12 pulgadas en 4 1/4 pulgadas y es realizada en la Chancadora de Quijada.

1.2.15.5 Transporte a la Faja N° 01

Procesada la piedra caliza en 4 1/4 pulgadas, es trasladada a la zaranda a través de un chute y faja transportadora N° 01.

1.2.15.6 Selección de Piedra Caliza

La piedra caliza en la zaranda (con mallas de tres dimensiones) es seleccionada de acuerdo a sus tres medidas malla:

- Malla de 4 1/4 pulgadas.

- Malla de 2 pulgadas y 1 pulgada.

1.2.15.7 Retroalimentación

La piedra caliza mayor a 4¼ pulgadas retorna a la Chancadora de Quijada, para repetir el ciclo de proceso.

1.2.15.8 Transporte de piedra caliza seleccionada

La piedra caliza seleccionada en la zaranda (menores a 1, 2, 4¼ pulgadas) es transportada por las fajas N° 03, 07 y 08 respectivamente.

1.3. Formulación del Problema

¿En qué medida impactará la propuesta de la implementación de un plan de acción, basado en herramientas de la producción esbelta en el área de chancado de la planta China Linda de M.Y.S.R.L., con respecto a la mejora de productividad?

1.4. Justificación

Este estudio tiene un soporte teórico, los cuales nos dan una serie de conceptos necesarios para diseñar y mejorar procesos productivos y que constituyen una estructura de lo que se pretende abordar con la investigación. Con la implementación de un plan de acción basado en las herramientas de la manufactura esbelta, se busca mantener los niveles de producción y eficiencia a tiempo real, reducción de horas extras de trabajo, incremento de la productividad, seguridad, etc.

En lo práctico el estudio tiene como objetivo principal proponer una implementación de un sistema de producción esbelta para mejorar la productividad en el área de chancado de MYSRL, esto debido a que la empresa presenta algunas deficiencias en esa área y que ayude con la

programación y planeación que permita llevar un registro formal y escrito de los procesos, donde se tiene como prioridad desarrollar los siguientes temas: métodos de registro y análisis del proceso, diagramas de flujo de los procesos, determinación de los indicadores implementados, estudio de tiempos, medición y estándares de trabajo.

En cuanto a la valoración, el estudio pretende demostrar de forma teórica el aumento significativo de la eficiencia económica y eficiencia física, así como la reducción de costos respecto a la mano de obra, rapidez de entrega, coordinación en la programación de producción, etc.

Hablar de competitividad en la actualidad no es solo un tema de discusión de las empresas (producción o servicios), es también referirse a la competitividad que existe entre profesionales, es por esto que al desarrollar el tema de investigación no solo ayudará a fortalecer los conocimientos adquiridos durante la formación profesional, sino también abrirá las puertas de múltiples organizaciones que deseen contar con profesionales que puedan resolver diversos problemas empresariales.

1.5. Hipótesis

La propuesta de implementación de un plan de acción basado en las herramientas de la producción esbelta mejorará la productividad en el área de chancado de la planta China Linda MYSRL- Cajamarca 2015.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

“Mejorar la productividad en el área de chancado de la planta China Linda MYSRL a través de la propuesta de implementación de un plan de acción basado en herramientas de la producción esbelta”

1.6.2. Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico en el área de chancado de la planta de china linda de MYSRL e identificar los principales problemas que muestre el Mapa de Flujo de Valor.
- Diseñar el Mapa de Flujo de Valor Futuro en el área de chancado de la planta de china linda de MYSRL y elegir las Herramientas de Manufactura esbelta a implementar.
- Implementar las herramientas de la manufactura esbelta, para eliminar todas las operaciones que no le agregan valor al producto, aumentando el valor de cada actividad.
- Medir los indicadores de productividad después de la implementación de las herramientas de la manufactura esbelta y evaluar los resultados.
- Evaluar el costo-beneficio de implementar las Herramientas de Manufactura Esbelta en el área de chancado de la planta de china linda de MYSRL

CAPÍTULO II

DISEÑO METODOLÓGICO

II. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Identificación de variables

a) Productividad:

Dependiente - cuantitativo

b) Propuesta de implementación de un plan de acción basado en herramientas de la producción esbelta

Independiente – cuantitativo

Estas son las variables a estudiar en esta investigación, y se procederá a desarrollar como se muestra en el siguiente cuadro.

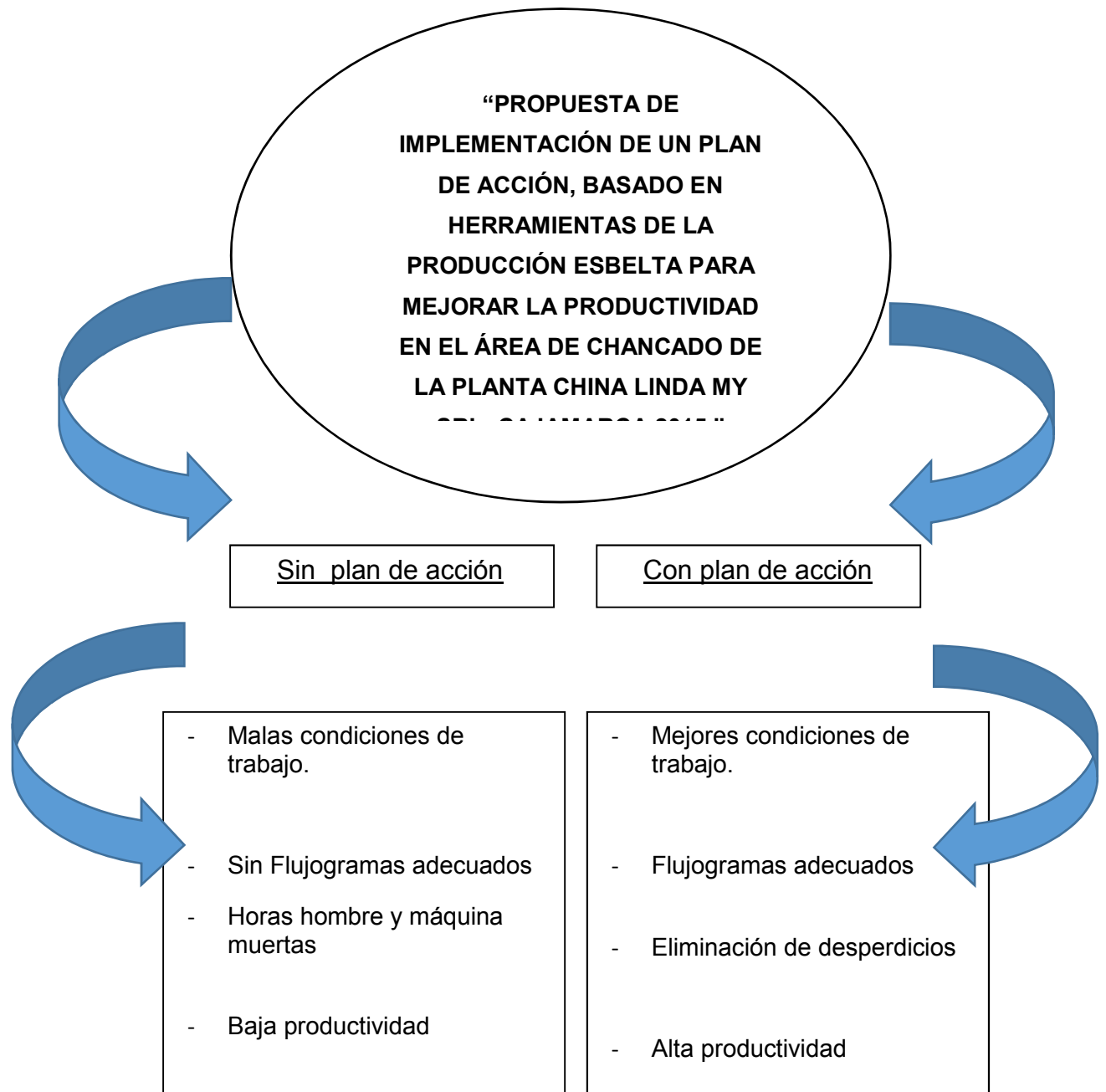
2.2. Operacionalización de variables

TABLA N° 04: Operacionalización de variables.

Variable	Definición conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Escala de Medición
Productividad	Maximizar el uso óptimo de los recursos con los que se disponga.	-Estudio de la producción y recursos utilizados aplicando las herramientas de la producción esbelta en todos los procesos del área de chancado	- Actividades productivas e improductivas - Productividad de Horas Hombre. - Horas Máquina - Eficiencia Física	Variable de Razón
Variable Independiente	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador	Escala de Medición
Herramientas de Lean Manufacturing	Se enfoca en la eliminación de cualquier tipo de pérdidas, temporal, material, eficiencia o procesos,	.- Evaluación de los procesos en el área de chancado de MYSRL. -Utilización de las Herramientas de la filosofía Lean Manufacturing VSM, 5´S, TPM, para mejorar y optimizar los procesos de la Empresa China Linda MYSRL.	5´ s: - Selección - Orden - Limpieza - Estandarización - Autodisciplina Vsm: - Tiempo del Ciclo (CT) - Tiempo (VA) - Tiempo Disponible - Plazo de Entrega TPM: - Eficacia de los Equipos - Indicadores OEE	variables de Razón

Fuente: Elaboración propia

2.3. Metodología



2.4. Tipo de estudio

Pre- experimental, realizado de una única medición temporal del fenómeno y estudio de caso con una sola medición: que consistió en administrar un estímulo o tratamiento en el área de estudio y después aplicado la medición en las variables para observar cual es el nivel de mejoras que se pueden apreciar, esto según los indicadores estudiados y mostrados a lo largo de la tesis.

2.5. Diseño

Es el diseño de contrastación Pre-Experimental donde:

$$(O1 + X) \longrightarrow O2$$

O1: Ausencia de plan de acción

X: Propuesta de implementación de un plan de acción

O2: Mejora de la productividad en el área de chancado

2.6. Población, muestra y muestreo

2.6.1. Población

La población lo constituyen las diferentes áreas de procesos de la empresa MYSRL que están relacionadas con las operaciones de producción.

2.6.2. Muestra

El área de chancado de la planta China Linda de MYSRL

2.6.3. Unidad de análisis

Los procesos del área de chancado:

- Descarga
- Selección

- Transporte a chancadora de quijada
- Trituración
- Transporte a la faja número 01
- Selección de piedra caliza
- Retroalimentación
- Transporte de piedra caliza

2.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se cuenta con varias técnicas e instrumentos para la recolección de información como se muestra en la Tabla N° 05.

Tabla N° 05: Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Método	Fuente	Técnica
Cualitativo	Primaria	Entrevista
	Secundaria	Análisis de contenido
Observación	Primaria	Guía de observación
Cuantitativo	Primaria	Toma de tiempos
		Medición de distancias

Fuente: Elaboración propia

2.7.1. Entrevista:

La entrevista es un instrumento de recolección de datos a partir de la interacción de dos partes: el entrevistador (el tesista) y el entrevistado (Responsables área de estudio). Si bien es un cuestionario, este mecanismo supone la intervención de una persona calificada o entrenada que deberá conducir la aplicación del instrumento.

Esta figura es una especie de mediador que guía la recolección de información, organiza y controla la aplicación del cuestionario y registra las respuestas, que se muestran en anexos al final de esta tesis.

2.7.2. Observación:

Es la técnica más antigua para recoger los datos y ejecutar la evaluación, aunque aún es usada, pero con un mayor grado de sistematización. La observación como cualquier herramienta aplicada al proceso de la investigación; tiene sus ventajas y limitaciones. El siguiente es un cuadro resumen que da cuenta de lo planteado anteriormente:

Ventajas

- Permite obtener información de los hechos tal y como ocurren en la realidad.
- Permite percibir formas de conducta que en ocasiones no son relevantes para los objetos observados.
- Existen situaciones en las que la evaluación solo puede realizarse mediante la observación.
- No se necesita la colaboración del objeto observado.

Limitaciones

- En ocasiones es difícil que una conducta se presente en el momento que decidimos observar.
- La observación es difícil por la presencia de factores que no se han podido controlar.
- Las conductas a observar algunas veces están condicionadas a la duración de las mismas o porque existen acontecimientos que dificultan la observación.

- Existe la creencia de que lo que se observa no se pueda cuantificar o codificar pese a existir técnicas para poder realizar la observación.

2.7.3. Análisis de documentos:

Siendo el origen del tema o problema de investigación; debido a que los documentos son fuente primordial, para poder analizar e interpretar datos y convertirlos en información valiosa que sirva de apoyo para la Empresa China Linda MYSRL- Cajamarca 2015. Ayudó a ordenar los datos de la empresa, los cuales se revisan mensualmente para evaluar las máquinas de la empresa. En donde se detalla la máquina, las fallas ocurridas, y tiempo que se paró. Este instrumento se utilizó para evaluar distintas variables.

2.8. Plan de análisis estadístico de datos

Se utilizará el software del sistema SPSS 21 para generar informes tabulares, gráficos y diagramas de distribuciones y tendencias, estadísticos descriptivos y análisis estadísticos complejos y el software de Microsoft Project para el desarrollo de planes, asignación de recursos a tareas y dar seguimiento al progreso del proyecto.

2.9. Métodos de análisis de datos

Para la presente investigación se aplicó el método de investigación científica que proporciona métodos, técnicas e instrumentos para dar solución a la problemática planteada en los antecedentes dentro de la empresa China Linda MYSRL- Cajamarca 2015.

2.9.4. Análisis descriptivo:

De acuerdo a la escala de las variables de estudio (intervalo), se procederá a calcular sus resultados mediante modelos estadísticos

como tablas de frecuencia o gráficos de barra según sea la naturaleza del resultado, además de diagramas de flujo.

2.9.5. Análisis ligados a la hipótesis

Para probar la hipótesis se hará uso de las herramientas de la producción esbelta antes mencionadas, con el fin de determinar el mejoramiento de la productividad, así mismo determinar la reducción de tiempos muertos y cuellos de botella en cada proceso con el fin de aumentar la utilidad de la empresa MYSRL.

CAPÍTULO III
DIAGNÓSTICO SITUACIONAL DE
LA EMPRESA

III.- RESULTADOS

3.1. Aspectos Generales

Razón Social : MINERA YANACocha S.R.L.

Tipo de Sociedad : Sociedad de Responsabilidad limitada

RUC : 20137291313

Sector : Minero

Ubicación : Cajamarca

Fecha de Fundación : 01 / 08 / 1992

Giro del negocio : Extracción de minerales

Descripción de la actividad:

Yanacocha, la mina de oro más grande de Sudamérica, se encuentra ubicada en la provincia y departamento de Cajamarca a 800 kilómetros al noreste de la ciudad de Lima, Perú. Su zona de operaciones está a 45 kilómetros al norte del distrito de Cajamarca, entre los 3500 y 4100 metros sobre el nivel del mar y su actividad se desarrolla en cuatro cuencas: Quebrada Honda, Río Chonta, Río Porcón y Río Rejo.

En 1990 se llevaron a cabo los primeros estudios de factibilidad para iniciar los trabajos en una planta piloto para lixiviación en pilas. Con el inicio de las operaciones en una zona llamada Carachugo, Yanacocha produjo su primera barra de doré, el 7 de agosto de 1993.

Yanacocha fue constituida legalmente en 1992 y está conformada por los siguientes accionistas:

- Newmont Mining Corporation (51.35%) con sede en Denver, EEUU.
- Cía. de Minas Buenaventura (43.65%), compañía peruana.
- International Finance Corporation (IFC) (5%).

Misión

Aprovecharemos nuestra capacidad organizativa y operativa para continuar entregando una producción rentable, sostenible y responsable. Invertiremos para obtener el valor total de Yanacocha mientras desarrollamos o adquirimos nuevas zonas de trabajo en la región.

Visión

Seremos reconocidos por nuestros inversionistas, empleados y grupos de interés externos como la compañía minera más valorada y respetada de Sudamérica.

Procesos de producción:

Exploración

La exploración es la primera parte de un largo proceso. Consiste en ubicar zonas donde exista la presencia de minerales cuya explotación sea económicamente rentable.

Inicialmente se utilizan reportes satelitales para determinar zonas mineralizadas en los lugares a explorar. Después, los geólogos recogen muestras (rocas) del suelo para conocer los elementos y minerales que las conforman. Si los análisis dan resultados positivos se procede con la perforación: se sacan muestras de diferentes profundidades (testigos) para determinar tipo, cantidad, profundidad y otras características del mineral. Finalmente se investiga y determina cuánto mineral existe en la zona.

Todas estas investigaciones se realizan siempre previa autorización de la autoridad competente y de los pobladores de las zonas a explorar.

Figura N° 04: Exploración



Fuente: MYSRL

Carguío y acarreo

Las explosiones que se realizan y la posterior remoción de tierra empiezan a formar grandes huecos en la tierra llamados tajos. Camiones gigantes (que pueden cargar hasta 250 toneladas de tierra) llevan el mineral extraído del tajo a la pila de lixiviación (o PAD), que es la estructura donde se acumula el mineral extraído del cerro para ser lixiviado y así recuperar el oro existente.

Todos los camiones y las palas están controlados a través de un sistema computarizado que permite conocer por satélite su ubicación exacta en todo momento.

Figura N° 05: Carguío y acarreo



Fuente: MYSRL

Proceso Gold Mill

Mediante la planta de procesamiento de minerales Gold Mill (Molino de Oro) se busca procesar el metal que no puede ser obtenido mediante la lixiviado en pilas. El oro se recupera en 24 horas, a diferencia del proceso de lixiviación en pilas que dura casi 60 días.

La construcción del Gold Mill se inició a mediados del 2006 y concluyó a principios del 2008, con una inversión de 270 millones de dólares y un plan de producción de 9 años. 1500 trabajadores participaron en la construcción de esta importante obra que tiene una capacidad de procesamiento de 5,000,000 ton/año.

Figura N° 06: Gold Mill



Fuente: MYSRL

3.2. Diagnóstico de la situación actual de las operaciones del proceso de chancado de la planta de China Linda de MYSRL.

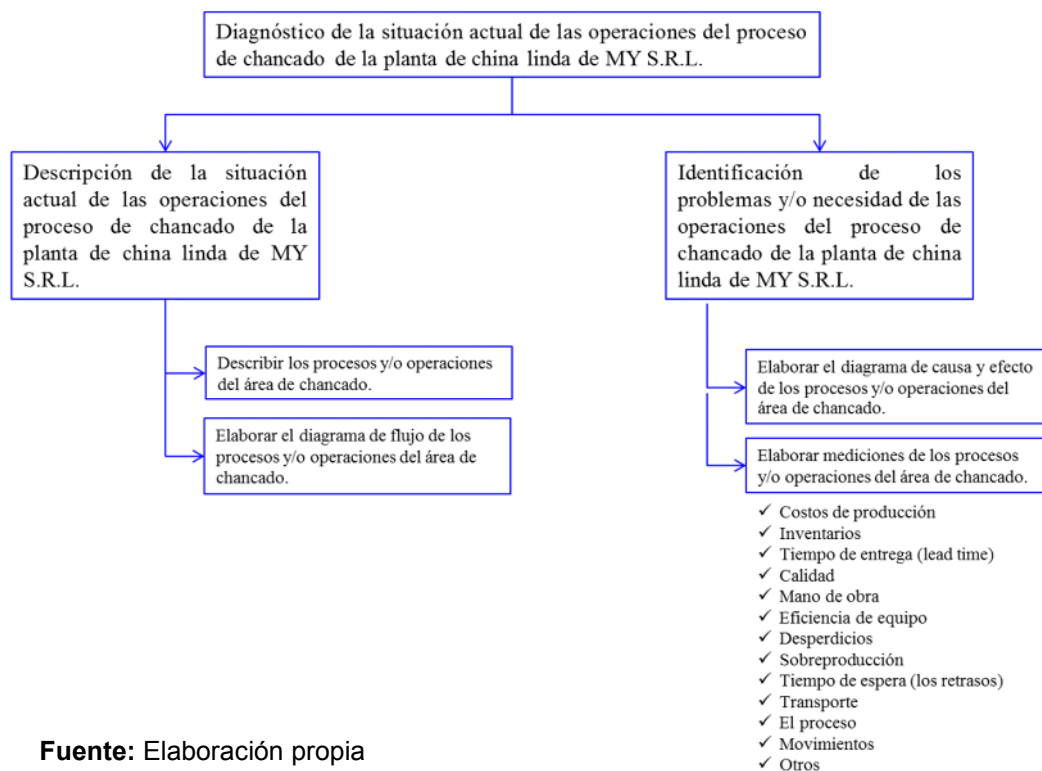
El diagnóstico de la situación actual realizado en la presente investigación, consta de dos fases:

- Descripción de la situación actual de las operaciones del proceso de chancado en la planta en estudio.

- Identificación de los problemas y/o necesidades de las operaciones descritas en el diagnóstico.

El esquema de desarrollo del diagnóstico es el siguiente:

Figura N° 07: Esquema de Desarrollo del Diagnóstico de la Situación Actual de las operaciones del proceso de chancado de la planta de china linda de MY S.R.L.



Fuente: Elaboración propia

3.2.1. Descripción de la situación actual de las operaciones del proceso de chancado en la planta en estudio.

La planta de cal de China Linda está localizada a 5km del yacimiento MAKI MAKI, pertenecientes al distrito la Encañada del departamento de Cajamarca, dentro de la cual existen diversos procesos los cuales se mencionarán más adelante, así mismo tener en cuenta la producción de la planta y/o problemas que se diagnosticaron.

3.2.1.1 Descripción de los procesos y operaciones del área de chancado

Los procesos del área de chancado, específicamente en la planta de China Linda, son los siguientes como se describe anteriormente:

- Descarga
- Selección en Tolva
- Apron feeder
- Transporte a la Chancadora de quijada
- Trituración
- Transporte a la faja N° 01
- Selección de piedra caliza
- Retroalimentación
- Transporte de piedra caliza seleccionada

El proceso se detalla como muestra el siguiente diagrama:

Además, el área de chancado de la planta China Linda cuenta con 12 personas las cuales tienen los siguientes cargos:

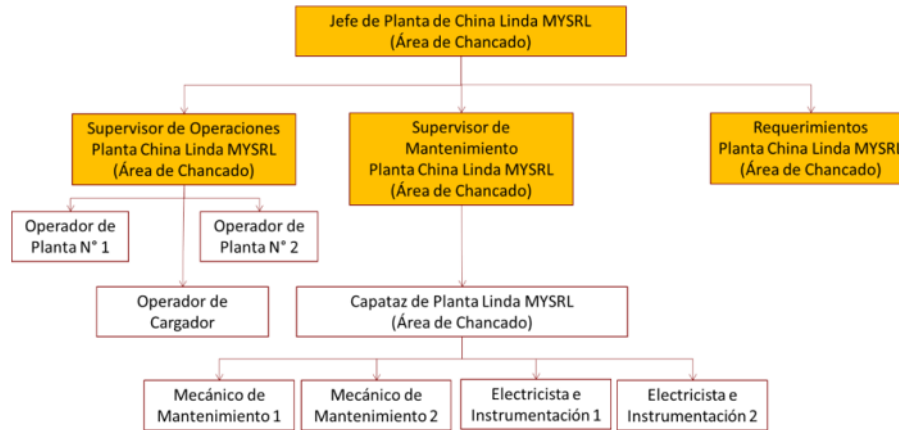
- Mecánico de Mantenimiento.
- Electricista e Instrumentación.
- Capataz de Planta China Linda MYSRL.
- Operador de Planta N° 1.
- Operador de Planta N° 2.
- Operador de Cargador Frontal.
- Supervisor de Operaciones Planta China Linda MYSRL.
- Supervisor de Mantenimiento Planta China Linda MYSRL.
- Requerimientos de materiales de Planta China Linda MYSRL.
- Jefe de Planta de China Linda MYSRL.

cuyas funciones y responsabilidades se detallan en lo siguiente:

- **Mecánico de Mantenimiento.**
Persona calificada para dar mantenimiento programado semanalmente y de otra índole (correctivos), solucionar problemas y plantear mejoras en equipos mecánicos como apron feeder, chancadora, zaranda, chute, fajas transportadoras, entre otros.
- **Electricista e Instrumentación.**
Persona calificada para dar mantenimiento eléctrico programado semanalmente y de otra índole (correctivos), solucionar problemas y plantear mejoras en equipos electromecánicos como apron feeder, chancadora, zaranda, fajas transportadoras, tableros eléctricos, controles (PLC), entre otros.

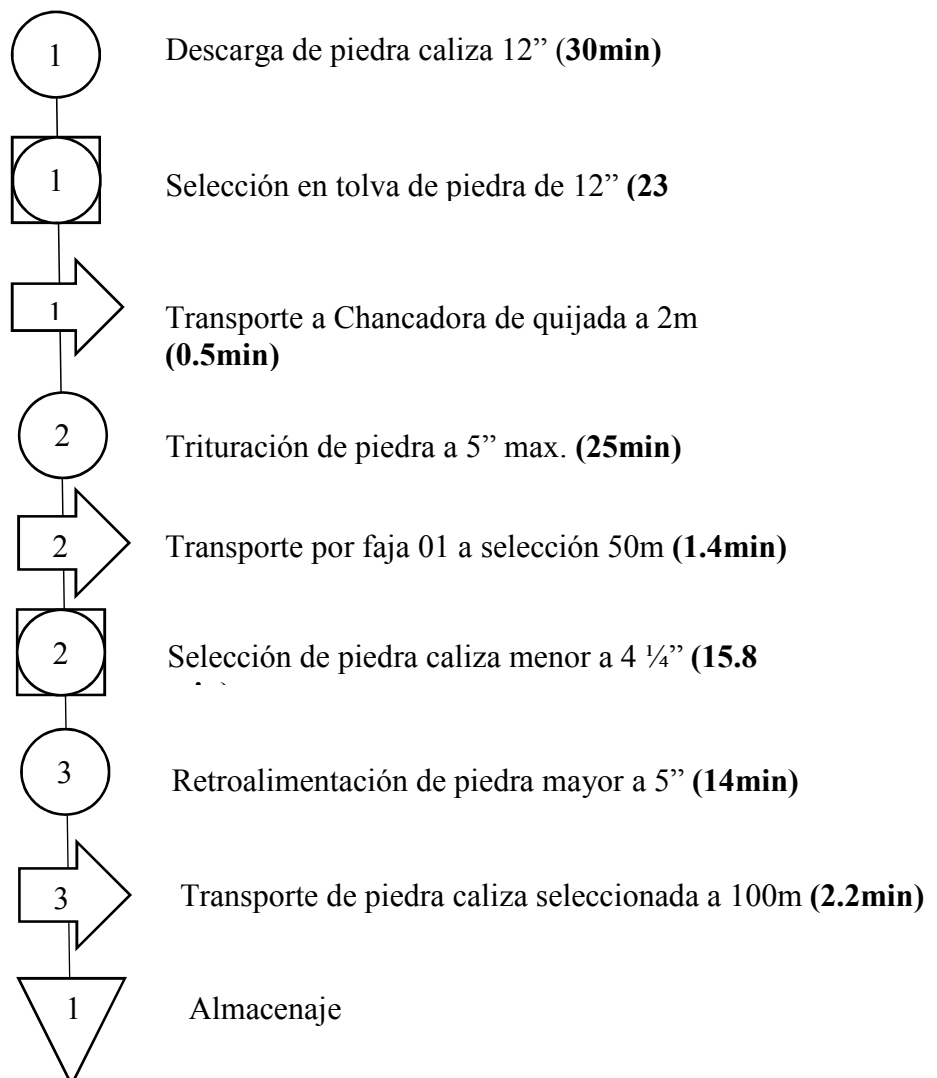
- **Capataz de Planta China Linda MYSRL.**
 Persona encargada del área de mantenimiento de la Planta China Linda de MYSRL, está encargada de realizar mejoras y de vez en cuando da algunas sugerencias
- **Operadores de Planta (N° 1 y N° 2).**
 Persona encargada de controlar los equipos (apron feeder, chancadora, zaranda, chute, fajas transportadoras, entre otros). A su vez, comunica la posible presencia de algunos eventos.
- **Operador de Cargador Frontal.**
 Persona encargada de maniobrar el cargador frontal que alimenta a la tolva de gruesos y transporta material de las fajas 7 y 8.
- **Supervisor de Operaciones Planta China Linda MYSRL.**
 Persona responsable de las operaciones del proceso de chancado en el área de Chancado de la Planta China Linda MYSRL.
- **Supervisor de Mantenimiento Planta China Linda MYSRL.**
 Persona responsable del área de mantenimiento de las operaciones de la Planta China Linda MYSRL. Además, está a cargo de cantera.
- **Jefe de Planta de China Linda MYSRL.**
 Persona encargada de dirigir y ser el responsable de todo el mantenimiento y el proceso de chancado de la Planta China Linda MYSRL. Finalmente, la estructura organizacional es la siguiente:

Figura N° 09: Estructura Organizacional del Área de Chancado de la Planta China Linda MYSRL



Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 10: Diagrama de actividades (DAP) de los Procesos del Área de Chancado de China Linda de MYSRL



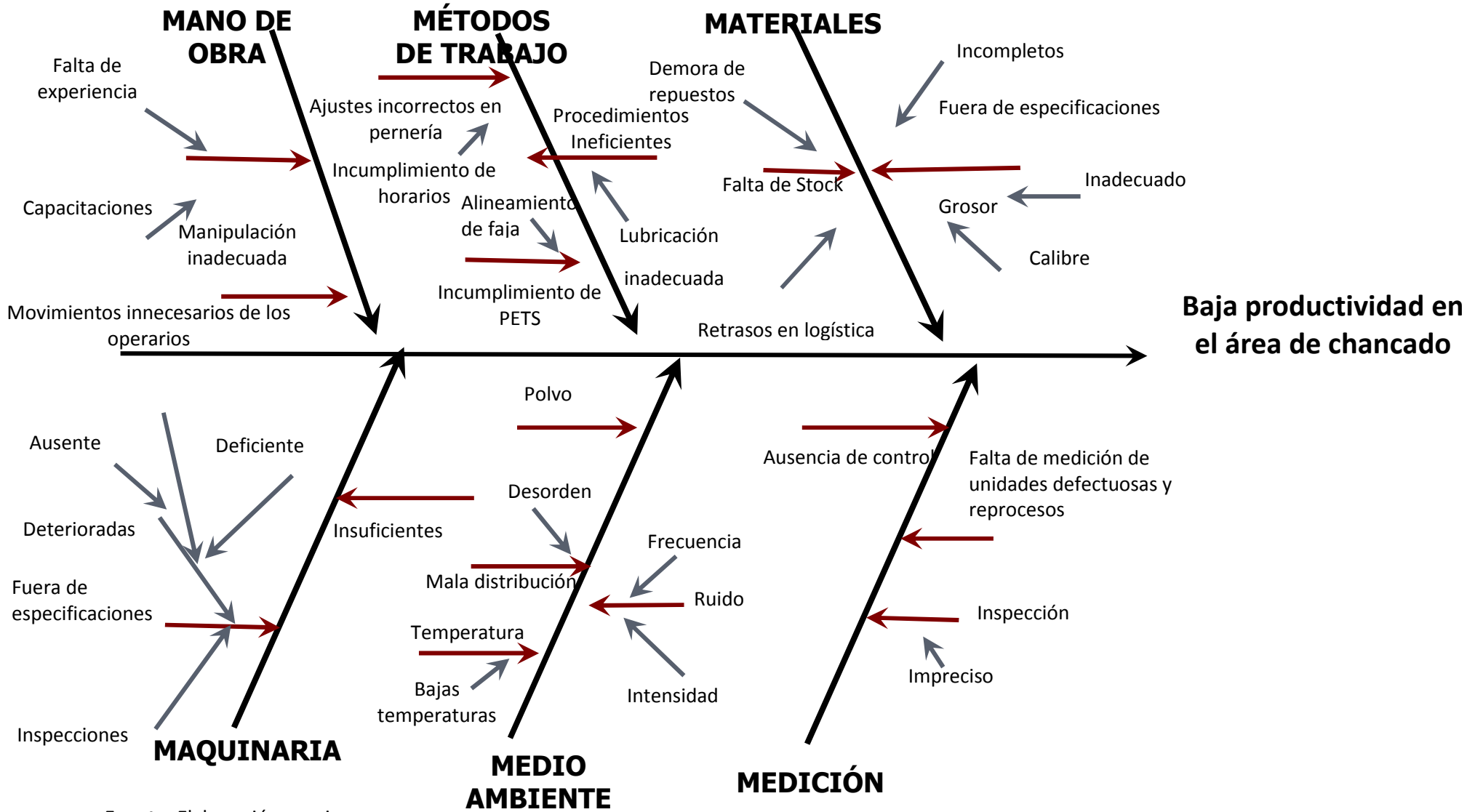
Símbolo	Evento	Número	Tiempo (en min).
	Operaciones	3	44.0
	Combinadas	2	63.8
	Transporte	3	4.1
	Almacenaje	1	0.00
	TOTAL	9	111.9

Fuente: Elaboración propia

3.2.2. Identificación de los problemas y/o necesidades de las operaciones del proceso de chancado de la planta de china linda de MYSRL.

Para la identificación de los problemas y/o necesidades que surgen en las operaciones del proceso de chancado de la planta en estudio, se ha utilizado el diagrama de causas y efectos con las 6M's, que se muestra a continuación:

Figura N° 11: Diagrama de Causa Efecto de los procesos y/o operaciones del área de chancado de la Planta China Linda MYSRL



Fuente: Elaboración propia

La Figura N° 11 muestra el Diagrama Causa – Efecto: Bajos Niveles de Productividad, en la que se observa que los bajos niveles de productividad de horas – hombre, maquinaria y materia prima se ocasionan por que los procedimientos de trabajo no están definidos claramente, los operarios no están completamente entrenado y capacitados, los operarios manipulan incorrectamente los equipos, se realizan trabajos innecesarios, no se cuenta con los equipos y maquinarias necesarias, inadecuada selección de la maquinaria, incorrecta distribución del área , falta de medición de las unidades defectuosas y reprocesos.

Asimismo, en la investigación se ha considerado conveniente emplear el análisis FODA con la finalidad de precisar otros y/o necesidades del área de chancado de la planta China Linda de MYSRL:

Tabla N° 06: Análisis de Matriz FODA cruzada de las operaciones del área de chancado de la planta China

Matriz FODA		
	FORTALEZAS	DEBILIDADES
FACTORES INTERNOS	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Personal encargado de la gestión de mantenimiento (jefes de planta, supervisores, técnicos) calificado, capacitado y experimentado. ▪ Se cuenta con procedimientos estándares de trabajo seguro (PETS). ▪ Uso de equipos y herramientas especiales para realizar esta actividad. ▪ Uso de equipos de protección personal adecuados. ▪ Constante capacitación al personal. ▪ Se cuenta con información detallada de la actividad. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Operadores de planta (1 y 2) presentan desconocimiento de operaciones del área de chancado. ▪ Falta de interés, por parte de los operadores, en las operaciones del área de chancado. ▪ Pocas alternativas de solución por parte de los operadores de planta.
FACTORES EXTERNOS		
OPORTUNIDADES	FO (Maxi-Maxi)	DO (Mini-Maxi)
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diseñar un sistema de producción que dé soluciones a los problemas en el área de chancado. ▪ Diseñar un sistema de mantenimiento que optimice las horas de ejecución. ▪ Programar el mantenimiento según la vida útil de los equipos y máquinas del área de chancado. 	<p>Estrategia para maximizar tanto las F como las O.</p> <p><i>Mejorar el sistema de producción buscando nuevas alternativas de solución que optimicen el nivel de producción y mantenimiento del área de chancado de la planta China Linda.</i></p>	<p>Estrategia para minimizar las D y maximizar las O.</p> <p><i>Fortalecer los programas de capacitación, mejorar los procedimientos en las operaciones del área de chancado y la seguridad basada en el comportamiento.</i></p>
AMENAZAS	FA (Maxi-Mini)	DA (Mini-Mini)
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Paradas de planta por condiciones climáticas (temporada de lluvias) y por ingreso de residuos junto con materia primera (piedra caliza). 	<p>Estrategia para maximizar las F y minimizar las A.</p> <p><i>Coordinar con el área de operaciones para el mantenimiento adecuado de los equipos y máquinas del área de chancado y el cumplimiento de los procedimientos escritos de trabajo seguro.</i></p>	<p>Estrategia para minimizar tanto las A como las D.</p> <p><i>Involucrar a las jefaturas de operaciones y mantenimiento, para concientizar al personal de la importancia de este sistema de producción.</i></p>

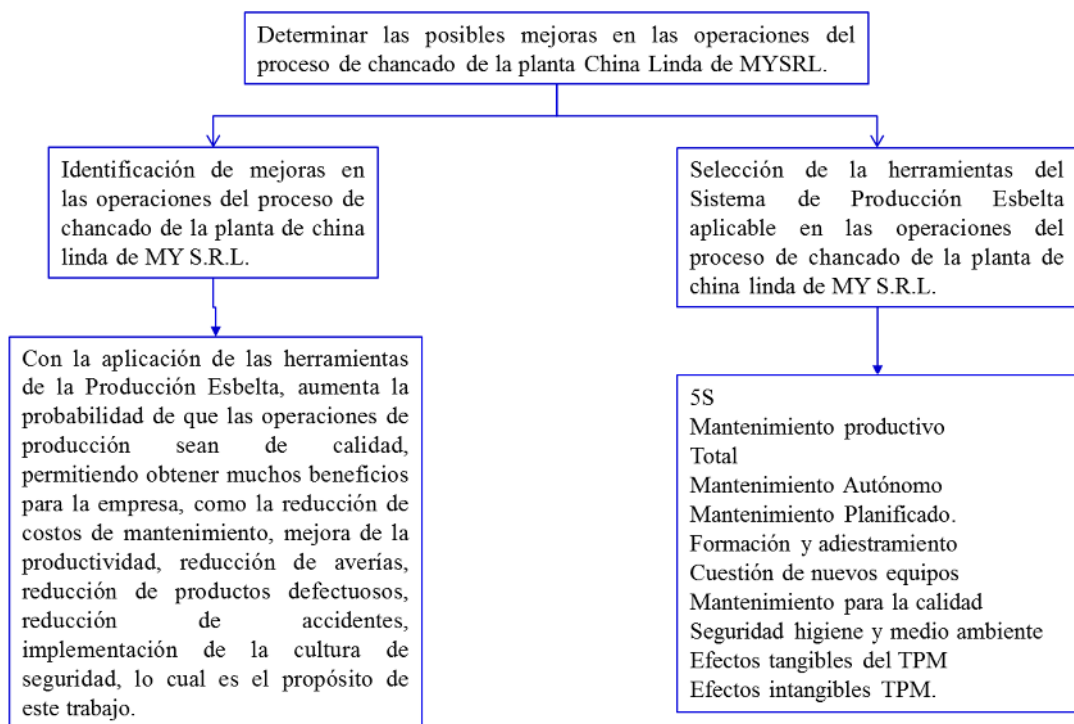
Fuente: Elaboración propia.

3.2.2.1. Determinación de las posibles mejoras en las operaciones del proceso de chancado de la planta China Linda de MYSRL.

La determinación de las posibles mejoras en las operaciones del proceso de chancado de la planta China Linda de MYSRL, que se plantean en la presente investigación, consta de dos partes:

- Identificación de mejoras en las operaciones del proceso de chancado de la planta de china linda de MY S.R.L., y
- Selección de las herramientas del Sistema de Producción Esbelta aplicable en las operaciones del proceso de chancado de la planta de china linda de MY S.R.L.

Figura N° 12: Esquema de desarrollo de determinación de las posibles mejoras en las operaciones del proceso de chancado de la planta China Linda de MYSRL es el siguiente:



Fuente: Elaboración propia

3.2.2.1.1. Identificación de mejoras en las operaciones del proceso de chancado de la planta de china linda de MY S.R.L.

El análisis FODA, así como el Diagrama de Causa y Efecto han permitido identificar los problemas y/o necesidades del área de chancado de la planta China Linda, y es a partir de ello que es posible también identificar las siguientes mejoras:

- Mejorar el sistema de producción buscando nuevas alternativas de solución que optimicen el nivel de producción y mantenimiento del área de chancado de la planta China Linda.
- Fortalecer los programas de capacitación, mejorar los procedimientos en las operaciones del área de chancado y la seguridad basada en el comportamiento.
- Coordinar con el área de operaciones para el mantenimiento adecuado de los equipos y máquinas del área de chancado y el cumplimiento de los procedimientos escritos de trabajo seguro.
- Involucrar a las jefaturas de operaciones y mantenimiento, para concientizar al personal de la importancia de este sistema de producción.

3.2.2.1.2. Selección de la herramienta de Producción Esbelta aplicable en las operaciones del proceso de chancado de la planta de china linda de MY S.R.L.

3.2.2.1.2.1. Resultado del diagnóstico mediante el cálculo de los indicadores de producción esbelta.

3.2.2.1.2.1.1. Cálculo del Tiempo de ciclo Total:

La Tabla N° 08 muestra los tiempos de ciclo de todas las operaciones que se siguen el área de

chancado de la empresa para la fabricación del finos y gruesos, los tiempos fueron tomados en cuenta para la obtención de piedra caliza.

La Tabla N° 07: Tiempos de ciclo de todas las operaciones

Operaciones	Tiempo de ciclo de 200Tn (min)
Descarga	30
Selección en Tolva	23
Transporte a la chancadora de quijada	0.5
Trituración	25
Transporte a la faja N° 01	1.4
Selección de piedra Caliza en zaranda	15.8
Retroalimentación	14
Transporte de piedra caliza seleccionada	2.2

Fuente: Elaboración propia

$$TC= 30+23+0.5+25+1.4+15.8+14+2.2$$

$$TC= 111.9 \text{ min}$$

El tiempo de ciclo total para la obtención de piedra caliza para finos y gruesos de un input de 200Tn como materia prima, es de 111.9 min.

3.2.2.1.2.1.2. Cálculo de la efectividad global de los equipos.

En la Figura N° 20 y en la Tabla N° 09 se muestra el cálculo de la OEE, el tiempo calendario y los tiempos de pérdidas: -Tiempo no programado: Tiempo que no se programan

trabajos en producción, es decir el tiempo en que las máquinas están apagadas en el proceso.

-Paradas planificadas: Paradas por mantenimientos periódicos según programas anuales, caídas en la demanda.

-Paradas no planificadas: paradas de producción por averías y fallas para mantenimiento correctivo.

-Pérdidas de eficiencia: Velocidad de maquinaria reducida o con fallas que no permiten producir al 100% del equipo.

-Pérdidas de calidad: Cuando fabricamos un producto no conforme, hemos consumido tiempo de la máquina y hemos incurrido en pérdidas por calidad. También ocurre cuando reprocesamos el producto defectuoso.

Estos datos fueron tomados de los registros de un año (junio del 2014 a junio del 2015).

Figura N° 13: Calculo de la Efectividad Global en Chancadora

Tiempo Calendario	4380 horas		
Tiempo de Operación	3602 horas	Tiempo no programado	778 horas
Tiempo de Funcionamiento	3026 horas	Paradas planificadas	576 horas
Tiempo Operativo Neto	2966 horas	Paradas no planificadas	60 horas
Tiempo Operativo Real o Utilizable	2894 horas	Pérdidas de eficiencia	72 horas
Tiempo Productivo Neto	2546 horas	Pérdidas de calidad	348 horas

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 08: Resumen de cálculo de la Efectividad Global de chancadora

TC	Tiempo Calendario	4380 horas
	Tiempo no programado	778 horas
TO	Tiempo de Operación	3602 horas
	Paradas Planificadas	576 horas
TF	Tiempo de Funcionamiento	3026 horas
	Paradas no planificadas	60 horas
TON	Tiempo Operativo Neto	2966 horas
	Pérdidas de Eficiencia	72 horas
TOU	Tiempo Operativo Real o Utilizable	2894 horas
	Pérdidas de Calidad	348 horas
TPN	Tiempo Productivo Neto	2546 horas

Fuente: Elaboración propia

El porcentaje de disponibilidad de la chancadora se determina por el Tiempo Operativo Neto, el cual se obtiene restando el Tiempo de Funcionamiento menos las Paradas no Planificadas, según los datos de julio del 2014 a julio del 2015, se registraron 72 paradas no planificadas de la chancadora en días distintos, con un tiempo de duración de media hora por parada.

$$Disponibilidad = \frac{\text{Tiempo Operativo Neto}}{\text{Tiempo de funcionamiento}} = \frac{TON}{TF}$$

$$Disponibilidad = \frac{2966 \text{ horas}}{3026 \text{ horas}} \times 100 = 98.02\%$$

El porcentaje de la disponibilidad de la chancadora es 98.02%.

El porcentaje de eficiencia de la chancadora se determina por el Tiempo Real o Utilizable, el cual se obtiene restando el Tiempo Operativo Neto menos los tiempos perdidos por Perdidas de Eficiencia. Según los datos de julio del 2014 a julio del 2015, se registraron pérdidas de eficiencia, es decir pérdidas de velocidad.

$$Eficiencia = \frac{\text{Tiempo Operativo Realo Utilizable}}{\text{Tiempo Operativo Neto}} = \frac{TOU}{TON}$$

$$Eficiencia = \frac{2894 \text{ horas}}{2966 \text{ horas}} = 97.57\%$$

El porcentaje de la eficiencia dela chancadora es 97.57%.

La tasa de calidad se determina por el Tiempo Operativo Real o Utilizable, el cual se obtiene restando el tiempo operativo neto menos los tiempos perdidos generados por la producción de productos con defectos de calidad o reprocesos, a los que consideraremos como tal la retroalimentación y el material fino, que es aquel con piedra caliza de 1" a menos. Según los datos de julio del 2014 a julio del 2015, se registraron pérdidas de calidad por reproceso de la piedra caliza, es decir se reprocesa la piedra que aún no llega a un nivel deseado de tamaño, trasladando al proceso de trituración por lapso de 14 min.

$$Tasa \ de \ calidad = \frac{\text{Tiempo Productivo Neto}}{\text{Tiempo Operativo Real o Utilizable}}$$

$$= \frac{TPN}{TOU}$$

$$Tasa \ de \ calidad = \frac{2546 \text{ horas}}{2894 \text{ horas}} = 87.98\%$$

El porcentaje de la tasa de calidad del proceso de chancado es 87.98%.

OEE de la empresa en estudio: En la Tabla N° 10 se muestra la Efectividad Global de la chancadora, obtenido mediante el cálculo previo de disponibilidad (tiempo operativo neto/tiempo de funcionamiento), la eficiencia (tiempo operativo real/tiempo operativo neto) y la tasa de calidad (tiempo productivo neto/tiempo operativo real) del proceso de chancado.

Tabla N° 09: OEE del proceso de chancado

Disponibilidad	98.02%
Eficiencia	97.57%
Tasa de calidad	87.98%
OEE	84.14%

Fuente: Elaboración propia

$$OEE = \text{Disponibilidad} \times \text{Eficiencia} \times \text{Tasa de calidad}$$
$$= \frac{TPN}{TF}$$

$$OEE = 98.02\% \times 97.57\% \times 87.98\% = 84.14\%$$

La efectividad Global del proceso de chancado es de 84.14%, lo cual indica que está a un nivel aceptable, no obstante, se debe implementar mejoras para poder llegar a una excelencia.

3.2.2.1.2.1.3. Cálculo de la calidad a la primera

La Tabla N° 11 muestra la cantidad de Materia Prima procesada, así como también muestra las unidades defectuosas de piedra caliza, durante el segundo semestre del 2015.

Calidad a la Primera a la primera antes del proceso de selección de piedra caliza: La Tabla N° 11 muestra la cantidad de Materia Prima procesada, así como también muestra las unidades defectuosas de la piedra caliza por tamaño, durante el segundo semestre del 2015.

Tabla N° 10: Datos para el Calidad a la primera antes de proceso de selección

Tipo de Material	Entrega de MP a planta de chancado (TN)	Unidades defectuosas en Trituración de piedra caliza (TN)	Unidades defectuosas en Selección de piedra caliza (TN)
Piedra caliza de 12"	127427.30	25485.46	42051.01

Fuente: Elaboración propia

$$FPY = \frac{\text{Und.procesadas} - \text{Und.defectuosas}}{\text{Und.procesadas}}$$

$$FPY = \frac{127427.30\text{Tn} - (25485.46\text{Tn} + 42051.01\text{Tn})}{127427.30\text{Tn}} \times 100\% = 47\%$$

El porcentaje de resultados correctos antes de la operación de selección es de 47%.

3.2.2.1.2.1.4. Cálculo de productos defectuosos

$$PD = \frac{\text{Número de unidades defectuosas}}{\text{Und.procesadas}}$$

Para la determinación del siguiente cálculo, se basa en la cantidad promedio de piedra caliza ingresada en Tn diaria, en cada proceso.

Selección en Tolva:

$$PD = \frac{1045Tn}{1100Tn} \times 100\% = 5\%$$

El porcentaje de productos defectuosos en el proceso de selección en Tolva es de 5%.

Trituración:

$$PD = \frac{209 Tn}{1045 Tn} \times 100\% = 20\%$$

El porcentaje de productos defectuosos en el proceso de trituración es de 20%.

Selección de piedra caliza:

$$PD = \frac{275.88Tn}{836Tn} \times 100\% = 33\%$$

El porcentaje de productos defectuosos en el proceso de selección de piedra caliza es de 33%.

Retroalimentación:

$$PD = \frac{68.97Tn}{209Tn} \times 100\% = 33\%$$

El porcentaje de productos defectuosos en el proceso de retroalimentación de piedra caliza es de 33%.

3.2.2.1.2.2. Cálculo de indicadores de productividad

3.2.2.1.2.3.1. Cálculo de actividades productivas

Los tiempos se tomaron en cuenta para procesar 200 tn de Piedra caliza de 12", de la que se obtiene una producción de 127.3 tn de piedra caliza entre 2" a 4 1/4", dicha producción se toma en un ciclo de trabajo de 11.9min.

$$A.P = \frac{\sum \text{tiempo (Operaciones+ Inspecciones)}}{\sum \text{tiempo (operaciones+ inspecciones+ Transporte + Demora+ Almacén)}}$$

$$A.P = \frac{(30 + 23 + 25 + 15.8 + 14)}{(30 + 23 + 25 + 15.8 + 14 + 0.5 + 1.4 + 2.2)} \times 100\% = 96.3\%$$

Existe un 96.3% de actividades productivas, es decir las operaciones e inspecciones equivalen a dicho porcentaje.

3.2.2.1.2.3.2. Cálculo de actividades improductivas

Los tiempos se tomaron en cuenta para procesar 200 tn de Piedra caliza de 12", de la que se obtiene una producción de 127.3 tn de piedra caliza entre 2" a 4 1/4", dicha producción se toma en un ciclo de trabajo de 111.9min.

$$A.P = \frac{\sum \text{tiempo (transporte + Demora+ Almacén)}}{\sum \text{tiempo (operaciones+ inspecciones+ Transporte + Demora+ Almacén)}}$$

$$A.P = \frac{(0.5 + 1.4 + 2.2)}{(30 + 23 + 25 + 15.8 + 14 + 0.5 + 1.4 + 2.2)} \times 100\% = 3.7\%$$

Existe un 3.7% de actividades productivas, es decir las operaciones e inspecciones equivalen a dicho porcentaje.

3.2.2.1.2.3.3. Cálculo de productividad de Hora – Hombre

Productividad de hh

$$= \frac{\text{Producción real mensual}}{\text{N° de hh al mes} \times \text{N° de operarios}}$$

La tabla N° 12 indica el registro de las cantidades producidas de piedra caliza mensualmente, junto a la cantidad de Horas - Hombre mensuales trabajadas en la línea de producción de piedra caliza, durante el segundo semestre del 2015. En el área de chancado trabajan directamente un total de 18 operarios.

Tabla N° 11: Registro de las cantidades producidas

Meses	Producción (tn/mes)	Descarga	Selección	Transporte a la chancadora de quijada	Trituración	Transporte a la faja N° 01	Selección de piedra Caliza en zaranda	Retroalimentación	Transporte de piedra caliza seleccionada
Junio	21003	718.8	2735.5	3263.7	3455.1	4751.6	3119.8	2015.9	1823.3
Julio	21710.85	745.2	2759.5	3286.6	3479.3	4776.4	3144.3	2040.1	1848.1
Agosto	21713.95	738.3	2760.1	3285.7	3480.2	4775.2	3144.5	2041.1	1847.5
Septiembre	20501.5	718.2	2730.9	3260.8	3457.6	4750.8	3120.5	2015.6	1823.4
Octubre	21492.6	740.2	2757.8	3284.7	3481.1	4775.3	3146.9	2015.3	1847.3
Noviembre	21005.4	713.5	2731.4	3259.9	3457.5	4750.1	3120.4	2016.8	1823.6
Promedio	21237.9	729.0	2745.9	3273.6	3468.5	4763.2	3132.7	2024.1	1835.5

Fuente: Elaboración propia

$$\text{Productividad de hh} = \frac{21237.9 \text{ Tn/ mes}}{21972.6 \text{ hh/ mes} * 18 \text{ hombres}} = 0.05 \text{ Tn/ hh}$$

Cada hombre produce 0.05tn por hora trabajada

3.2.2.1.2.3.4. Cálculo de productividad de Maquinaria

La Tabla N° 12 indica el registro de la cantidad producida de piedra caliza, junto a la cantidad de Horas - Maquina mensuales de la chancadora, durante el segundo semestre del 2015.

Tabla N° 12: Cantidad producida de piedra

^c a Meses	Producción (tn/mes)	N° de horas máquina
Junio	21003	240
Julio	21710.85	252
Agosto	21713.95	252
Septiembre	20501.5	240
Octubre	21492.6	252
Noviembre	21005.4	240
Promedio	21237.9	246.0

Fuente: Elaboración propia

$$\begin{aligned} & \textit{Productividad de maquinaria} \\ & = \frac{21237.9 \text{ Tn/ mes}}{246 \text{ h/ m}} \\ & = 86.33 \text{ Tn/ hm} \end{aligned}$$

3.2.2.1.2.3.5. Cálculo de productividad de Materia Prima

La Tabla N° 13 indica el registro de la cantidad producida de piedra caliza, junto al total de materia prima procesada mensualmente, durante el segundo semestre del 2015.

Productividad de materia prima

$$= \frac{\text{Producción real mensual}}{\text{Total de materia prima}}$$

T	Meses	Producción (tn/mes)	Materia Prima (Tn)
a	Junio	21003	33040.5
b	Julio	21710.85	32723.6
I	Agosto	21713.95	35901.1
S	Septiembre	20501.5	32697.6
a	Octubre	21492.6	34760.9
	Noviembre	21005.4	32864.1
	Promedio	21237.9	33664.6

^a **13**: Registro de la cantidad producida de piedra caliza

Fuente: Elaboración propia

Productividad de materia prima

$$= \frac{21237.9 \text{ TnPT/ mes}}{33664.6 \text{ TnMP/ mes}}$$
$$= 0.63 \text{ TnPT/TnMP}$$

Por cada 1 Tn de piedra caliza de 12" se produce 0.63 Tn de piedra caliza entre 2" a 4 ¼", es decir para producir un 1 Tn de piedra caliza entre 2" a 4 ¼" de buena calidad se necesita aproximadamente 1.58 Tn de materia prima, puesto que, en las operaciones de triturado, selección y retroalimentación, se genera gran cantidad de unidades defectuosas por procesos inapropiados y falta de autocontrol de calidad, por otro lado, en el proceso de trituración se pierde gran cantidad de piedra caliza.

3.2.2.1.2.3.6. Cálculo de Eficiencia física

$$E.F = \frac{\text{Salida útil}}{\text{Entrada de Materia Prima}} \times 100\%$$

$$E.F = \frac{21237.9 \text{ TnPT/ mes}}{33664.6 \text{ TnMP/ mes}} \times 100\% = 63\%$$

De los 33664.6 Tn al mes de piedra caliza se aprovecha el 63%, teniendo como desperdicio el 47%, esto ocurre ya que, en las operaciones, se genera gran cantidad de unidades defectuosas por procesos inapropiados y falta de autocontrol de calidad, por otro lado, en el proceso de selección de piedra caliza se pierde gran cantidad de material.

CAPÍTULO IV

PROPUESTA DE MEJORA

IV. Propuesta de mejora

Estas mejoras serán llevadas a cabo sobre algunos de los procesos que tienen lugar en el área de Producción en la planta de china linda de MY S.R.L, que se ha recogido información. Para ello, se ha estructurado el proyecto en las principales herramientas de Lean Manufacturing, que han sido desarrollados simultáneamente a lo largo de estos últimos meses, resultando así los siguientes:

- Introducción y objetivos del Lean Manufacturing. Aspectos clave: valor, flujo de valor, flujo de actividades y enfoque pull de la producción.
- Análisis de las operaciones y su flujo: detección de despilfarros. Utilización de paneles de control de la producción en la empresa.
- Aspectos que comprende la implantación de la producción lean o ajustada: flujo regular y constante, equilibrado o balanceado, calidad, involucramiento, disponibilidad operacional, movimiento de materiales y operarios, organización de puestos de trabajo y diseño lean del proceso.

VSM:

Es una herramienta esencial en la aplicación del Lean Manufacturing, esta permite tener una visión clara de toda la cadena de valor, desde que el cliente hace un pedido hasta la entrega del producto final. Lo que busca esta herramienta es identificar aquellas actividades que no generan valor al producto, con el fin de eliminarlas y poder ser más eficientes.

1. Elección de una familia de productos.
2. Mapeado de la situación inicial o actual.
3. Mapeado de la situación futura.
4. Definición de un plan de trabajo.

A continuación, podemos ver paso a paso la construcción de nuestro mapa de flujo para la cadena de valor del proceso productivo de piedra caliza. Con el fin de simplificar el proceso, mostraremos solamente un cliente y un tipo de producto en el mapeado de la cadena de valor.

Paso 1:

1.1 Anotaremos la demanda del cliente y calcularemos los requerimientos de producción y envío.

- Jornada laboral: 8 horas por turno
- Tiempo de almuerzo: 0,5 horas por turno = 30 min
- Número de turnos: 1 turno diario
- Días hábiles por mes: 30 días al mes
- Demanda Promedio Mensual: 21,237.9 toneladas al mes

Para nuestro caso, la demanda mensual es de 21,237.9 toneladas. La compañía trabaja 30 días al mes, de manera que la demanda diaria se calcula de la siguiente forma:

$$Demanda\ diaria = \frac{21,237.9\ toneladas/mes}{30\ dias/mes} = 707.93\ toneladas/dia$$

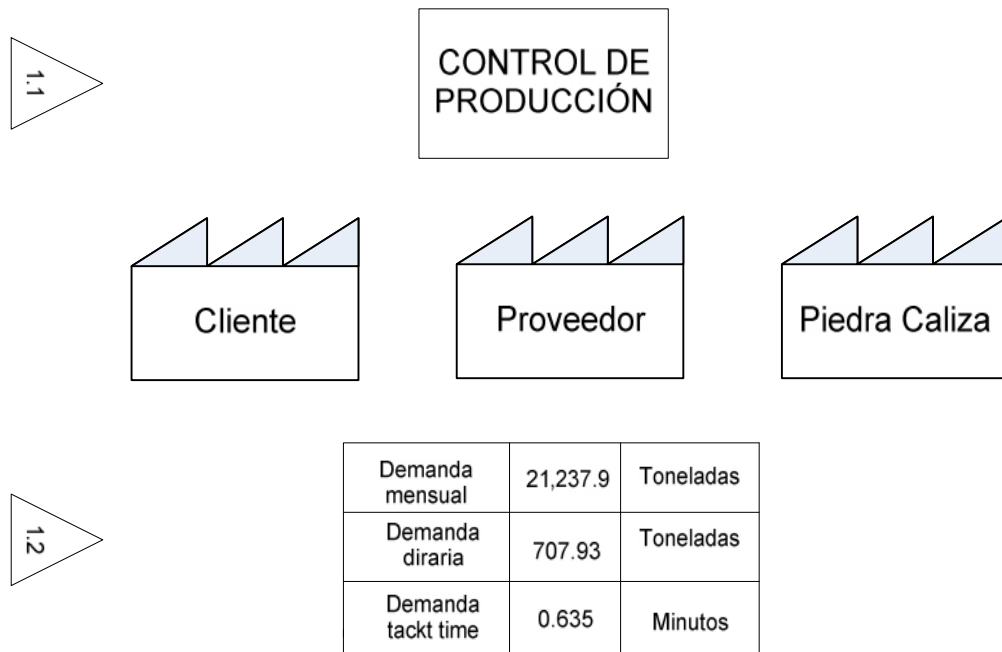
El proceso productivo en la planta de china linda de MY S.R.L, está operativo las 24 horas del día, con 1 hora para el almuerzo y descansos en cada turno de 8 horas, repartiéndose entre mañana, tarde y noche.

De manera que el tiempo disponible por día es de 24 horas. Por lo tanto, el “takt time” se calculará de la siguiente forma:

$$Takt\ Time = \frac{Tiempo\ disponible}{Demandadel\ cliente}$$

$$Takt\ Time = \frac{450\ min/dia}{707.93\ toneladas/dia} = 0.635\ toneladas/minutos$$

Figura 14: Identificando clientes proveedores y demanda.



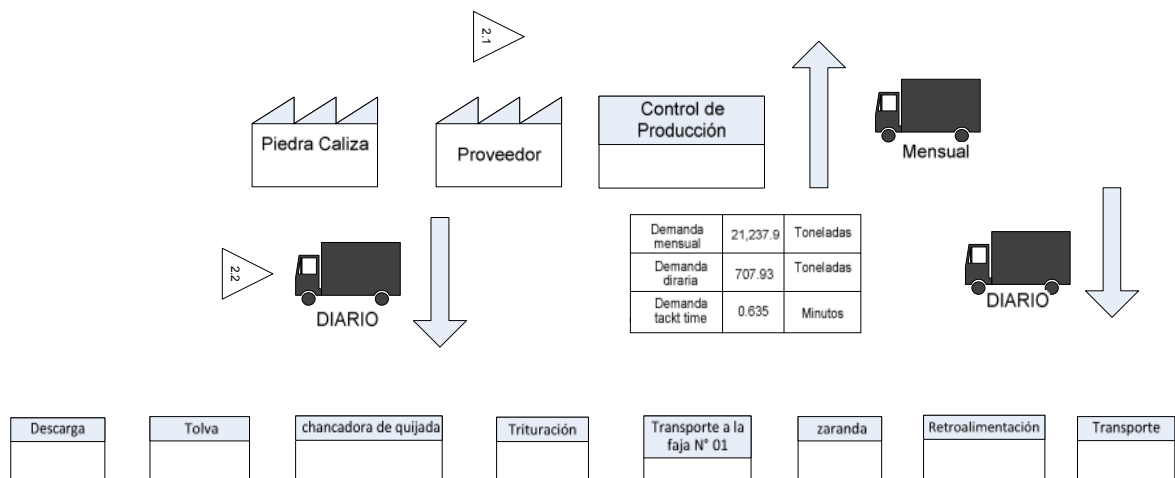
Paso 2:

2.1 Indicar el método y la frecuencia de envío al cliente.

2.2 Indicar el método y la frecuencia de envío de los proveedores.

En el caso del traslado de la materia prima desde mina hasta la zona de almacenamiento de piedra caliza y para el traslado se hará por transporte de carretera que usan Camiones gigantes (que pueden cargar hasta 250 toneladas de tierra). Usaremos el mismo icono (camión) tanto para el traslado desde de la Materia Prima en la planta de china linda de MY S.R.L, como para el transporte del material.

Figura N° 15: Frecuencia envío



Fuente: Elaboración propia

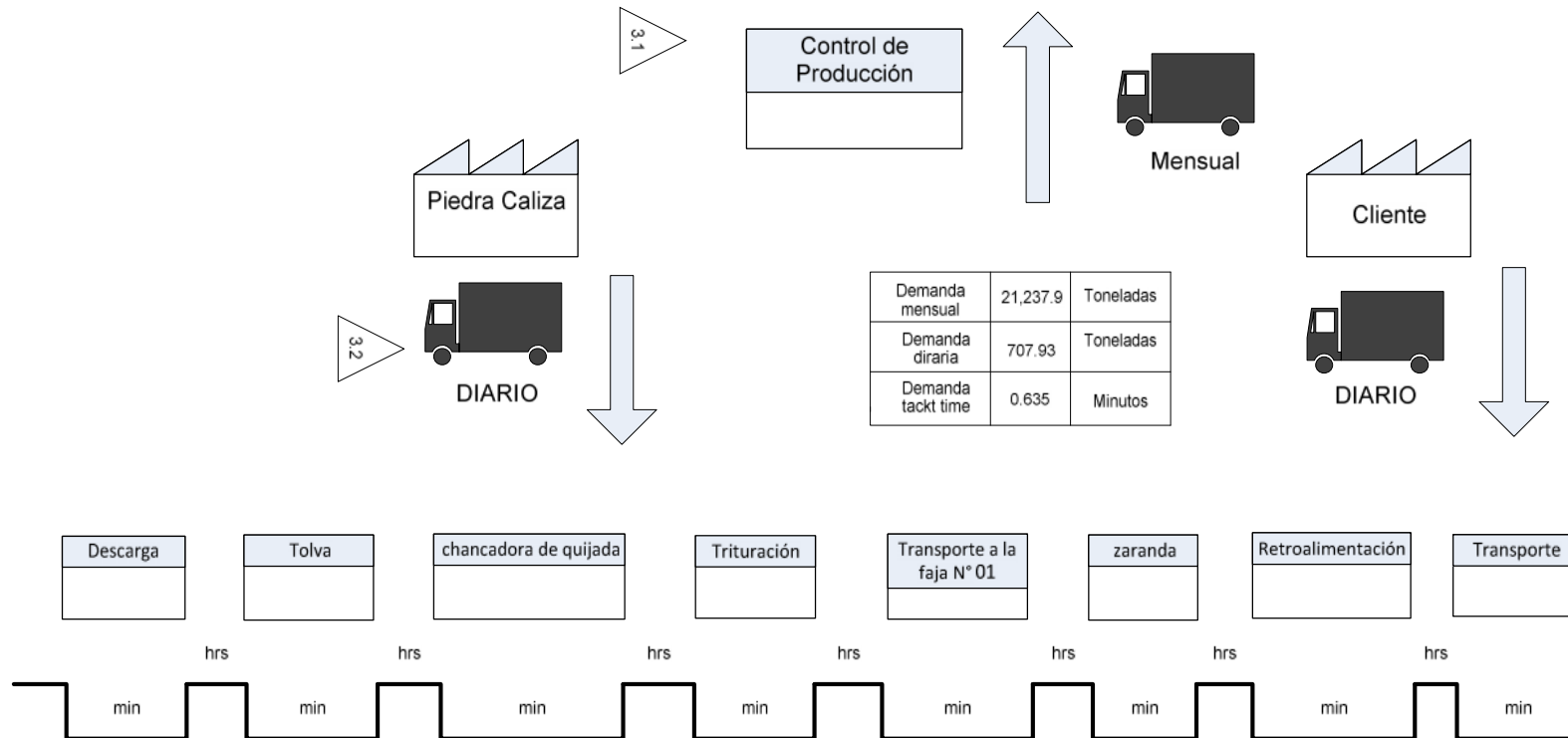
Paso 3:

3.1. A continuación, agregamos los procesos.

En la planta de china linda de MY S.R.L, existen varios procesos productivos, aunque para la elaboración del mapeado de valor, solo consideraremos los tres procesos más importantes, que son: Descarga, selección de tolva, transporte de chancadora quijada, trituración, transporte a las fajas N°01, Selección de piedra caliza, retroalimentación y transporte de piedra caliza.

3.2. Incluiremos la información de los procesos en las cajas y las líneas de tiempo de Valor Agregado (VA) y No Valor Agregado (NVA). El tiempo de NVA es indicado en los picos de la línea (en horas) mientras que los tiempos de VA se especifican en los valles (en minutos).

Figura 16: Información del proceso



Paso 4:

4.1 Añadiremos los métodos de comunicación con el cliente, proveedores y su frecuencia. Una línea roja quebrada indica que la comunicación con los proveedores y clientes se efectúa de manera electrónica. La comunicación interna entre el grupo a cargo de la planificación de la producción y los procesos se muestra en el siguiente cuadro:

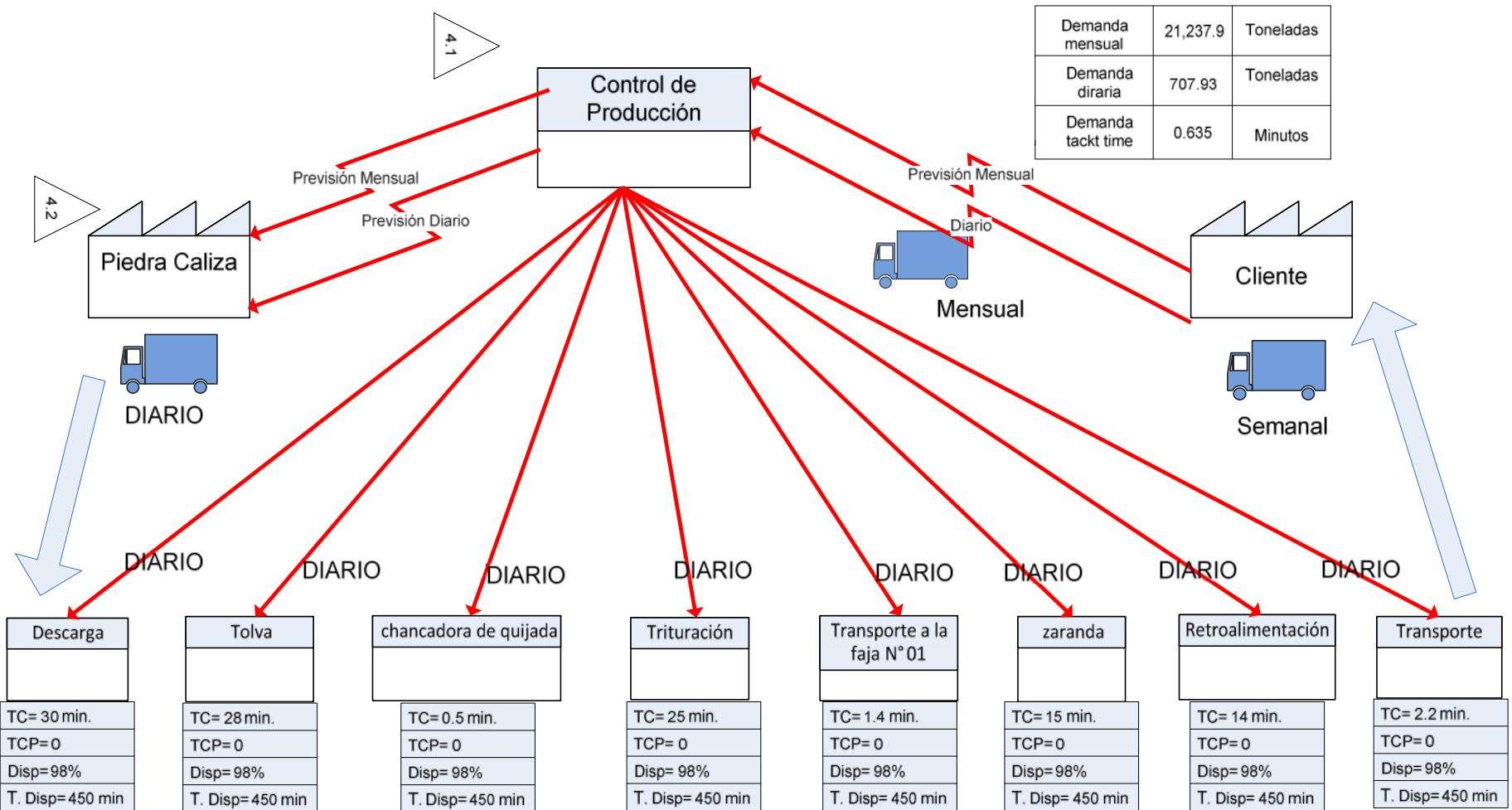
Procesos
Descarga
Selección en Tolva
Transporte a la chancadora de quijada
Trituración
Transporte a la faja N° 01
Selección de piedra Caliza en zaranda
Retroalimentación
Transporte de piedra caliza seleccionada

Se realiza por medio de un documento físico presentado en frecuentes reuniones de departamento y se representa a través de una línea roja continua.

4.2. Anotaremos la información respectiva en las cajas de los procesos. El tiempo de ciclo (CT) lo expresaremos en minutos (min). Otro dato importante es el tamaño del lote que se suele enviar.

A continuación se muestra en el siguiente gráfico N° 25, el método de información y datos de los procesos de la empresa.

Figura 17: Métodos de Información y Datos de los Procesos



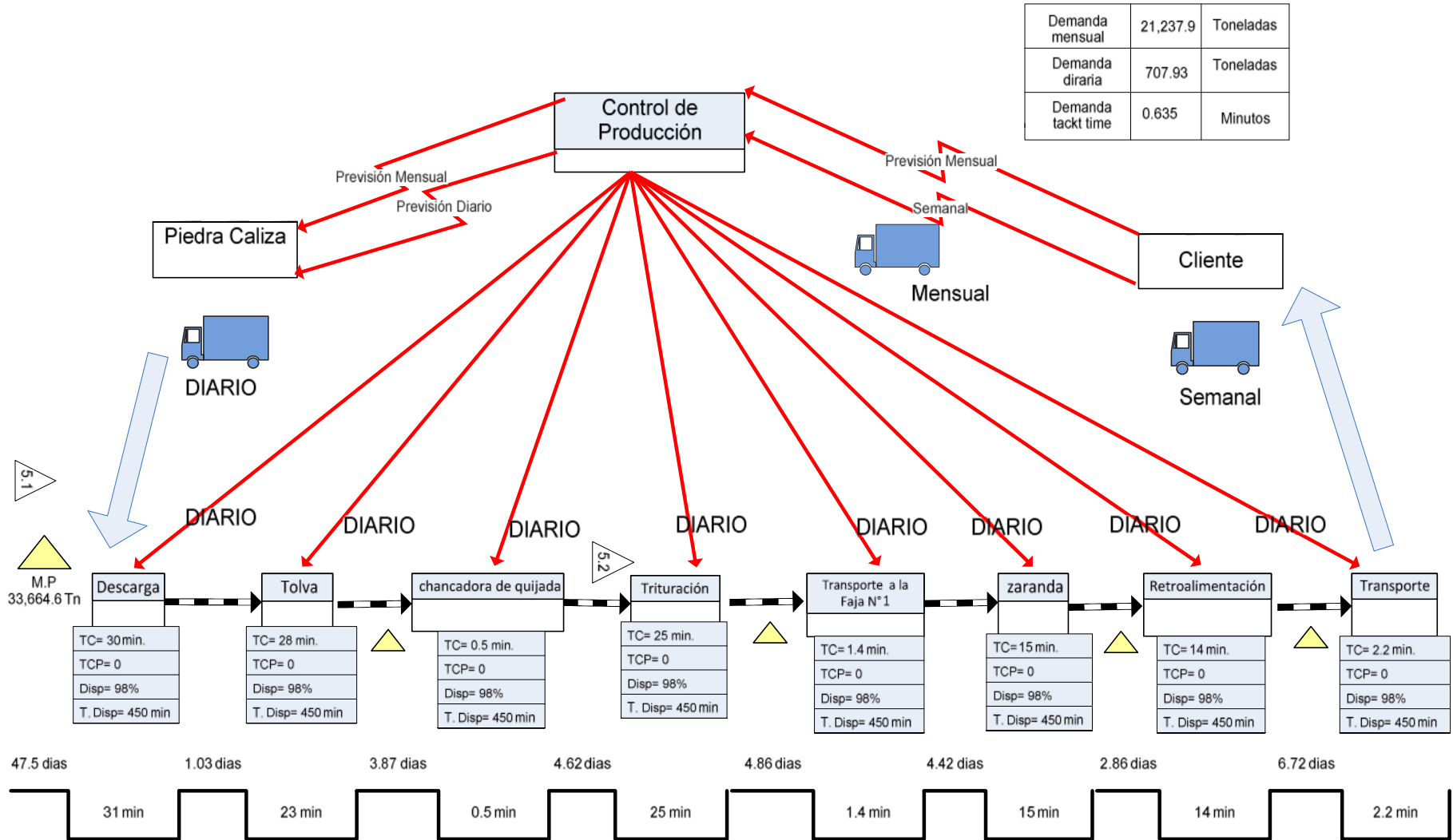
Paso 5:

5.1 En este paso Incluiremos los puntos de inventario con sus respectivos niveles para cada proceso. A continuación, se muestran los niveles de inventario en cada punto de los procesos de Descarga, selección de tolva, transporte de chancadora quijada, trituración, transporte a las fajas N°01, Selección de piedra caliza, retroalimentación y transporte de piedra caliza.

5.2 Agregaremos los símbolos de Push (empujar), ya que nuestro proceso trabaja bajo un sistema de producción a partir de un pronóstico de demanda. La línea punteada muestra el flujo del material a partir del punto de inventario de materias primas hasta el punto donde se encuentra el producto terminado.

A continuación, se muestra en el siguiente grafico N° 18, los niveles de inventario y los símbolos Push donde se requiera.

Figura 18: Niveles de Inventario y símbolos push



Paso 6:

En este paso calcularemos las métricas finales.

6.1. Calcularemos los tiempos de no valor agregado (NVA). Corresponderán a los puntos de los procesos de operación de la empresa (Descarga, selección de tolva, transporte de chancadora quijada, trituración, transporte a las fajas N°01, Selección de piedra caliza, retroalimentación y transporte de piedra caliza) y los inventarios se encuentran expresados en unidades, necesitan ser convertidos en unidades de tiempo, en nuestro caso, en días. Por lo tanto, la demanda diaria es utilizada para este cálculo.

$$\text{Demanda diaria} = 707.9 \text{ toneladas}$$

$$\text{Descarga} = \frac{729 \text{ toneladas}}{707.9 \text{ toneladas/día}} = 1.03 \text{ días}$$

$$\text{Selección de Tova} = \frac{2745.9 \text{ toneladas}}{707.9 \text{ toneladas/día}} = 3.87 \text{ días}$$

$$\text{Chancadora} = \frac{3273.6 \text{ toneladas}}{707.9 \text{ toneladas/día}} = 4.62 \text{ días}$$

$$\text{Trituración} = \frac{3445.1 \text{ toneladas}}{707.9 \text{ toneladas/día}} = 4.86 \text{ días}$$

$$\text{Transporte a la Faja N°1} = \frac{4763.2 \text{ toneladas}}{707.9 \text{ toneladas/día}} = 1.03 \text{ días}$$

$$\text{Zaranda} = \frac{3132.7 \text{ toneladas}}{707.9 \text{ toneladas/día}} = 4.42 \text{ días}$$

$$\text{Retroalimentación} = \frac{2024.1 \text{ toneladas}}{707.9 \text{ toneladas/día}} = 2.86 \text{ días}$$

$$\text{Transporte de Piedra Caliza Seleccionada} = \frac{1835.5 \text{ toneladas}}{707.9 \text{ toneladas/día}} = 2.59 \text{ días}$$

Entonces los tiempos de NVA = 30.97 días

6.2 A Continuación calculamos los tiempos de valor agregado (VA), es decir, los tiempos de procesamiento de cada operación de los procesos de la en la planta de china linda de MY S.R.L

Operaciones	Tiempo de ciclo (min)
Descarga	31
Selección en Tolva	23
Transporte a la chancadora de quijada	0.5
Trituración	25
Transporte a la faja N° 01	1.4
Selección de piedra Caliza en zaranda	15.8
Retroalimentación	14
Transporte de piedra caliza seleccionada	2.2

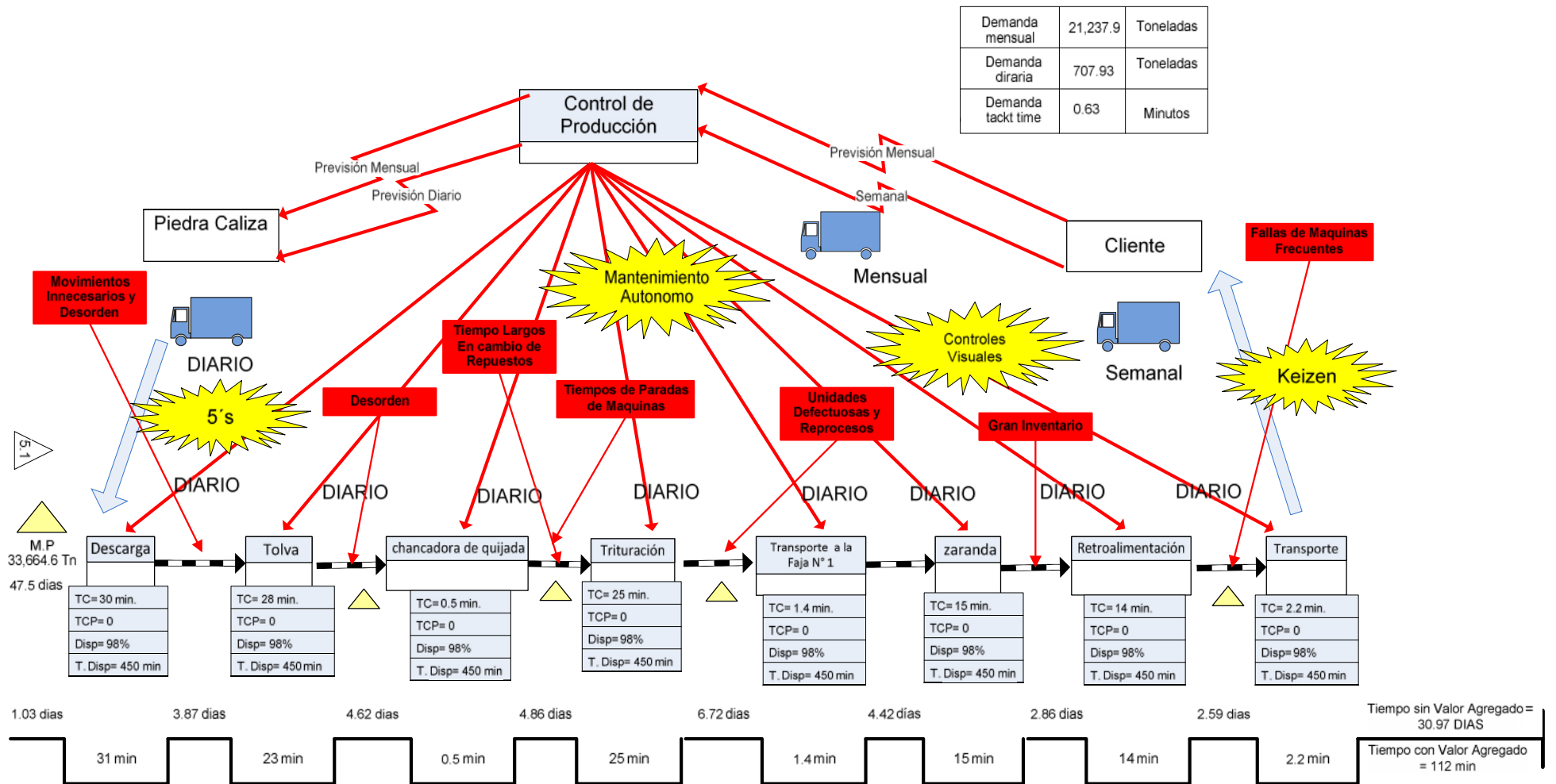
Entonces los tiempos VA = 112 min

$$\% VA = \frac{30.97 \text{ dias}}{47.45 \text{ dias}} \times 100\% = 65.26 \%$$

$$\% NVA = (100 - \% VA) = 34.73 \%$$

De los 33,664.6 Tn al mes de piedra caliza se aprovecha el 65.26% que genera valor agregado, teniendo como desperdicio o lo que no genera valor el 34.73%. La realización del mapa de flujo de valor actual se realiza con el objetivo de poder evidenciar las oportunidades de mejora que se atacaran los desperdicios generados en los procesos, con las herramientas de manufactura esbelta a esta familia seleccionada. a continuación, se muestra en el grafico N°27.

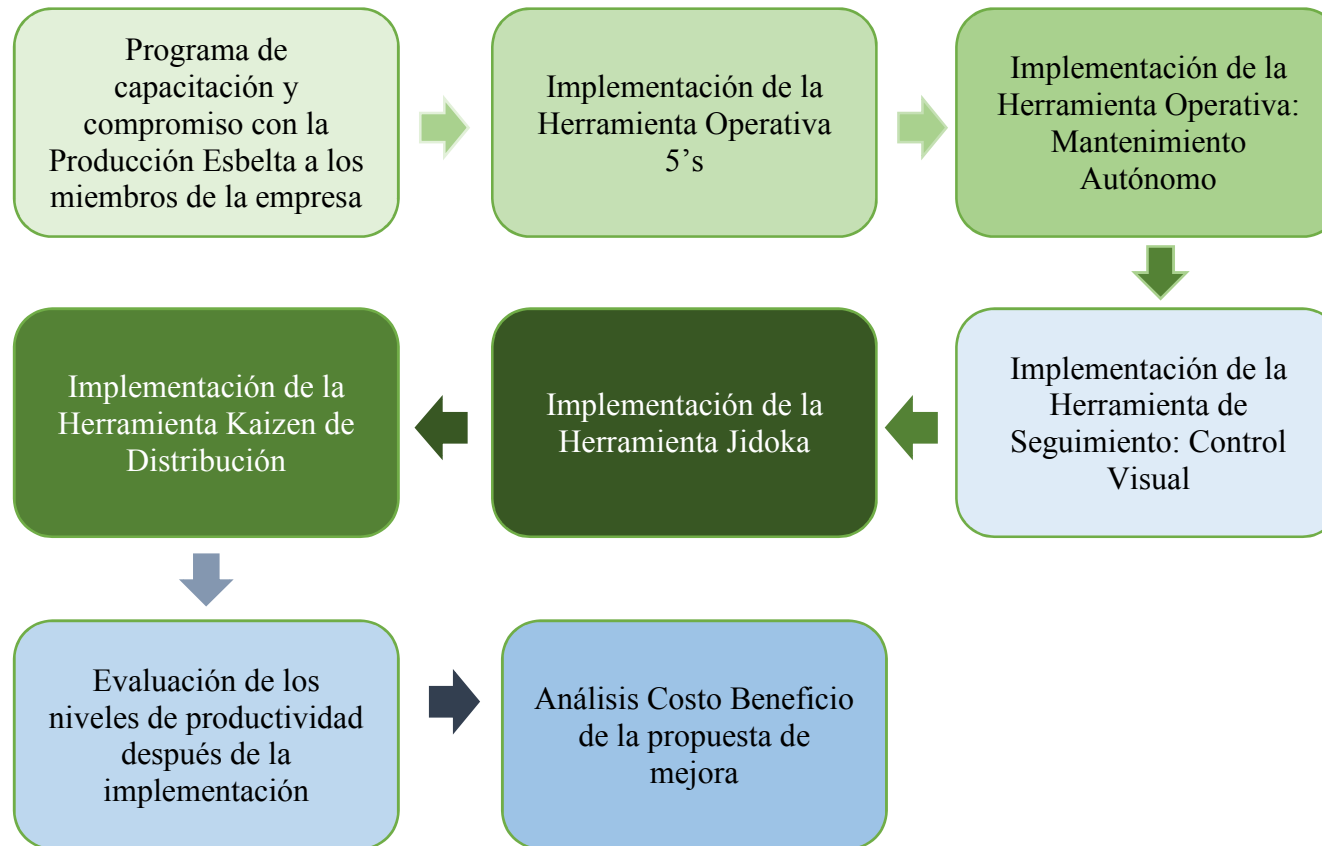
Figura 19: Mapa de flujo de valor actual de la planta de china linda de MY S.R.L y las herramientas de mejora seleccionada



Fuente: Elaboración Propia

7. Implantación del plan de trabajo.

Figura N° 20: Diseño de la propuesta de mejora



Fuente: Elaboración propia

En la Figura N° 20 se aprecia el diseño de la propuesta de la mejora en la línea de producción de la piedra caliza, en la que se sigue la siguiente secuencia de herramientas a implementar: Mapa del Flujo de Valor Futuro de la empresa, para representar la situación deseada en la que se eliminará o reducirá drásticamente las fuentes de desperdicio que se identificaron en el Mapa de Flujo de Valor Actual.

Programa de capacitación y compromiso con la Manufactura Esbelta a los miembros de la empresa, la cual permitirá involucrar a los operarios y Gerentes de Operaciones y Producción y Desarrollo en la implementación de la Manufactura Esbelta.

Implementación de la Herramienta Operativa: 5S's, para mantener un ambiente de trabajo ordenado, limpio, seguro y agradable para facilitar el trabajo diario.

Implementación de la Herramienta Operativa: Mantenimiento Autónomo, con el fin de prevenir y medir el deterioro acelerado de los equipos a través del establecimiento de las condiciones básicas (operación correcta e inspección).

Implementación de la herramienta de seguimiento: Control Visual, este conjunto de técnicas de control y comunicación visual facilitarán a todos los empleados el conocimiento del estado del sistema y del avance de las acciones de mejora.

Implementación de JIDOKA, para que el proceso tenga su propio autocontrol de calidad, impidiendo que la piedra caliza defectuosa avance en el proceso, lo que permite reducir la ocurrencia de defectos y permite que los productos sean fabricados bien en el primer intento.

Implementación del Evento Kaizen de Distribución, para mejorar las condiciones de trabajo y disminuir el tiempo durante el cual no se le agrega valor al producto por causa de los transportes innecesario dentro de las áreas de producción de la empresa, pues existe una incorrecta distribución de las áreas de trabajo.

4.1. Pasos para la implementación de las herramientas de Producción Esbelta a Implementar

4.1.1. Programa de capacitación y compromiso con la Producción Esbelta a los miembros de la empresa

4.4.5.1 Capacitación y compromiso de miembros de la empresa en temas de Producción Esbelta

- Antecedentes de la Manufactura Esbelta.
- Definiciones de la Manufactura Esbelta.
- Principales Desperdicios identificados en la empresa
 - Movimientos innecesarios de los operarios en el proceso productivo de piedra caliza.
 - Procesos inapropiados en el proceso productivo de piedra caliza
 - Defectos en el proceso productivo de piedra caliza.
- Herramientas de Manufactura Esbelta a implementar en la empresa:
 - 5S's
 - Mantenimiento Autónomo
 - Control Visual
 - Jidoka
 - Kaizen de Distribución

4.1.2. Implementación de las Herramientas de manufactura Esbelta a implementar

4.1.2.1 Implementación de las Herramienta 5'S:

La implementación de las 5S's se llevará a cabo en áreas en las que se realiza el proceso de producción de piedra caliza, es decir en el área de chancado. Los encargados de la implementación de las 5S's estarán formados por grupos de trabajadores del área los cuales recibirán el nombre de

miembros del frente 5S's.; por otro lado, se tiene en cuenta que se utiliza las 5s ante las 9s debido al tiempo de y factibilidad que otorgó la empresa para desarrollar una evaluación y poder realizar un piloto de la propuesta de implementación.

a) Seiton (Orden)

Luego que los objetos identificados como innecesarios han sido retirados del área, previa validación del Gerente de Operaciones, se procede a ubicar los elementos necesarios en lugares accesibles.

b) Seiso (Limpieza)

Para esta campaña, se asignarán grupos de personas para la limpieza de las diferentes áreas de producción de piedra caliza. El líder 5S's gestionará el aprovisionamiento de herramientas e insumos necesarios para la ejecución.

c) Seiketsu (Estandarización) y Shitsuke (Disciplina)

Los estándares que se tendrán en cuenta, están relacionados con el tema de Seguridad e Higiene Industrial:

Usar equipos de protección personal:

- Ropa de trabajo adecuada: mandiles, guantes, botas, entre otros.
- Las instalaciones e donde puedan guardarse la ropa u otros objetos

personales en forma segura) como colgadores, estantes o armarios) contribuyen al aseo personal de los participantes.

Prevención ante casos de emergencia: implementar avisos de señalización en las áreas de producción.

4.1.2.3 Implementación de la Herramienta de Mantenimiento Autónomo:

Paso 1: Limpieza e inspección inicial

Para las áreas de Selección en tolva, trituración, transporte y selección de piedra caliza de la empresa, se formarán grupos de trabajo que serán integrados por los mismos trabajadores de dichas áreas, los grupos formados recibirán el nombre de frente de Mantenimiento Autónomo, cada uno de los cuales realizará la limpieza profunda de la chancadora y fajas. Se entiende como limpieza la acción de eliminar todo rastro de suciedad, polvo, hollín presente; ya que, como se conoce, la limpieza inadecuada es causante de muchos problemas tal como se muestra en la Tabla N° 15

Tabla 14: Efectos nocivos de la limpieza inadecuada

Averías	La suciedad y materias extrañas penetran en las partes giratorias y deslizantes, sistemas hidráulicos y neumáticos, sistemas de control eléctrico, sensores, etc.
Defectos de Calidad	Los defectos de calidad los causa directamente la contaminación del producto con materias extrañas, o directamente una difusión del equipo.
Deterioro Acelerado	La acumulación de polvo y suciedad hace difícil encontrar y rectificar fisuras, holguras excesivas, lubricación y desordenes, con el resultado de deterioro acelerado.
Pérdidas de Velocidad	El polvo y la suciedad aumentan el desgaste y la resistencia por fricción, causando pérdidas de velocidades tales como tiempo en vacío y bajo rendimiento.

Fuente: Suzuki

Uso de tarjetas para señalar anomalías

Con el objetivo de hacer visibles las anomalías descubiertas se colocarán tarjetas (Ver Figura N° 21) cerca de estas según el área responsable del cumplimiento. Así pues, se usarán tarjetas verdes para las anomalías que puedan ser resueltas por el personal de la línea y tarjetas rojas para aquellas que requieran la intervención de Mantenimiento.

Figura 21: Tarjetas para señalar anomalías

La imagen muestra una tarjeta roja con un borde negro y un agujero en la parte superior. El título principal es "MANTENIMIENTO" en letras blancas sobre un fondo rojo. Debajo, el subtítulo es "TARJETA DE INSPECCIÓN TPM". El formulario contiene los siguientes campos:

- Folio: 000000
- Fecha de tarjeteo:
- Persona que encontró la falla/defecto:
- Área y Equipo:
- Detalle ubicación específica:
- Descripción de falla/defecto:
- Acción Correctiva / Contramedida:
- Persona que efectuó acción correctiva:
- Fecha acción correctiva:

En la parte inferior de la tarjeta, se indica "ORIGINAL" en letras blancas sobre un fondo rojo.

Fuente: Susuky

Con esta etapa se pretende incluir al personal a convenir las actividades de limpieza en inspección, de manera que sea posible descubrir y corregir situaciones anormales. Cabe resaltar que, si bien las tarjetas deben ser resueltas antes de continuar con el paso 2, el uso de las tarjetas es perenne.

Paso 2: Establecimiento de estándares

Este paso tiene como objetivo la formulación de estándares de trabajo que permitan a los operarios realizar las tareas de limpieza, inspección, lubricación con el mínimo tiempo y esfuerzo. Dichos estándares serán elaborados por el frente de mantenimiento en base a información recopilada en la etapa anterior.

Los estándares serán presentados como hojas de puntos de chequeo para el caso de las inspecciones. También se emplearán cartillas de limpieza, lubricación en donde se mostrarán los puntos clave para la tarea, el método, las herramientas a emplearse, el tiempo que toma realizar la tarea, el intervalo de realización y el responsable del cumplimiento.

Paso 3: Inspección del cumplimiento de los estándares de Mantenimiento Autónomo.

Se elaborarán formatos de inspección del cumplimiento de los estándares de Mantenimiento Autónomo.

4.1.2.4 Diseño de la Herramienta de Seguimiento: Control Visual

- Construcción de tableros de gestión visual en las áreas de producción de la empresa.
- Publicación de técnicas de control visual en tableros por cada proceso de producción:

➤ **Proceso de Descarga**

Control Visual de espacios y equipos:

- ✓ Identificación de equipos
- ✓ Información e instrucciones
- ✓ Limpieza

Documentación visual en el puesto de trabajo:

- ✓ Recursos y tecnología: Instrucciones de operación, descripción de procesos.
- ✓ Productos y materiales: Identificación de defectos comunes en MP.

Control visual de la calidad

- ✓ Registros de problemas

Gestión de indicadores:

- ✓ Actividades de mejoras
- ✓ Sugerencias

➤ **Proceso de Selección en Tolva**

Control Visual de espacios y equipos:

- ✓ Identificación de equipos
- ✓ Información e instrucciones
- ✓ Limpieza

Documentación visual en el puesto de trabajo:

- ✓ Recursos y tecnología: Instrucciones de operación, descripción de procesos.
- ✓ Productos y materiales: identificación de defectos comunes en la fruta.

Control visual de la producción:

- ✓ Indicadores de productividad

Control visual de la calidad:

- ✓ Registro de problema

Gestión de indicadores:

- ✓ Objetivos
- ✓ Actividades de mejoras
- ✓ Sugerencias

➤ **Proceso de Transporte a Chancadora de Quijada**

Control Visual de espacios y equipos:

- ✓ Identificación de equipos
- ✓ Información e instrucciones
- ✓ Limpieza

Documentación visual en el puesto de trabajo:

- ✓ Recursos y tecnología: Instrucciones de operación y mantenimiento, descripción de procesos.
- ✓ Productos y materiales: Identificación de defectos comunes en la piedra caliza.

Control visual de la producción:

- ✓ Indicadores de productividad

Control visual de la calidad:

- ✓ Registro de problema

Gestión de indicadores:

- ✓ Actividades de mejoras
- ✓ Sugerencias

➤ **Proceso de trituración**

Control Visual de espacios y equipos:

- ✓ Identificación de equipos
- ✓ Información e instrucciones
- ✓ Limpieza

Documentación visual en el puesto de trabajo:

- ✓ Recursos y tecnología: Instrucciones de operación y mantenimiento, descripción de procesos y tecnologías.
- ✓ Productos y materiales: Identificación de defectos comunes en la piedra caliza.

Control visual de la producción:

- ✓ Identificación de reprocesos, indicadores de productividad

Control visual de la calidad:

- ✓ Registros de problemas

Gestión de indicadores:

- ✓ Actividades de mejoras
- ✓ Sugerencia

➤ **Proceso de transporte a la faja N° 01**

Control Visual de espacios y equipos:

- ✓ Identificación de equipos

- ✓ Información e instrucciones
- ✓ Limpieza

Documentación visual en el puesto de trabajo:

- ✓ Recursos y tecnología: Instrucciones de operación, descripción de procesos.

➤ **Proceso de selección de piedra caliza en zaranda**

Control Visual de espacios y equipos:

- ✓ Identificación de equipos
- ✓ Información e instrucciones
- ✓ Limpieza

Documentación visual en el puesto de trabajo:

- ✓ Recursos y tecnología: Instrucciones de operación y mantenimiento, descripción de procesos y tecnologías.
- ✓ Productos y materiales: Identificación de defectos comunes en la piedra caliza.

Control visual de la producción:

- ✓ Identificación de reprocesos, indicadores de productividad

Control visual de la calidad:

- ✓ Registros de problemas

Gestión de indicadores:

- ✓ Actividades de mejoras
- ✓ Sugerencia

➤ **Proceso de retroalimentación**

Control Visual de espacios y equipos:

- ✓ Identificación de equipos
- ✓ Información e instrucciones
- ✓ Limpieza

Documentación visual en el puesto de trabajo:

- ✓ Recursos y tecnología: Instrucciones de operación y mantenimiento, descripción de procesos y tecnologías.
- ✓ Productos y materiales: Identificación de defectos comunes en la piedra caliza.

Control visual de la producción:

- ✓ Identificación de reprocesos, indicadores de productividad

Control visual de la calidad:

- ✓ Registros de problemas

Gestión de indicadores:

- ✓ Actividades de mejoras
- ✓ Sugerencia

➤ **Proceso de transporte piedra caliza**

Control Visual de espacios y equipos:

- ✓ Identificación de equipos
- ✓ Información e instrucciones
- ✓ Limpieza

Documentación visual en el puesto de trabajo:

- ✓ Recursos y tecnología: Instrucciones de operación y mantenimiento, descripción de procesos y tecnologías.
- ✓ Productos y materiales: Identificación de defectos comunes en la piedra caliza.

Control visual de la producción:

- ✓ Identificación de reprocesos, indicadores de productividad

Control visual de la calidad:

- ✓ Registros de problemas

Gestión de indicadores:

- ✓ Actividades de mejoras
- ✓ Sugerencia

4.1.2.5 Implementación de la Herramienta Jidoka

1. Establecer las áreas en las que se aplicará la herramienta Jidoka

- Proceso de trituración
- Proceso de selección de piedra caliza

2. Definición de especificaciones relacionadas con cada área y las respectivas zonas de trabajo que la conforman.

Se debe establecer claramente el impacto de lo que se hace en cada puesto de trabajo en el cumplimiento de las especificaciones. En este punto se establecen las especificaciones relevantes para cada área de trabajo y las zonas que la conforman (Ver Tabla 15).

Tabla N° 15: Especificaciones de áreas de trabajo

Especificaciones	Áreas de trabajo
Dimensiones de zaranda	Área de Trituración
Piedra caliza mayor a 4 ¼"	Selección de piedra caliza
Caídas de material de gran altura	Transporte de piedra caliza seleccionada

Fuente: Elaboración propia

3. Definición de parámetros del proceso de producción

Proceso de Trituración: La trituración debe estar en los límites de 2" a 4 ¼", para que la producción de

piedra caliza para hornos sea mayor y disminuir los finos, esto también ocurrirá en la retroalimentación.

Proceso de Selección de piedra caliza: Se ha definido las dimensiones de las piedras calizas solo de entre 2 "a 4 ¼"

- 4. Implementación de equipos y dispositivos para controlar los parámetros de producción dentro de las áreas establecidas y poder prevenir anomalías y que la piedra caliza fuera de los parámetros, no avance a lo largo de línea de producción.**

Proceso de trituración:

Implementación de una grizzly (Zaranda) adecuada, esto permitirá eliminar las piedras inferiores a 3" en finos e incrementar los niveles de calidad del producto final.

Las grizzly serán separadas en ambientes entre apron fider y de la chancadora de quijada de acuerdo al calibre para optimizar el proceso:

- ✓ Grizzly N° 1: piedras de finos 2mmx2mm hasta 3" agujeros de 3".

Proceso de selección de piedra caliza:

Maquina calibradora para controlar las dimensiones de las piedras calizas, lo que permitirá que la operación de selección se realice de forma uniforme evitando piedras calizas se triture y aumenta el material fino.

Transporte de piedra caliza seleccionada:

Faldones raspadores primarios y secundarios de fajas transportadoras implementados en las fajas transportadoras, para evitar la caída de material, y minimizar accidentes, mermas, horas hombre por limpieza.

4.1.2.6 Implementación de la Herramienta Kaizen de Distribución

La implementación de la herramienta Kaizen de Distribución se realizará con la finalidad de disminuir el tiempo que no se agrega valor por causa de los transportes innecesario dentro de las áreas de producción de la empresa, pues no se cuenta con los equipos y herramientas necesarias para trasladar grandes volúmenes de piedra caliza esparcidas en el área de trabajo, caídas de las fajas transportadoras, otro objetivo que se tiene con la implementación de la herramienta Kaizen de Distribución es reducir los posibles problemas en la salud de los operarios, debido a que cargan pesos superiores a los 10 kg, realizan movimientos bruscos y sobre esfuerzos, adoptan posiciones incómodas, entre otros.

- 1.** Implementación de faldones en las fajas transportadoras de piedra caliza, minimizando la caída de las mismas en el área de trabajo, y los transportes innecesarios de dicho material hacia el área de almacén de materia prima o reingresar a la descarga. Con la implementación de los faldones se reducirá la distancia de transporte o en a más de 200m.

4.1.2.7 Evaluación de niveles de productividad en la empresa

Identificación de niveles de productividad actuales en la empresa, teniendo en cuenta los registros de horas de trabajo de operarios, maquinaria; registros de cantidades de materia prima trabajada; registros de cantidades producidas de piedra caliza seleccionada.

Análisis y evaluación comparativa, de los niveles de productividad antes de la implementación de la Plan de acción.

4.2. Propuesta de Implementación de un plan de acción

4.2.1. Programa de capacitación y compromiso con la producción

Esbelta a los miembros de la empresa

El proceso de capacitación de la Manufactura Esbelta que se ofrecerá a los operarios del área de chancado de China Linda de la empresa Minera Yanacocha S.R.L. tiene como primer paso realizará el control de asistencia y la identificación de operarios con algún tipo de discapacidad y analfabetismo. Como segundo paso se realizará la entrega del instructivo de capacitación sobre Manufactura Esbelta, a todos los operarios presentes en la capacitación. Como tercer paso se realizará la capacitación propiamente dicha a los operarios en la que se brindó información referente a todo lo relacionado con la Manufactura Esbelta como: Definición de la Manufactura Esbelta, Principios de la Manufactura Esbelta, Herramientas de la Manufactura Esbelta y Propuesta de implementación de las Herramientas de Manufactura Esbelta en la empresa. Como cuarto paso se compartirá la propuesta de implementación de herramientas de manufactura esbelta a los miembros de la empresa en la que todos mostraron su conformidad y compromiso.

Para evaluar los resultados de la capacitación brindada a los trabajadores de la empresa, se formularán preguntas abiertas a los trabajadores acerca de los temas comprendidos en la capacitación y preguntas relacionadas a la producción de la piedra caliza.

4.2.2. Implementación de las 5'S

Antes de la implementación de la herramienta Operativa 5S's se aplicó un Check Lista para evaluar el estado de organización y sistematización dentro de las áreas de trabajo como son: Descarga de piedra caliza, Selección en Tolva, Transporte a la chancadora de quijada, trituración, Transporte a la faja N° 01, selección de piedra caliza en zaranda, retroalimentación y transporte de piedra caliza seleccionada; los resultados obtenidos arrojaron que las áreas de trabajo estaban organizadas solamente en un 40%, mientras que existía una desorganización del 60%. Por otro lado, los resultados con respecto al orden en las áreas de trabajo arrojaron tan solo un 20%, mientras había un 80% de desorden. Con respecto a la limpieza los resultados arrojaron que las áreas de trabajo estaban limpias en un 60%, mientras que en un 40% hacia falta la implementación de dicho principio. Con respecto al principio de estandarización los resultados arrojaron que solo se cumplía en un 40%, mientras faltaba implementar en un 60% dicho principio. Finalmente, el principio de disciplina solo se cumplía en un 50% y requería de la implementación y cumplimiento por parte de los operarios en un 50%.

A continuación, se puede apreciar en detalle cómo se mostraban las áreas antes de la implementación de la herramienta Operativa 5S's y como se mostraban después de dicha implementación.

Seiri (Clasificación)

Para la implementación de la Primera "S" en la empresa Yanacocha S.R.L, se tendrá en cuenta los formatos de las tarjetas rojas para

identificar los objetos innecesarios, previamente elaboradas con la colaboración del Gerente de Operaciones, también se tomó en cuenta el diagrama de flujo para clasificar 5S's. A continuación, se muestran todas las tarjetas rojas que se utilizarán en la clasificación que se realizó en todas las áreas de producción de la empresa.

En la Figuras N° 22 se puede apreciar la tarjeta roja que se unió a la máquina calibradora, la tarjeta muestra que el ítem se encontraba en el área de selección de piedra caliza, la fecha en la que se realizó el etiquetado fue el 04/05/2015, la medida de disposición de la máquina fue tomada por el Gerente de Operaciones, la cual fue eliminar de la empresa la máquina calibradora en selección el día 15/05/2015.

Figura 22: Tarjetas roja para máquina calibradora

ETIQUETA ROJA			
CATEGORÍA	1. MATERIA PRIMA 2. INVENTARIO EN PROCESO 3. MERCANCIA SEMI TERMINADA 4. PRODUCTOS		5. MAQUINARIA U OTRO EQUIPO 6. MOLDES O PLANTILLAS 7. HERRAMIENTAS O MATERIALES 8. OTRO
NOMBRE DE ARTÍCULO:	CALIBRADORA	FECHA:	15/05/201
CÓDIGO DE ARTÍCULO:	10025210-PTA-CHL	LOCALIZACIÓN:	CHANCADO
CANTIDAD:	1	COSTO:	S (TOTAL)
RAZÓN PARA ETIQUETAR		ACCIÓN A TOMAR	
<input type="checkbox"/> NO NECESARIO	<input checked="" type="checkbox"/> OBSOLETO	<input checked="" type="checkbox"/> SCRAP	
<input type="checkbox"/> DEFECTUOSO	<input type="checkbox"/> USO DESCONOCIDO	<input type="checkbox"/> ORGANIZAR	
<input type="checkbox"/> NO URGENTE	<input type="checkbox"/> CONTAMINANTE	<input type="checkbox"/> MOVER A ALMACEN	
<input type="checkbox"/> OTRO	<input type="checkbox"/> EXCEDENTE	<input type="checkbox"/> REGRESAR A	
		<input checked="" type="checkbox"/> OTRO	

Fuente: Elaboración propia

En la Figura N° 23 se puede apreciar la tarjeta roja que se unió a una grizzly en el área de trituración de piedra caliza, la fecha en la que se realizó el etiquetado fue el 08/05/2015 y fue identificado por el Gerente de Operaciones, las medidas de disposición de los equipos fueron tomada por el Gerente de Operaciones, la cual fue reemplazar dicha grizzly por otra de menor medida en agujeros.

Figura N° 23: Tarjeta roja para grizzly

ETIQUETA ROJA			
CATEGORÍA	1. MATERIA PRIMA 2. INVENTARIO EN PROCESO 3. MERCANCIA SEMI TERMINADA 4. PRODUCTOS		5. MAQUINARIA U OTRO EQUIPO 6. MOLDES O PLANTILLAS 7. HERRAMIENTAS O MATERIALES 8. OTRO
NOMBRE DE ARTÍCULO:	GRIZZLY	FECHA:	08/05/2017
CÓDIGO DE ARTÍCULO:	10025278-PTA-CHL	LOCALIZACIÓN:	CHANCADO
CANTIDAD:	1	COSTO:	S (TOTAL)
RAZÓN PARA ETIQUETAR		ACCIÓN A TOMAR	
<input type="checkbox"/> NO NECESARIO	<input type="checkbox"/> OBSOLETO	<input type="checkbox"/> SCRAP	
<input type="checkbox"/> DEFECTUOSO	<input type="checkbox"/> USO DESCONOCIDO	<input type="checkbox"/> ORGANIZAR	
<input type="checkbox"/> NO URGENTE	<input type="checkbox"/> CONTAMINANTE	<input checked="" type="checkbox"/> MOVER A ALMACEN	
<input type="checkbox"/> OTRO	<input checked="" type="checkbox"/> EXCEDENTE	<input type="checkbox"/> REGRESAR A	
		<input type="checkbox"/> OTRO	

Fuente: Elaboración Propia

En la Figura N° 24 se puede apreciar una de las tarjetas rojas que se unió a una de las mangueras de agua para limpieza en fajas, dicha tarjeta tiene las mismas especificaciones que las otra , la tarjeta muestra que el ítem se encontraban en el área de clasificación de piedra caliza, la fecha en la que se realizó el etiquetado fue el 08/05/2015 y fue identificado por el Gerente de Operaciones, la medida de disposición del equipo fue tomada por el Gerente de Operaciones, la cual fue transferir los equipos a la zona almacén.

Figura N° 24: Tarjeta roja para manguera de agua

ETIQUETA ROJA			
CATEGORÍA	1. MATERIA PRIMA 2. INVENTARIO EN PROCESO 3. MERCANCIA SEMI TERMINADA 4. PRODUCTOS		5. MAQUINARIA U OTRO EQUIPO 6. MOLDES O PLANTILLAS 7. HERRAMIENTAS O MATERIALES 8. OTRO
NOMBRE DE ARTÍCULO:	MANGUERA H2O	FECHA:	16/05/2017
CÓDIGO DE ARTÍCULO:	10025255-PTA-CHI	LOCALIZACIÓN:	CHANCADO
CANTIDAD:	1	COSTO:	S (TOTAL)
RAZÓN PARA ETIQUETAR		ACCIÓN A TOMAR	
<input type="checkbox"/> NO NECESARIO	<input type="checkbox"/> OBSOLETO	<input type="checkbox"/> SCRAP	
<input type="checkbox"/> DEFECTUOSO	<input type="checkbox"/> USO DESCONOCIDO	<input type="checkbox"/> ORGANIZAR	
<input type="checkbox"/> NO URGENTE	<input type="checkbox"/> CONTAMINANTE	<input type="checkbox"/> MOVER A ALMACEN	
<input type="checkbox"/> OTRO	<input type="checkbox"/> EXCEDENTE	<input type="checkbox"/> REGRESAR A	
		<input type="checkbox"/> OTRO	

Fuente: Elaboración Propia

En la Figura N° 25 se puede apreciar la tarjeta roja que se unió a una tapa de tolva, la tarjeta muestra que los ítems se encontraban

en el área de descarga, la fecha en la que se realizó el etiquetado fue el 08/05/2015 y fue identificado por el Gerente de Operaciones, la medida de disposición del equipo fue tomada por el Gerente de Operaciones, la cual fue transferir la tapa al área de almacén 16/05/2015.

Figura 25: Tarjeta roja para tapa de tolva

ETIQUETA ROJA			
CATEGORÍA	1. MATERIA PRIMA 2. INVENTARIO EN PROCESO 3. MERCANCIA SEMI TERMINADA 4. PRODUCTOS		5. MAQUINARIA U OTRO EQUIPO 6. MOLDES O PLANTILLAS 7. HERRAMIENTAS O MATERIALES 8. OTRO
NOMBRE DE ARTICULO:	TAPA DE TOLVA	FECHA:	16/05/2017
CÓDIGO DE ARTICULO:	10025245-PTA-CHL	LOCALIZACIÓN:	CHANCADO
CANTIDAD:	1	COSTO:	S (TOTAL)
RAZÓN PARA ETIQUETAR		ACCIÓN A TOMAR	
<input checked="" type="checkbox"/> NO NECESARIO	<input type="checkbox"/> OBSOLETO	<input type="checkbox"/> SCRAP	
<input type="checkbox"/> DEFECTUOSO	<input type="checkbox"/> USO DESCONOCIDO	<input type="checkbox"/> ORGANIZAR	
<input type="checkbox"/> NO URGENTE	<input type="checkbox"/> CONTAMINANTE	<input checked="" type="checkbox"/> MOVER A ALMACEN	
<input type="checkbox"/> OTRO	<input type="checkbox"/> EXCEDENTE	<input type="checkbox"/> REGRESAR A	
		<input type="checkbox"/> OTRO	

Fuente: Elaboración Propia

El resultado de la tabulación de las tarjetas rojas colocadas se puede apreciar en la Tabla N° 17, se colocaron 4 tarjetas rojas a elementos innecesarios, que corresponden a todos los equipos. La disposición se realizó de la siguiente manera: 1 máquina calibradora que fue identificada como defectuosa, 1 grizzly que fue identificada como innecesaria dentro de la producción de piedra caliza, 1 manguera que fue identificada como innecesaria en el área de transporte de materia prima y 1 tapa de tolva que fue identificada como innecesarias en el área de selección en tolva.

Tabla 16: Resultados de tabulación de tarjetas rojas

N°	Elemento	Cantidad	Comentarios
1	Máquina Calibradora	1	Defectuoso
2	Grizzly de 3"	1	innecesario
3	Manguera de agua de 1.5"	1	innecesario
4	Tapa de tolva	1	Innecesario

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 17: Disposición final de tarjetas rojas

N°	Elemento	Cantidad	Comentarios
1	Máquina Calibradora	1	Eliminar
2	Grizzly de 3"	30	Cambiar
3	Manguera de agua de 1.5"	1	Transferir a la zona de almacén
4	Tapa de tolva	1	Transferir a la zona de chatarra

Fuente: Elaboración Propia

Seiton (Orden)

Para la implementación de la Segunda “S”, se tomó en cuenta el formato de la disposición final de las tarjetas rojas, el cual fue elaborado durante la aplicación de la Primera “S”. A continuación, se detalla la organización que se realizó en las áreas de producción de la empresa.

Como se aprecia en la Figura N° 22, en el área de selección de piedra caliza se identificó la máquina calibradora como innecesaria, muestra la disposición final de la máquina, el día 15 de mayo del 2015 se retiró la máquina de la empresa con el objetivo de lograr la optimización en la organización de las áreas de trabajo involucradas. Lo primero que se realizó fue retirar la máquina de la empresa con la ayuda de 4 operarios del área involucrada, finalmente se realizó la limpieza del área anteriormente ocupada por la máquina calibradora.

Como se aprecia en la Figura N° 23, en el área trituración, se identificó una grizzly innecesaria, se muestra la disposición final de la grizzly, el día 15 de mayo del 2015 se retiró la grizzly de la empresa con el objetivo de lograr la optimización en la organización de las áreas de trabajo involucradas. Lo primero que se realizó fue realizar es cambiar la grizzly por una de berras de menor medida, y finalmente se realizó la limpieza del área.

Como se aprecia en la Figura N° 24, en el área de transporte de piedra caliza, se identificó una manguera innecesaria, el día 15 de

mayo del 2015 se retiró la manguera de la empresa con el objetivo de lograr la optimización en la organización de las áreas de trabajo involucradas.

Lo primero que se realizó fue eliminar dicha manguera, ya que su medida y uso es innecesario en esa área, y finalmente se realizó la limpieza del área.

Como se aprecia en la Figura N° 25, en el área descarga, se identificó una tapa de tolva innecesaria, el día 15 de mayo del 2015 se retiró la tapa de la empresa con el objetivo de lograr la optimización en la organización de las áreas de trabajo involucradas. Lo primero que se realizó fue identificar el área donde se iba a tener en disposición dicha estructura, y finalmente se realizó la limpieza del área.

Seiso (Limpieza)

Para la implementación de la Tercera S, se elaboraron cartillas de limpieza en todas las áreas de producción, las cartillas de limpieza se elaboraron con la ayuda de un representante de cada área y con el personal de limpieza.

El procedimiento que se tuvo en cuenta para la realización de las cartillas de limpieza por cada área de producción fue el siguiente: Identificar las zonas de limpieza en cada área, plantear la actividad de limpieza a realizarse en cada zona, identificar el parámetro a lograr con la limpieza, plantear el tiempo de ejecución de la limpieza en cada zona, identificar los EPP a utilizar por el personal y finalmente identificar las herramientas y aditivos a utilizar por el personal que realice las labores de limpieza. Las personas que harán uso de las cartillas serán los operarios de cada área, quienes harán una limpieza superficial de su área de trabajo después de culminada su labor y el personal de limpieza, que tendrá la labor de

realizar una limpieza más profunda de todas las áreas de producción.

Para la realización adecuada de esta “s” se asignó un responsable directo para que supervise el cumplimiento de la campaña y también se encargará de entregar las herramientas y Aditivos de limpieza necesarios a los trabajadores de cada proceso con la aprobación del supervisor de SSOMMA.

Proceso de Descarga

La implementación de la Campaña Limpieza en el área de descarga. Antes de implementar la Tercera “S”, los operarios de dicha área no tenían una noción de cómo realizar la limpieza adecuada de su zona de trabajo. En el Anexo N° 11, código CL - PF; se muestra la cartilla de limpieza para el área de descarga que se elaboró con el objetivo de que los operarios hagan uso del cargador frontal para realizar sus labores de limpieza. Todos los operarios del área culminada sus labores realizan la limpieza de las herramientas utilizadas y del piso de su zona de trabajo.

Selección en tolva

La implementación de la Campaña Limpieza en el área de Selección en Tolva. Antes de implementar la Tercera “S”, los operarios de dicha área no tenían una noción de cómo realizar la limpieza adecuada de su zona de trabajo. La cartilla de limpieza para el área de selección de tolva que se elaboró con el objetivo de que los operarios hagan uso de estacones para realizar sus labores de limpieza. Todos los operarios del área culminada sus labores realizan la limpieza de las herramientas utilizadas y del piso de su zona de trabajo.

Transporte a la chancadora de quijada

En este proceso la limpieza tiene que realizarse de una manera estructurada en las paradas de mantenimiento correctivo, de tal manera que no existan piedras en alrededor que generen accidentes al realizar cualquier inspección en el trayecto, cabe mencionar que dichas piedras aún son mayores a 3”.

Trituración

En el proceso de trituración es importante mencionar que, aunque los materiales caen directamente a la faja uno, es necesario implementar el tamaño de las guardas, y realizar la limpieza en las mismas, ya que siempre muestran la acumulación de material.

Transporte a la faja N° 01

De la misma manera que en el transporte a la chancadora de quijada, muestra piedras alrededor, y es necesario realizar una adecuada limpieza permanentemente para evitar accidentes.

Selección de piedra Caliza en zaranda

Es importante recalcar que aunque exista personal que hace limpieza en cada proceso de toda el área de chancado, se debe hacer de una manera adecuada y constantemente si esto lo amerita, en el caso de la selección de piedra caliza, el material que cae es mínimo, pero genera estorbo al transitar por dicha área, por un mal mantenimiento en las guardas antes de llegar al grizzly, por eso los operadores deben realizar la limpieza de forma separada , es decir unos limpiar el grizzly y otros limpiar la merma caída alrededor y posteriormente realizar la limpieza profunda del área.

Retroalimentación

Dos puntos importantes afectan en este proceso, el primero es tener en cuenta que el material cae desde altura, y esto puede generar accidentes graves si cae en la cabeza de un trabajador, aunque es mínimo, es importante tenerlo en cuenta, por otro lado, el material regresa a la trituradora, y se repite el ciclo de limpieza en dicha área.

Transporte de piedra caliza seleccionada

En estas tres fajas de transporte que se encuentran dentro de este proceso, la caída de material es más compleja porque la distancia que recorren es de 50 m y la caída es mucho más alta, además todo el material que queda en el piso es retirado posteriormente, pero esto debería ser retirado de inmediato y dejando limpio el acceso libre para transitar y tener un mejor manejo del área.

Campaña Seiketsu (Estandarización)

Para mantener el estado obtenido a través de las tres primeras “S” se creyó conveniente implementar estándares de trabajo con el objetivo de convertir las tres primeras “S” en una rutina dentro de área de chancado. Los estándares elaborados son los siguientes:

Se elaboraron cartillas de limpieza permanentes para cada área de producción, las cuales servirá como métodos de orden y limpieza en cada área, las cartillas de limpieza también permitirán mantener el buen estado de los equipos y herramientas. Cada cartilla de limpieza contiene información clara y precisa sobre el tiempo de ejecución de la limpieza en cada zona, equipo y máquina; los Equipos de Protección Personal que deben usar los trabajadores y finalmente las herramientas y aditivos que se deben utilizar para la realización

de las labores de limpieza; las cartillas también contienen información sobre el personal encargado de realizar las labores de limpieza, los operarios de cada área realizarán la limpieza superficial de su área de trabajo después de culminada su labor y el personal de limpieza tendrá la labor de realizar una limpieza más profunda de todas las áreas de producción.

Se implementó el estándar de Seguridad e Higiene Industrial en las áreas de producción de la empresa:

Prevención ante accidentes:

Para la realización de la selección y distribución de los extintores se tomó en cuenta las clases de fuego que puedan ocurrir y la severidad de riesgo de incendio en el área de chancado de la empresa, después de realizar el análisis antes mencionado se implementó 2 extintores en las áreas de riesgo potencial, las áreas son: Trituración, selección y selección de piedra caliza

En el área Trituración en un principio no se contaba con un extintor de fuego, esta área fue identificada como uno de los lugares estratégicos para la implementación de un extintor, la fecha de implementación del extintor fue el 08 de mayo del 2015.

Para la elección del tipo de extintor a implementar en esta área se tuvo en cuenta la clasificación de los tipos de fuego que pueda ocurrir y se identificó que los tipos de fuego que se puedan dar en esta área son los de clase A (caucho), clase D (metal), clase C (balanza digital), el tipo de agente extintor con el que está cargado es PQS (polvo químico seco), la capacidad

del extintor es de 9kg, la próxima fecha de recarga es mayo del 2016.

En el área de Selección en un principio no se contaba con un extintor de fuego, esta área fue identificada como uno de los lugares estratégicos para la implementación de un extintor, pues se encuentra ubicada junto al área de uso de PLC instalado, la fecha de implementación del extintor fue el 08 de mayo del 2015. Para la elección del tipo de extintor a implementar en esta área se tuvo en cuenta la clasificación de los tipos de fuego que puedan ocurrir y se identificó que los tipos de fuego que se puedan dar en esta área son los de clase A (caucho), clase C (PLC digital), el tipo de agente extintor con el que está cargado es PQS (polvo químico seco), la capacidad del extintor es de 9kg, la próxima fecha de recarga es mayo del 2015.

Prevención ante casos de emergencia:

Se implementaron avisos de advertencia en todas las áreas de chancado, debido a que en la empresa existen riesgos o peligros de alto nivel, que se puedan advertir, que indican: zonas seguras en caso de sismos, salida al exterior del área de Chancado, caídas por resbaladizo, extintores, áreas de limpieza.

En el área de descarga no se contaba con selección, a consecuencia de la propuesta de implementación del estándar de salud e higiene industrial, el día 08 de mayo del 2015, se implementó la señalización para el extintor previamente implementado en dicha área, con la finalidad de que todas las personas que se encuentren en el área tengan conocimiento de la existencia del extintor y usarlo en caso de ocurrir un

incendio, se implementó también la señalización que indica la zona de limpieza en el área y en la que se encuentran todas las herramientas de limpieza y que permitirá mantener la higiene y el orden en el área, finalmente se implementó la señalización que indica zona segura en caso de producirse algún movimiento sísmico, informando a las personas la ruta de evacuación.

Shitsuke (Disciplina)

Para lograr concientizar al personal en lo referente a los procedimientos previamente desarrollados en la implementación de las 5S's, se creyó conveniente lograr las condiciones necesarias que permitan estimular las buenas prácticas.

El día 02 de junio del 2015 se publicaron las cartillas de limpieza anteriormente elaborados, en paneles visuales dentro de las áreas de producción de la empresa, con el objetivo de que sirvan de ayuda visual al momento de que los trabajadores ejecuten sus labores de limpieza y no tengan ningún tipo de inconvenientes.

Por otro lado, se publicaron fotografías en cada área de la empresa en las que se muestran imágenes de las instalaciones antes y después de la implementación de las 5S's, con el objetivo de que los operarios puedan apreciar los resultados que se lograron gracias a su participación y compromiso con dicha herramienta.

El día 02 de junio del 2015 se publicaron las cartillas de limpieza de los espacios, equipos y máquinas del área de Recepción de Materia Prima

Se elaboraron formatos de conformidad de limpieza que garantice el cumplimiento de las labores de limpieza por parte de los operarios de cada área y el personal asignado para esta labor, la aplicación del formato de conformidad de limpieza se asignó al responsable de la supervisión del cumplimiento de la campaña de limpieza.

4.2.3. Evaluación del estado de la organización y sistematización de las áreas de producción después de la implementación de las herramientas 5S´s

Después de la implementación de la herramienta Operativa 5S´s se aplicó un Chuck Lista para evaluar el estado de organización y sistematización dentro de las áreas de trabajo, los resultados obtenidos arrojaron que las áreas de trabajo están organizadas en un 100%, por otro lado los resultados con respecto al orden en las áreas de trabajo arrojaron también un 100%, con respecto a la limpieza los resultados arrojaron que las áreas de trabajo se muestran limpias en un 100%, con respecto al principio de estandarización los resultados arrojaron que se cumple en un 100%, finalmente el principio de disciplina también se cumple en un 100%.

4.2.4. Implementación de Mantenimiento Autónomo:

Paso 1: Limpieza e inspección inicial

Formación de grupos de Mantenimiento Autónomo: Se formaron grupos de trabajo a los que se les denominó frente de mantenimiento autónomo, los grupos formados tendrán a su cargo la limpieza profunda de las máquinas con las que cuentan las áreas de chancado. Para la formación de estos se tuvo en cuenta que los integrantes pertenezcan a las áreas de trabajo a las que se les asignó dicha responsabilidad.

Capacitación a trabajadores en temas de: Tipos de anomalías y uso de tarjetas para señalar anomalías

El proceso de capacitación a trabajadores en temas de tipos de anomalías y uso de tarjetas para señalar anomalías, dicha capacitación se ofreció a los operarios de todas las áreas de producción de la empresa el día 20 de mayo del 2015. Como primer paso se realizó el control de asistencia. Como segundo paso se realizó la entrega de hojas informativas con temas sobre los siete Tipos de Anomalías y formatos de las tarjetas TPM a todos los

operarios presentes en la capacitación. Como tercer paso se realizó la capacitación propiamente dicha a los operarios en la que se brindó información referente a todo lo relacionado con los tipos de anomalías que se pueden presentar en las áreas de producción, el uso de las tarjetas para señalar dichas anomalías y los encargados de resolver las anomalías detectadas.

Identificación de anomalías dentro de las áreas de producción:

Después de la implementación de tarjetas para señalar anomalías los operarios identificaron algunas anomalías en los procesos de trituración y selección de piedra caliza– como se muestran a continuación:

En el proceso de trituración, fue identificada una pequeña deficiencia (contaminación por polvo) el día 25 de mayo del 2015, dicha deficiencia fue encontrada por una trabajadora del área, razón por la cual unió a la máquina una tarjeta verde, lo que significó que la deficiencia podía ser resuelta por el mismo personal del área (operario o personal de limpieza). El día 28 de mayo del 2015 durante el control de los puntos de chequeo que se realizó en el área, un integrante del frente de mantenimiento autónomo, identificó la tarjeta verde y se encargó de la corrección de dicho peligro.

El proceso de selección, tiene un agujero en la grizzly en la esquina derecha, pegado a la tolva, muy grande, y se identificó el día 27 de mayo del 2015, incumplimiento de las condiciones básicas (insuficiente mantenimiento), dicha deficiencia fue encontrada por una trabajadora, razón por la cual unió a la máquina una tarjeta roja, lo que significó que la deficiencia tenía que ser resuelta por el personal de Mantenimiento. El día 27 de mayo del 2015 durante el control de los puntos de chequeo que se realizó en el área, un integrante del frente de mantenimiento autónomo, reportó la

anormalidad a la Gerencia de Operaciones para que el personal de Mantenimiento que se encuentra fuera de la empresa, realice la corrección inmediata de la grizzly, el personal de mantenimiento realizó la corrección el día 29 de mayo del 2015).

Paso 2: Establecimiento de estándares

El día de mayo del 2015 se llevó a cabo una reunión con los integrantes del frente de Mantenimiento Autónomo con el propósito de identificar las fuentes de contaminación, los puntos de difícil acceso de las máquinas y de elaborar planes de acción para atacar las fuentes de contaminación, todo ello con la finalidad de prevenir el deterioro de las máquinas y equipos, prevenir el desgaste de los componentes de los equipos, estandarizar el tiempo dedicado a la limpieza y salvaguardar la seguridad del operador. Los estándares elaboraron en la reunión fueron:

Hojas de puntos de chequeo: Las hojas de puntos de chequeo que se elaboraron con la finalidad de programar las revisiones y verificaciones de los componentes en todos los procesos y el estado de limpieza de los mismos, de esa manera prevenir el deterioro de las maquinarias y detectar las anomalías que se puedan presentar.

Cartillas de limpieza: Las cartillas de limpieza que se elaboraron con la finalidad de programar las actividades de limpieza de las máquinas y equipos en todas las áreas de producción de la empresa, de esa manera prevenir el deterioro acelerado de las máquinas y evitar posibles defectos por contaminación. Las cartillas de limpieza implementadas, muestran los puntos claves para la realización de las tareas, es decir: actividad, parámetro, tiempo de ejecución, EPP, herramientas y aditivos.

Cartillas de lubricación: Las cartillas de lubricación que se elaboraron con la finalidad de programar las actividades de lubricación de los componentes de la chancadora en las áreas de Trituración y tolvas respectivamente, de esa manera prevenir el deterioro acelerado de las máquinas y evitar el desgaste de los componentes de la chancadora. Las cartillas de lubricación implementadas, muestran los puntos claves para la realización de las tareas, es decir: componente, frecuencia, tiempo de lubricante y herramientas.

Paso 3: Inspección del cumplimiento de los estándares de Mantenimiento Autónomo

Se implementará el formato de la Inspección para verificar el cumplimiento de los estándares de Mantenimiento Autónomo.

Proceso de Descarga

El operario encargado del área de Descarga de piedra caliza sigue las instrucciones de la cartilla de limpieza implementada en esa área, para realizar la limpieza de la de su área. Las actividades que el operario realiza son: cargar piedra caliza de punto de almacenaje con cargador frontal, y descargar la misma en la tolva de selección; el parámetro que logra obtener es libre de piedras caídas y amontonadas alrededor o en el camino.

Área de Selección en tolva

El operario encargado del área de selección en tolva de piedra caliza sigue las instrucciones de la cartilla de limpieza implementada en esa área, para realizar la limpieza de la de su área. Las actividades que el

operario realiza son: cargar piedra caliza de punto de almacenaje con cargador frontal, y descargar la misma en la tolva de selección; el parámetro que logra obtener es libre de piedras almacenadas en grizzly de tolva y amontonadas alrededor.

Proceso de Transporte a la chancadora de quijada

El operario encargado del área de transporte a la chancadora de quijada sigue las instrucciones de la cartilla de limpieza implementada en esa área, para realizar la limpieza de la de su área. Las actividades que el operario realiza son: inspeccionar el funcionamiento de dicha faja, cambio de polines de retorno e impacto, además de cambio de faja; el parámetro que logra obtener es libre de piedras almacenadas en el transcurso al siguiente proceso.

Proceso de Trituración

El operario encargado del área de trituración sigue las instrucciones de la cartilla de limpieza implementada en esa área, para realizar la limpieza de la de su área. Las actividades que el operario realiza son: inspeccionar el funcionamiento de trituración, verificación de la piedra caliza del tamaño adecuado según parámetros, mantenimiento preventivo y correctivo en chancadora de quijada; el parámetro que logra obtener es libre de piedras almacenadas en el transcurso y disminución de riesgo por polvo en dicha área.

Proceso de Transporte a la faja N° 01

El operario encargado del área de trituración sigue las instrucciones de la cartilla de limpieza implementada en

esa área, para realizar la limpieza de la de su área. Las actividades que el operario realiza son: inspeccionar el funcionamiento de la faja y alineamiento, mantenimiento de polines de retorno e impacto, cambio de faja y limpieza del mismo; el parámetro que logra obtener es libre de piedras almacenadas en el transcurso.

Proceso de Selección de Piedra Caliza en Zaranda

El operario encargado del área de trituración sigue las instrucciones de la cartilla de limpieza implementada en esa área) para realizar la limpieza de la de su área. Las actividades que el operario realiza son: inspeccionar el funcionamiento de la selección en la zaranda, los chutes, mantenimiento de zaranda, mallas y chutes; el parámetro que logra obtener es libre de piedras almacenadas en la grizzly y disminución de mermas.

Proceso de Retroalimentación

El operario encargado del área de trituración sigue las instrucciones de la cartilla de limpieza implementada en esa área para realizar la limpieza de la de su área. Las actividades que el operario realiza son: inspeccionar el funcionamiento de la faja N° 02, mantenimiento de polines y cambio de los mismos, además de cambio de faja, alineamiento y guardas; el parámetro que logra obtener es libre de piedras almacenadas por la caída de faja al piso y libre tránsito.

Proceso de Transporte de piedra caliza seleccionada

El operario encargado del área de trituración sigue las instrucciones de la cartilla de limpieza implementada en esa área para realizar la limpieza de la de su área. Las actividades que el operario realiza son: inspeccionar el funcionamiento de la 05 faja de transporte, mantenimiento de polines y cambio de los mismos, además de cambio de faja, alineamiento y guardas; el parámetro que logra obtener es libre de piedras almacenadas por la caída de faja al piso y libre acceso.

4.2.5. Implementación de la herramienta de seguimiento: Control Visual

Se elaboraron técnicas de Control Visual para todos los procesos de chancado de la empresa con el objetivo de mantener informado al personal sobre como sus esfuerzos afectan a los resultados y así darles el poder y responsabilidad de alcanzar sus metas.

Proceso de Descarga:

El día 03 de junio del 2015 se publicaron las técnicas de control visual en tableros de control visual. Las técnicas publicadas en esta área son:

Control Visual de espacios y equipos:

La cartilla de limpieza de los espacios, equipos y maquinas del área de descarga de materia prima, y que debe seguir el operario y el personal de limpieza encargado de esta área.

Documentación Visual:

La descripción y el diagrama de flujo de los procesos que se debe seguir el operario encargado del área de descarga, se puede apreciar un formato para identificar problemas de calidad en la materia prima y que debe tomar en cuenta el operario encargado del área de descarga de materia prima.

Gestión de Indicadores:

Las actividades de mejora y sugerencias que se proponen al operario del área, al momento de realizar su labor.

Proceso de Selección en Tolva:

El día 03 de junio del 2015 se publicaron las técnicas de control visual en tableros de control visual. Las técnicas publicadas en esta área son:

Control Visual de espacios y equipos:

La cartilla de limpieza de los espacios, equipos y maquinas del área de descarga de materia prima, y que debe seguir el operario y el personal de limpieza encargado de esta área.

Documentación Visual:

La descripción y el diagrama de flujo de los procesos que se debe seguir el operario encargado del área de descarga, se puede apreciar un formato para identificar problemas de calidad en la selección de piedra caliza en tolva y que debe tomar en cuenta el operario encargado del área de descarga de materia prima.

Control Visual de la Calidad

El registro de problemas (mermas, desperdicios), identificados durante un mes de producción en el área de selección y que debe tomar en cuenta los operarios encargados de esta área para mejorar su técnica de operación y así obtener mejores resultados.

Control Visual de la Producción

Los niveles de productividad de un mes de producción, con la finalidad de mantener informado a los operarios sobre como sus esfuerzos afectan los resultados y así darles el poder de alcanzar sus metas.

Gestión de Indicadores:

Los objetivos que se quiere alcanzar, las actividades de mejora y las sugerencias que se propone a los operarios de área, al momento de realizar su labor.

Proceso de Transporte a la chancadora de quijada:

El día 03 de junio del 2015 se publicaron las técnicas de control visual en tableros de control visual. Las técnicas publicadas en esta área son:

Control Visual de espacios y equipos:

La cartilla de limpieza de los espacios, equipos y maquinas del área de transporte a la chancadora de quijada, y que debe seguir el operario y el personal de limpieza encargado de esta área.

Documentación Visual:

La descripción y el diagrama de flujo de los procesos que se debe seguir el operario encargado del área de descarga, se puede apreciar un formato para identificar problemas de la caída de piedra caliza y mermas en el transcurso al siguiente proceso y que debe tomar en cuenta el operario encargado del área.

Control Visual de la Calidad

El registro de problemas (mermas, desperdicios), identificados durante un mes de producción en el área de selección y que debe tomar en cuenta los operarios encargados de esta área para mejorar sus técnicas de operación y así obtener mejores resultados.

Control Visual de la Producción

Los niveles de productividad de un mes de producción, con la finalidad de mantener informado a los operarios sobre como sus esfuerzos afectan los resultados y así darles el poder de alcanzar sus metas.

Gestión de Indicadores:

Los objetivos que se quiere alcanzar, las actividades de mejora y las sugerencias que se propone a los operarios de área, al momento de realizar su labor.

Proceso de Trituración:

El día 03 de junio del 2015 se publicaron las técnicas de control visual en tableros de control visual. Las técnicas publicadas en esta área son:

Control Visual de espacios y equipos:

La cartilla de limpieza de los espacios, equipos y maquinas del área de trituración, y que debe seguir el operario y el personal de limpieza encargado de esta área.

Documentación Visual:

La descripción y el diagrama de flujo de los procesos que deben seguir los operarios encargado del área de trituración, código DV-LF, el formato para identificar problemas de calidad en la piedra caliza y que deben tomar en cuenta los operarios encargados del área de trituración, para poder tomar una decisión en cuanto a la calidad de la misma.

Control Visual de la Calidad

El registro de problemas (mermas, desperdicios), identificados durante un mes de producción en el área de selección y que debe tomar en cuenta los operarios encargados de esta área para mejorar sus técnicas de operación y así obtener mejores resultados.

Control Visual de la Producción

Los niveles de productividad de un mes de producción, con la finalidad de mantener informado a los operarios sobre como sus esfuerzos afectan los resultados y así darles el poder de alcanzar sus metas.

Gestión de Indicadores:

Los objetivos que se quiere alcanzar, las actividades de mejora y las sugerencias que se propone a los operarios de área, al momento de realizar su labor.

Proceso a Transporte a Faja N° 01:

El día 03 de junio del 2015 se publicaron las técnicas de control visual en tableros de control visual. Las técnicas publicadas en esta área son:

Control Visual de espacios y equipos:

La cartilla de limpieza de los espacios, equipos y maquinas del área de transporte a faja N° 01, y que debe seguir el operario y el personal de limpieza encargado de esta área.

Documentación Visual:

La descripción y el diagrama de flujo de los procesos que deben seguir los operarios encargado del área de transporte a faja N° 01. Código DV-LF, se puede apreciar el formato para identificar problemas de calidad en la piedra caliza y que deben tomar en cuenta los operarios encargados del área de trituración, para poder tomar una decisión en cuanto a la calidad de la misma.

Control Visual de la Calidad

El registro de problemas (mermas, desperdicios), identificados durante un mes de producción en el área de transporte a faja N° 01, y que debe tomar en cuenta los operarios encargados de esta área para mejorar sus técnicas de operación y así obtener mejores resultados.

Control Visual de la Producción

Los niveles de productividad de un mes de producción, con la finalidad de mantener informado a los operarios sobre como sus esfuerzos afectan los resultados y así darles el poder de alcanzar sus metas.

Gestión de Indicadores:

Los objetivos que se quiere alcanzar, las actividades de mejora y las sugerencias que se propone a los operarios de área, al momento de realizar su labor.

Proceso de Selección de Piedra Caliza en Zaranda:

El día 03 de junio del 2015 se publicaron las técnicas de control visual en tableros de control visual. Las técnicas publicadas en esta área son:

Control Visual de espacios y equipos:

La cartilla de limpieza de los espacios, equipos y maquinas del área de selección de piedra caliza, y que debe seguir el operario y el personal de limpieza encargado de esta área.

Documentación Visual:

La descripción y el diagrama de flujo de los procesos que deben seguir los operarios encargado del área de transporte a faja N° 01. Código DV-LF, se puede apreciar el formato para identificar problemas de calidad en la piedra caliza y que deben tomar en cuenta los operarios encargados del área de selección de piedra caliza, para poder tomar una decisión en cuanto a la calidad de la misma.

Control Visual de la Calidad

El registro de problemas (mermas, desperdicios), identificados durante un mes de producción en el área selección de piedra caliza, y que debe tomar en cuenta los operarios encargados de esta área para mejorar sus técnicas de operación y así obtener mejores resultados.

Control Visual de la Producción

Los niveles de productividad de un mes de producción, con la finalidad de mantener informado a los operarios sobre como sus esfuerzos afectan los resultados y así darles el poder de alcanzar sus metas.

Gestión de Indicadores:

Los objetivos que se quiere alcanzar, las actividades de mejora y las sugerencias que se propone a los operarios de área, al momento de realizar su labor.

Proceso de Retroalimentación:

El día 03 de junio del 2015 se publicaron las técnicas de control visual en tableros de control visual. Las técnicas publicadas en esta área son:

Control Visual de espacios y equipos:

La cartilla de limpieza de los espacios, equipos y maquinas del proceso de retroalimentación, y que debe seguir el operario y el personal de limpieza encargado de esta área.

Documentación Visual:

La descripción y el diagrama de flujo de los procesos que deben seguir los operarios encargado del área de retroalimentación, código DV-LF, se puede apreciar el formato para identificar problemas de calidad en la piedra caliza y que deben tomar en cuenta los operarios encargados del área de retroalimentación, para poder tomar una decisión en cuanto a la calidad de la misma.

Control Visual de la Calidad

El registro de problemas (mermas, desperdicios), identificados durante un mes de producción en el proceso de retroalimentación, y que debe tomar en cuenta los operarios encargados de esta área para mejorar sus técnicas de operación y así obtener mejores resultados.

Control Visual de la Producción

Los niveles de productividad de un mes de producción, con la finalidad de mantener informado a los operarios sobre como sus esfuerzos afectan los resultados y así darles el poder de alcanzar sus metas.

Gestión de Indicadores:

Los objetivos que se quiere alcanzar, las actividades de mejora y las sugerencias que se propone a los operarios de área, al momento de realizar su labor.

Proceso de Transporte de piedra caliza seleccionada:

El día 03 de junio del 2015 se publicaron las técnicas de control visual en tableros de control visual. Las técnicas publicadas en esta área son:

Control Visual de espacios y equipos:

La cartilla de limpieza de los espacios, equipos y maquinas del proceso de transporte de piedra caliza seleccionada, y que debe seguir el operario y el personal de limpieza encargado de esta área.

Documentación Visual:

La descripción y el diagrama de flujo de los procesos que deben seguir los operarios encargado del área de retroalimentación, código DV-LF, se puede apreciar el formato para identificar problemas de calidad en la piedra caliza y que deben tomar en cuenta los operarios encargados del área de transporte de piedra caliza seleccionada, para poder tomar una decisión en cuanto a la calidad de la misma.

Control Visual de la Calidad

El registro de problemas (mermas, desperdicios), identificados durante un mes de producción en el proceso de transporte de piedra caliza seleccionada, y que debe tomar en cuenta los operarios encargados de esta área para mejorar sus técnicas de operación y así obtener mejores resultados.

Control Visual de la Producción

Los niveles de productividad de un mes de producción, con la finalidad de mantener informado a los operarios sobre como sus esfuerzos afectan los resultados y así darles el poder de alcanzar sus metas.

Gestión de Indicadores:

Los objetivos que se quiere alcanzar, las actividades de mejora y las sugerencias que se propone a los operarios de área, al momento de realizar su labor.

4.2.6. Propuesta de Implementación de la herramienta Jidoka

Se propone implementar una grizzly dentro del proceso de chancado en la zona antes de trituración, con el objetivo de controlar los parámetros de producción establecidos, poder prevenir anomalías y

que los materiales defectuosos no avancen a lo largo de línea de producción, específicamente con este nuevo implemento se podrá minimizar las piedras calizas de 3”.

Proceso de Trituración

En el área de trituración se propone la implementación de una grizzli con orificios de 3” y un PLC con la finalidad de eliminar las posibles piedras mayores a esta y no esforzar la trituración y tener mermas de 1” y garantizar la calidad del producto final.

La cotización se podrá apreciar en la Evaluación económica-financiera

4.2.7. Implementación de la herramienta kaizen de Distribución

- Se implementará faldones en las fajas transportadoras de todo el proceso con lo que se logrará disminuir las mermas por caída de material, y reducir los transportes por recupero del mismo, el tiempo de no valor agregado por causa de los transportes innecesario dentro de las áreas de la empresa.

Los faldones implementados sirven para realizar la operación de transporte y así trasladar directamente la piedra caliza a los siguientes procesos y a los hornos, evitando los transportes innecesarios (35 metros) de la parte inferior de material caído hacia el área de almacén de materia prima para realizar la operación de trituración nuevamente y posteriormente evitar que la piedra caliza se traslade (51 metros) hacia el área selección final, con la implementación de los faldones se está reduciendo la distancia de transporte a 47 metros.

CAPÍTULO V

RESULTADOS

V.- Resultados obtenidos con la implementación

5.1. Diagrama de actividades (DAP) de los Procesos del Área de Chancado de China Linda de MYSRL (Mejorado)

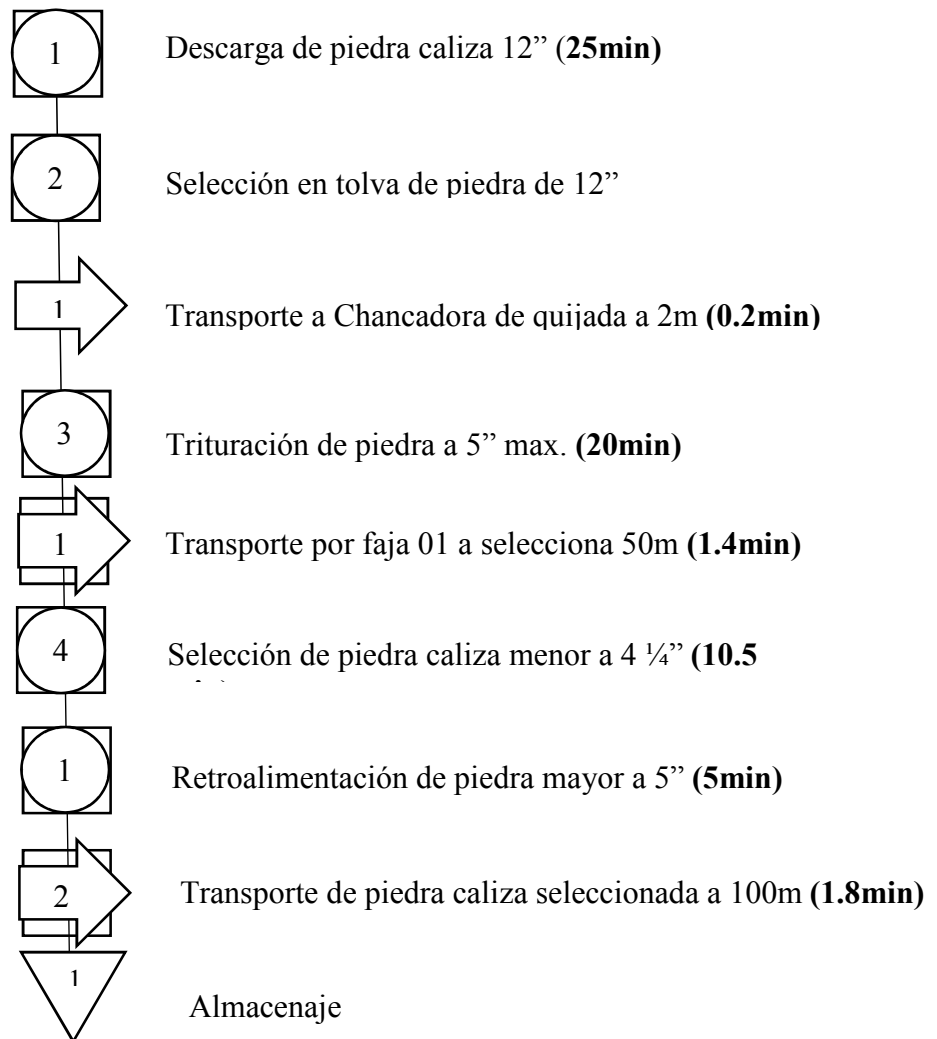


Figura N° 26: DAP mejorado

Símbolo	Evento	Número	Tiempo (en min).
○	Operaciones	1	5.0
◻ / ⇨	Combinadas	6	78.7
⇨	Transporte inspeccionado	3	0.2
▽	Almacenaje	1	0.00
	TOTAL	9	83.9

Fuente: Elaboración propia

En la Figura N° 26 se muestra el Diagrama de actividades Mejorado del proceso de chancado en la que se observa que se realizarán un total de una operación, cuatro operaciones combinadas, 3 transportes y un almacenaje final con destino a los hornos. La cantidad de materia prima procesada es de 1100Tn, mientras que la producción obtenida después de la mejora es 989.89Tn de piedra caliza. Los tiempos considerados en el diagrama de actividades se tomaron de los datos anteriormente mencionado. El desarrollo de las actividades empieza con la operación-inspección de descarga cuyo tiempo promedio de realización es de 20 min, la operación-inspección selección en tolva se realiza en un tiempo de 20 min, posteriormente se realiza el transporte a chancadora de quijada con un tiempo de 0.2 minutos, luego se realiza la trituración de piedra caliza en un tiempo de 20 min, posteriormente se realiza el transporte por faja 01 a selecciona 50m cuyo tiempo promedio es de 1.4 min, la siguiente operación es el selección de piedra caliza menor a 4 ¼” con un tiempo promedio de 10.5 minutos, la operación de Retroalimentación de piedra mayor a 5”(se realiza en un tiempo 5 minutos, luego se realiza transporte de piedra caliza seleccionada a 100m con un tiempo promedio de 1.8 minutos, y finalmente es almacenada en grandes pilas para ser ingresadas a los hornos en un tiempo promedio de 83.9 minutos.

En el Diagrama de Operaciones del Proceso Mejorado, se observa que a consecuencia de la implementación de las Herramientas Mantenimiento Autónomo y Jidoka, que plantea la implementación de la grizzly de 3" y la implementación de los faldones en las fajas transportadoras, se reducirá el tiempo de la operación de en 28 min en un ciclo. Por otro lado, con la implantación de la Herramienta 5S'S, y anteriores ayudarán a que este tiempo de reducción se cumpla.

5.2. Valores obtenidos con la implementación de las Herramientas: 5S'S, Mantenimiento Autónomo, Control visual y Kaizen de Distribución

La tabla N° 18 muestra los datos del segundo semestre del 2015 en la línea de producción de la piedra caliza, con los cuales se obtuvieron los resultados mejorados de los indicadores después de la implementación de las Herramientas de Manufactura Esbelta como: 5S'S, Mantenimiento Autónomo, Control Visual y Kaizen de Distribución como piloto para el desarrollo de la investigación.

La Tabla N° 18 muestra los datos de los porcentajes de las unidades defectuosas en el proceso de producción de la piedra caliza durante el segundo semestre del 2014, y los datos de los porcentajes de las unidades defectuosas en el proceso de producción de piedra caliza durante el segundo semestre del 2015, con lo que se puede afirmar que con la implementación de las herramientas 5S'S, Mantenimiento Autónomo, Control Visual y Kaizen de Distribución; la operación tendrá una productividad de 97.44%.

Tabla 18: Cantidades en la producción de piedra caliza durante el 2º semestre del 2015 – TN.

Producción	Descarga de materia prima a selección en tolva	Cantidades defectuosas en selección en tolva	Cantidad de material en transporte a la chancadora de quijada	Cantidades defectuosas en transporte a la chancadora de quijada	Cantidad de material en trituración	Cantidades defectuosas en trituración	Cantidad de material en faja N° 01	Cantidades defectuosas en faja N° 01	Cantidad de material en piedra caliza en zaranda	Cantidades defectuosas en selección de piedra caliza en zaranda	Cantidad de material en retroalimentación	Cantidades defectuosas en retroalimentación	Cantidad de material en transporte de piedra caliza seleccionada
jul-16	1100	22.3	1077.7	0	1077.7	53.8	1023.9	0	1023.9	50	50	0	973.9
	1150	21.8	1128.2	0	1128.2	52.1	1076.1	0	1076.1	50.2	50.2	0	1025.9
	1120	22.1	1097.9	0	1097.9	52.6	1045.3	0	1045.3	50.1	50.1	0	995.2
	1130	22.4	1107.6	0	1107.6	51.2	1056.4	0	1056.4	532	532	0	524.4
ago-16	1125	22	1103	0	1103	50.3	1052.7	0	1052.7	53	53	0	999.7
	1089	22.1	1066.9	0	1066.9	50.6	1016.3	0	1016.3	52.1	52.1	0	964.2
	1085	22.3	1062.7	0	1062.7	50.4	1012.3	0	1012.3	52.1	52.1	0	960.2
	1151	22.6	1128.4	0	1128.4	53.2	1075.2	0	1075.2	50.2	50.2	0	1025
sep-16	1095	22.1	1072.9	0	1072.9	55.2	1017.7	0	1017.7	54.2	54.2	0	963.5
	1058	22.3	1035.7	0	1035.7	55.3	980.4	0	980.4	50.6	50.6	0	929.8
	1035	22.1	1012.9	0	1012.9	52.1	960.8	0	960.8	51.3	51.3	0	909.5
	1130	22.4	1107.6	0	1107.6	52.6	1055	0	1055	50.1	50.1	0	1004.9
oct-16	1100	22.1	1077.9	0	1077.9	55.1	1022.8	0	1022.8	50.4	50.4	0	972.4
	1200	22.1	1177.9	0	1177.9	54.2	1123.7	0	1123.7	50.6	50.6	0	1073.1
	1051	22.2	1028.8	0	1028.8	53.6	975.2	0	975.2	50.2	50.2	0	925
	1069	22.4	1046.6	0	1046.6	52.1	994.5	0	994.5	49.8	49.8	0	944.7

nov-16	1140	22.3	1117.7	0	1117.7	50.2	1067.5	0	1067.5	51.2	51.2	0	1016.3
	1120	20.1	1099.9	0	1099.9	50.4	1049.5	0	1049.5	53.2	53.2	0	996.3
	1100	20.4	1079.6	0	1079.6	51.2	1028.4	0	1028.4	52.3	52.3	0	976.1
	1150	25.5	1124.5	0	1124.5	53.2	1071.3	0	1071.3	52.1	52.1	0	1019.2
dic-16	1100	20.2	1079.8	0	1079.8	53.1	1026.7	0	1026.7	50.2	50.2	0	976.5
	1200	20.1	1179.9	0	1179.9	52.4	1127.5	0	1127.5	54.6	54.6	0	1072.9
	1054	22.3	1031.7	0	1031.7	52.3	979.4	0	979.4	52.1	52.1	0	927.3
	1035	22.4	1012.6	0	1012.6	53.1	959.5	0	959.5	53.5	53.5	0	906
Total	26587	528.6	26058.4	0	26058.4	1260.3	24798.1	0	24798.1	1716.1	1716.1	0	23082
%		1.99%		0.00%		4.84%		0.00%		6.92%		0.00%	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 19: Porcentajes reducidos con la implementación de las herramientas 5S'S, Mantenimiento Autónomo, Control Visual y Kaizen de Distribución; respecto al segundo semestre del 2014

2do semestre del 2014	% de unidades defectuosas en selección de tolva	5%	60.2%
2do semestre del 2015	% de unidades defectuosas en selección de tolva	1.99%	
2do semestre del 2014	% de unidades defectuosas en trituración	20%	75.8%
2do semestre del 2015	% de unidades defectuosas en trituración	4.84%	
2do semestre del 2014	% de unidades defectuosas en selección de piedra caliza en zaranda	33%	79.0%
2do semestre del 2015	% de unidades defectuosas en selección de piedra caliza en zaranda	6.92%	

Fuente: Elaboración Propia

5.3. Valores obtenidos con la implementación de las Herramienta Jidoka

Con la finalidad de obtener los porcentajes de mejora respecto a las unidades defectuosas, luego de la implementación de la grizzly y la implementación de un sistema PLC propuesta en la herramienta Jidoka, se realizó el siguiente análisis:

Se tomó una muestra de 117.7 Tn de piedra caliza, la cual se tomaron de los datos históricos normalmente de un ciclo de trabajo diaria, y luego se verifica las cantidades normalmente defectuosas y se comparan con la instalación de la Grizzly.

Tabla 20: Cantidades obtenidas con la implementación de Herramienta Jidoka

Cantidad de material en trituración	Cantidad defectuosas en trituración	Cantidad de material en faja N° 01	Cantidades defectuosas en faja N° 01	Cantidad de material en piedra caliza en zaranda	Cantidades defectuosas en selección de piedra caliza en zaranda	Cantidad material al final
1035.7	55.3	980.4	0	980.4	50.6	929.8
% respecto a la entrega de material a selección de piedra caliza						89.8%

Fuente: Elaboración Propia

La Tabla N° 21 muestra los datos de los porcentajes de las unidades defectuosas por trituración y los porcentajes de la piedra caliza final durante el segundo semestre del 2015, los datos obtenidos del análisis realizado con la implementación de la herramienta Jidoka, con lo que se puede afirmar que con la implementación de la herramienta jidoka, el porcentaje de unidades defectuosas se reducirá en un 92.8% con respecto al segundo semestre del 2014, mientras que el porcentaje de piedra caliza se reducirá en un 94.7% con respecto al segundo semestre del 2014.

Tabla 21: Porcentajes reducidos con la implementación de la herramienta Jidoka respecto al segundo semestre del 2014

2do semestre del 2014	% de unidades defectuosas en trituración	20%	75.8%
Análisis 2015	% de unidades defectuosas en selección de tolva	4.84%	
2do semestre del 2014	% de piedra caliza transportada a retroalimentación	33%	84.4%
Análisis 2015	% de piedra caliza transportada a retroalimentación	5.16%	

Fuente: Elaboración Propia

5.4. Cálculo de los indicadores de Manufactura Esbelta

5.4.1. Cálculo del Tiempo de ciclo total después de la mejora:

La Tabla N° 23 muestra los resultados mejorados, que son los tiempos de ciclo de las operaciones de chancado, obtenidos después de la implementación de las herramientas de la Manufactura Esbelta, los tiempos fueron tomados en cuenta para la obtención un ciclo productivo.

Tabla 22: Tiempo de ciclo mejorado de las operaciones de chancado

Operaciones	Tiempo de ciclo en minutos de 200Tn
Descarga	25
Selección	20
Transporte a la chancadora de quijada	0.2
Trituración	20
Transporte a la faja N° 01	1.4
Selección de piedra Caliza en zaranda	10.5
Retroalimentación	5
Transporte de piedra caliza seleccionada	1.8
	83.9

Fuente: Elaboración Propia

$$TC = 25 + 20 + 0.2 + 20 + 1.4 + 10.5 + 5 + 1.8$$

$$TC = 83.9 \text{ min}$$

Después de la implementación de la Herramienta Mantenimiento Autónomo el tiempo de chancado se reducirá, mientras que con la Herramienta Jidoka se propone implementar una grizzly, razón por la cual aumentará una operación y por consecuencia el tiempo de operación incrementará. Por otro lado, con la implementación de la Herramienta 5S las operaciones de Descarga y transporte que se realizaban en diferentes zonas se unieron, reduciendo así el tiempo

de, trituración y Selección de piedra caliza. El tiempo de ciclo total para la obtención de piedra caliza es de 112.7 min.

5.4.2. Cálculo de la Efectividad global de los equipos después de la mejora

En la Figura N° 27 y en la Tabla N° 23 se muestra el cálculo de la OEE del proceso de chancado, el tiempo calendario y los tiempos de pérdidas (tiempo no programado, paradas planificadas, paradas no planificadas, pérdidas de eficiencia y pérdidas de calidad), fueron tomados de los registros de un año (mayo del 2015 a abril del 2016). Con la implementación de las Herramientas: 5S'S, Mantenimiento Autónomo y Jidoka, se redujeron los tiempos de pérdidas.

Figura N° 27: Calculo de la Efectividad Global proceso de chancado

Tiempo Calendario	4380 horas		
Tiempo de Operación	4020 horas	Tiempo no programado	360 horas
Tiempo de Funcionamiento	3444 horas	Paradas planificadas	576 horas
Tiempo Operativo Neto	3439 horas	Paradas no planificadas	5 horas
Tiempo Operativo Real o Utilizable	3436 horas	Pérdidas de eficiencia	3 horas
Tiempo Productivo Neto	3356 horas	Pérdidas de calidad	80 horas

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 23: Resumen de cálculo de la Efectividad Global de chancado

TC	Tiempo Calendario	4380 horas
	Tiempo no programado	360 horas
TO	Tiempo de Operación	4020 horas
	Paradas Planificadas	576 horas
TF	Tiempo de Funcionamiento	3444 horas
	Paradas no planificadas	5 horas
TON	Tiempo Operativo Neto	3439 horas
	Pérdidas de Eficiencia	3 horas
TOU	Tiempo Operativo Real o Utilizable	3436 horas
	Pérdidas de Calidad	80 horas
TPN	Tiempo Productivo Neto	3356 horas

Fuente: Elaboración propia.

El porcentaje de disponibilidad de la chancadora se determina por el Tiempo Operativo Neto, el cual se obtiene restando el Tiempo de Funcionamiento menos las Paradas no Planificadas. Según los datos del segundo semestre del 2015, se registraron 3 paradas no planificadas del chancado en días distintos, con un tiempo de duración de una hora por parada.

$$Disponibilidad = \frac{\text{Tiempo Operativo Neto}}{\text{Tiempo de funcionamiento}} = \frac{TON}{TF}$$

$$Disponibilidad = \frac{3439 \text{ horas}}{3444 \text{ horas}} \times 100 = 99.85\%$$

El porcentaje de la disponibilidad de la chancadora obtenido después de implementar las Herramientas: 5S'S y Mantenimiento Autónomo es 99.85%.

El porcentaje de eficiencia de la chancadora se determina por el Tiempo Real o Utilizable, el cual se obtiene restando el Tiempo Operativo Neto menos los tiempos perdidos por Pérdidas de Eficiencia.

Según los datos del segundo semestre del 2015, se registró menor cantidad de tiempo por pérdidas de eficiencia de la chancadora, es decir pérdidas de velocidad, se registró una hora más de funcionamiento de la chancadora en 12 días.

$$Eficiencia = \frac{\text{Tiempo Operativo Realo Utilizable}}{\text{Tiempo Operativo Neto}} = \frac{TOU}{TON}$$

$$Eficiencia = \frac{3436 \text{ horas}}{3439 \text{ horas}} = 99.91\%$$

El porcentaje de la eficiencia de la chancadora obtenido después de implementar las Herramientas: 5S'S y Mantenimiento es 99.91%.

La tasa de calidad se determina por el Tiempo Operativo Real o Utilizable, el cual se obtiene restando el tiempo operativo neto menos los tiempos perdidos generados por la producción de productos con defectos de calidad o reprocesos. Según los datos del análisis de la muestra que se realizó, se registraron pérdidas mínimas de calidad por reproceso de la piedra caliza.

$$Tasa \ de \ calidad = \frac{\text{Tiempo Productivo Neto}}{\text{Tiempo Operativo Real o Utilizable}} \\ = \frac{TPN}{TOU}$$

$$Tasa \ de \ calidad = \frac{3356 \text{ horas}}{3436 \text{ horas}} = 97.67\%$$

El porcentaje de la tasa de calidad de la chancadora obtenido después de implementar las Herramientas: 5S'S, Mantenimiento Autónomo y Jidoka es 97.6%.

La OEE de la empresa en estudio: En la Tabla N° 25 se muestra el cálculo de la efectividad global de la chancadora después de la implementación de las Herramientas: Mantenimiento Autónomo y Jidoka.

Tabla N° 24: OEE del proceso de chancado

Disponibilidad	99.85%
Eficiencia	99.91%
Tasa de calidad	97.67%
OEE	97.44%

Fuente: Elaboración propia

$$OEE = \text{Disponibilidad} \times \text{Eficiencia} \times \text{Tasa de calidad}$$

$$= \frac{TPN}{TF}$$

$$OEE = 99.85\% \times 99.91\% \times 97.67\% = 97.44\%$$

La efectividad Global de la chancadora obtenido después de implementar las Herramientas: 5S'S, Mantenimiento Autónomo y Jidoka es de 97.44%; lo cual indica excelente competitividad y excelencia.

5.4.3. Cálculo del indicador Calidad a la Primera después de la mejora:

Anteriormente se muestra la cantidad de Materia Prima procesada, así como también muestra las unidades defectuosas, durante el segundo semestre del 2015.

Calidad a la Primera a la primera antes del proceso de selección de piedra caliza:

La Tabla N° 25 muestra la cantidad de Materia Prima procesada, así como también muestra las unidades defectuosas de la piedra caliza por tamaño, durante el segundo semestre del 2015.

Tabla 25: Datos para Calidad a la primera antes de proceso de selección

Tipo de Material	Entrega de MP a planta de chancado (TN)	Unidades defectuosas en Trituración de piedra caliza (TN)	Unidades defectuosas en Selección de piedra caliza (TN)
Piedra caliza de 12"	180161.80	8719.83	0.00

Fuente: Elaboración propia

$$FPY = \frac{\text{Und.procesadas} - \text{Und.defectuosas}}{\text{Und.procesadas}}$$

$$FPY = \frac{180161.80\text{Tn} - (8719.83\text{Tn} + 0.00\text{Tn})}{180161.80 \text{ Tn}} \times 100\% = 95.16\%$$

Después de la implementación de las herramientas como 5S'S, Mantenimiento Autónomo y Jidoka, el porcentaje de resultados correctos a partir de operación de trituración en adelante es de 95.16%.

5.4.4. Cálculo de productos defectuosos después de la mejora

$$PD = \frac{\text{Número de unidades defectuosas}}{\text{Und.procesadas}}$$

Para la determinación del siguiente cálculo, se basa en la cantidad promedio de piedra caliza ingresada en Tn diaria, en cada proceso.

Selección en Tolva:

$$PD = \frac{1078.11Tn}{1100Tn} \times 100\% = 1.99\%$$

Después de la implementación de la herramienta Control Visual, el porcentaje de productos defectuosos en el área de descarga es de 1.99%.

Trituración:

$$PD = \frac{52.18 Tn}{1078.11 Tn} \times 100\% = 4.84\%$$

Después de la implementación de la herramienta Control Visual, el porcentaje de productos defectuosos en el área de trituraciones de 4.84%.

Selección de piedra caliza:

$$PD = \frac{70.99Tn}{1025.92Tn} \times 100\% = 6.92\%$$

Después de la implementación de la herramienta Control Visual, el porcentaje de productos defectuosos en el área de selección de piedra caliza es de 6.92%.

Retroalimentación:

$$PD = \frac{17.22Tn}{52.18Tn} \times 100\% = 33\%$$

Después de la implementación de las herramientas: 5S, Mantenimiento Autónomo y Jidoka, el porcentaje de productos defectuosos en el área de retroalimentación es de 33%, manteniéndose al porcentaje inicial, pero esto no sería relevante puesto que la cantidad de materia prima ha disminuido y siempre existirá merma en la trituración, así que, por ende si disminuye la cantidad defectuosa en piedra caliza, también existirá una mejora en retroalimentación, puesto que serán cantidades menores a perderse como fino.

5.4.5. Cálculo de indicadores de productividad después de la mejora

5.4.5.1 Cálculo de actividades productivas

Los tiempos se tomaron en cuenta para procesar 200 tn de Piedra caliza de 12", de la que se obtiene una producción de 127.3 tn de piedra caliza entre 2" a 4 1/4", dicha producción se toma en un ciclo de trabajo de 111.9min.

$$A.P = \frac{\sum \text{tiempo (Operaciones+ Inspecciones)}}{\sum \text{tiempo (operaciones+ inspecciones+ Transporte + Demora+ Almacén)}}$$

$$\begin{aligned}
 A.P & \\
 &= \frac{(25 + 20 + 20 + 10.5 + 525 + 20 + 20 + 1.4 + 10.5 + 5 + 1.8)}{(25 + 20 + 20 + 10.5 + 525 + 20 + 0.2 + 20 + 1.4 + 10.5 + 5 + 1.8)} \times 100\% \\
 &= 99.8\%
 \end{aligned}$$

Después de la implementación de las Herramientas de Manufactura Esbelta existe un 99.8% de actividades productivas.

5.4.5.2 Cálculo de actividades improductivas

Los tiempos se tomaron en cuenta para procesar 1100tn de Piedra caliza de 12", de la que se obtiene una producción de 989.89tn de piedra caliza entre 2" a 4 1/4", dicha producción se toma en un ciclo de trabajo de 83.9 min.

$$\begin{aligned}
 A.I &= \frac{\sum \text{tiempo (transporte + Demora + Almacén)}}{\sum \text{tiempo (operaciones + inspecciones + Transporte + Demora + Almacén)}} \\
 A.I &= \frac{(0.2)}{(25 + 20 + 20 + 10.5 + 525 + 20 + 0.2 + 20 + 1.4 + 10.5 + 5 + 1.8)} \times 100\% \\
 &= 0.2\%
 \end{aligned}$$

Después de implementación de las Herramientas 5S'S y Kaizen de distribución existe un 0.2% de actividades improductivas, pues se redujo el tiempo de transporte, tomando como productivo, ya que se harán inspecciones en dos procesos de dicho tipo.

5.4.5.3 Resultados de la mejora de la Productividad de Mano de Obra después de la mejora:

$$Productividad\ de\ hh = \frac{Producción\ real\ mensual}{N^{\circ}\ de\ hh\ al\ mes \quad N^{\circ}\ de\ operarios}$$

La Tabla N° 26 indica el registro de las cantidades producidas de piedra caliza mensualmente, junto a la cantidad de Horas - Hombre mensuales trabajadas en la línea de producción de la chancadora, durante el segundo semestre del 2015. En el área de chancado trabajan directamente un total de 18 operarios.

La cantidad de trituración y la cantidad de selección de piedra caliza en buen estado incrementaron a causa de la implementación los tableros de control visual en el área de trituración, mientras que la cantidad de piedra caliza seleccionada en buen estado incrementa a causa de la implementación del Mantenimiento Autónomo, la grizzly y los faldones de caucho en las fajas transportadoras.

La cantidad de horas trabajadas es la misma, pero a causa de la implementación de equipos que agilizan el trabajo, se ha incrementado así la productividad de horas-hombre, puesto que la producción es mayor.

Tabla N° 26: Datos para el cálculo de la Productividad de Horas – Hombre después de la implementación de la Manufactura Esbelta

Meses	Producción (tn/mes)	Descarga	Selección	Transporte a la chancadora de quijada	Trituración	Transporte a la faja N° 01	Selección de piedra Caliza en zaranda	Retroalimentación	Transporte de piedra caliza seleccionada	TOTAL
Junio	29697.6	718.8	2735.5	3263.7	3455.1	4751.6	3119.8	2015.9	1823.3	21883.7
Julio	30709.2	745.2	2759.5	3286.6	3479.3	4776.4	3144.3	2040.1	1848.1	22079.5
Agosto	30740.8	738.3	2760.1	3285.7	3480.2	4775.2	3144.5	2041.1	1847.5	22072.6
Septiembre	29653.8	718.2	2730.9	3260.8	3457.6	4750.8	3120.5	2015.6	1823.4	21877.8
Octubre	29676.9	740.2	2757.8	3284.7	3481.1	4775.3	3146.9	2015.3	1847.3	22048.6
Noviembre	29683.5	713.5	2731.4	3259.9	3457.5	4750.1	3120.4	2016.8	1823.6	21873.2
Promedio	30027.0	729.0	2745.9	3273.6	3468.5	4763.2	3132.7	2024.1	1835.5	21972.6

Fuente: Elaboración propia

$$\text{Productividad de hh} = \frac{30027.0 \text{ Tn/ mes}}{21972.6 \text{ hh/ mes} \cdot 25 \text{ hombres}} = 0.08 \text{ Tn/ hh}$$

Después de la implementación de las Herramientas de Manufactura Esbelta, en la planta de China Linda se produce 0.08 Tn de piedra caliza por hora hombre.

5.4.5.4 Cálculo de Productividad de Maquinaria después de la mejora:

La Tabla N° 27 indica el registro de la cantidad producida de piedra caliza, junto a la cantidad de Horas - Máquina mensuales, durante el segundo semestre del 2015.

La Tabla N° 27: Registro de la cantidad producida de piedra caliza cantidad de Horas - Máquina mensuales

Meses	Producción (tn/mes)	N° de horas máquina
Junio	29697.6	240
Julio	30709.22	252
Agosto	30740.78	252
Septiembre	29653.8	240
Octubre	29676.9	252
Noviembre	29683.5	240
Promedio	30027.0	246.0

Fuente: Elaboración propia

$$\begin{aligned} \text{Productividad de maquinaria} &= \frac{30027.0 \text{ Tn/ mes}}{246 \text{ h/ m}} \\ &= 122.06 \text{ Tn/ hm} \end{aligned}$$

Después de la implementación de las Herramientas de Manufactura Esbelta, en el área de chancado de la planta China Linda se produce 122.06 Tn de piedra caliza por hora.

5.4.5.5 Cálculo de Productividad de materia prima después de la mejora:

La Tabla N° 28 indica el registro de la cantidad producida de piedra caliza, junto al total de materia prima procesada mensualmente, durante el segundo semestre del 2015.

Productividad de materia prima

$$= \frac{\text{Producción real mensual}}{\text{Total de materia prima}}$$

La Tabla N° 28: Registro de la cantidad producida de piedra caliza junto al total de materia prima procesada mensualmente

Meses	Producción (tn/mes)	Materia Prima (Tn)
Junio	29697.6	33040.5
Julio	30709.22	32723.6
Agosto	30740.78	35901.1
Septiembre	29653.8	32697.6
Octubre	29676.9	34760.9
Noviembre	29683.5	32864.1
Promedio	30027.0	33664.6

Fuente: Elaboración propia

$$\text{Productividad de materia prima} = \frac{30027.0 \text{ TnPT/ mes}}{33664.6 \text{ TnMP/ mes}} = 0.89 \text{ TnPT/TnMP}$$

Después de implementar las Herramientas de Manufactura Esbelta, los datos que por cada Tn de piedra caliza de 12" se produce 0.89 Tn de piedra caliza entre 2" a 4 ¼", es decir para producir un 1 Tn de piedra caliza entre 2" a 4 ¼" de buena calidad se necesita aproximadamente 1.12 Tn de materia prima, puesto que en las operaciones de triturado, selección y retroalimentación, se genera gran cantidad de unidades defectuosas por procesos inapropiados y falta de autocontrol de

calidad, por otro lado en el proceso de trituración se pierde gran cantidad de piedra caliza.

5.4.5.6 Cálculo de Eficiencia física

$$E.F = \frac{\text{Salida útil}}{\text{Entrada de Materia Prima}} \times 100\%$$

$$E.F = \frac{30027.0 \text{ TnPT/ mes}}{33664.6 \text{ TnMP/ mes}} \times 100\% = 89\%$$

Después de implementar las Herramientas de Manufactura Esbelta, los datos reflejados que de los 30027.0 Tn de piedra caliza se aprovecha el 89.19%, teniendo como desperdicio el 10.81%, ya que se redujo las unidades defectuosas producidas en las operaciones de Chancado.

5.4.6. Resumen de resultados obtenidos y mejoras realizadas para el incremento de la productividad de los indicadores
Tabla N° 29: Estructura de resultados obtenidos y mejoras realizadas para el incremento de la productividad de los indicadores

Indicadores	Antes		Después		Incremento
Disponibilidad	Paradas planificadas muy elevadas, no se realizaba mantenimientos autónomos	98.02%	Se mejoró el tiempo de funcionamiento implementando mantenimiento autónomo y reduciendo las paradas planificadas	99.85%	1.87%
Eficiencia	Paradas no planificadas muy elevadas, no se realizaba mantenimientos autónomos	97.57%	Se mejoró el tiempo neto implementando mantenimiento autónomo y reduciendo las paradas no programadas	99.91%	2.4%
Tasa de calidad	Pérdida de eficiencia muy elevada por no contar con una Grizzly	87.98%	Se mejoró el tiempo real implementando mantenimiento autónomo y reduciendo la pérdida de eficiencia con ayuda de la implementación de Grizzly	97.67%	11.01%
OEE	El resultado de todos los indicadores anteriores	84.14%	Resultado positivo e incrementado por todos los indicadores anteriores	97.44%	15.81%
FYP (calidad a la primera)	Altos volúmenes de piedra deficiente para retroalimentación	47%	Al implementar la Grizzly, la piedra que pasaría a retroalimentación sería menor al 5% del monto ingresado a tolva	95.16%	102.47%
PD (productos defectuosos tolva)	Al no tener una adecuada Grizzly, la piedra defectuosa es mayor en volumen	5%	Implementando la Grizzly se reduce los defectos de piedra caliza	1.99%	- 60.2%
PD (productos defectuosos trituración)	Al no tener una adecuada Grizzly, la piedra defectuosa es mayor en volumen	20%	Implementando la Grizzly se reduce los defectos de piedra caliza	4.84%	-75.80%
PD (productos defectuosos selección de piedra)	Al no tener una adecuada Grizzly, la piedra defectuosa es mayor en volumen	33%	Implementando la Grizzly se reduce los defectos de piedra caliza	6.92%	-79.03%

Actividades productivas	Desorden, y equipos defectuosos ralentizan el proceso en toda la actividad de chancado	96.3%	Se realiza la implementación de 5S, jidoka y Kaizen para mejorar estos indicadores	99.8%	3.63%
Actividades improductivas	Desorden, y equipos defectuosos ralentizan el proceso en toda la actividad de chancado	3.7%	Se reducen los tiempos de actividades improductivas con ayuda de las 5S, jidoka y Kaizen para mejorar estos indicadores	0.2%	-94.59%
Productividad de mano de obra	Horas muertas por desconocimiento de actividades	0.05 Tn/hh	Capitaciones contantes para la mejora continua y manufactura esbelta	0.08 Tn/hh	60.0%
Productividad de Maquinaria	Sin Grizzly, sin mantenimientos autónomos	86.33 Tn / hm	Implementación de grizzly, control visual, mantenimiento autónomo	122.06 Tn / hm	41.39%
Productividad de materia prima	Sin Faldones en fajas transportadoras	0.63 TnPT/TnMP	Se coloca faldones en fajas transportadoras para evitar los desperdicios y accidentes	0.89 TnPT / TnMP	41.27%
Eficiencia física	Sin faldones y sin Grizzly	63%	Colocación de Faldones y Grizzly	89.19%	41.57%

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO VI
COSTO BENEFICIO

VI.- Evaluación del Proyecto

El análisis costo beneficio nos permite valorar la inversión realizada en la implementación de las Herramientas de la Manufactura Esbelta en la línea de producción del área de chancado de la planta china linda.

6.1. Inversión en activos tangibles

La inversión en activos tangibles que realizaron para la implementación de las Herramientas de la Manufactura Esbelta en la cual se describen los materiales, la cantidad y los costos unitarios de cada uno de ellos alcanzo un monto de inversión de S/. 413,677.40, se muestra en la Tabla N° 30

Tabla N° 30: Inversión de activos tangibles

ÍTEM	CANTIDAD INICIAL	MEDIDA	PRECIO UNITARIO	TOTAL INVERSIÓN
ÚTILES DE ESCRITORIO				
USB	1	Unidad	S/. 30.00	S/. 30.00
Archivadores	5	Unidad	S/. 7.00	S/. 35.00
CD's regrabables	3	Conos	S/. 12.00	S/. 36.00
Cinta	3	Unidad	S/. 4.50	S/. 13.50
Clips	3	Cajas	S/. 2.00	S/. 6.00
Cuter	2	Unidad	S/. 2.00	S/. 4.00
Engrapador	1	Unidad	S/. 16.00	S/. 16.00
Grapas	5	Cajas	S/. 10.00	S/. 50.00
Lapiceros	1	Cajas	S/. 25.00	S/. 25.00
Micas	6	Docenas	S/. 4.00	S/. 24.00
Papel A4	5	Millar	S/. 11.00	S/. 55.00
Perforador	2	Unidad	S/. 15.00	S/. 30.00
Plumón indeleble	5	Unidad	S/. 2.50	S/. 12.50
Sobres Manila	1	Ciento	S/. 25.00	S/. 25.00
Tijeras	3	Unidad	S/. 2.50	S/. 7.50
Tintas	20	Unidad	S/. 10.00	S/. 200.00
Sub Total				S/. 569.50
EQUIPOS DE OFICINA				
Cámara fotográfica	1	Unidad	S/. 350.00	S/. 350.00
Sub Total				S/. 350.00
MATERIALES DE IMPLEMENTACIÓN				
Instructivos para la capacitación	25	Unidad	S/. 5.00	S/. 125.00
Hojas check list	10	Unidad	S/. 0.20	S/. 2.00
Tarjetas rojas	50	Unidad	S/. 0.30	S/. 15.00
Cartillas de Limpieza	6	Unidad	S/. 2.00	S/. 12.00
Escoba	4	Unidad	S/. 8.00	S/. 32.00
Recogedor	4	Unidad	S/. 8.00	S/. 32.00
Trapo	5	Unidad	S/. 3.50	S/. 17.50
Detergente	5	Unidad	S/. 5.60	S/. 28.00
Desinfectante	5	Unidad	S/. 4.20	S/. 21.00

Grasa	4	Bolsas	S/. 15.00	S/. 60.00
Tachos de basura	5	Unidad	S/. 8.00	S/. 40.00
Extintores	3	Unidad	S/. 60.00	S/. 180.00
Señalización	14	Unidad	S/. 3.00	S/. 42.00
Formatos de conformidad de limpieza	100	Unidad	S/. 0.20	S/. 20.00
Hojas informativas de tipos de anomalías	5	Unidad	S/. 0.20	S/. 1.00
Tarjetas TPM	50	Unidad	S/. 0.30	S/. 15.00
Hojas de Puntos de Chequeo	2	Unidad	S/. 0.20	S/. 0.40
Cartillas de lubricación	3	Unidad	S/. 0.50	S/. 1.50
Formatos de inspección de cumplimiento de estándares (5S'S)	100	Unidad	S/. 0.20	S/. 20.00
Manual de procedimientos de producción de la piedra caliza	5	Unidad	S/. 1.00	S/. 5.00
Hojas para identificar problemas de producción	5	Unidad	S/. 0.50	S/. 2.50
Hojas para identificar problemas de calidad	5	Unidad	S/. 0.50	S/. 2.50
Hojas con registros de problemas	48	Unidad	S/. 0.50	S/. 24.00
Hojas con actividades de sugerencias	5	Unidad	S/. 0.50	S/. 2.50
Micas acrílicas	100	Unidad	S/. 0.50	S/. 50.00
Cinta	2	Unidad	S/. 3.50	S/. 7.00

Sub Total **S/. 757.90**

EQUIPOS Y MAQUINARIA DE IMPLEMENTACIÓN

Tableros de Control Visual PLC	1	Unidad	S/. 289,000.00	S/. 289,000.00
Grizzly de acero de 2 x 1.2" pase de piedra hasta de 3"	1	Unidad	S/. 120,000.00	S/. 120,000.00
Faldones de estructura metálica y jebe	500	m2	S/. 6.00	S/. 3,000.00

Sub Total **S/. 412,000.00**

TOTAL INVERSIÓN **S/. 413,677.40**

6.2 Otros Costos

En la Tabla N° 31 se presenta los gastos adicionales generados en la implementación de las Herramientas Manufactura Esbelta en la línea de producción piedra caliza entre 2 a 4 ¼", los cuales no se encuentran dentro de los activos tangibles ni en los gastos del personal, el total de otros gastos es S/. 243,500.00.

Tabla N° 31: Gastos adicionales

ÍTEM	CANTIDAD INICIAL	MEDIDA	PRECIO UNITARIO	TOTAL INVERSIÓN
Luz	12	Meses	S/. 3,500.00	S/. 42,000.00
Combustible	12	Meses	S/. 15,000.00	S/. 180,000.00
Costo de adecuación de ambientes	2	Meses	S/. 250.00	S/. 500.00
Mantenimiento de equipos y máquinas	3	Veces	S/. 7,000.00	S/. 21,000.00
TOTAL INVERSIÓN				S/. 243,500.00

Fuente: Elaboración propia

6.3 Gastos de personal

En la Tabla N° 32 se detalla el personal necesario para la implementación y el costo unitario que generan por año, el total de gastos de personal es S/. **S/. 41,000.00**

Tabla N° 32: Gastos de personal

ÍTEM	CANTIDAD AD	MEDIDA	PRECIO UNITARIO	TOTAL INVERSIÓN
Instalador de PLC	1	Veces	S/. 12,000.00	S/. 12,000.00
Operario para instalación de Grizzly	1	Quince na	S/. 10,000.00	S/. 10,000.00
Oficial para instalación de Grizzly	1	Quince na	S/. 4,500.00	S/. 4,500.00
Operario para instalación de Faldones en transportadoras	1	Quince na	S/. 10,000.00	S/. 10,000.00
Oficial para instalación de Faldones en transportadoras	1	Quince na	S/. 4,500.00	S/. 4,500.00
TOTAL GASTOS DE PERSONAL				S/. 41,000.00

Fuente: Elaboración propia

6.4 Gastos de capacitación

En la Tabla N° 33 se detallan los gastos generados por la capacitación interna del personal, en temas de la Manufactura Esbelta al personal de la empresa, el cual asciende a S/. 3,000.00

Tabla N° 33: Gastos de capacitación

ÍTEM	CANTIDAD	MEDIDA	PRECIO UNITARIO	TOTAL INVERSIÓN
Capacitación al personal	2	Veces	S/. 1,500.00	S/. 3,000.00
TOTAL GASTOS DE CAPACITACIÓN				S/. 3,000.00

Fuente: Elaboración propia

6.5 Costos Proyectados - Implementación de las Herramientas de Producción Esbelta

En la Tabla N° 33 se determinan los costos proyectados a cinco años, para lo cual la mayor inversión se encuentra en los Activos Tangibles debido a la cantidad de materiales y maquinaria necesaria para la implementación de las Herramientas de Manufactura Esbelta, el total de gastos para el año 0 asciende S 701,711.40 mientras que el total de gastos por año durante los 5años posteriores es de S/. 246,415.00.

Tabla N° 34: Costos proyectados

ÍTEM	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
ÚTILES DE ESCRITORIO						
USB	S/. 30.00					
Archivadoresp	S/. 35.00					
CD's regrabables	S/. 36.00					
Cinta	S/. 13.50					
Clips	S/. 6.00					
Cuter	S/. 4.00					
Engrapador	S/. 16.00					
Grapas	S/. 50.00					
Lapiceros	S/. 25.00					
Micas	S/. 24.00					
Papel A4	S/. 55.00					
Perforador	S/. 30.00					
Plumón indeleble	S/. 12.50					
Sobres Manila	S/. 25.00					
Tijeras	S/. 7.50					
Tintas	S/. 200.00					
Sub Total	S/. 569.50	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00
EQUIPOS DE OFICINA						
Cámara fotográfica	S/. 350.00					
Sub Total	S/. 350.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00
MATERIALES DE IMPLEMENTACIÓN						
Instructivos para la capacitación	S/. 125.00					
Hojas check list	S/. 2.00					

Tarjetas rojas	S/. 15.00	S/. 15.00	S/. 15.00	S/. 15.00	S/. 15.00	S/. 15.00
Cartillas de Limpieza	S/. 12.00					
Escoba	S/. 32.00					
Recogedor	S/. 32.00					
Trapo	S/. 17.50	S/. 17.50	S/. 17.50	S/. 17.50	S/. 17.50	S/. 17.50
Detergente	S/. 28.00	S/. 28.00	S/. 28.00	S/. 28.00	S/. 28.00	S/. 28.00
Desinfectante	S/. 21.00	S/. 21.00	S/. 21.00	S/. 21.00	S/. 21.00	S/. 21.00
Grasa	S/. 60.00	S/. 60.00	S/. 60.00	S/. 60.00	S/. 60.00	S/. 60.00
Tachos de basura	S/. 40.00					
Extintores	S/. 180.00	S/. 180.00	S/. 180.00	S/. 180.00	S/. 180.00	S/. 180.00
Señalización	S/. 42.00					
Formatos de conformidad de limpieza	S/. 20.00	S/. 20.00	S/. 20.00	S/. 20.00	S/. 20.00	S/. 20.00
Hojas informativas de tipos de anomalías	S/. 1.00					
Tarjetas TPM	S/. 15.00	S/. 15.00	S/. 15.00	S/. 15.00	S/. 15.00	S/. 15.00
Hojas de Puntos de Chequeo	S/. 0.40					
Cartillas de lubricación	S/. 1.50					
Formatos de inspección de cumplimiento de estándares (5S'S)	S/. 20.00	S/. 20.00	S/. 20.00	S/. 20.00	S/. 20.00	S/. 20.00
Manual de procedimientos de producción de la piedra caliza	S/. 5.00					
Hojas para identificar problemas de producción	S/. 2.50	S/. 2.50	S/. 2.50	S/. 2.50	S/. 2.50	S/. 2.50
Hojas para identificar problemas de calidad	S/. 2.50	S/. 2.50	S/. 2.50	S/. 2.50	S/. 2.50	S/. 2.50
Hojas con registros de problemas	S/. 24.00	S/. 24.00	S/. 24.00	S/. 24.00	S/. 24.00	S/. 24.00
Hojas con actividades de sugerencias	S/. 2.50	S/. 2.50	S/. 2.50	S/. 2.50	S/. 2.50	S/. 2.50

Micas acrílicas	S/. 50.00					
Cinta	S/. 7.00	S/. 7.00	S/. 7.00	S/. 7.00	S/. 7.00	S/. 7.00
Sub Total	S/. 757.90	S/. 415.00	S/. 415.00	S/. 415.00	S/. 415.00	S/. 415.00
EQUIPOS Y MAQUINARIA DE IMPLEMENTACIÓN						
Tableros de Control Visual PLC	S/. 289,000.00					
Grizzly de acero de 2 x 1.2" pase de piedra hasta de 3"	S/. 120,000.00					
Faldones de estructura metálica regulables con caucho	S/. 3,000.00					
Sub Total	S/. 412,000.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00
OTROS COSTOS						
Luz	S/. 42,000.00	S/. 42,000.00	S/. 42,000.00	S/. 42,000.00	S/. 42,000.00	S/. 42,000.00
Combustible	S/. 180,000.00	S/. 180,000.00	S/. 180,000.00	S/. 180,000.00	S/. 180,000.00	S/. 180,000.00
Costo de adecuación de ambientes	S/. 500.00					
Mantenimiento de equipos y máquinas	S/. 21,000.00	S/. 21,000.00	S/. 21,000.00	S/. 21,000.00	S/. 21,000.00	S/. 21,000.00
Sub Total	S/. 243,500.00	S/. 243,000.00	S/. 243,000.00	S/. 243,000.00	S/. 243,000.00	S/. 243,000.00

Tabla N° 34: Costos proyectados (continuación)

GASTOS DE PERSONAL						
Instalador de PLC	S/. 12,000.00					
Operario para instalación de Grizzly	S/. 10,000.00					
Oficial para instalación de Grizzly	S/. 4,500.00					
Operario para instalación de Faldones en fajas transportadoras	S/. 10,000.00					
Oficial para instalación de Faldones en transportadoras	S/. 4,500.00					
Sub Total	S/. 41,000.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00
GASTOS DE CAPACITACIÓN						
Capacitación al personal	S/. 3,000.00	S/. 3,000.00	S/. 3,000.00	S/. 3,000.00	S/. 3,000.00	S/. 3,000.00
Sub Total	S/. 3,000.00	S/. 3,000.00	S/. 3,000.00	S/. 3,000.00	S/. 3,000.00	S/. 3,000.00
TOTAL GASTOS	S/. 701,177.40	S/. 246,415.00	S/. 246,415.00	S/. 246,415.00	S/. 246,415.00	S/. 246,415.00

Fuente: Elaboración Propia

6.6 Evaluación Costo Beneficio: VAN, TIR, IR

A continuación, se presenta el análisis de la sensibilidad de las variables medidas después de la implementación de las Herramientas de la Manufactura Esbelta en la línea de producción de piedra caliza.

❖ Análisis de los indicadores

En la tabla N° 35 se presentan los ingresos generados por la empresa después de implementar de las Herramientas de Manufactura Esbelta el cual asciende a S/. 1,664,249.23.

Tabla N° 35: Análisis de Indicadores

INDICADORES	ANTES		BENEFICIO		DESPUÉS	
Productos de buena calidad	S/.	3,066,657.00	S/.	425,369.00	S/.	3,492,026.00
Productividad de horas hombre	S/.	1,098,628.33	S/.	454,656.23	S/.	1,553,284.56
Productividad de materia prima	S/.	12,778,285.00	S/.	658,748.00	S/.	13,437,033.00
Productividad de maquinaria	S/.	131,400,000.00	S/.	125,476.00	S/.	131,525,476.00
Evaluación de la productividad VS Herramientas de manufactura	S/.	148,343,570.33	S/.	1,664,249.23	S/.	150,007,819.56

Fuente: Elaboración propia

❖ Ingresos proyectados

A continuación, en la Tabla N° 36 se presentan los ingresos proyectados para un periodo de cinco años.

Tabla N° 36: ingresos proyectados

	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Ingresos proyectados	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.
	1,664,249.23	1,664,249.23	1,664,249.23	1,664,249.23	1,664,249.23

Fuente: Elaboración propia

❖ **Flujo de caja neto proyectado**

A continuación, en la Tabla N° 37 se presenta el flujo de caja óptimo proyectado a cinco años.

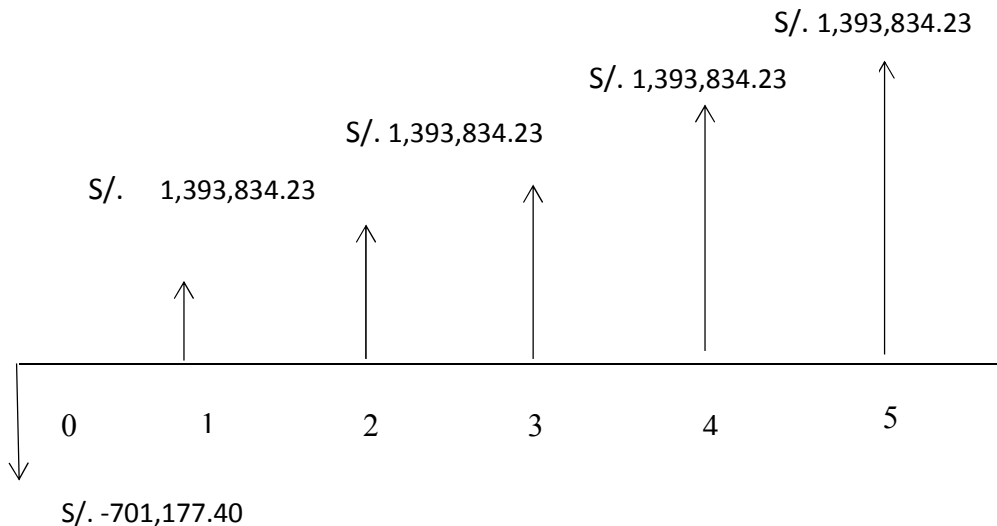
Tabla N° 37: Flujo de caja

	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
UTILIDAD NETA	0.00	S/.1,417,834.23	S/.1,417,834.23	S/. 1,417,834.23	S.1,417,834.23	S/. 1,417,834.23
DEPRECIACIÓN DE GRIZZLY	0.00	-S/.24,000.00	-S/.24,000.00	-S/.24,000.00	-S/.24,000.00	-S/.24,000.00
FLUJO DE CAJA	S/. -701,177.40	S/.1,393,834.23	S/.1,393,834.23	S/.1,393,834.23	S/.1,393,834.23	S/.1,393,834.23

Fuente: Elaboración propia

En la Figura N° 28 se presenta el flujo de caja proyectado a cinco años en forma gráfica, de tal manera que se visualice de mejor forma el escenario,

Figura N° 28: Flujo de caja proyectado



Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N° 38 se determinan los indicadores económicos sobre la viabilidad del proyecto.

Tabla N° 38: Indicadores económicos

VAN	S/. 5,514,880.70
TIR	201%
IR	6.87

Fuente: Elaboración propia

VAN > 0 La propuesta de mejora centrada si es aceptada, debido a que el VAN es mayor que 0.

TIR > La propuesta de mejora si es aceptada debido a que la tasa interna de retorno es mayor al costo de capital

IR > 1 El índice de rentabilidad es de 6.87 este valor es mayor que 1, por lo tanto, la propuesta de mejora si es aceptada ya que está generando una rentabilidad de S/. 5.87 por cada sol invertido.

CAPÍTULO VII

DISCUSIÓN

VII.- DISCUSIÓN

Al realizar la implementación de las Herramientas de Manufactura Esbelta se logró mejorar los niveles de productividad en la línea de producción de la piedra caliza entre 2 a 4 ¼”

En un inicio se realizó un diagnóstico de la empresa, mediante entrevista, diagramas Ishikawa, con la finalidad de determinar los principales problemas que afectan los niveles de productividad, los principales problemas identificados fueron: transportes innecesarios de la piedra caliza y movimientos innecesarios de los operarios, que generan tiempos considerables de valor no agregado; falta de Mantenimiento Autónomo; que afectan en la eficiencia de los equipos y en la calidad del producto; procesos inapropiados y falta de autocontrol de calidad, que genera piedra caliza defectuosa y piedra caliza a ser reprocesada.

Posteriormente se planteó la implementación de las Herramientas de Manufactura Esbelta en la Línea de Producción del área de chancado.

Con la implementación la Herramienta 5S'S, se logró el óptimo estado de organización y sistematización dentro de las áreas de trabajo, pues los resultados arrojan que las áreas de trabajo están organizadas, ordenadas y limpias en un 100%, además se está cumpliendo con el principio de estandarización y disciplina en un 100%.

Las Herramienta Mantenimiento Autónomo y Jidoka (Grizzly y PLC en trituración) implementadas en el área de chancado, lograron que las horas por paradas no planificadas se redujeron de 48 horas a 3 horas, las horas por pérdida de velocidad se redujeron de 60 horas a 5 horas y las horas por pérdidas de calidad se redujeron de 384 horas a 80 horas, razón por la cual la Efectividad Global de la chancadora se incrementó de 84.14% a 97.44%, indicando excelente competitividad.

Así mismo con la implementación de la Herramienta de Control Visual las cantidades de productos defectuosos se redujeron en el área de Trituración de 20% a 4.84%, en el área de selección de piedra caliza de 33% a 6.92% y con la implementación de un autocontrol de calidad (PLC y faldones para las fajas transportadoras) las cantidades de productos defectuosos se redujeron de 36% a 10%.

Los tiempos de las actividades productivas incrementan de 96.3% a 99.8%, mientras que los tiempos de las actividades improductivas reducen de 3.7% a 0.2%, puesto que con la implementación de las Herramientas Kaizen de Distribución y 5S'S reduce el tiempo de transportes y almacenamiento, es decir se logrará evitar el transporte innecesario (5 metros) de la piedra caliza esparcida hacia el área de selección de Materia Prima para realizar la operación de Triturado, y finalmente con la propuesta de construcción de un nueva grizzly se logrará reducir la merma de piedra caliza como fino.

La Productividad de hora-hombre tuvo un crecimiento de 0.05 Tn/hrs-H a 0.08 Tn/hrs-H, por otro lado la productividad de la chancadora creció de 86.33 Tn/hrs-maq. a 122.06 Tn/hrs-maq, mientras que la productividad de materia prima incrementó de 0.63 Tn PT/MP a 0.89 Tn PT/ MP, pues que se redujeron las unidades defectuosas producidas en las operaciones triturado, selección y retroalimentación.

Por último, se realizó una evaluación de la propuesta de implementación de las herramientas de manufactura esbelta, a través de la metodología costo beneficio, obteniendo una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 201%, la cual es mayor al Costo de Oportunidad del Capital, lo cual nos indica que el proyecto es aceptado; un Valor Actual Neto (VAN) de S/. 5514880.70, y por ultimo un Índice de Rentabilidad (IR) de 6.87, es decir que por cada S/. 1.00 invertido retorna S/. 5.87.

CAPÍTULO VIII
CONCLUSIONES

VIII.- CONCLUSIONES

Se realizó el diagnóstico inicial en la línea de producción de la piedra caliza, identificándose los principales problemas que afectan los niveles de productividad, como: transportes innecesarios de la piedra caliza, debido a caída de material de las fajas transportadoras y movimientos innecesarios de los operarios, que generaban tiempos considerables de valor no agregado, el Tiempo de No Valor Agregado (TNVA) para producir un ciclo de piedra caliza era 111.9 min; falta de Mantenimiento Autónomo; que afectaban en la eficiencia de los equipos y en la calidad del producto, la cantidad de paradas no planificadas durante el 2014 fue de 60 horas; procesos inapropiados y falta de autocontrol de calidad, que generaban piedra caliza menor a 2" a ser reprocesada, la cantidad de piedra caliza en el área de selección, Triturado, transporte y reproceso durante el proceso sin herramientas de manufactura esbelta fue de 25485.46 Tn

Las Herramientas de Manufactura seleccionadas para incrementar los niveles de productividad son: 5S'S, Mantenimiento Autónomo, Control Visual, Jidoka y Kaizen de distribución, en consecuencia, la cantidad de materia prima empleada será de 9989.89 Tn, mientras que el Tiempo de Valor Agregado (TVA) y el Tiempo de No Valor Agregado (TNVA) para producir dicha cantidad será de 83.9 min. Respectivamente, para poder realizar el mapa de flujo de valor del área de chancado.

Se implementó las herramientas de Manufactura Esbelta en la línea de producción de la chancadora. Con la implementación de la Herramienta 5S se logró ordenar toda la producción, haciendo más eficiente el proceso por el orden y formas de trabajo. Con la implementación de la Herramienta Control Visual se logrará reducir la cantidad de productos defectuosos. Con la implementación de las Herramientas Mantenimiento Autónomo y Jidoka se logrará incrementar la Efectividad Global de la chancadora de 84.14% a 97.44%, lo cual indica excelente competitividad, por otro lado, se logrará

reducir la cantidad de productos defectuosos. Con la implementación de la Herramienta Kaizen de Distribución se logró evitar el transporte innecesario de materia prima hacia el área de la tolva.

Se midió los niveles de productividad en la línea de producción de piedra caliza después de la implementación de las Herramientas de Manufactura Esbelta, los resultados muestran que los tiempos de las actividades productivas incrementaron de 96.3% a 99.8%, mientras los tiempos de las actividades improductivas se redujeron de 3.7% a 0.2%, por otro lado la productividad de horas – hombre se incrementó de 0.05 Tn/hrs-H a 0.08 Tn/hrs-H, la productividad de maquinaria se incrementó de 86.33 Tn/hrs-maq. a 122 Tn/hrs-maq. y la productividad de materia prima se incrementó a 89.19%

Se evaluó la propuesta de implementación de las herramientas de manufactura esbelta en línea producción de piedra caliza, a través de la metodología costo beneficio, obteniendo una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 201%, la cual es mayor al Costo de Oportunidad del Capital, lo cual nos indica que el proyecto es aceptado; un Valor Actual Neto (VAN) de S/. 5,514,880.70, por ultimo un Índice de Rentabilidad (IR) de 6.87, es decir que por cada S/. 1.00 invertido retorna S/. 5.87.

CAPÍTULO IX

RECOMENDACIONES

IX.- RECOMENDACIONES

- ✓ Cambiar mensualmente las técnicas de control visual que contiene los paneles de Control Visual de cada área implementada, con el objetivo de mantener constantemente informado al personal sobre instrucciones que deben seguir y sobre como sus esfuerzos afectan a los resultados.

- ✓ Implementar la Herramienta de Manufactura Esbelta Jidoka propuesta en la línea de producción de piedra caliza, la cual se basa en la implementación de una grizzli y un PLC para controlar y uniformizar las dimensiones de las piedras, lo que permitirá que la operación de chancado de piedra caliza se realice de forma uniforme evitando finos y reprocesos.

- ✓ Implementar la Herramienta de Manufactura Esbelta Kaizen de Distribución propuesta en la línea de producción de la piedra caliza, la cual se basa en la instalación de faldones en las fajas transportadoras para evitar las mermas, por caída de material de las mismas con la finalidad de disminuir el tiempo de valor no agregado por causa del transporte innecesario de producto terminado.

- ✓ Implementar el control de las inspecciones, el mantenimiento programado, monitoreo de los equipos, los repuestos en la planta de China Linda, de este modo se aseguran los equipos estén operativos y la empresa disponga de un buen sistema de gestión de calidad (SGC) que le permita administrar y mejorar la calidad de sus productos o servicios.

X.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Cabrera, R. (2010). Value Stream Mapping. [en línea] Recuperado el 17 de octubre de 2014, de <http://dspace.universia.net/bitstream/2024/1154/1/VSM+VALUE+STREAM+MAPPING+ANALISIS+DEL+MAPEO+DE+LA+CADENA+DE+VALOR+-+copia.pdf>

Hernández, J.; Vizán, A. (2013). Lean Manufacturing: Conceptos, técnicas e implantación Madrid: Fundación EOI.

Jones, D.; Womack, J. (1996). □Lean Thinking: Banish. Waste and Create a Wealth in your Corporation. New York: Simonand Schuster.

Liker, J. & Meier, D. (2006). The Toyota Way Fieldbook. (Primera edición). New York: McGraw-Hill.

López, E. (2006). Propuesta para la implementación de manufactura esbelta en una línea de ensamble, de una empresa dedicada a la industria metal mecánica. Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, México.

Ortega, F (2011). Lean Manufacturing y mayor productividad en la industria. [en línea] Recuperado el 17 de octubre de 2014, de http://www.revista-mm.com/ediciones/rev61/adminis_manufactura.pdf

Rey, F. (2005). Las 5's: Orden y Limpieza en el puesto de trabajo. Madrid: Fundación Confemetal.

- RAMOS J. (2004) Análisis y propuesta de mejora del Proceso Productivo de una Línea de Fideos en una empresa de consumo masivo mediante el uso de Herramientas de Manufactura Esbelta. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima, Perú. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Silva J. (2005) Implantación del TPM en la zona de enderezadoras de Aceros Arequipa. Tesis (Ingeniero Industrial). Piura, Perú. Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería.
- Suzuki, T. (1996). TPM para industrias de proceso. Madrid: TGP Hoshin.
- Tapping, D. (2002). Value stream management: eight steps to planning, mapping, and sustaining lean improvements. New York: Productivity Press
- TUAREZ C. Diseño de un Sistema de Mejora Continua en una Embotelladora y Comercializadora de Bebidas Gaseosas de la ciudad de Guayaquil por medio de la Aplicación del TPM (Mantenimiento Productivo Total). Tesis (Magíster en Gestión de la Productividad y la Calidad). Guayaquil, Ecuador. Escuela Superior Politécnica del Litoral)
- Vargas, H. (2004). Manual de implementación de las "5S". Santander: Corporación Autónoma Regional de Santander.

XI.- ANEXOS

Anexo N° 01: Área de Descarga de material



Anexo N° 02: Parrilla de Tolva de 12”



Anexo N° 03: Área de chancado



Anexo N° 04: Selección en Tolva de gruesos



Anexo N° 05: Zaranda y chutes



Anexo N° 06: Área de monitoreo por PLC



Anexo N° 07: Balanza electrónicas de faja N° 03 - 07 - 08



Anexo N° 08: Faja N° 01



Anexo N° 09: Apron Feeder



Anexo N° 10: Área de Chancado



Anexo N° 11: Chancadora de quijada



Anexo N° 11: Fajas transportadoras



Anexo N° 12: Faja de finos



Anexo N° 13: Merma caída de faja N° 01



Anexo N° 14: Tableros de control



Anexo N° 15: Faldones cleaners para fajas transportadoras





Anexo N° 16: Cronograma de implementación de la propuesta de mejora:

Actividades de la propuesta	1era fase	2da fase	3ra fase	4ra fase	5ta fase
Programa de capacitación y compromiso con la producción Esbelta a los miembros de la empresa	Capacitación trimestral por un año	Capacitación trimestral por un año	Capacitación trimestral por un año	Capacitación trimestral por un año	Capacitación trimestral por un año
Implementación de la herramienta 5S	Implementación en 2 meses y seguimiento en transcurso	Seguimiento y mejora continua mensual	Seguimiento y mejora continua mensual	Mejora continua	Mejora continua
Implementación de mantenimiento autónomo	Implementación en 6 meses y seguimiento en transcurso	Seguimiento y mejora continua mensual	Seguimiento y mejora continua mensual	Mejora continua	Mejora continua
Implementación de kaizen	Implementación en 4 meses y seguimiento en transcurso	Seguimiento y mejora continua mensual	Seguimiento y mejora continua mensual	Mejora continua	Mejora continua
Implementación de jidoka	Implementación en 2 meses y seguimiento en transcurso	Seguimiento y mejora continua mensual	Seguimiento y mejora continua mensual	Mejora continua	Mejora continua
Implementación seguimiento Control Visual	Implementación en 2 meses y seguimiento en transcurso	Seguimiento y mejora continua mensual	Seguimiento y mejora continua mensual	Mejora continua	Mejora continua
Evaluación de niveles de productividad	Desde el primer mes implementado la herramienta de 5S	Seguimiento y mejora continua mensual	Seguimiento y mejora continua mensual	Mejora continua	Mejora continua
Análisis costo beneficio	Evolución y seguimiento de indicadores de costos según los planes implementados	Evolución y seguimiento de indicadores de costos según los planes implementados	Evolución y seguimiento de indicadores de costos según los planes implementados	Evolución y seguimiento de indicadores de costos según los planes implementados	Evolución y seguimiento de indicadores de costos según los planes implementados

Anexo N° 17: Preguntas realizadas en la entrevista a colaboradores y responsables directos en el área de estudio:

Para dar inicio a las entrevistas, se tuvo que coordinar con los responsables del proceso y las personas involucradas en el mismo, para que brindar unos minutos, la mayor parte de la entrevista se hizo después del trabajo, específicamente en el área de descanso del KM 37 de MYSR, las preguntas fueron de manera personal, las que ayudaron a tener una idea clara de que es lo que podemos mejorar, a continuación, se muestran las preguntas realizadas:

¿Considera que el método de trabajo utilizado es el más productivo? ¿Por qué?

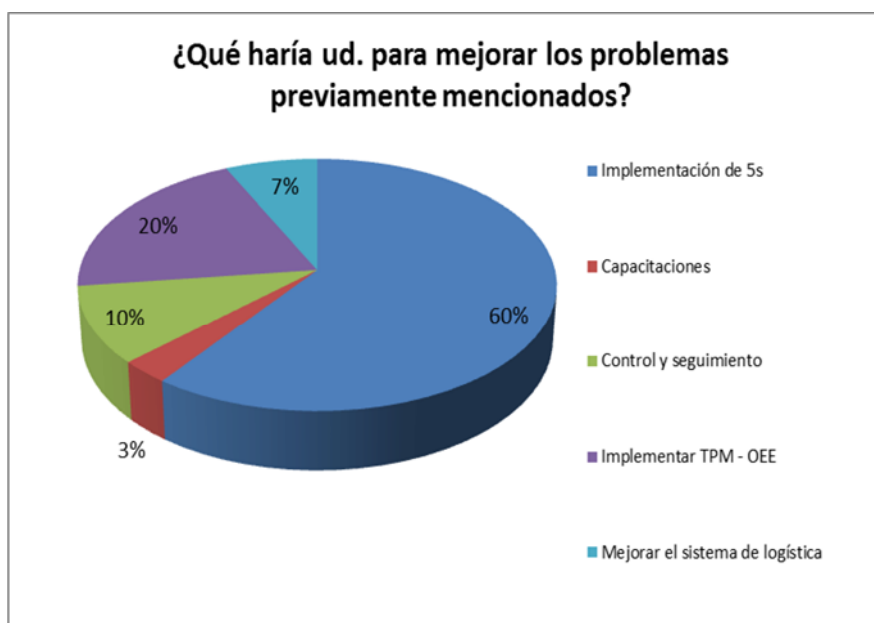
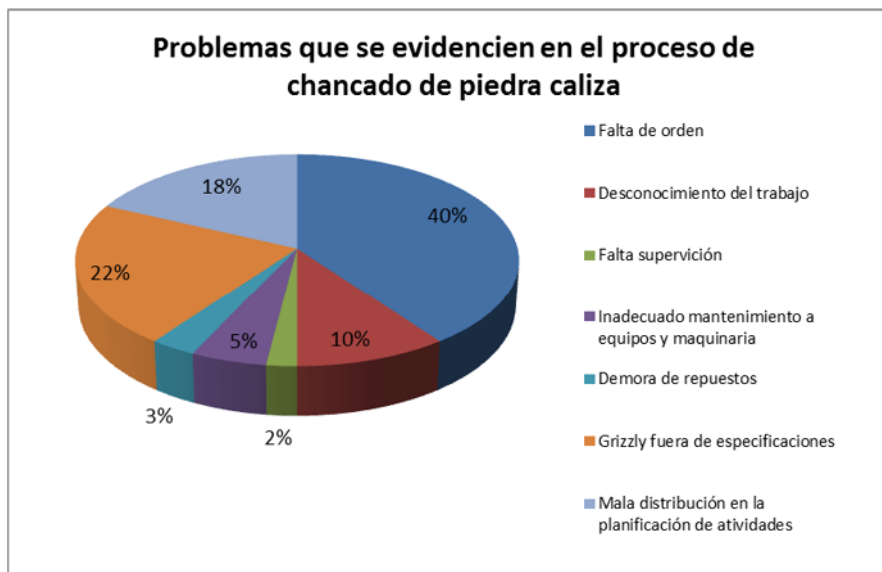
Mencione 3 problemas que se evidencien en el proceso de chancado de piedra caliza actualmente

¿Qué haría Ud. para mejorar los problemas previamente mencionados?

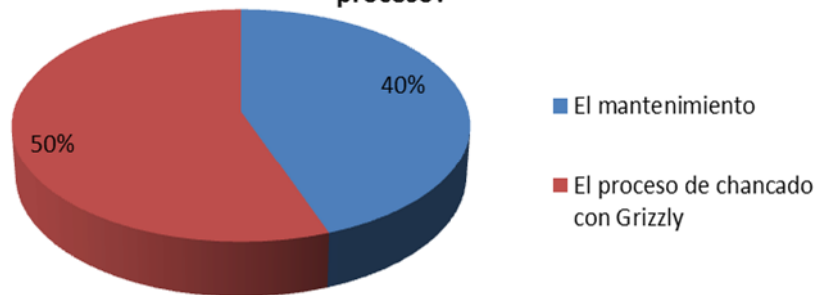
¿Cuáles de las tareas que desarrolla dentro de su trabajo considera ud, que son las que le dan valor al proceso?

¿Cuáles de sus tareas podría omitir sin bajar la calidad del producto?

Resultados de la entrevista:



¿Cuáles de las tareas que desarrolla dentro de su trabajo considera ud, que son las que le dán más valor al proceso?



¿Cuáles de sus tareas podría omitir sin bajar la calidad del producto?

