



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA LEAN SIX
SIGMA EN LA RECEPCIÓN DE MATERIAS PRIMAS EN HOLCIM
ECUADOR S. A. PLANTA LATACUNGA.**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del título
de Ingeniero Industrial

Autores:

Paredes Cabay Henry Paúl

Toapanta Moposita María Belén

Tutor:

Ing. PhD. Medardo Ángel Ulloa Enríquez

LATACUNGA – ECUADOR

MARZO-2024



DECLARACIÓN DE AUTORIA

Paredes Cabay Henry Paúl, con cédula de ciudadanía No. 1723566624, Toapanta Moposita María Belén, con cédula de ciudadanía No. 1850019751 declaramos ser autores del presente **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: “PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA LEAN SIX SIGMA EN LA RECEPCIÓN DE MATERIAS PRIMAS EN HOLCIM ECUADOR S.A. PLANTA LATACUNGA”** siendo el Ing. PhD. Ángel Medardo Ulloa Enriquez, Tutor del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posible o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga, Marzo 2024

Paredes Cabay Henry Paúl
C.C: 1723566624

Toapanta Moposita María Belén
C.C: 1850019751



AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad del Tutor del Proyecto de Investigación sobre el título:

“PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA LEAN SIX SIGMA EN LA RECEPCIÓN DE MATERIAS PRIMAS EN HOLCIM ECUADOR S.A. PLANTA LATACUNGA” de Paredes Cabay Henry Paúl y Toapanta Moposita María Belén, de la carrera de Industrial, considero que dicho Informe Investigativo es merecedor del aval de aprobación al cumplir las normas técnicas, traducción y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la pre-defensa.

Latacunga, Marzo 2024

Ing. PhD. Medardo Ángel Ulloa Enriquez
C.C: 1724047319
TUTOR



AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y, por la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, los postulantes: Paredes Cabay Henry Paúl; Toapanta Moposita María Belén con el título del Proyecto de Investigación **“PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA LEAN SIX SIGMA EN LA RECEPCIÓN DE MATERIAS PRIMAS EN HOLCIM ECUADOR S.A. PLANTA LATACUNGA”** ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza grabar los archivos correspondientes en un CD, según la normativa institucional.

Latacunga, Marzo 2024

Para constancia firman:


MsC. Ing. Rau Heriberto Andrango Guayasamin
C.C: 17172625-3
(PRESIDENTE)


MsC. Ing. Jose Ezequiel Naranjo Robalino
C.C: 180471046-3
LECTOR 2


MsC. Ing. Angel Guillermo Hidalgo Oñate
C.C: 050325740-4
LECTOR 3



CERTIFICACIÓN DE INFORME DE SIMILITUD

En mi calidad de Tutor del Proyecto de Investigación con el tema: "Propuesta de implementación de la metodología Lean Six Sigma en la recepción de materias primas en Holcim Ecuador S.A. Planta Latacunga" de Paredes Cabay Henry Paúl y Toapanta Moposita María Belén, de la carrera de Ingeniería Industrial, remito la captura de pantalla del reporte del sistema de reconocimiento de texto Compilatio, con un porcentaje de coincidencia de 5%; y, expreso una vez más, mi conformidad en cuanto a la dirección del trabajo de titulación.

CERTIFICADO DE ANÁLISIS
magister

Tesis_Paredes_Toapanta_Propuesta de implementación de la metodología Lean Six Sigma en el Holcim Ecuador Plata Latacunga

5%
Textos sospechosos

5% Similitudes
1% similitudes entre comillas
< 1% entre las fuentes mencionadas
0% Idiomas no reconocidos

Nombre del documento: Tesis_Paredes_Toapanta_Propuesta de implementación de la metodología Lean Six Sigma en el Holcim Ecuador Plata Latacunga.docx
ID del documento: 193f08ac3f166bbb71164a5282d8d7354f584492
Tamaño del documento original: 11,01 MB

Depositante: RAUL HERIBERTO ANDRANGO
GUAYASAMIN
Fecha de depósito: 26/2/2024
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 26/2/2024

Número de palabras: 21.976
Número de caracteres: 148.961

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes.

Latacunga, Marzo 2024

Ing. PhD. . Medardo Ángel Ulloa Enríquez
C.C: 1724047319
TUTOR

AGRADECIMIENTO

Expreso mi profundo agradecimiento, en primer lugar, agradezco a Dios por brindarme la sabiduría y la fortaleza necesarias para concluir esta travesía académica.

Quiero expresar mi sincero agradecimiento a mis padres por su apoyo inquebrantable, confianza, amor y aliento, los cuales han sido una constante fuente de inspiración y motivación que me ha impulsado a superar este desafío, a mi hermano con su sabiduría supo guiarme y mi hermana que en todo momento me comprendió y ayudo en todo el proceso.

Asimismo, agradezco a los distinguidos ingenieros de la universidad, cuya experiencia y dedicación han sido fundamentales para mi formación profesional.

Al llegar a este punto, reconozco que este logro no habría sido posible sin el respaldo de todas estas personas influyentes en mi vida, incluyendo amigos que conocí a lo largo de este camino y otras personas valiosas que me brindaron su apoyo incondicional. Con humildad y gratitud, dedico el fruto de mi esfuerzo y dedicación.

Henry P.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por los dones y bendiciones entregados que me han permitido alcanzar una de las metas más anheladas en mi vida.

A mi madre Beatriz Moposita por ser mi ejemplo de humildad, trabajo, esfuerzo y dedicación; mi apoyo en todo este proceso formación académica, por brindarme siempre su amor y cariño de forma incondicional aún en los momentos más difíciles que hemos tenido que afrontar.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi por abrirme las puertas de su entorno y formarme como profesional, a todos y cada uno de los docentes y profesionales que han sido parte de mi vida a lo largo de estos años, de manera especial agradezco al Ing. PhD Medardo Ángel Ulloa por la guía en el desarrollo del presente proyecto de investigación, por la paciencia y el conocimiento brindado.

Por último, a Holcim Ecuador S.A. Planta Latacunga por permitirme ser parte de sus instalaciones y compartir conmigo experiencias laborales y personales, al Ing. Cristian Aguilar y al Dr. José Titusunta por su importante aporte en este proyecto investigativo.

Belén Toapanta

DEDICATORIA

Quiero dedicar este proyecto a mis padres, quienes me inculcaron valores y me brindaron amor y apoyo incondicional, siempre presentes para sostenerme en medio de las adversidades. Su respaldo constante sigue siendo mi principal fuente de motivación.

Cada desafío que he enfrentado ha sido posible gracias a la dirección y enseñanzas que me han transmitido. El ejemplo de tenacidad y sacrificio que han demostrado deja una profunda huella en mí, sirviendo como inspiración para esforzarme al máximo.

Agradezco también a mi hermano y mi hermana, quienes han estado a mi lado en todo momento, brindándome su apoyo y cariño de maneras que solo ellos saben. Su presencia ha sido un sostén invaluable, y sé que puedo contar con ellos siempre.

Henry Paredes

DEDICATORIA

Dedico con profundo agradecimiento y cariño este proyecto a mi querida madre, Beatríz. Cada línea de esfuerzo plasmada en estas páginas es el resultado de sus oraciones constantes y del incansable trabajo que ha dedicado a mi crecimiento. A mis amados hermanos, Joel, Carlos y Jéssica, les dedico este logro, pues su compañía ha sido mi refugio en los momentos más desafiantes de mi vida.

A mis sobrinos, Ismael y Jhon, les ofrezco este proyecto como un testimonio de compromiso y ejemplo para sus vidas. Mi familia ha sido mi mayor apoyo, y agradezco sinceramente cada instante de aliento y respaldo incondicional. Es gracias a ellos que hoy puedo afirmar con gratitud que me he convertido en un profesional realizado.

Que esta dedicatoria sirva como humilde expresión de mi reconocimiento y amor hacia quienes han sido mi fuente constante de inspiración y fortaleza, a mis amigos quienes han sido parte de esta maravillosa experiencia.

Este proyecto lleva impreso el sello de su influencia positiva, y les dedico cada logro con profundo agradecimiento.

Belén Toapanta

ÍNDICE

INFORMACIÓN GENERAL	1
1 INTRODUCCIÓN	2
1.1 RESUMEN	2
ABSTRACT.....	3
1.2 PROBLEMA.....	4
1.2.1 Planteamiento del problema	4
1.2.2 Formulación del problema.....	4
1.3 BENEFICIARIOS	4
1.4 JUSTIFICACIÓN	5
1.5 OBJETIVOS	6
1.5.1 General.....	6
1.5.2 Específicos.....	6
1.6 ACTIVIDADES EN RELACIÓN CON LOS OBJETIVOS PLANTEADO.....	7
2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	8
2.1 ANTECEDENTES	8
2.2 MARCO REFERENCIAL.....	10
2.2.1 Proceso de producción del cemento	10
2.2.2 Principales materias primas del cemento.....	11
2.2.3 Recepción de materia prima y almacenamiento	12
2.2.4 Six sigma	14
2.2.5 Lean Manufacturing o manufactura esbelta	20
2.2.6 Lean Six Sigma.....	21
2.2.7 Distribución de plantas (Layout).....	25
2.2.8 Matriz de riesgo	25
2.2.9 Diagrama AMEF	26
3 DESARROLLO DE LA PROPUESTA.....	28

3.1	METODOLOGÍA	28
3.1.1	Modalidad y enfoque de la investigación	28
3.1.2	Tipo de investigación	28
3.1.3	Técnicas	28
3.1.4	Análisis y discusión de resultados	29
3.2	FASE DEFINIR	30
3.2.1	Caracterización general de la empresa	30
3.2.2	Layout Holcim Ecuador S. A. Planta Latacunga.....	31
3.2.3	Identificación del área de estudio	31
3.2.4	Descripción de equipos en el proceso.....	34
3.2.5	Proveedores y compañías de transporte de materia prima	38
3.2.6	Diagrama de flujo de recepción de clinker-yeso	40
3.3	FASE MEDIR	41
3.3.1	Diagrama de Pareto de fallas del área.	41
3.3.2	Gráficos de control	43
3.3.3	Cálculo de capacidad del proceso en relación de Peso neto de recepción de materia prima inicial: Cálculo de PPM, nivel Sigma y Cpk.	48
3.3.4	Peso Neto Clinker.....	49
3.3.5	Cálculo de la Sigma tiempo del proceso de recepción de Clinker trimestre (septiembre-octubre-noviembre 2023).....	52
3.3.6	Cálculo del nivel Sigma de tiempo del proceso de recepción de Yeso trimestre (septiembre-octubre-noviembre 2023).....	53
3.4	FASE ANALIZAR	54
3.4.1	Análisis de variabilidad de la variable peso neto de las bañeras con Clinker - Diagrama de lluvia de ideas	54
3.4.2	Análisis de variabilidad de la variable del tiempo de proceso de las bañeras con Clinker -Diagrama de lluvia de ideas	55
3.4.3	Análisis de variabilidad de la variable peso neto de las bañeras con Yeso - Diagrama de lluvia de ideas	55

3.4.4	Análisis de variabilidad de la variable del tiempo de proceso de las bañeras con Yeso- Diagrama de lluvia de ideas.....	56
3.4.5	Diagrama de Ishikawa de las causas encontradas en el área	56
3.4.6	ANÁLISIS AMEF -Análisis de modo y efecto de fallas de las causas encontradas en el área de recepción de materia prima	59
3.5	FASE MEJORA.....	64
3.5.1	Propuesta de la metodología 5's.....	64
3.6	FASE CONTROLAR	79
3.6.1	Disciplina (Shitsuke):	79
4	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	84
4.1	CONCLUSIONES	84
4.2	RECOMENDACIONES.....	84
5	BIBLIOGRAFÍA.....	86

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Beneficiarios directos e indirectos de la empresa Holcim Ecuador S. A. Planta Latacunga.....	4
Tabla 1.2 Sistema de tareas de acuerdo a los objetivos planteados.....	7
Tabla 2.1 Enfoque de Lean y Six Sigma	22
Tabla 3.1 Capacidad efectiva filtro SR-511-FT1	36
Tabla 3.2 Capacidad efectiva filtro SR-511-FT2	36
Tabla 3.3 Características técnicas banda transportadora SR-511-BT1	37
Tabla 3.4 Características técnicas banda transportadora SR-511-BT2	37
Tabla 3.5 Características técnicas banda transportadora SR-511-BT3	37
Tabla 3.6 Características técnicas banda transportadora SR-511-SM2.....	38
Tabla 3.7 Compañías de transporte de la materia prima (Clinker - Yeso)	39
Tabla 3.8 Descripción de fallas	41
Tabla 3.9 Límites de control establecidos	44
Tabla 3.10 Registro manual del proceso de recepción de materia prima	44
Tabla 3.11 Datos obtenidos del análisis del proceso de recepción.....	46
Tabla 3.12 Límites de control establecidos por Holcim.....	47
Tabla 3.13 Datos obtenidos	47
Tabla 3.14 Índice de capacidad de proceso	49
Tabla 3.15 Peso Neto-Causas potenciales-Clinker.....	54
Tabla 3.16 Tiempo-Causas potenciales-Clinker.....	55
Tabla 3.17 Peso neto-Causas potenciales-Yeso	55
Tabla 3.18 Tiempo-Causas potenciales-Yeso	56
Tabla 3.19 Matriz de modo de falla y análisis de efecto	61
Tabla 3.20 Propuesta Clasificación	65
Tabla 3.21 Propuesta Orden	67
Tabla 3.22 Propuesta Limpieza	69
Tabla 3.23 Planificación para la estandarización	71
Tabla 3.24 Propuesta Estandarización.....	73
Tabla 3.25 Procedimiento de Trabajo Seguro para recepción de materia prima.....	74
Tabla 3.26 Plan de control de Seiri para la clasificación de bañeras con materia prima	79
Tabla 3.27 Plan de control de Seiton para le orden de las bañeras según hora de llegada.....	80
Tabla 3.28 Plan de control Seiketsu para el proceso de recepción de materia prima.....	80
Tabla 3.29 Plan de control para Seiketsu para la estandarización del proceso de recepción de	

materia prima.....	81
Tabla 3.30 Plan de control para la estandarización del proceso de mantenimiento de balanzas	82
Tabla 3.31 Plan de control para Seiketsu para la estandarización del proceso de recepción ..	82
Tabla 3.32 Plan de Control de estandarización de las listas de verificación de mantenimiento	83

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Actores y roles del Six Sigma[14]	14
Figura 2.2 Diagrama causa efecto	15
Figura 2.3 Diagrama de Pareto.....	16
Figura 2.4 Simbología del Diagrama de flujo por Bizagi[19].....	17
Figura 2.5 Esquema del Lean Manufacturing[23].....	21
Figura 2.6 Herramientas de DMAIC aplicadas a Lean Six Sigma[20]	22
Figura 2.7 Etapas del AMEF	26
Figura 3.1 Técnicas y herramientas del DMAIC.....	29
Figura 3.2 Layout Holcim Ecuador S. A. Planta Latacunga	31
Figura 3.3 Diagrama de recorrido Holcim Ecuador S. A. Planta Latacunga	31
Figura 3.4 Estación de toma de turnos	32
Figura 3.5 Balanza de entrada	33
Figura 3.6 Balanza de salida.....	33
Figura 3.7 Área de recepción de materia prima.....	34
Figura 3.8 Grupo 511: Recepción Clinker y Yeso	35
Figura 3.9 SR-511-VE2 Complemento del filtro 511-FT28	36
Figura 3.10 Stacker SR-511-CY1.....	38
Figura 3.11 Diagrama de flujo de recepción de Clinker-Yeso.....	40
Figura 3.12 Diagrama de Pareto de fallas trimestral	42
Figura 3.13 Gráfico del peso neto del Clinker	44
Figura 3.14 Gráfico de control del tiempo recepción del Clinker	46
Figura 3.15 Gráfico de control del peso neto Yeso	47
Figura 3.16 Gráfico de control del tiempo de recepción Yeso.....	47
Figura 3.17 Gráfico de nivel Sigma del Peso neto de recepción de materia prima inicial-Clinker trimestral.....	50
Figura 3.18 Gráfico nivel Sigma del peso neto de recepción de materia prima de Yeso trimestral	51
Figura 3.19 Cálculo de la Sigma tiempo del proceso de recepción de Clinker trimestre.....	53
Figura 3.20 Cálculo de la Sigma tiempo del proceso de recepción de Yeso trimestre	53
Figura 3.21 Diagrama de Ishikawa Clinker (Peso Neto).....	57
Figura 3.22 Diagrama de Ishikawa del tiempo de recepción del Clinker	57
Figura 3.23 Diagrama de Ishikawa del peso neto del Yeso	58
Figura 3.24 Diagrama de Ishikawa del tiempo de recepción del Yeso	58
Figura 3.25 Propuesta de clasificación de acuerdo a las compañías de transporte	66

Figura 3.26 Propuesta de orden para las compañías de transporte	68
Figura 3.27 Check list de Inspección Diaria Operativa de las compañías de transporte de proveedores.....	78
Figura 3.28 Tarjeta de autorización Holcim.....	79

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Media Aritmética (3. 1)	45
Ecuación 2: Desviación estándar muestral (3. 2)	45
Ecuación 3: Límites de control(3. 3)	45
Ecuación 4: Cálculo del PPM(3. 4)	48
Ecuación 5: Cálculo del nivel Six Sigma(3. 5).....	49
Ecuación 6: Cpk Índice de capacidad de proceso(3. 6).....	49

INFORMACIÓN GENERAL

Título:

Propuesta de implementación de la metodología Lean Six Sigma en la recepción de materias primas en Holcim Ecuador S. A. Planta.

Fecha de inicio: Octubre del 2023

Fecha de finalización: Febrero del 2024

Lugar de ejecución: Cotopaxi – Latacunga – Barrio San Rafael – Holcim Ecuador S. A. Planta Latacunga.

Facultad que auspicia:

Ciencia de la Ingeniería y Aplicadas – CIYA

Carrera que auspicia:

Ingeniería Industrial

Proyecto de investigación vinculado:

Optimización de Procesos Productivos Utilizando Métodos y Técnicas para Mejoramiento Continuo en el Sector Productivo.

Equipo de Trabajo:

Tutor: Ing. PhD. Medardo Ángel Ulloa Enríquez

N° de Cédula: 1724047319

Teléfono: 0992741822

Correo electrónico: medardo.ulloa@utc.edu.ec

Estudiante investigador: Paredes Cabay Henry Paúl

N° de Cédula: 1723566624

Teléfono: 0960166122

Correo electrónico: henry.paredes6624@utc.edu.ec

Estudiante investigador: Toapanta Moposita María Belén

N° de Cédula: 1850019751

Teléfono: 0982375811

Correo electrónico: maria.toapanta9751@utc.edu.ec

Área de Conocimiento:

07 Ingeniería, Industria y Construcción

Línea de Investigación:

Procesos Industriales

Sub líneas de investigación de la Carrera:

Calidad, diseño de procesos productivos e Ingeniería de métodos.

1 INTRODUCCIÓN

1.1 RESUMEN

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TEMA: Propuesta de implementación de la metodología Lean Six Sigma en la recepción de materias primas en Holcim Ecuador S. A. Planta Latacunga

Autores:

Paredes Cabay Henry Paúl

Toapanta Moposita María Belén

El presente estudio tiene como principal objetivo proponer la implementación de la metodología Lean Six Sigma en el área de materia prima en Holcim Ecuador S. A. Planta Latacunga, cuyo proceso productivo es la molienda de cemento y su distribución en la parte central del país, el área de materia prima cumple con un proceso logístico de recepción, transporte y almacenamiento de Clinker y Yeso siendo estos dos parte fundamental en la receta del cemento, la propuesta del presente proyecto pretende proponer la implementación del Lean Six Sigma como metodología base fundamental para la resolución de problemáticas presentes en el área. Se utilizó la herramienta DMAIC como parte del Six Sigma, iniciando por definir en donde se ha descrito áreas de la empresa, maquinaria presente en el área de materia prima, compañías de transporte tipo de materia prima, flujograma del proceso logístico de recepción de materia prima, en la fase medir se ha establecido indicadores de Sigma del área y cuáles son las potenciales causas que la provocan, obteniendo así un nivel Sigma de 0,48 perteneciente a tiempos excesivos de procesos de recepción y pesos netos de las bañeras tanto de Clinker como de yeso, por otra parte en la fase analizar se identificó las causas que promueven la problemática y el impacto de las mismas por medio de NPR, así en la fase de mejora es posible utilizar la técnica 5's del Lean dando planes de mejora para las causas, de esta forma podría ser posible atacar la causa desde la raíz, por último la fase de control posee planes de contingencia que permitirán verificar el cumplimiento de la propuesta en caso de que sea aprobada, es importante mencionar que este documento presenta propuestas, las mismas que pueden ser modificadas según el analista de transporte encargado del área lo requiera.

Palabras Claves: Lean Six Sigma, Clinker, Yeso, Logística, Problemática.

ABSTRACT

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TOPIC: Proposal for the implementation of the Lean Six Sigma methodology in the reception of raw materials at Holcim Ecuador S. A. Latacunga Plant

Authors:

Paredes Cabay Henry Paul

Toapanta Moposita María Belén

The main objective of this current research is to propose the implementation of the Lean Six Sigma methodology in the area of raw materials in Holcim Ecuador S. A. Latacunga Plant, which production process is the grinding of cement and its distribution in the central part of the country, the area of raw material complies with a logistical process of reception, transportation and storage of Clinker and Gypsum, these two are fundamental materials of the cement recipe, the proposal of this project aims to propose the implementation of Lean Six Sigma as a fundamental base methodology for solving problems, existing in the area. The DMAIC tool was used as part of Six Sigma, starting by defining where areas of the company have been described, present machinery in the raw material area, transport companies, type of raw material, flow chart of the logistics process for receiving raw materials, in the measuring phase, Sigma indicators of the area have been established and what are the potential causes that induce it. Therefore, obtaining a Sigma level of 0.48 which belongs to excessive reception process times and net weights of both Clinker gypsum bathtub tippers , on the other hand, in the analyze phase, the causes that promote the problem and their impact were identified through NPR, thus in the improvement phase it is possible to use the 5's technique of Lean, giving improvement plans for the causes. , in this way it could be possible to attack the cause from the root, finally the control phase has contingency plans that will allow verifying compliance with the proposal if it is approved, it is important to mention that this document presents proposals, which can be modified as required by the transportation analyst in charge of the area.

Keywords: Lean Six Sigma, Clinker, Gypsum, Logistics, raw material, Problem.

1.2 PROBLEMA

1.2.1 Planteamiento del problema

La producción de cemento es un proceso complejo que requiere atención a aspectos entre estos intervienen el control de calidad del proceso y del producto, la gestión de recursos y la responsabilidad con el medio ambiente en cada área. En el caso de Holcim Ecuador S. A. Planta Latacunga, el área de recepción de materia prima denominada con código HAC SR-511, realiza un proceso logístico de prestación de servicios de recepción, transporte y almacenamiento de materias primas como Clinker y Yeso.

La recepción de materias primas es un área con desafíos en el proceso, el mejoramiento continuo carece de una metodología definida, esto a su vez produce problemas y deficiencias afectando negativamente al proceso general de la molienda de cemento. La ausencia de herramientas efectivas de mejora continua y control de calidad en el proceso de recepción de materias primas impide la identificación y eliminación de defectos. Esto se traduce en tiempos de espera prolongados y desviaciones del inventario.

Otro desafío significativo es la falta de capacidad para abordar de manera sistemática los problemas y desviaciones que surgen durante el proceso de recepción de materias primas. El área carece de un enfoque estructurado para identificar las causas subyacentes y para implementar soluciones efectivas para la mejora continua, lo que resulta en la persistencia de problemas recurrentes.

1.2.2 Formulación del problema

¿Cómo se puede contribuir al mejoramiento continuo del proceso de recepción de materia prima por medio de la propuesta de implementación de la metodología Lean Six Sigma en la molienda de cemento Holcim Ecuador S. A. Planta Latacunga?

1.3 BENEFICIARIOS

Los beneficiarios del presente proyecto de propuesta de implementación de la metodología Lean Six Sigma en la recepción de materias primas Holcim Ecuador S.A. Planta Latacunga son:

Tabla 1.1 Beneficiarios directos e indirectos de la empresa Holcim Ecuador S. A. Planta

Latacunga

BENEFICIARIOS	CARGOS	N° DE PERSONAS
Directos	Coordinador de logística	1
	Técnicos de logística	1
	Analista de transporte	3
Indirectos	Conductores de transporte pesado	27
Total de beneficiarios		32

1.4 JUSTIFICACIÓN

El propósito principal de Holcim Ecuador S. A. Planta Latacunga es “ Construir progreso para las personas y el planeta” y sin duda alguna este va vinculado con la mejora de los procesos productivos que se desarrollan en Holcim Ecuador S. A. Planta Latacunga, la recepción de la materia prima es un proceso importante para el buen funcionamiento de la molienda de cemento, en la actualidad es necesarios incrementar la competitividad y rentabilidad de las empresas cementeras y sin lugar a dudas la mejora de la productividad, es por ello que la identificación de problemáticas representa un reto, aún más analizarlos y si es el caso no llegan a ser implementados de la forma más acertada.

Lean Six Sigma es una metodología que promulga que todos aquellos problemas identificados dentro de un proceso productivo o un área específica sean atacados desde la raíz, de esta manera será posible disminuir o en el mejor de los casos fallas o actividades que no generan valor en los procesos, como es el caso del área de recepción de materia prima en Holcim, la eliminación o reducción de tiempos de innecesarios en el proceso.

Con este proyecto se pretende fomentar una cultura de mejora continua de los procesos productivos de la empresa, focalizando herramientas para abordar problemas de forma sistemática aplicante herramientas de la metodología DMAIC de Lean Six Sigma.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 General

- Desarrollar una propuesta de implementación de la metodología Lean Six Sigma en la recepción de materias primas en Holcim Ecuador S.A. Planta Latacunga.

1.5.2 Específicos

- Elaborar un diagnóstico de la situación actual de la recepción de materia prima de la empresa para la identificación de las problemáticas del área.
- Identificar potenciales causas para establecer oportunidades de mejora.
- Diseñar la propuesta para el promover el mejoramiento continuo del proceso.

1.6 ACTIVIDADES EN RELACIÓN CON LOS OBJETIVOS PLANTEADO

Tabla 1.2 Sistema de tareas de acuerdo a los objetivos planteados

PROPUESTA DE APLICACIÓN DE METODOLOGÍA SIX SIGMA EN LA RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA (Clinker,yeso) EN HOLCIMECUADOR S.A. PT. LATACUNGA			
Objetivo	Etapas	Actividad	Resultado de la actividad
Elaborar un diagnóstico de la situación actual de la recepción de materia prima de la empresa para la identificación de las problemáticas del área.	DEFINIR	Inspección visual de las instalaciones del área de materia de HOLCIM S.A. planta Latacunga	Caracterización de la empresa Layout de la planta diagrama de recorrido fotografías del área
		Identificación de procesos de recepción de materias primas	Diagrama de flujo
		Descripción de proveedores de materia prima y compañías de transporte	Tabla de proveedores materias primas compañías de transporte
		Identificación de posibles problemáticas	Descripción de problemáticas encontradas
	MEDIR	Cálculo del sigma de peso neto de Clinker trimestre (septiembre-octubre-noviembre)	Gráfica DPMO, Nivel Sigma, CP y CPK
		Cálculo del sigma de peso neto de Yeso trimestre (septiembre-octubre-noviembre)	Gráfica DPMO, Nivel Sigma, CP y CPK
		Cálculo del sigma de tiempo de procesos de Clinker trimestre (septiembre-octubre-noviembre)	Gráfica DPMO, Nivel Sigma, CP y CPK
		Cálculo del sigma de tiempo de proceso de Yeso trimestre (septiembre-octubre-noviembre)	Gráfica DPMO, Nivel Sigma, CP y CPK
	ANALIZAR	Lluvia de ideas	Diagrama lluvia de ideas
		Análisis de las causas potenciales de los problemas identificados	Diagrama de ISHIKAWA
Análisis de modo de falla		Matriz AMEF	
MEJORAR	Propuesta de herramienta 5s - Seiri	Matriz de Clasificación de bañeras de acuerdo a la compañía de transporte	
	Propuesta de herramienta 5s - Seiton	Matriz Orden de llegada de las bañeras	
	Propuesta de herramienta 5s - Seiso	Matriz Planificación de limpieza periódica del área de recepción	
	Propuesta de herramienta 5s - Seiketsu	Matriz Estandarización de tiempos de transporte PTS	
	Propuesta de herramienta 5s - Shitsuke	Checklist de mantenimiento de bañeras Designación de ingreso para personal autorizado	
	Propuesta de herramienta 5s - Shitsuke	Matriz de un plan de control	

2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 ANTECEDENTES

La metodología del Lean Six Sigma se puede visualizar en diferentes tipos de artículos sea científicos como académicos, también en repertorios digitales siendo en varios institutos donde se implementó y otros en universidades donde se sigue implementando esta metodología tanto a nivel nacional e internacional. Al indagar y realizar una búsqueda respecto a la metodología a implementar aquellas vinculadas a los elementos variables de este proyecto. A continuación, se resaltan los puntos más destacados en las investigaciones que se mencionan a continuación:

“Análisis del proceso de prensado mediante la metodología Lean Six Sigma, en una industria productora de alimentos balanceados para el sector acuícola de la provincia del Guayas” Milagro-Ecuador, (2021). Realizado por Alvarez Reinoso Kevin Brandown, Vieyna Molina Emily Azucena. Este análisis presenta el proceso de una industria productora de alimentos balanceados aplicaron el proceso Lean Six Sigma DMAIC (Definir, medir, analizar, implementar y controlar). La mejora contiene el proceso de varias estrategias, como el ciclo de Deming, enfoque centrado en el cliente. Tuvo una eficiencia y rapidez en la reducción de tiempo muertos por el mantenimiento de maquinaria. Una reducción de tiempos de 1200 horas perdidas a 864 y estas a su vez provocaron un aumento de producción. Mantener costos bajos y maximizar la rentabilidad se logra de manera óptima mediante la implementación de una estrategia de modernización de maquinaria, respaldada por un inventario de repuestos que asegure una ejecución efectiva del plan de mantenimiento previamente diseñado.[1]

“Diseño e implementación de Six Sigma para la mejora del proceso de secado La Empresa Secado y Tratado de Madera CIA. LTDA”. Guayaqui-Ecuador, (2021). Realizado por Rosa Angelica Aizaga Moreira y Andrés Alexi Arreaga Betancourt. El presente proyecto propone la metodología para la efectividad de las herramientas de calidad Six Sigma a través de la metodología DMAIC. Esto ha dado como resultado estos estándares de calidad en la empresa de Secado y Tratado de Madera. La reducción de costos disminuyendo las devoluciones en m³ en un 72.84%. La raíz genera variación en el proceso de secado, sin existir fase de control y capacitación para el uso y manejo de las cámaras de secado. Se recomienda dar el seguimiento de la metodología DMAIC, realizando un entrenamiento al personal, tener nuevos indicadores de control, inspecciones del proceso así optimizando.[2]

“Mejora en la calidad en el proceso de producción aplicando la metodología Six Sigma en la empresa Diseños & Transformaciones S. A. de C.V.” Xoyotitla-Álamo Temapache. Realizado por Roberto Santiago Salvador. La investigación realizada en la empresa Diseños y Transformaciones S.S. Ha dejado en evidencia la existencia de problemas que generan desperdicios y reprocesos en las dimensiones de cada una de los escantilibres. Se identificó 42 fallas en las dimensiones y su nivel de calidad fue de 0.97σ . Se pueden ver los procesos de las dimensiones de los escantilibres bajo un control estadístico. Se evaluó el nivel de fallas en los procesos de la línea de producción. La implementación de Fixture para la disminución de la cantidad de productos no conforme y mejora del nivel de calidad Sigma aplicando la metodología DMAIC de Six Sigma para la optimización de procesos que se mantienen el uso de las herramientas de calidad se pueden controlar los defectos que afectaban las dimensiones de los Escantilibres.[3]

“Mejora de calidad en los procesos productivos aplicando la metodología Six Sigma en la empresa Metálica Pillapa” Ambato-Ecuador, 2019. Realizado por Pilla Yanzapanta Oscar Eduardo. Ha dejado evidenciado la serie de problemas que generan desperdicios y tiempos muertos en cada uno de los procesos. EL mayor número de productos no conformes es generado en las áreas de armado de estructuras, forrado exterior y pintura al poseer una gran cantidad de defectos permitiendo procesos de efectuar un estudio de calidad en base a nivel Sigma de cada proceso con esto se logrará conocer si están dentro de calidad aceptable. Las conclusiones mencionan que hay tres fallos diferentes por toda la cadena de producción y un nivel de calidad Sigma 1.20σ presentando un rendimiento de 38.50%. en el cual indica un nivel de calidad bajo así implementando la metodología para controlar y mejorar la variabilidad de los procesos de las áreas de fabricación. Existen casos complejos como tomando los ejemplos el proceso de armado de estructuras así mostrando valores dentro de los límites establecidos con un control estadístico de proceso que permitirá reducir la variabilidad.[4]

La investigación resalta la relevancia de la metodología Six Sigma, ya que, tras su implementación, se identificaron aproximadamente cincuenta y tres categorías de fallos en el área productiva, lo que resultó en un nivel de calidad Sigma considerablemente bajo, afectando el rendimiento empresarial. En consecuencia, se puede afirmar que esta metodología es sumamente beneficiosa para el control de calidad y es aplicable en diversas empresas, proporcionando mejoras y control efectivo en los procesos de producción.[4]

“Implementación de la Metodología Six Sigma para la reducción de merma en el proceso de envasado de Gas Licuado de Petróleo en una empresa de Hidrocarburos - Lima 2021”

Lima-Perú; 2021. Realizado por Patricio Bazan, Cristian Cirilo. Ha desarrollado una solución para el alto porcentaje de merma que se ha estado generando en el proceso de envasado de gas licuado de petróleo, Se planteó como objetivo principal determinar en qué medida la aplicación de la metodología Six Sigma reduce las pérdidas en el proceso de envasado de Gas Licuado de Petróleo. Para lograr este propósito, se llevó a cabo un diseño de experimentos con el fin de identificar los valores óptimos de las variables críticas de entrada. Con el objetivo de alcanzar las metas establecidas, se procedió a medir y recopilar datos de los recipientes envasados durante un periodo de 20 días antes de la implementación de la metodología y 20 días después de esta. Se diseñaron formatos de recopilación de datos y se capacitó al personal involucrado sobre la importancia de la metodología Six Sigma.[5]

Posteriormente, los datos recopilados fueron analizados con el software Minitab 19, lo que resultó en un aumento en el nivel de seis Sigmas de 0.14 a 0.67, así como un aumento en el índice Cpk de 0.11 a 0.66. En conclusión, se evidenció que la implementación de Six Sigma redujo considerablemente las pérdidas en el proceso de envasado. Para respaldar este hallazgo, se utilizó el software SPSS 25, observando una reducción promedio de las pérdidas de 2.40 a 1.79. Este resultado fue corroborado estadísticamente mediante la prueba de muestras emparejadas de T-Student aplicada a la variable de pérdidas, obteniendo una significancia de 0.00.[5]

2.2 MARCO REFERENCIAL

2.2.1 Proceso de producción del cemento

2.2.1.1 Cemento

Es un material básico para la edificación y la ingeniería civil. Su principal propiedad es la de formar masas pétreas resistentes y duraderas cuando se mezcla con áridos y agua. El endurecimiento de la mezcla ocurre transcurrido un cierto tiempo desde el momento en que se realiza la mezcla, lo que permite dar forma (moldear) la piedra artificial resultante. Estas tres cualidades (moldeable, resistente, duradera) hacen que los productos del cemento tengan una gran aplicación en la construcción de infraestructuras y otros elementos constructivos.[6]

El cemento, (un aglomerante), al mezclarse con el agua se hidrata; iniciándose así complejas reacciones químicas que lo convierten en una pasta moldeable con buenas propiedades adherentes. Al fraguar en pocas horas y endurecer progresivamente, el cemento adquiere una consistencia pétreo. Este comportamiento, es sin duda, su principal atractivo y es el responsable de que se haya convertido en el conglomerante más económico y versátil empleado en la industria de la construcción moderna.[6]

2.2.2 Principales materias primas del cemento.

2.2.2.1 Clinker

Es un material sintético granular resultante de la cocción de una temperatura de 1400 °C de materias primas naturales calcáreas y arcillas ferrugina previamente triturada proporcionada mezcladas pulverizadas y homogenizadas esencialmente el Clinker está constituido por sindicatos aluminatos y aluminoferritos de calcio.[7]

2.2.2.2 Yeso

Se puede encontrar en rocas sedimentarias, desiertos y cuevas. Grandes cantidades se pueden formar a partir de un mar salado o en el fondo de un lago cuando el agua se evapora, cristaliza el mineral y se deposita en el fondo. El yeso también se encuentra en los desiertos, producto de la evaporación de las aguas en áreas arenosas. En algunas ocasiones en que los cristales atrapan los granos de arena, a medida que crecen, toman el mismo color que la arena, creando una forma muy bien llamada "Rosa del desierto". También se encuentra en masas compactas microcristalinas (ALABASTRO), espáticas, laminares, fibrosas o micáceas. En general, la denominación SELENITA y se aplica a los ejemplares transparentes.[8]

- Fórmula química: $\text{Ca}(\text{SO}_4) \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
- Peso molecular: 172.14 g/mol
- Compuesto por: 33.56 % de CaO, 46.51% de SO₃ y 20.93 de H₂O

2.2.3 Recepción de materia prima y almacenamiento

a. Recepción

La recepción de materia prima inicia con el pesaje de la bañera cargada de materia prima en la garita de Planta Latacunga , este proceso se la lleva a cabo en la parte posterior de la sala de almacenamiento de materia primas es un sistema parcialmente automatizado que recibe clinker o yeso en una tolva de recepción y por medio de bandas transportadoras que la dirigen hasta el stacker el mismo que deberá estar ubicado de acuerdo al requerimiento y tipo de material de esta forma se forman las pilas de materia prima.[9]

b. Almacenamiento

Un área de almacenamiento es una subdivisión organizativa de un tipo de almacén que agrupa ubicaciones con características similares con el objeto de almacenar stock. El sitio de almacenamiento de las materias primas (clinker y yeso) se denominada sala FAM, es un galpón en el que se disponen 3 pilas, de este modo: Las dos primeras de clinker y la última de yeso, estas separadas por un espacio denominado entre pilas. Un área de almacenamiento es una subdivisión organizativa de un tipo de almacén que agrupa ubicaciones con características similares con el objeto de almacenar stock. El sitio de almacenamiento de las materias primas (clinker y yeso) se denominada sala FAM, es un galpón en el que se disponen 3 pilas, de este modo: Las dos primeras de clinker y la última de yeso, estas separadas por un espacio denominado entre pilas. El grupo FAM Forderanlagen Magdeburg,constructores de este tipo de maquinaria para la instalación de plantas para la explotación, la extracción, el almacenamiento ,la trituración, la homogenización y carga de minerales, de materias primas y materiales, son los fabricantes del Stacker , por este y más equipos la sala FAM recibe su nombre.[9]

2.2.3.1 Equipos para recepción de materia prima y almacenamiento

a. Tolva

Se denomina tolva a un dispositivo similar a un embudo de gran tamaño destinado al depósito y canalización de materiales granulares o pulverizados, entre otros. En ocasiones, se monta

sobre un chasis que permite el transporte. Generalmente es de forma cónica y siempre es de paredes inclinadas como las de un gran cono, de tal forma que la carga se efectúa por la parte superior y forma un cono la descarga se realiza por una compuerta inferior. Son muy utilizadas en agricultura, en construcción de vías férreas y en instalaciones industriales.[10]

b. Banda transportadora

La función principal de la banda es soportar directamente el material a transportar y desplazarlo desde el punto de carga hasta el de descarga, razón por la cual se la puede considerar el componente principal de las bandas transportadoras.[11]

c. Sistema de desempolvado

Filtro de Manga pulse jet. Los filtros de mangas son estructuras metálicas cerradas en cuyo interior se disponen elementos filtrantes textiles en posición vertical. Según el diseño pueden adoptar formas tubulares, y se denominan mangas, o formas rectangulares, y se denominan bolsas. Se montan sobre una cámara que termina en su parte inferior en una tolva de recogida de partículas.

Este sistema de desempolvado debe estar formado principalmente por:

- Elementos de Captación (Campana Extractora): Extrae el contaminante en el foco.
- Conductos de Canalización (Ducto): Transporta el aire contaminado al punto adecuado.
- Separador de Partículas: Separa el contaminante del aire y lo atrapa para poder enviar el aire lo más limpio posible.
- Extractor o Ventilador: Se encarga de hacer fluir el aire a través del sistema. [12]

d. Apilador o stacker

Un apilador o stacker para materias primas del cemento es una máquina utilizada en la industria del cemento para apilar materiales a granel, como piedra caliza, arcilla, pizarra y mineral de hierro, que son las materias primas principales para la producción de cemento. Su función principal es apilar estos materiales en pilas ordenadas en el área de almacenamiento, lo que facilita su posterior recuperación para su uso en el proceso de fabricación de cemento.

El apilador está equipado con un brazo mecánico o una cinta transportadora que se mueve a lo largo de una serie de pilares o torres. Este brazo puede girar y moverse en diferentes direcciones para recoger material de diferentes áreas y apilarlo de manera eficiente y organizada. La altura y la forma de las pilas se controlan para maximizar la capacidad de almacenamiento y facilitar la recuperación del material cuando sea necesario.

Estos equipos son esenciales en las plantas de producción de cemento, ya que contribuyen a la eficiencia del proceso al mantener un suministro constante de materias primas para la producción de cemento. Además, ayudan a minimizar el riesgo de contaminación y garantizan un flujo constante de material a lo largo de la cadena de producción.

2.2.4 Six sigma

Seis Sigma es una metodología de gestión de calidad que incorpora herramientas estadísticas para mejorar el rendimiento de los procesos a través de decisiones precisas. Su objetivo principal es que la empresa comprenda las necesidades de sus clientes para aumentar la satisfacción, tanto interna como externa, mediante la mejora continua de la calidad mediante la reducción de defectos. Su meta de desempeño radica en obtener procesos y productos libres de defectos. Esta estrategia se considera fundamental para mejorar la rentabilidad del negocio y aumentar la efectividad y eficiencia de todas las operaciones con el fin de satisfacer o superar las necesidades y expectativas de los clientes.[13], [14].

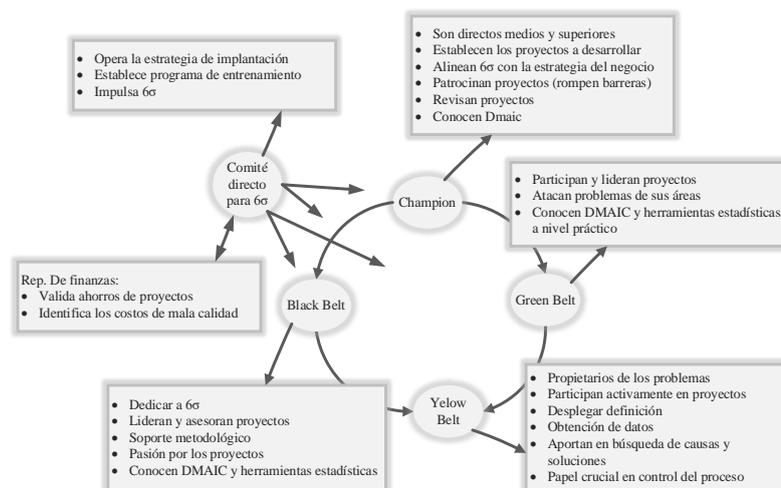


Figura 2.1 Actores y roles del Six Sigma[14]

2.2.4.1 Ventajas del Six Sigma

Su capacidad radica en identificar con precisión los problemas y evidenciar las mejoras mediante el empleo de herramientas estadísticas. Su enfoque apunta a una gestión eficaz de datos con el propósito de ofrecer un producto o servicio superior, eliminando la variabilidad en los procesos y alcanzando un nivel de defectos igual o menor a 3.4 Defectos Por Millón de Oportunidades.[14]

2.2.4.2 Herramientas de básicas del Six Sigma

2.2.4.2.1 Diagrama de causa y efecto (Diagrama de Ishikawa)

El Diagrama de causa y efecto, también conocido como diagrama de espina de pescado por su apariencia, es una herramienta que permite analizar los factores que afectan la calidad del producto al explorar relaciones causa-efecto. Se representa como un esquema con una columna central que conduce hacia la cabeza del pez, donde se coloca el problema a analizar. Las ramificaciones indican las causas y sub-causas que contribuyen al problema. Este método gráfico relaciona un problema con posibles factores causales y su relevancia radica en su capacidad para identificar múltiples causas, evitando soluciones directas sin comprender las causas subyacentes.[15]

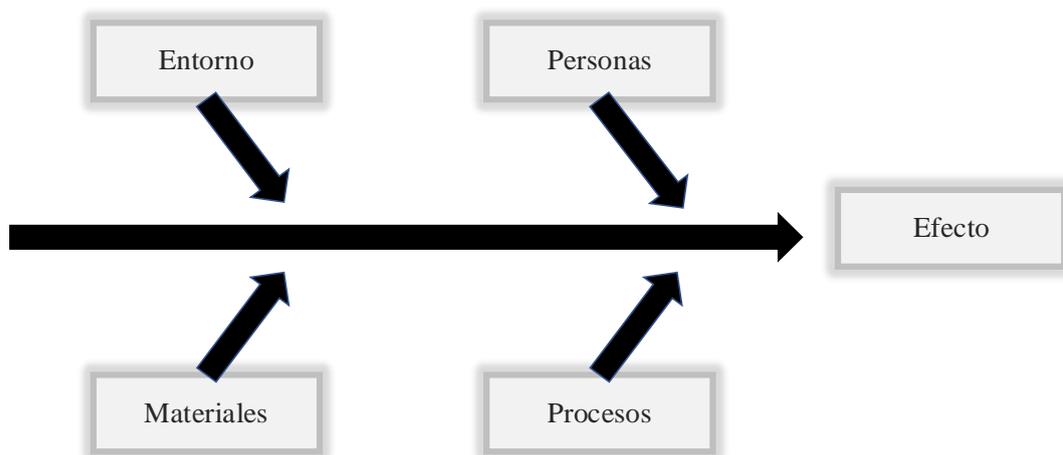


Figura 2.2 Diagrama cusa efecto

2.2.4.2.2 Diagrama de Pareto

El Diagrama de Pareto es una herramienta valiosa para concentrar esfuerzos en identificar la causa o causas principales de un problema, entre múltiples posibilidades, para determinar cuáles son realmente importantes (las pocas causas vitales) y cuáles son menos relevantes (las muchas causas triviales). Se trata de un gráfico de barras especializado en el análisis de datos categóricos. Su propósito es localizar los problemas esenciales y sus causas primarias. Al llevar a cabo un análisis estadístico, se priorizan las áreas donde los esfuerzos pueden generar un mayor impacto.[16]

La utilidad y aplicación general del diagrama se basa en el principio de Pareto, conocido como la Ley 80-20, que reconoce que un pequeño número de elementos (aproximadamente el 20%) contribuye en mayor medida a la mayor parte del efecto (alrededor del 80%), mientras que el resto de los elementos aporta una proporción menor al efecto total.[16]

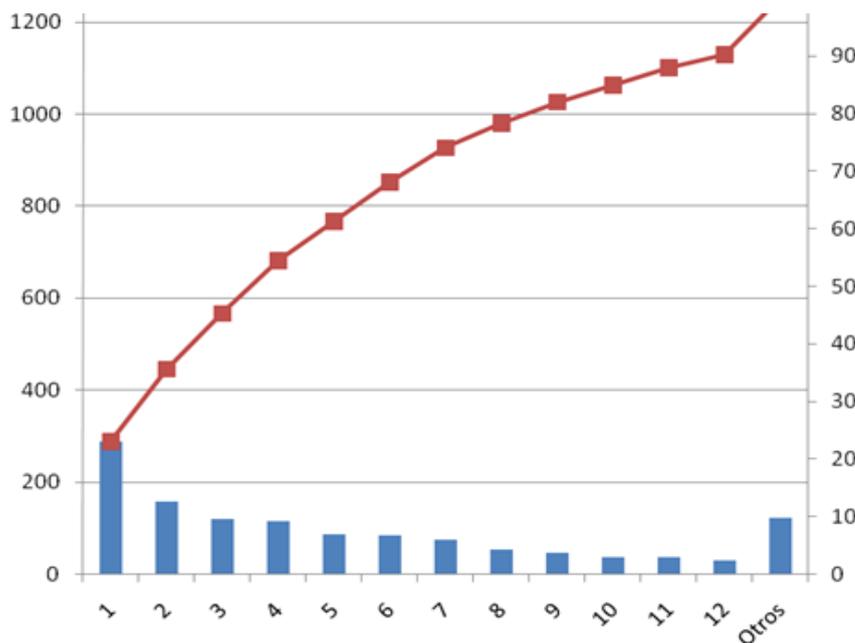


Figura 2.3 Diagrama de Pareto

2.2.4.2.3 Diagrama de flujo o flujograma

Los diagramas de flujo, representaciones visuales de procesos, muestran las actividades de los negocios o productos/servicios, así como las relaciones entre ellos. Estos procesos son valiosos en prácticamente todas las etapas de la resolución de problemas. Son herramientas útiles para

detectar problemas, establecer mediciones y esclarecer cómo se desarrolla un proceso, ya sea en empresas industriales o de servicios, así como en sus diversos departamentos, secciones o áreas organizativas. Un diagrama de flujo gráfico desglosa y representa visualmente un proceso en cualquier tipo de actividad a realizarse. El diagrama de flujo es una herramienta que facilita la comprensión del sistema de información al mostrar las operaciones y procedimientos involucrados. Su principal objetivo es permitir un análisis detallado de cada etapa, lo que posibilita la identificación de áreas de mejora y la ampliación de sistemas de información para la gestión empresarial.[17], [18]

En el ámbito logístico del transporte, los diagramas de flujo desempeñan un papel crucial para optimizar la eficiencia operativa y garantizar una gestión fluida de las cadenas de suministro. Por ejemplo, en una empresa de transporte de mercancías, un diagrama de flujo podría ilustrar el proceso desde la recepción del pedido hasta la entrega final al cliente. Este enfoque visual permitiría identificar posibles puntos de congestión, optimizar rutas y coordinar eficientemente la logística involucrada.

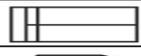
ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	NOTACIÓN
Tarea	Es una actividad atómica dentro de un flujo de proceso. Se utiliza cuando el trabajo en proceso no puede ser desglosado a un nivel más bajo de detalle.	
Compuerta Exclusiva	De divergencia: Se utiliza para crear caminos alternativos dentro del proceso, pero solo uno se selecciona. De convergencia: Se utiliza para unir caminos alternativos.	
Evento de Inicio de Señal	El inicio de un proceso se da por la llegada de una señal que ha sido emitida por otro proceso. Tenga en cuenta que la señal no es un mensaje; los mensajes tienen objetivos específicos, la señal no.	
Evento de Enlace	Este evento se utiliza para conectar dos secciones del proceso. Los eventos de enlace pueden ser utilizados para crear ciclos o evitar líneas de secuencia de flujo largas. Si en un proceso hay dos enlaces (uno que lanza y otro que recibe) el Modelador entenderá que están unidos. Si hay dos que lanzan y uno que recibe el Modelador entenderá que los que lanzan están unidos al que recibe. Si hay varios que lanzan y que reciben, los nombres de las 'parejas' deben ser iguales para que el Modelador sepa cuál corresponde a cuál.	 Link Throw  Link Catch
Evento de Señal	Estos eventos se utilizan para enviar o recibir señales dentro o a lo largo del proceso. Una señal es similar a una bengala que se dispara al cielo para cualquiera que pueda estar interesado en ella y reaccionar. Si el evento es usado para capturar la señal, la marca del Evento de Señal estará rellena. Alternativamente, el marcador del evento vacío estará en el encargado de enviar la señal.	 Signal Throw  Signal Catch
Contenedor(Pool)	Un pool es un contenedor de procesos simples (contiene flujos de secuencia dentro de las actividades). Un proceso está completamente contenido dentro de un pool. Siempre existirá al menos un pool.	
Carril(Lane)	Es una sub-partición dentro del proceso. Los lanes se utilizan para diferenciar roles internos, posiciones, departamentos, etc.	
Fase	Es una sub-partición dentro del proceso. Puede indicar diferentes etapas durante el mismo.	
Evento Intermedio Simple	Indica que algo sucede en algún lugar entre el inicio y el final de un proceso. Esto afectará el flujo del proceso, pero no iniciará (directamente) o finalizará el mismo.	
Finalización simple	Indica que el flujo finaliza.	

Figura 2.4 Simbología del Diagrama de flujo por Bizagi[19]

2.2.4.2.4 Beneficios del flujograma

- Facilita la obtención de una visión transparente del proceso, mejorando su comprensión
- El conjunto completo de actividades, relaciones e incidentes dentro de un proceso puede ser complejo y difícil de comprender inicialmente. La diagramación es una herramienta que permite entender este conjunto de elementos, y, además, va más allá al enfocarse en aspectos específicos del proceso. Esta técnica ayuda a apreciar las conexiones y relaciones dentro del proceso mismo, así como las interacciones con otros procesos y subprocesos.
- También posibilita establecer los límites de un proceso, los cuales a veces no son obvios, en especial cuando no están claramente definidos los diferentes actores (tanto internos como externos) involucrados en dicho proceso.
- El diagrama de flujo simplifica la identificación de los participantes involucrados, lo que permite una fácil determinación de lo que requieren y necesitan. Esto posibilita ajustar el proceso para cumplir con sus necesidades y expectativas de manera más eficiente.
- Facilita el análisis reflexivo al examinar un proceso, lo que incrementa la viabilidad de crear opciones beneficiosas y prácticas.
- Ofrece un modo de comunicación más efectivo al introducir un lenguaje compartido, aunque requiere capacitación para aquellos que estarán involucrados en la interpretación y uso de los diagramas.
- Un diagrama de flujo contribuye a determinar el valor añadido de cada actividad presente en el proceso.
- Sirve como una valiosa guía para establecer sistemas de control y evaluación de los procesos, y también para fijar metas específicas para cada una de las operaciones realizadas.
- Facilita el análisis y la aplicación de estrategias dirigidas a mejorar los factores de tiempo y coste en las actividades, lo que repercute directamente en la mejora de la eficacia y eficiencia del proceso.
- Actúa como el punto de partida esencial para llevar a cabo iniciativas de mejora o reestructuración de procesos.[18]

2.2.4.2.5 Cartas de control

Las cartas de control son instrumentos que ayudan a identificar la existencia de causas atribuibles. Estas se dividen en dos categorías: cartas de control para variables y cartas de control para atributos.[20]

2.2.4.2.5.1 Cartas de control para Variables

Estas herramientas están diseñadas para controlar un proceso de manera estadística y detectar cuándo se encuentra fuera de control. Las Cartas de Shewhart son las más utilizadas para este fin. Durante el proceso de control, se toman muestras a intervalos regulares (m), midiendo una o varias variables en cada muestra. Estas muestras conforman subgrupos que corresponden a un mismo intervalo, los cuales pueden definirse en unidades de tiempo o cantidad. Los valores medidos se comparan con límites previamente calculados. En el análisis de variables, es crucial controlar tanto la media como la variabilidad de la característica de calidad. En cada subgrupo, se mide una característica específica y se estiman diversos estadísticos, tales como la media del subgrupo (μ), el rango (R) y la desviación estándar (σ). Estos parámetros proporcionan información sobre la tendencia central y la variabilidad de los datos, permitiendo así evaluar si el proceso se mantiene dentro de límites aceptables.[20]

2.2.4.2.5.2 Cartas de control por atributos

Las Cartas de Control para Atributos (CCA) se emplean cuando la característica de calidad no puede ser medida en términos cuantitativos; solamente puede ser clasificada como conforme o no conforme con ciertas especificaciones (defectuoso-no defectuoso; conforme-no conforme). Por consiguiente, se calcula el número o porcentaje de unidades defectuosas en una muestra dada. Estas cartas son especialmente útiles en actividades relacionadas con servicios y en mejoramiento de procesos que están fuera del ámbito de la manufactura.[20]

2.2.4.2.6 Lluvia de ideas

La técnica de grupo desarrollada en 1941 por Alex Osborne, conocida como "lluvia de ideas", se emplea para fomentar la generación de ideas originales en un entorno relajado. Osborne la creó al darse cuenta de que este enfoque interactivo de grupo superaba en eficacia a la

producción individual de ideas. La lluvia de ideas se utiliza cuando se busca liberar la creatividad del equipo, generar un amplio abanico de ideas, involucrar a todos los miembros en el proceso e identificar oportunidades de mejora.[21]

2.2.4.2.6.1 Consejos para la Construcción/Interpretación

- Generar un inventario de ideas susceptible a críticas y sujeto a edición para eliminar duplicidades, con la posterior clasificación de las mismas en orden de importancia.
- Estas ideas se centran en ofrecer soluciones creativas para abordar problemas, todas basadas en las contribuciones realizadas por cada miembro del equipo.[21]

2.2.5 Lean Manufacturing o manufactura esbelta

Es unas metodologías enfocadas en la eliminación de diversas pérdidas, como las temporales, de materiales, eficiencia o relacionadas con procesos. Ambas tienen como objetivo principal suprimir lo superfluo para impulsar la productividad y la competitividad empresarial. Lean Manufacturing propone mejoras en los procesos mediante el análisis de la cadena de valor y la implementación de herramientas de calidad y macro indicadores. Manufactura Esbelta utiliza distintas herramientas para eliminar actividades que no añaden valor al producto, servicio o proceso, buscando elevar el valor de cada acción mediante la reducción de desperdicios y la mejora operativa, siempre considerando el respeto hacia los trabajadores. Ambas estrategias buscan reducir o eliminar desperdicios, llamados "muda", acciones que no aportan valor percibido por el cliente al producto o servicio. Este enfoque tiene como fin mejorar la eficiencia y la satisfacción del cliente [22]. La representación de Lean Manufacturing en la Figura 2.5.

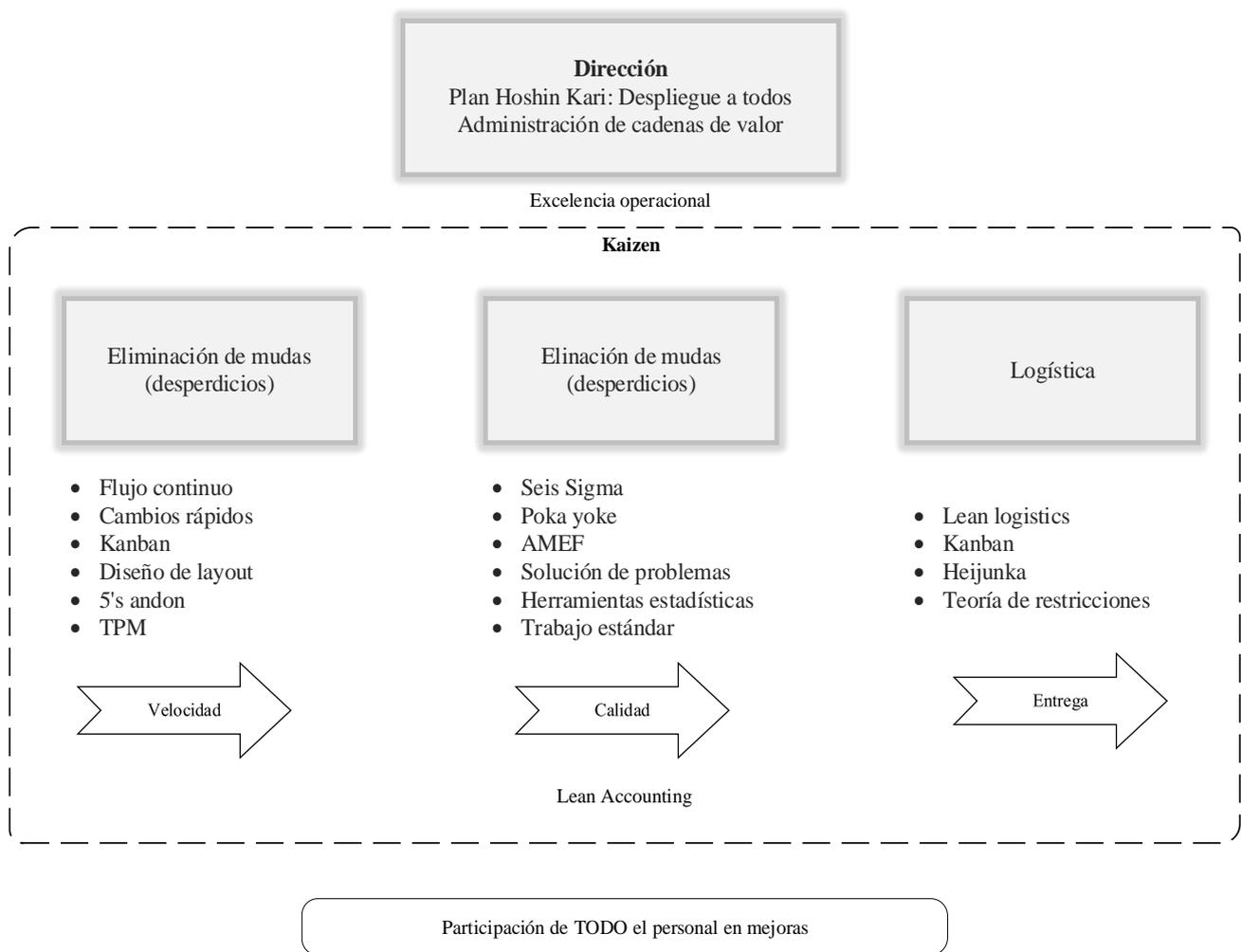


Figura 2.5 Esquema del Lean Manufacturing[23]

2.2.6 Lean Six Sigma

La filosofía Lean Six Sigma (LSS) se centra en mejorar la productividad y el desempeño al eliminar procedimientos que no agregan valor al cliente y reducir la variabilidad. En los últimos tiempos, se ha observado un aumento en su implementación en el campo de la atención médica con el fin de mejorar la eficacia de los procesos. El propósito fue evaluar los efectos obtenidos en términos de eficiencia en la distribución de medicamentos después de aplicar la metodología LSS. Este enfoque representa un método basado en datos para elevar la calidad y reducir la variabilidad en los procesos de fabricación, garantizando la entrega de un producto o servicio con el menor número posible de defectos.[24]

La parte principal de la aplicación de Lean y Six Sigma es buscar una combinación óptima de estos dos enfoques de manera que se logre encontrar causas y buscar soluciones.

Tabla 2.1 Enfoque de Lean y Six Sigma

LEAN	SIX SIGMA
<ul style="list-style-type: none"> • Enfoque en el cliente • Aumento de la velocidad de respuesta • Eliminación de desperdicio • Enfoque en la cadena de valor 	<ul style="list-style-type: none"> • Enfoque en el cliente • Detección de la variabilidad • Reducción de defectos.

2.2.6.1 Metodología DMAIC

DMAIC, el proceso de mejora asociado con la metodología Lean Seis Sigma, se presenta como un modelo estructurado y disciplinado, DMAIC consta de cinco fases interconectadas de manera lógica (Definir, Medir, Analizar, Mejorar, Controlar), Cada una de estas etapas hace uso de diversas herramientas diseñadas para abordar preguntas específicas que guían el proceso de mejora [25], así como lo muestra la Figura 2.6.

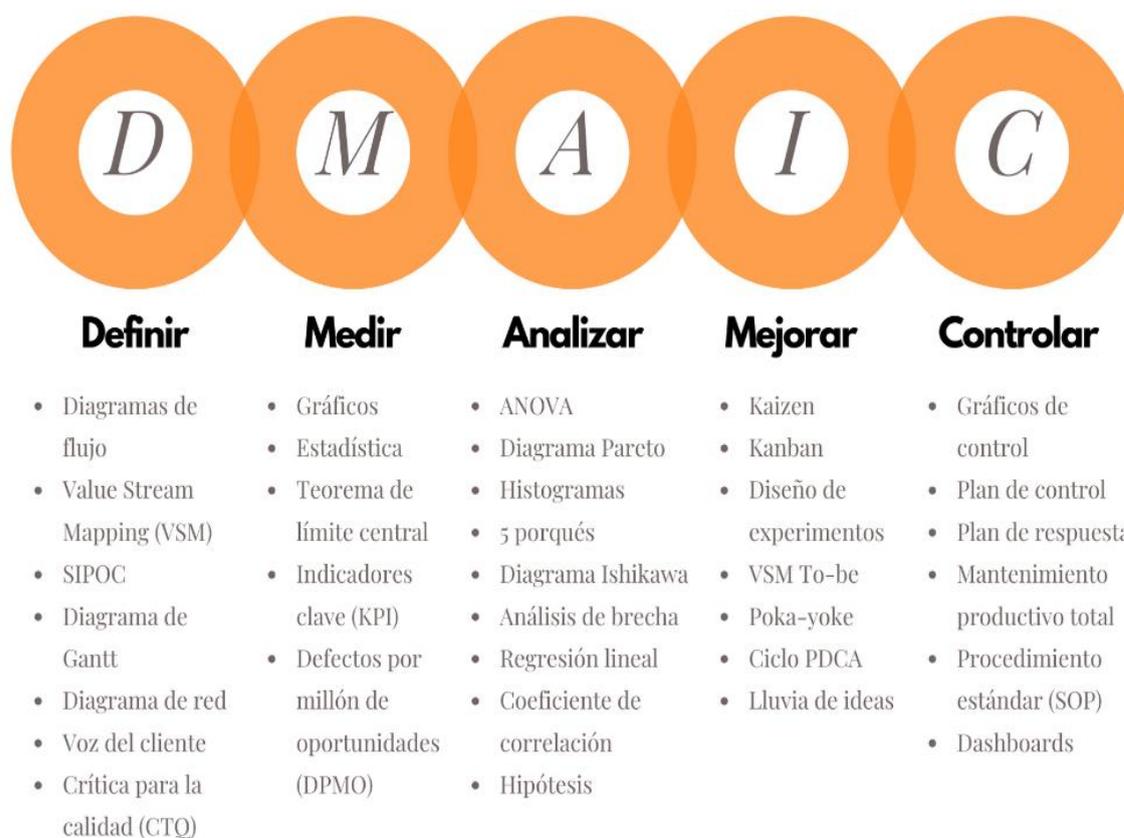


Figura 2.6 Herramientas de DMAIC aplicadas a Lean Six Sigma[20]

2.2.6.1.1 Definir

Es la etapa inicial del enfoque metodológico, donde se identifican potenciales proyectos de mejora en una empresa y, en colaboración con la dirección de la organización, se eligen aquellos considerados más prometedores. para definir de manera apropiada el problema, es necesario abordar interrogantes como: ¿por qué es imperativo abordar este asunto ahora? ¿Cuál es la secuencia general de procesos en el sistema? ¿Cuáles son los objetivos del proceso? ¿Qué beneficios tangibles se anticipan obtener con el proyecto? ¿Cuáles son los criterios de finalización que indicarán la conclusión del proyecto? ¿Qué recursos son necesarios para culminar el proyecto con éxito?[25]

2.2.6.1.2 Medir

Es la etapa inicial del enfoque metodológico, donde se identifican potenciales proyectos de mejora en una empresa y, en colaboración con la dirección de la organización, se eligen aquellos considerados más prometedores. para definir de manera apropiada el problema, es necesario abordar interrogantes como: ¿por qué es imperativo abordar este asunto ahora? ¿Cuál es la secuencia general de procesos en el sistema? ¿Cuáles son los objetivos del proceso? ¿Qué beneficios tangibles se anticipan obtener con el proyecto? ¿Cuáles son los criterios de finalización que indicarán la conclusión del proyecto? ¿Qué recursos son necesarios para culminar el proyecto con éxito?[25]

Medir Una vez que se ha identificado el problema a abordar, es necesario determinar las características que influyen en el comportamiento del proceso. Este proceso implica identificar los requisitos y características en el proceso o producto que el cliente considera esenciales (variables de desempeño) y los parámetros (variables de entrada) que afectan dicho desempeño. A partir de estas variables, se establece la forma en que se medirá la capacidad del proceso, por lo que se vuelve imprescindible implementar técnicas para recopilar información sobre el rendimiento actual del sistema, es decir, qué tan bien se están cumpliendo las expectativas del cliente.

Según la opinión de Bersback, esta fase debería responder preguntas como: ¿Cuál es la naturaleza y desarrollo del proceso? ¿Qué pasos componen el proceso? ¿Cuáles son los indicadores de calidad del proceso y qué variables de proceso parecen afectarlos más? ¿Cómo

se relacionan los indicadores de calidad del proceso con las necesidades del cliente? ¿Cómo se obtiene la información? ¿Qué precisión tiene el sistema de medición? ¿Cuál es el funcionamiento actual del proceso?[25]

Entre las herramientas más comúnmente usadas en esta fase se encuentra:

- Matriz de priorización
- Análisis de tiempo de valor
- Gráficos de Pareto
- Gráficos de control

2.2.6.1.3 Analizar

Una vez confirmada la autenticidad del problema y descartada la posibilidad de ser un evento aleatorio, es crucial identificar potenciales matrices de soluciones. Durante esta fase, se generan, implementan y validan alternativas de mejora para el proceso. Para lograrlo, se lleva a cabo un proceso de lluvia de ideas que da lugar a propuestas, las cuales se someten a pruebas mediante corridas piloto dentro del proceso.

A partir de estas pruebas y experimentos, se formula una propuesta de cambio en el proceso, marcando así la entrega de soluciones al problema. Antes de pasar a la siguiente etapa, Bersbach sugiere abordar preguntas como: ¿Cuáles son las opciones disponibles? ¿Cuáles de estas opciones parecen tener mayores posibilidades de éxito? ¿Cuál es el plan para implementar el nuevo proceso u opciones? ¿Qué variables de desempeño se utilizarán para demostrar la mejora? ¿Cuántas pruebas son necesarias para identificar y confirmar las mejoras? ¿Esta solución está alineada con los objetivos de la compañía? ¿Cómo se llevarán a cabo los cambios?[25].

Entre las herramientas más comúnmente utilizadas en esta fase se encuentran:

- Lluvia de ideas
- Modo de falla y análisis de efecto
- Herramientas Lean
- Simulación de eventos discretos[25]

2.2.6.1.4 Controlar

Finalmente, después de haber identificado cómo mejorar el rendimiento del sistema, es esencial garantizar que la solución sea sostenible a lo largo del tiempo. Para lograr esto, se debe desarrollar e implementar una estrategia de control que asegure la eficiencia continua de los procesos. Las preguntas clave en esta etapa son: ¿Los resultados obtenidos están alineados con los objetivos, entregables definidos y criterios de salida del proyecto? Una vez que los defectos se han reducido, ¿cómo pueden los equipos de trabajo mantenerlos bajo control? ¿Cómo se puede supervisar y documentar el proceso? Para abordar estas preguntas, se utilizarán diversas herramientas, como el control estadístico a través de gráficos comparativos y diagramas de control, así como técnicas no estadísticas como la estandarización de procesos, controles visuales, planes de contingencia y mantenimiento preventivo, entre otras.[25]

2.2.7 Distribución de plantas (Layout)

La distribución de la planta implica organizar físicamente los elementos considerados, requiriendo espacio para los movimientos de materiales, almacenamiento, procesos y actividades de servicio relacionadas. Uno de los factores que influye en la disposición, ya sea en una empresa o depósito, es la decisión sobre quién debe encargarse del nuevo diseño. La distribución de la planta se enseña como una disciplina de la Organización Industrial, pero la falta de experiencias en este ámbito ha limitado su estudio. Se examinan técnicas de trabajo, métodos auxiliares, fórmulas de evaluación, recorridos y equipos especializados para la manipulación, entre otros aspectos.[26]

2.2.8 Matriz de riesgo

La matriz de riesgo constituye un recurso que permite cuantificar los riesgos, reduciendo la subjetividad en su evaluación, siempre y cuando la parametrización y asignación de valores a los indicadores estén adecuadamente fundamentadas. Es una herramienta ampliamente empleada en diversas actividades que requieren evaluar y gestionar riesgos. Desde una perspectiva metodológica, estas matrices se configuran mediante dos vectores: uno para el impacto y otro para la probabilidad, cuya combinación determina el riesgo asociado a un factor específico. La elaboración de la matriz demanda dedicación y un profundo conocimiento del negocio y la normativa vigente, entre otros aspectos, para definir los factores clave en la

creación del esquema matricial. En el contexto del estudio en cuestión, los indicadores se refieren a características que permiten establecer un perfil del cliente en el ámbito de la actividad financiera.[27]

2.2.9 Diagrama AMEF

La metodología del Análisis de Modo y Efecto de Fallas (AMEF o FMEA por sus siglas en inglés, Failure Mode and Effects Analysis) guía a un grupo de personas en la identificación y evaluación de posibles fallas en un producto o proceso, así como en comprender sus efectos. A partir de esta información, el grupo establece prioridades y desarrolla acciones para mitigar o eliminar las fallas que representan mayores riesgos para la confiabilidad del producto o proceso, es importante seguir los pasos que se indican en la Figura 2.7.



Figura 2.7 Etapas del AMEF

2.2.9.1 Pasos Generales para realizar el diagrama AMEF

- Constituir el equipo encargado del AMEF y definir el alcance del producto o proceso a analizar.
- Identificar y explorar todas las posibles formas en que pueden ocurrir fallas en un producto o proceso (identificar los modos potenciales de falla).
- Para cada falla identificada, determinar su efecto y evaluar la gravedad del mismo.
- Para cada posible falla, identificar las causas potenciales y estimar la frecuencia de ocurrencia debido a cada causa.
- Elaborar una lista de los controles o mecanismos existentes para detectar la ocurrencia de la falla antes de que el producto avance hacia procesos posteriores o antes de salir del área de manufactura o ensamble. También, estimar la probabilidad de que estos controles detecten la falla.
- Calcular el Número Prioritario de Riesgo (NPR) multiplicando la severidad, la ocurrencia y la detección.
- Establecer prioridades según el NPR, y para los NPR más altos, tomar decisiones sobre acciones para reducir la severidad y/o la ocurrencia, o mejorar la detección. Todo este proceso debe quedar documentado en un formato AMEF.
- Revisar y consolidar los resultados obtenidos, lo cual implica detallar las acciones tomadas y realizar un nuevo cálculo del NPR.

3 DESARROLLO DE LA PROPUESTA

3.1 METODOLOGÍA

3.1.1 Modalidad y enfoque de la investigación

El presente proyecto tiene un enfoque mixto puesto que combinará elementos cualitativos y cuantitativos ya que es posible obtener una completa comprensión y desarrollo de la propuesta estudiada, del mismo modo abarca diversos métodos, técnicas y herramientas de recolección del análisis de datos, teniendo así estrategias secuenciales exploratorias en la recopilación de los datos numéricos, es decir elementos cuantitativos, posteriormente elementos cualitativos que explican los resultados numéricos o viceversa es así que se permite versatilidad en el análisis de datos.

3.1.2 Tipo de investigación

El tipo de investigación descriptiva permite el enfoque en las características, comportamientos o fenómenos de una situación, cuyo objetivo principal es dar un panorama preciso y detallado de lo que se pretende estudiar, siendo la descripción su elemento principal para describir con objetividad un proceso o suceso, permite utilizar elementos tanto cuantitativos y cualitativos en la fase de recopilación de datos, busca establecer relaciones causales con las variables presentes en el caso de estudio.

3.1.3 Técnicas

3.1.3.1 Investigación de campo

Permite e implica la recolección de datos directamente del área de estudio, en este caso se realizarán varias observaciones de estudio, permite la obtención de datos reales y observaciones directas en tiempo real, de esta forma se podrá verificar el estado del área, representa además desafíos debido a la presencia de variables que muy difícilmente se pueden medir a simple vista, sin embargo, aporta con datos importantes y reales del área y proceso de estudio.

3.1.3.2 Análisis de contenido

Se utilizará esta técnica para el estudio a fondo de la información, documentos, definiciones o, datos numéricos, De esta manera se puede tener un significado de un texto comprenderlo y examinarlo puede ser un discurso una imagen tablas gráficos de estadísticos o cualquier otro tipo de contenido, para ello es importante elegir el material destinado a analizar este tiene que ser relevante siendo objeto de investigación.

La metodología empleada se rige a DMAIC se utilizará las siguientes técnicas y Herramientas, como se muestra en la Figura 3.1.

3.1.4 Análisis y discusión de resultados

En base a lo anteriormente expuesto y utilizando para la metodología Lean Six Sigma se utilizará en el método DMAIC, así se analizarán las causas de los problemas a resolver y proporciona oportunidades de mejora en el proceso de recepción de materia prima.

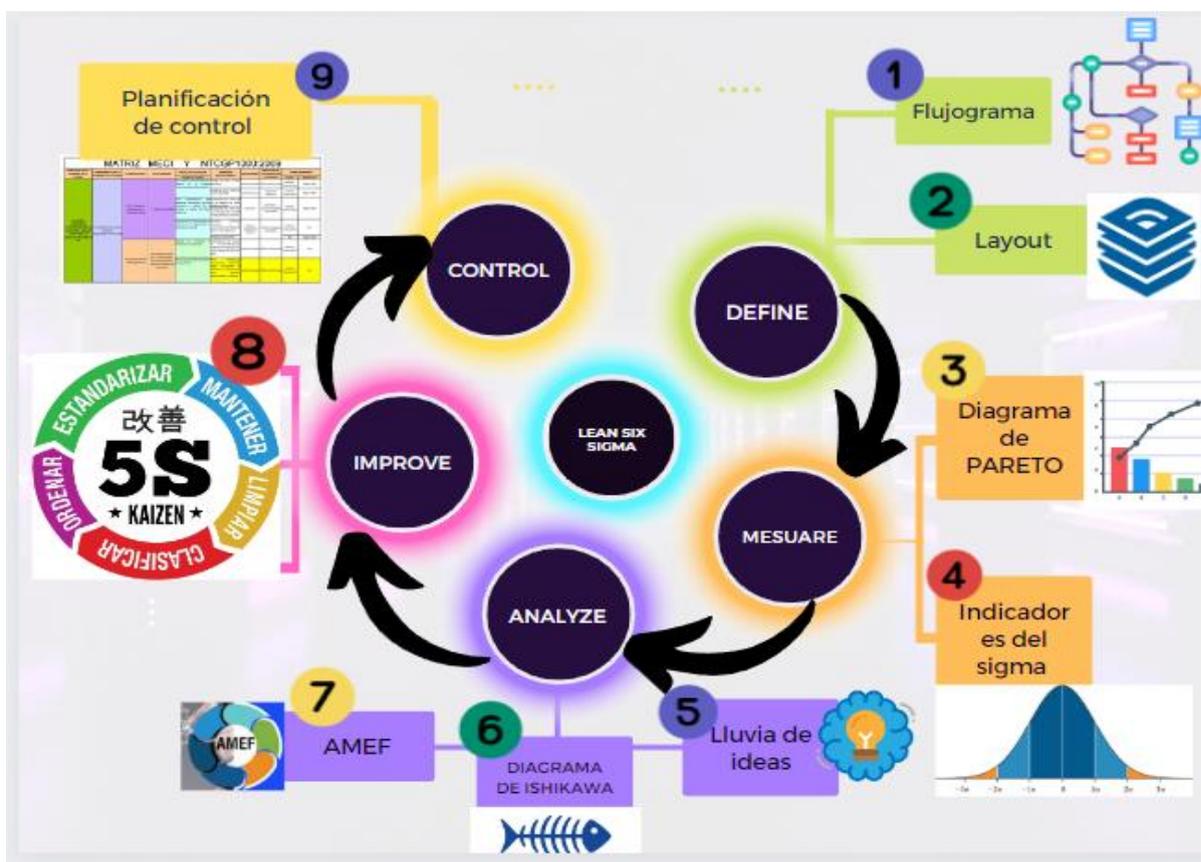


Figura 3.1 Técnicas y herramientas del DMAIC

OBJETIVO ESPECIFICO 1

Elaborar un diagnóstico de la situación actual de la recepción de materia prima de la empresa para la identificación de las problemáticas del área.

3.2 FASE DEFINIR

3.2.1 Caracterización general de la empresa

Holcim Ecuador S. A.

Holcim Ecuador S. A. Planta Latacunga. la multinacional más grande productora de cemento en más de 70 países a nivel mundial, siendo en el Ecuador el grupo cementero más representativo. Durante su historia ha realizado su actividad económica con varios nombres, entre ellos: en 1921 se la conoce como “Industrias y Construcciones Compañía Limitada” empresa con capital nacional y extranjero, en 1948 como “La Cemento Nacional” empresa con capital nacional y extranjero, hasta el 2004 que toma el nombre conocido actualmente con capital netamente suizo [28]

Holcim Ecuador S. A. Planta Latacunga

El proyecto de la Molienda Latacunga, conocido como Planta Latacunga, inició en el año 1997 y la puesta en marcha en diciembre del 2001 e inaugurada oficialmente en el 2005, Se lo considera un proyecto estratégico por la ubicación geográfico en el centro del país, donde se abastece el mercado de la Sierra y Oriente ecuatoriano.[29]

MISIÓN

Ser la compañía más respetada y exitosamente operada de nuestra industria, creando valor para nuestros clientes, empleados, accionistas y comunidad implicada. [30]

VISIÓN

Crear los cimientos para el futuro de la sociedad.[30]

3.2.2 Layout Holcim Ecuador S. A. Planta Latacunga



Figura 3.2 Layout Holcim Ecuador S. A. Planta Latacunga

3.2.3 Identificación del área de estudio

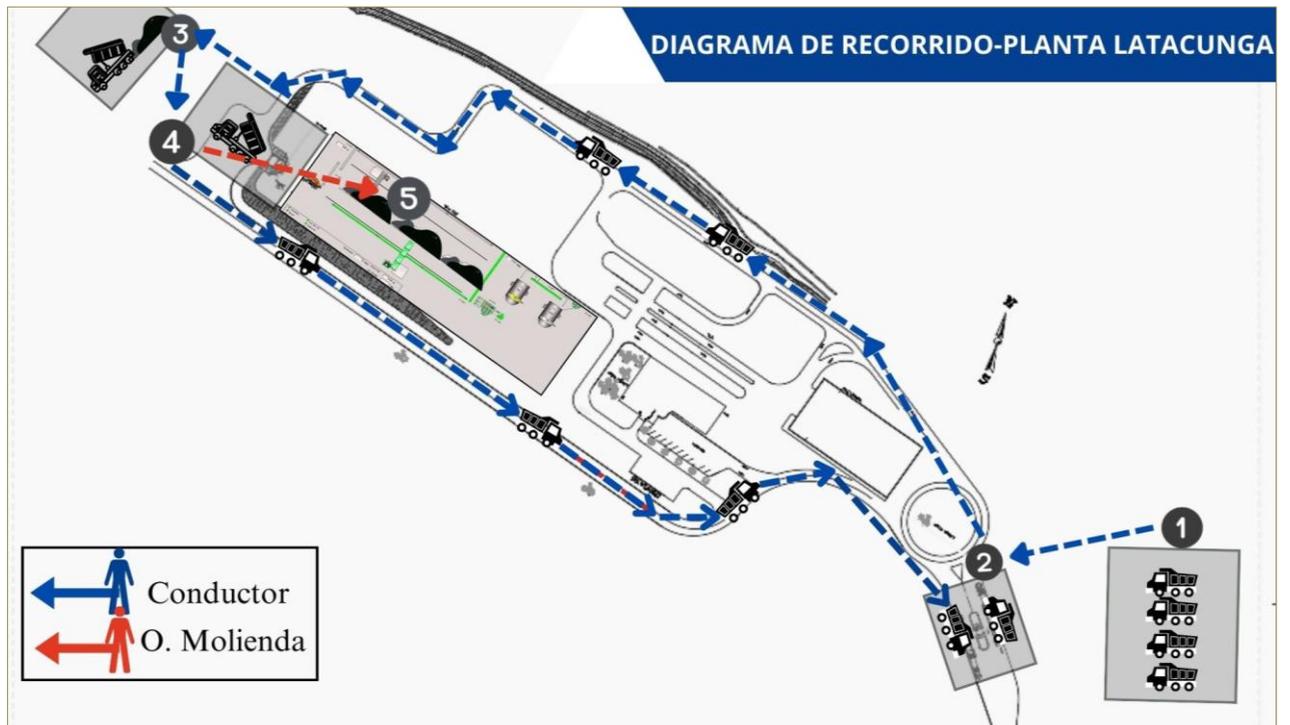


Figura 3.3 Diagrama de recorrido Holcim Ecuador S. A. Planta Latacunga

Tras la visita de las instalaciones físicas de Holcim Ecuador S. A. Planta Latacunga. Se han podido distinguir las estaciones que corresponden a la recepción de materias primas, de este modo su distribución en plano general de la planta por medio de un diagrama de recorrido. La recepción de materia prima es un área logística que se encarga de la recepción, transporte y almacenamiento de materiales como Clinker y yeso, estos representan aproximadamente el 75% y 2% respectivamente de la receta de los distintos productos de cemento que se producen en la molienda de Holcim Ecuador S. A. Planta Latacunga.

3.2.3.1 Toma de turnos

La bañera cargada de Clinker o Yeso deberá pasar por la estación de toma de turnos en la cual se encuentra un computador digital que le otorgará un turno para ingresar a la empresa, está ubicada en la parte exterior derecha de la garita y permite mantener un orden y un control de ingresos, por otra parte, da cumplimiento a una de las reglas en planta la cual estipula que: “El conductor de la unidad no deberá bajarse del camión con el motor encendido”.



Figura 3.4 Estación de toma de turnos

3.2.3.2 Pita de balanzas

En esta estación se encuentran ubicados equipos tales como:

3.2.3.2.1 Balanza de entrada

Equipo destinado para medir el peso del transporte pesado que ingresa a la molienda de cemento, en cuanto se refiere a la recepción de materia prima, se ejecuta el pesaje de bañeras cargadas de materias primas a granel, como es el caso del Clinker y el yeso, las mismas tienen un límite máximo y mínimo de ingreso por normas de seguridad según lo establece el

reglamento de Holcim Ecuador S. A. Planta Latacunga. Como se muestra en la Figura 3.5.



Figura 3.5 Balanza de entrada

3.2.3.2.2 Balanza de salida

Al igual que la balanza de entrada tiene la misión de medir el peso, pero en este caso ya estará descargada, es decir permitirá además de pesaje obtener la variación de pesos y de esta manera conocer la cantidad de toneladas que ingresa de materia prima, del mismo modo posee un sistema automático de registro del peso de la bañera vacía. Como se muestra en la Figura 3.6.



Figura 3.6 Balanza de salida

3.2.3.2.3 Recepción de materia prima

Se ubica en la parte posterior de la sala de almacenamiento de materias primas principalmente consta de una tolva de recepción con se muestra en la Figura 3.7



Figura 3.7 Área de recepción de materia prima

3.2.3.2.4 Semáforo de paso

Dispositivo que permite el paso de las bañeras siempre y cuando el grupo 511 de recepción clinker se encuentre en correcta marcha si se cumple esta condición este indicará una luz de color verde, en caso de que los equipos se encuentren desenergizados indicará una luz de color rojo, mientras que si el grupo 511 de recepción clinker se encuentra en proceso de encendido indicará una luz intermitente de color anaranjado.

3.2.3.2.5 Sala de almacenamiento (Sala FAM)

La sala de almacenamiento es una estación totalmente cubierta, cuya función es la de almacenar dentro de sí materias primas como Clinker y yeso, en la misma se forman tres pilas de materias primas, 2 de Clinker y una de yeso ordenadas de este a oeste, cada una de estas con una capacidad de:

- Pila 1 (Clinker): 9200 toneladas, 7030 m^3
- Pila 2 (Clinker): 9200 toneladas, 7030 m^3
- Pila 3 (Yeso): 4000 toneladas, 2665 m^3

3.2.4 Descripción de equipos en el proceso

Existe un sistema lineal de transporte de materias primas dentro de sala FAM con equipos cuyas características se detallan a continuación en la Figura 3.8.

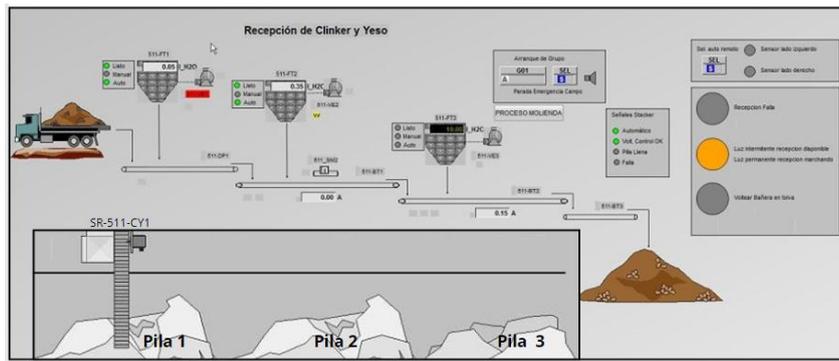


Figura 3.8 Grupo 511: Recepción Clinker y Yeso

- **Transportador de placas SR-511-DP1**

Equipo utilizado para mover y transportar Clinker y yeso que caen por medio de la tolva de recepción, consiste en una serie de placas o bandejas conectadas una detrás de otra y se mueven a lo largo de un sistema de transporte regido por medio de rodillos

- **Sistema de desempolvado**

Sistema por medio de un filtro de mangacapas utilizados para la eliminación de polvo en distintos entornos industriales. Consiste en una serie de mangas que capturan partículas de polvo que se proliferan en el transporte de materias primas, el funcionamiento básico de este sistema implica el aire por succión que ingresa carga de polvo, mientras el aire traspasa las mangas, el polvo particulado queda atrapado en la superficie o dentro de las mangas, de tal forma el aire limpio es liberado al entorno posterior a esto el sistema expulsa de forma perpendicular el polvo acumulado por medio de golpes de presión.

- **Filtro SR-511-FT1:**

Filtro que consta de 1 cámara con 130 mangas de diámetro de 152.4 por 2540 mm de longitud, cubriendo de esta forma un área total de filtrado de 169.91 m², en cuanto de dimensiones, posee una altura de 4310 mm, ancho de 2400 mm y longitud de 3100 mm.

Tabla 3.1 Capacidad efectiva filtro SR-511-FT1

Características Técnicas	Unidad	Dato
Capacidad Efectiva	m3/s	5.55

- **Filtro SR-511-FT2**

Filtro que consta de 1 cámara con 36 mangas de diámetro de 152.4 por 1524 mm de longitud, cubriendo de esta forma un área total de filtrado de 28.91 m², en cuanto de dimensiones, una altura de 2170 mm, ancho de 610 mm y longitud de 2450 mm.

Tabla 3.2 Capacidad efectiva filtro SR-511-FT2

Características Técnicas	Unidad	Dato
Capacidad Efectiva	m3/h	2898

- **Bandas transportadoras**

Consisten en una banda continua que se desplaza sobre rodillos cilíndricos dispuestos en paralelo a lo largo de una estructura, han sido diseñadas de tal forma que tengan la capacidad.



Figura 3.9 SR-511-VE2 Complemento del filtro 511-FT28

- **Banda Transportadora SR-511-BT1**

Posee dimensiones tales como: Altura con respecto al nivel del suelo de 3625 mm, el ancho de la cinta de caucho es de 914 mm, la longitud de la banda es de 30300 mm, mientras que el perímetro de la banda es de 62 614 mm

Tabla 3.3 Características técnicas banda transportadora SR-511-BT1

Características Técnicas	Unidad	Dato
Angulo de operación	°	11
Capacidad de sólidos	t/h	300
Granulometría	mm	50
Densidad	T/m ³	1.3 - 1.5

- **Banda transportadora SR-511-BT2**

Posee dimensiones tales como: Altura con respecto al nivel del suelo de 3625 mm, el ancho de la cinta de caucho es de 914 mm, la longitud de la banda es de 201080 mm, mientras que el perímetro de la banda es de 422.805 mm

Tabla 3.4 Características técnicas banda transportadora SR-511-BT2

Características Técnicas	Unidad	Dato
Angulo de operación	°	15
Capacidad de sólidos	t/h	300
Granulometría	mm	50
Densidad	T/m ³	1.3 - 1.5

- **Banda Transportadora SR-511-BT3**

Posee dimensiones tales como: Altura con respecto al nivel del suelo de 0 mm, el ancho de la cinta de caucho es de 812 mm, la longitud de la banda es de 16600 mm, mientras que el perímetro de la banda es de 16600 mm

Tabla 3.5 Características técnicas banda transportadora SR-511-BT3

Características Técnicas	Unidad	Dato
Angulo de operación	°	-15°...18°
Capacidad de sólidos	t/h	300 - 345
Granulometría	Mm	40 - 25

- **Separador de metales SR-511-SM2**

Dispositivo utilizado para eliminar materiales metálicos presentes en la materia prima (Clinker o yeso) en el transporte de este, de esta manera se busca prevenir daños y atoramientos de los equipos tanto de almacenamiento como de alimentación y molienda, posee una altura de 455mm, un ancho de 860 mm, longitud de 860mm y el tamaño mínimo del metal separable es de 100mm*25mm*12mm.

Tabla 3.6 Características técnicas banda transportadora SR-511-SM2

Características Técnicas	Unidad	Dato
Angulo de Inclinación	°	0
Potencia Efectiva	Kw	1.1
Velocidad de Banda	m/seg	300

- **Stacker SR-511-CY1**

El apilador se encarga de almacenar las materias primas (Clinker y yeso), que son llevadas al a parte superior del mismo por medio de bandas transportadoras a la parte superior del brazo del apilador y cae formando pilas este equipo funciona de manera manual y automática.

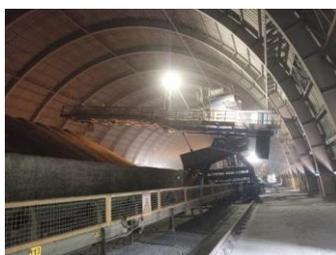


Figura 3.10 Stacker SR-511-CY1

3.2.5 Proveedores y compañías de transporte de materia prima

Tabla 3.7 En la Tabla 3.7 se describen las compañías de transporte de acuerdo al tipo de materia prima puede ser este Clinker o yeso, los cuales son traídos de Guayaquil y Quito respectivamente por medio de bañeras o volquetas, se utilizará el primer nombre dado para estos equipos de transporte para motivo del presente estudio

Tabla 3.7 Compañías de transporte de la materia prima (Clinker - Yeso)

	TABLA DE PROVEEDORES Y COMPAÑIAS DE TRANSPORTE				
Realizó:		Revisó:		Aprobo:	
Fecha:		Fecha:		Fecha:	
MATERIA PRIMA	PROVEEDOR	UBICACIÓN	COMPANIAS DE TRANSPORTE		
CLINKER	HOLCIM	Guayaquil	Mamut Andino C.A.		
YESO NATURAL			Puzzo trans.		
			Venparglobal S.A.		
			Liftin		
			Servitrailers ASPE S.A.		
YEO SINTÉTICO	BATERIAS ECUADOR	Quito	Equipo de transporte Pta. LT.		
	FV. área ándina S.A.				
	EDESA S.A.	Quito	Lifting		

3.2.6 Diagrama de flujo de recepción de clinker-yeso

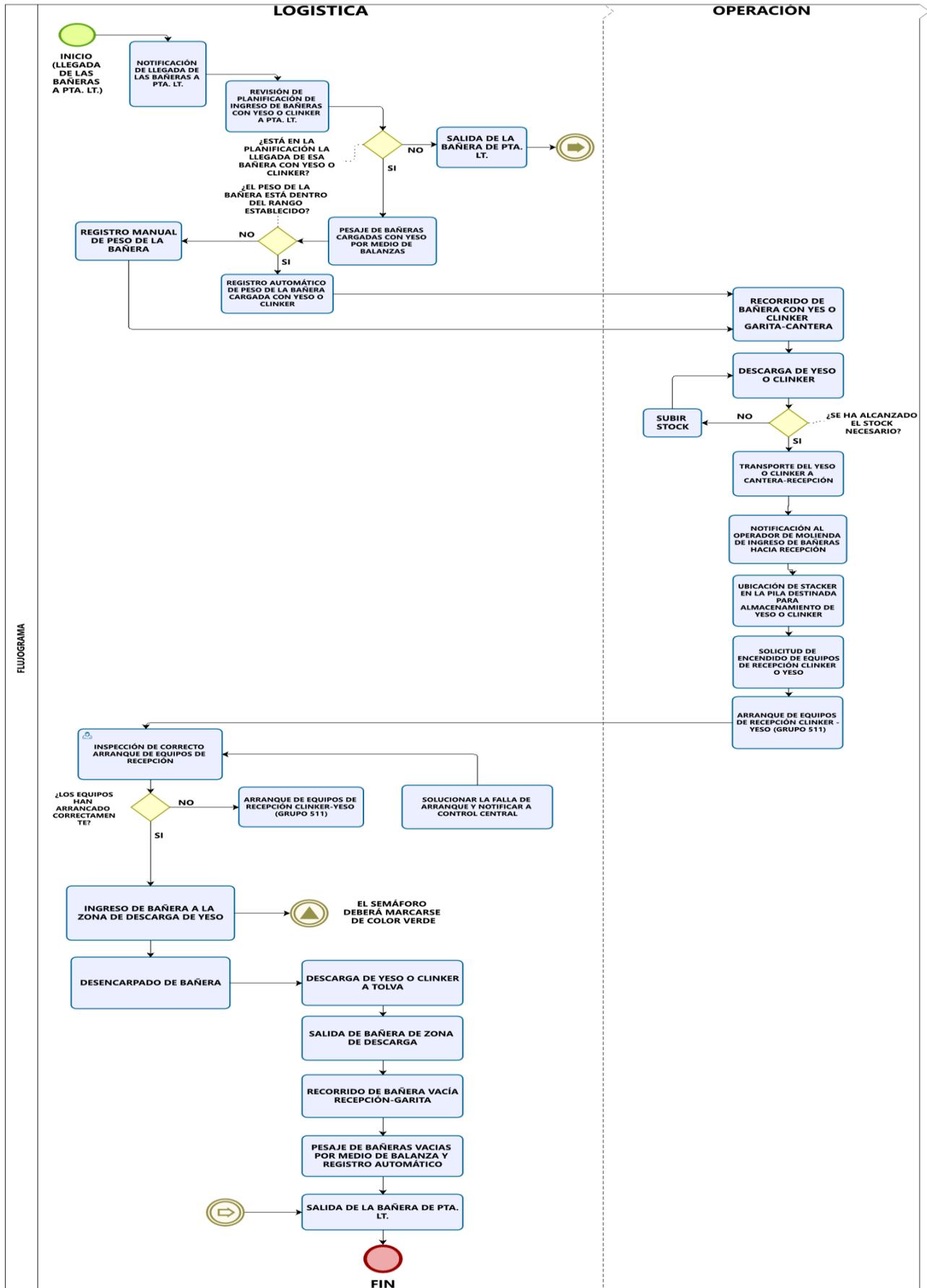


Figura 3.11 Diagrama de flujo de recepción de Clinker-Yeso

OBJETIVO ESPECÍFICO 2

Identificar oportunidades de mejora para establecer potenciales causas.

3.3 FASE MEDIR

Al ya tener definido los parámetros que se va a tomar de la empresa en el área de materia prima se puede utilizar las herramientas de la metodología Lean Six Sigma para poder sacar los datos necesarios para analizarlos

3.3.1 Diagrama de Pareto de fallas del área.

Se ha realizado una inspección del área de recepción de materia prima en la cual ingresan bañeras para poder identificar posibles problemáticas presentes en la misma, durante un lapso de los meses de septiembre, octubre y noviembre del 2023, con una muestra de 1771 bañeras entre estas cargadas con clinker y yeso, dando como resultado los datos presentes en la Tabla 3.8.

Tabla 3.8 Descripción de fallas

DESCRIPCIÓN DE FALLAS	FRECUENCIA	%	% acumulado
Errores en el registro automatico de bañeras por peso fuera de rango	365	40.33%	40.33%
Falta de inspección adecuada de la calidad de las materias primas.	0	0.00%	40.33%
Incumplimiento de los estándares de seguridad en el manejo de materias primas.	0	0.00%	40.33%
Problemas de comunicación entre los departamentos involucrados en el proceso de	13	1.44%	41.77%
Desviaciones de inventario de ciertas materias primas.	3	0.33%	42.10%
Defectos o contaminación en las materias primas recibidas.	0	0.00%	42.10%
Tiempos de espera prolongados para la recepción de materia prima.	521	57.57%	99.67%
Falta de capacitación del personal en los procedimientos de recepción de materia	0	0.00%	99.67%
Problemas de infraestructura.	0	0.00%	99.67%
Paros por fallas mecánicas o eléctricas	3	0.11%	99.78%
Fallas mecánicas de equipos de transporte	2	0.22%	100.00%
	905	100.00%	

En este caso se ha tomado en cuenta ítems como:

1. Errores en el registro automático de bañeras por peso fuera de rango, se han observado **365** fallas en este trimestre que representa el 40,02% del total de fallas presente en el área de recepción de materia prima.

2. No se han detectado problemas por falta de inspección adecuada de la calidad de materias primas, ya que es una actividad solventada por el proveedor por ende no se considera un porcentaje representativo de fallas.
3. El incumplimiento de los estándares de seguridad de las bañeras entre estos la velocidad máxima de 30 km/h presenta 0 por exceso de velocidad en diferentes compañías de transporte.
4. Problemas de comunicación entre los departamentos involucrados en el proceso con 13 notificaciones de recepción parada por falta de comunicación por radiofrecuencia con el técnico de control central del área de producción encargado del encendido de los equipos de recepción grupo (SR-511), siendo así el 1,44% de las problemáticas presentes en el área.
5. Se realiza un estudio de inventario en el cual se identifican desviaciones, se identifican 3 fallas, así siendo el 0,33% de las fallas.
6. Se evidencian además 0 registros de contaminación representativa de materia prima.
7. 521 tiempos de espera prolongados en la recepción de materia prima, considerándose el porcentaje más alto de problemáticas presentes en el área con el 57,47%
8. No existe falta de capacitación de los operadores, está se realiza 1 vez al año por parte de las compañías de transporte.
9. No se registran problemas de infraestructura
10. 3 paros por fallas mecánicas o eléctricas, 0,11%
11. 2 paros por fallas mecánica de equipos de transporte que corresponde al 0,22% de problemáticas.

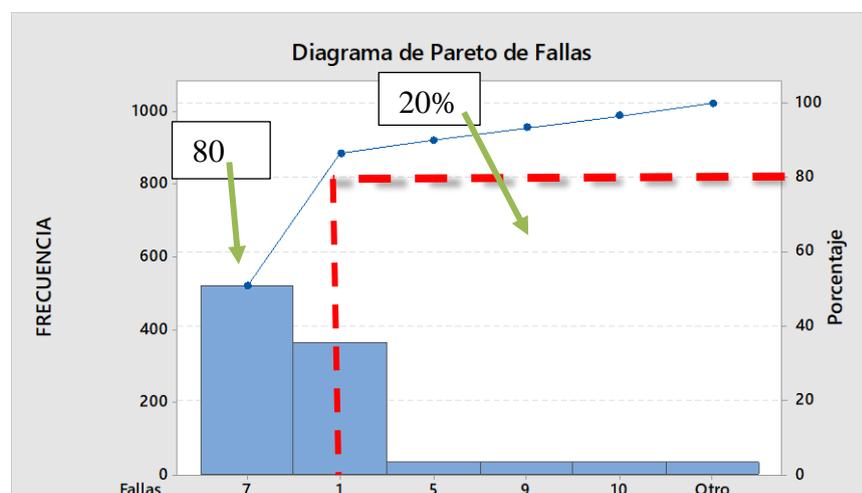


Figura 3.12 Diagrama de Pareto de fallas trimestral

De acuerdo al diagrama de Pareto es posible concluir que los problemas que se presentan con menos frecuencia son: contaminación de materia prima, falta de capacitación a los operadores, incumplimiento de los estándares de seguridad, paros por fallas mecánicas y eléctricas, fallas mecánicas de equipos de transporte, inspección de calidad de materia prima.

Por el contrario, las problemáticas con mayor frecuencia de ocurrencia en el área son: errores en el registro automático de bañeras por peso fuera de rango y tiempos de espera prolongados para la recepción de materia prima.

El diagrama de Pareto por lo tanto permite evidencias que en las 2 primeras problemáticas establecidas se encuentra el 80% de defectos en el área de materia prima, en cuanto se logre reducir estas dos problemáticas será posible disminuir defectos en el proceso logístico de recepción de materia prima.

3.3.2 Gráficos de control

Es importante mencionar que las bañeras transportan dos tipos de materias primas, clinker y yeso, en este sentido se realizará la medición por separado de cada uno de los materiales, debido a que su proceso es diferente como lo muestra el diagrama de flujo de recepción de clinker-Yeso.

3.3.2.1 Gráfico de control de recepción de materia prima de Clinker:

De las 1771 bañeras tomadas como muestra de ingreso a Holcim Ecuador S. A. Planta Latacunga, 1731 a clinker, esto se debe a que este es el componente con mayor porcentaje en la receta del cemento en todos los productos a realizar.

3.3.2.1.1 Peso neto de Clinker

En la Tabla 3.9 se identifican los límites de control establecidos para el registro automático del peso neto de las bañeras, estos datos están dados al estándar HSS 101 Para vehículos móviles y tráfico en las instalaciones.

Tabla 3.9 Límites de control establecidos

LC	31750
LCI	31000
LCS	32500

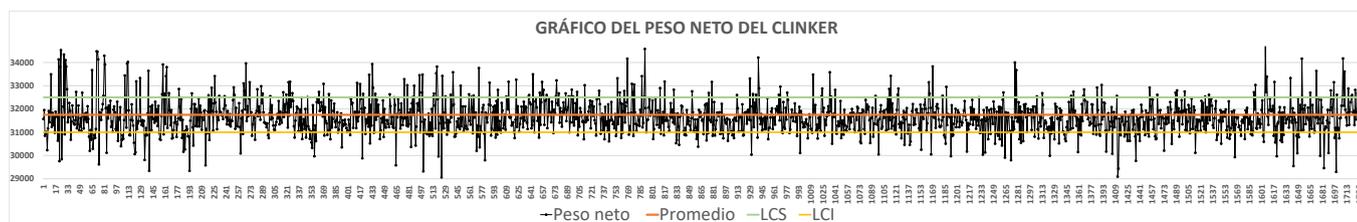


Figura 3.13 Gráfico del peso neto del Clinker

Debido a la cantidad de datos es complicado distinguir cuales se encuentran fuera de rango sin embargo es posible verificar que se presentan gran volumen de datos fuera de especificaciones en estos casos no es posible realizar el registro automático de la báscula por tanto se realiza un registro manual, por medio del formato presentado en la Tabla 3.10, siendo así una problemática inminente en el proceso de recepción de materia prima.

Tabla 3.10 Registro manual del proceso de recepción de materia prima

	PLANTA LATACUNGA REGISTRO MANUAL			FECHA	
RESPONSABLE CÓDIGO		INGRESO A PLANTA	SALIDA DE PLANTA		
SOLICITANTE CÓDIGO		PESO:		PESO:	
TIPO DE CEMENTO		HORA:		HORA:	
CANTIDAD		DESPACHO:			
VEHICULO		#TARJETA:			
CLIENTE					
TRANSPORTISTA		NUM. CÉDULA			
RESPONSABLE HOLCIM					
COPIA HOLCIM					

3.3.2.1.2 Tiempo del proceso de recepción de materia prima-clinker

En este caso no existen límites de control para establecer especificaciones, por tanto, es

necesario calcularlos por medio de la fórmula de media aritmética y desviación estándar muestral.

Media aritmética

$$\bar{X} = \frac{X1 + X2 + X3 + X4 + X5 \dots \dots \dots X40}{N} \quad (3. 1)$$

Donde:

\bar{X} = Media aritmética

X= Valores muestrales de tiempo para la recepción de materia prima-yeso.

N= Cantidad de bañeras con yeso.

Desviación estándar muestral

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}{N - 1}} \quad (3. 2)$$

Donde:

S= Desviación estándar

Σ = Sumatoria

N= Cantidad de bañeras con yeso

X_i = Valores muestrales de tiempo para la recepción de materia prima-yeso

\bar{X} = Media aritmética.

Límites de control:

$$\begin{aligned} LC &= \bar{X} \\ LCS &= \bar{X} + S \\ LCI &= \bar{X} - S \end{aligned} \quad (3. 3)$$

Donde:

LC= Límite central u objetivo.

LCI= Límite de control inferior

LCS= Límite de control superior

Con las fórmulas antes mencionadas, se realiza el cálculo de los límites de control utilizando el software de hojas de cálculo Microsoft Excel como lo muestra la Tabla 3.11, los mismos que servirán para establecer un rango de datos admisible para el control estadístico del tiempo que toma la recepción de materia prima en este caso del Clinker

Tabla 3.11 Datos obtenidos del análisis del proceso de recepción

LC	40.72
S	21.58
LCS	19,13
LCI	60,3

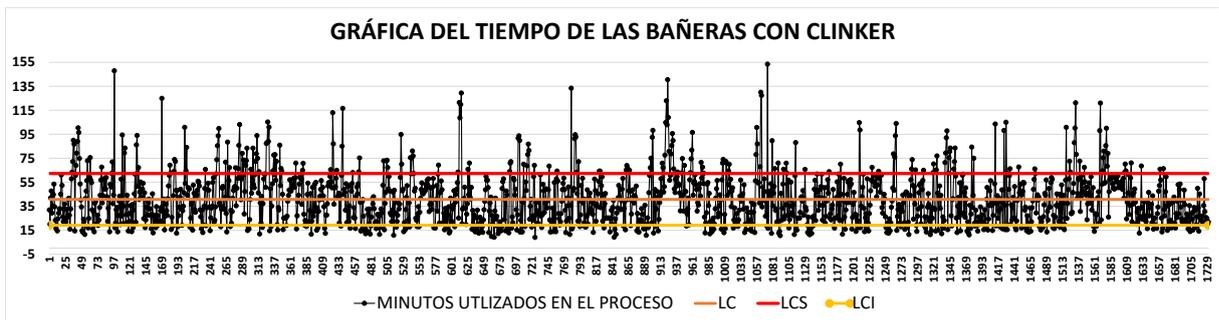


Figura 3.14 Gráfico de control del tiempo recepción del Clinker

3.3.2.2 Gráfico de control de recepción de materia prima de Yeso:

3.3.2.2.1 Peso neto de yeso.

Por otra parte, de las 1771 bañeras tomadas como muestra de ingreso a Holcim Ecuador S. A. Planta Latacunga corresponden a bañeras cargadas con yeso, puesto que su intervención en la receta de cemento es menor al 5% del total de sus componentes. En la Tabla 3.12 se definen los límites de control establecidos para el registro automático del peso neto de las bañeras cargadas con yeso.

Tabla 3.12 Límites de control establecidos por Holcim

LC	31750
LCI	31000
LCS	32500

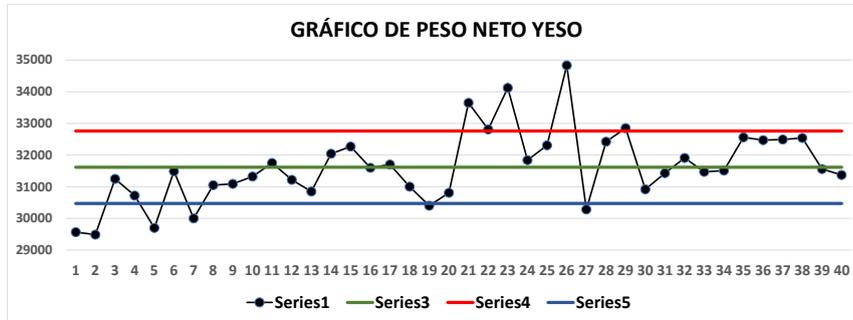


Figura 3.15 Gráfico de control del peso neto Yeso

3.3.2.2.2 Tiempo del proceso de recepción de materia prima-Yeso

A continuación, se puede observar en la Tabla 3.13 donde se definen los límites de control calculados por medio de la media aritmética y desviación estándar muestral con las mismas fórmulas establecidas anteriormente, de tal forma que:

Tabla 3.13 Datos obtenidos

LC	36.07
S	8.01
LCI	28.06
LCS	44.07

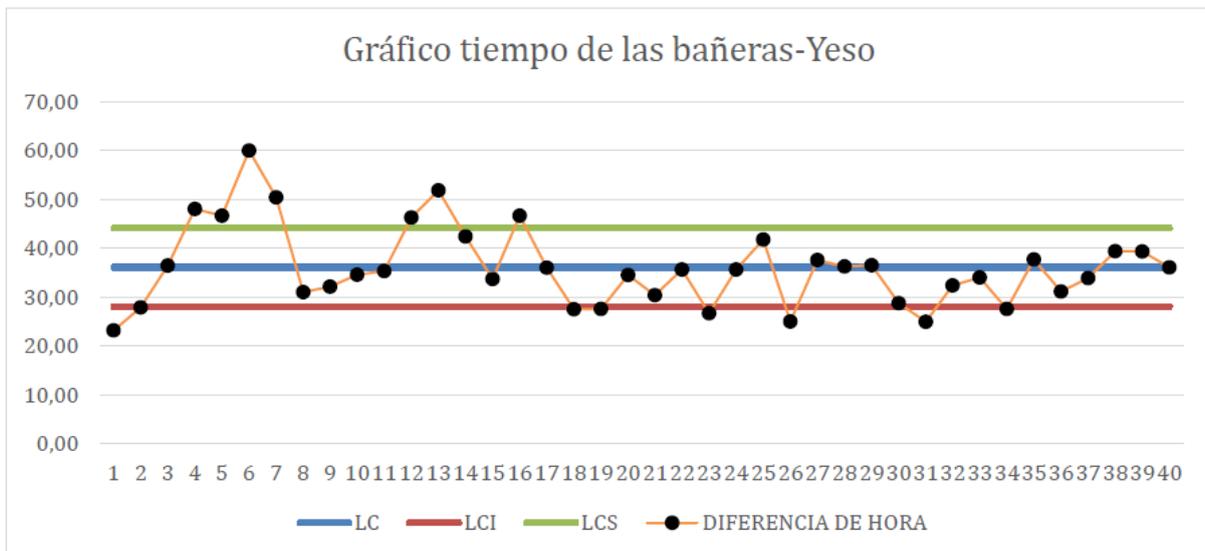


Figura 3.16 Gráfico de control del tiempo de recepción Yeso

Analizando cada uno de los gráficos, es posible indicar que el proceso se encuentra bajo de control, esto es un indicador de que existen importantes oportunidades de mejora.

3.3.3 Cálculo de capacidad del proceso en relación de Peso neto de recepción de materia prima inicial: Cálculo de PPM, nivel Sigma y Cpk.

3.3.3.1 Recepción de materia prima-clinker

Se realizará el cálculo de la capacidad de proceso en cuanto se refiere al peso neto con el objetivo de evaluar la variabilidad y tendencia central de una característica de calidad en este caso la capacidad de que este proceso sea totalmente automático, de lo contrario el personal de seguridad física procede hacer el registro de forma manual, haciendo de este proceso ineficiente.

3.3.3.2 Cálculo de PPM

El PPM toma en cuenta el número de fallas observadas con relación a la cantidad de muestras registradas, de esta manera posibilita conocer cuál es el promedio de defectos por millón de requerimientos atendidos y que únicamente presentan una oportunidad de falla.

En este caso se observa aproximación a distribución normal debido a la gran cantidad de datos recogidos se procede al cálculo de las PPM utilizando el software estadístico denominado Minitab, en donde se ubican las especificaciones conocidas.

$$PPM = \frac{\text{Número total de unidades producidas}}{\text{Número total de defectos}} \times 1,000,000 \quad (3.4)$$

3.3.3.3 Cálculo del nivel Sigma

Se medirá la variabilidad del peso neto de recepción de mater prima inicial por medio del nivel Sigma, es importante recalcar que mientras menor es el nivel Sigma, existe mayor variabilidad por lo tanto la calidad del proceso logístico de recepción de materia prima es menor.

$$\text{Sigma} = \frac{\text{Límite superior de la especificación} - \text{Valor de la media del proceso}}{\text{Desviación estandar del proceso.}} \quad (3.5)$$

3.3.3.4 Cpk Índice de capacidad del proceso.

Herramienta fundamental por medio de la cual se evaluará la capacidad del proceso de recepción de materia prima Clinker para cumplir con las especificaciones del Clinker.

$$Cpk = \min\left(\frac{X - LCI}{3\sigma}, \frac{LCS - X}{3\sigma}\right) \quad (3.6)$$

Una vez calculado el PMO o PPM se puede estimar el rendimiento del proceso ya que este es directamente proporcional a nivel o índice Sigma, relacionándolo con la Tabla 3.14.

Tabla 3.14 Índice de capacidad de proceso

Equivalencias entre Indices de Capacidad de Proceso (en condición de Centramiento)			
Cpk	Indice Sigma	PPM	Rendimiento
2	6	3,4	99,9997%
1,67	5	233	99,9767%
1,33	4	6.210	99,3790%
1	3	66.804	93,3196%
0,67	2	308.305	69,1695%
0,33	1	685.253	31,4747%

3.3.4 Peso Neto Clinker

Mediante Minitab se obtiene el cálculo de Nivel Z, PMO, a corto y largo plazo .

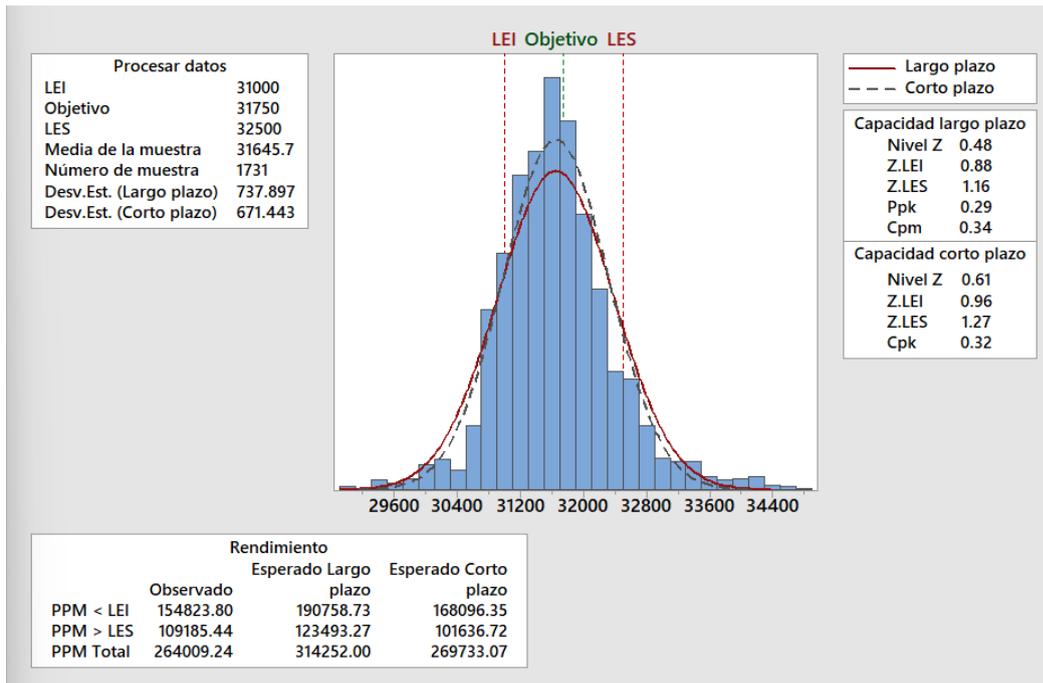


Figura 3.17 Gráfico de nivel Sigma del Peso neto de recepción de materia prima inicial-Clinker trimestral

En cuanto se refiere a las PPM o PMO 264009,24 ingresos están fuera de las especificaciones, teniendo así gran cantidad de no conformidades.

Al tener un nivel Z (nivel Sigma) de 0,48 se puede inferir el proceso actual no es capaz de cumplir con sus especificaciones, es decir se obtiene que una situación actual de una Sigma muy por debajo del deseado.

Según el Cpk obtenido tanto a corto plazo de 0,34, como a largo plazo de 0,32 indica que el proceso no cumple de manera efectiva con las especificaciones del cliente y tiene problemas significativos en términos de capacidad, además la variabilidad del proceso es alta en comparación con los límites de especificación, tomando en cuenta que el Six Sigma busca mejorar la capacidad del proceso siendo esta superior a 1 o la ideal igual a 1,33.

Por lo tanto el proceso requiere mejoras para reducir la variabilidad y acercarse más a las especificaciones del cliente interno en este caso el área de producción.

Según la Tabla 3.14 el proceso actual tiene un rendimiento aproximado del 31,47%. En este escenario, el peso neto de carga de las bañeras presenta desafíos, ya que la falta de precisión en este aspecto impide la ejecución del registro de manera automática.

En consecuencia, el personal de seguridad física se ve obligado a realizar el registro de forma manual.

Al tener una muestra de 40 datos de bañeras que ingresaron a Holcim Ecuador S. A. Planta Latacunga con distintos pesos de carga de YESO, así me muestra las especificaciones establecidas en la siguiente tabla.

Se utilizará a utilizar el software Minitab que ayudará a establecer los siguientes datos obtenidos de estos procesos designados.

3.3.4.1 Peso neto Yeso

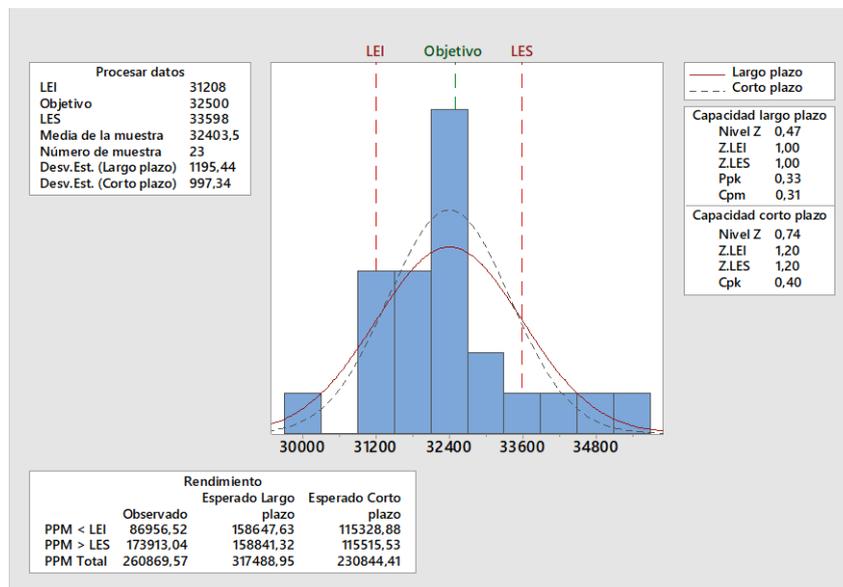


Figura 3.18 Gráfico nivel Sigma del peso neto de recepción de materia prima de Yeso trimestral

En lo que respecta a las PPM o PMO de 260,869.57, se observa que un gran número de ingresos están por fuera de las especificaciones, lo que indica una alta incidencia de no conformidades.

El nivel Z (nivel Sigma) de 0,47 a largo plazo y 0,74 a corto, revela que el proceso actual no

tiene la capacidad de cumplir con sus especificaciones, evidenciando una situación actual con un nivel Sigma significativamente por debajo del deseado.

El Cpk obtenido, tanto a corto plazo (0,40) como a largo plazo (0,31), señala que el proceso no cumple de manera efectiva con las especificaciones del cliente, presentando problemas significativos en términos de capacidad. La variabilidad del proceso es alta en comparación con los límites de especificación. Dado que en Six Sigma se busca lograr una capacidad del proceso superior a 1 o idealmente igual a 1,33, se concluye que el proceso requiere mejoras para reducir la variabilidad y acercarse más a las especificaciones del cliente interno, en este caso, el área de producción.

3.3.5 Cálculo de la Sigma tiempo del proceso de recepción de Clinker trimestre (septiembre-octubre-noviembre 2023)

Se utilizará a utilizar el software Minitab que ayudará a establecer los siguientes datos obtenidos de estos procesos designados.

En cuanto a las PPM o PMO de 294627.38, se evidencia que un elevado número de resultados se sitúa fuera de los límites especificados, indicando una marcada presencia de no conformidades.

El nivel Z (nivel Sigma) de 0,48 a largo plazo y 0,41 a corto plazo señala que el proceso actual carece de la capacidad necesaria para cumplir con las especificaciones, evidenciando una situación actual con un nivel Sigma considerablemente inferior al deseado.

El Cpk obtenido, tanto a corto plazo 0,41, indica que el proceso no satisface de manera eficaz las especificaciones del cliente, presentando problemas sustanciales en cuanto a su capacidad. La variabilidad del proceso es elevada en comparación con los límites de especificación. Dado que en Six Sigma se busca alcanzar una capacidad del proceso superior a 1, o idealmente igual a 1,33, se concluye que es necesario implementar mejoras para reducir la variabilidad y aproximarse más a las especificaciones del cliente interno, en este caso, el área de producción.

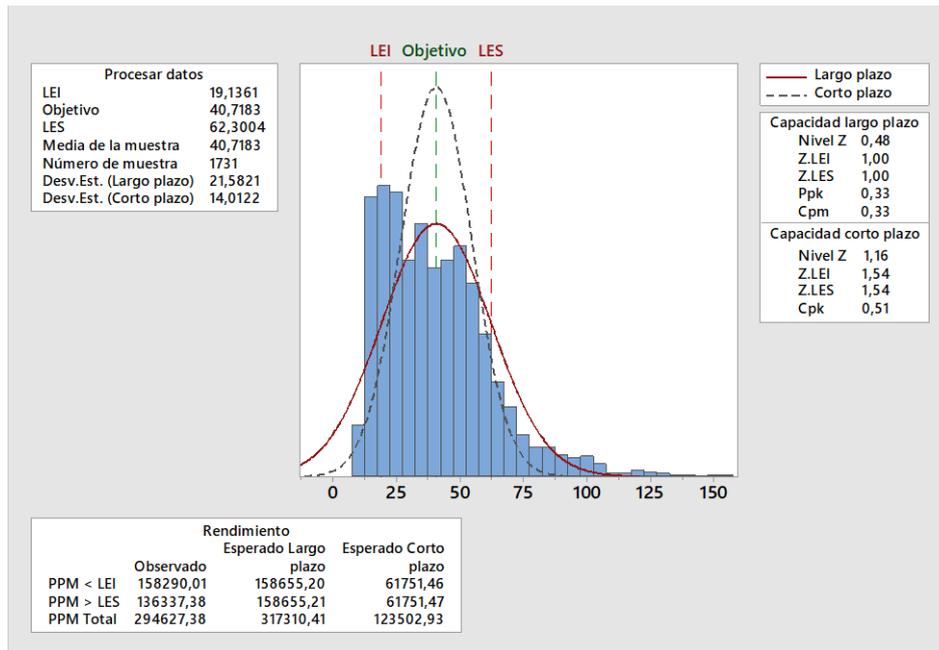


Figura 3.19 Cálculo de la Sigma tiempo del proceso de recepción de Clinker trimestre

3.3.6 Cálculo del nivel Sigma de tiempo del proceso de recepción de Yeso trimestre (septiembre-octubre-noviembre 2023).

Se utilizará a utilizar el software Minitab que ayudará a establecer los siguientes datos obtenidos de estos procesos designados.

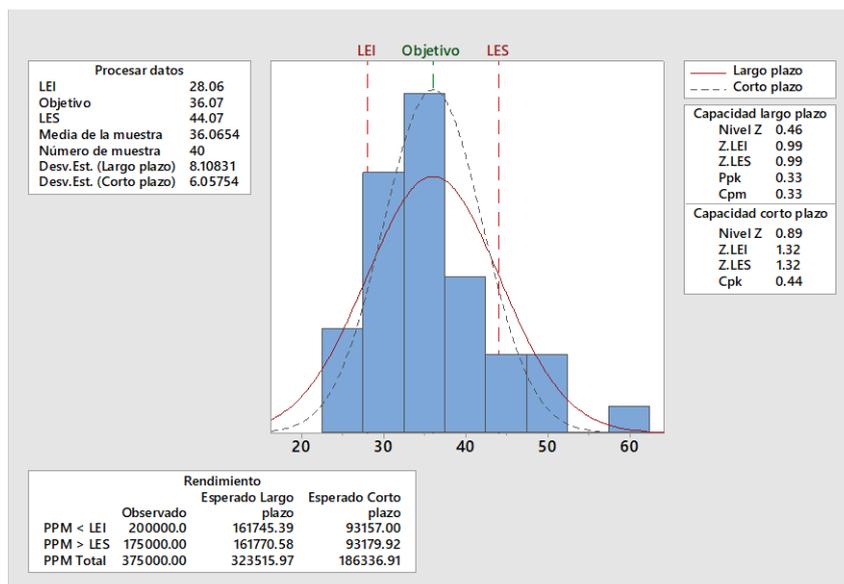


Figura 3.20 Cálculo de la Sigma tiempo del proceso de recepción de Yeso trimestre

En relación con las PPM o PMO de 375000.00, se observa que un número considerable de

resultados se sitúa fuera de los límites establecidos, indicando una presencia notable de no conformidades.

El nivel Z (nivel Sigma) de 0,46 a largo plazo y 0,89 a corto plazo, señala que el proceso actual carece de la capacidad necesaria para cumplir con las especificaciones, revelando una situación actual con un nivel Sigma notablemente inferior al deseado.

Los valores de Cpk obtenidos a corto plazo (0,44) indican que el proceso no cumple de manera eficaz con las especificaciones del cliente, evidenciando deficiencias sustanciales en términos de capacidad. La variabilidad del proceso es significativa en comparación con los límites de especificación. Dado que en Six Sigma se busca lograr una capacidad del proceso superior a 1, o idealmente igual a 1,33, se concluye que se requieren mejoras para reducir la variabilidad y acercarse más a las especificaciones del cliente interno, especialmente en el área de producción.

3.4 FASE ANALIZAR

3.4.1 Análisis de variabilidad de la variable peso neto de las bañeras con Clinker - Diagrama de lluvia de ideas

Se empleará la técnica de lluvia de ideas, involucrando al personal que participa en el proceso de recepción de materia prima. Se da inicio al análisis mediante esta metodología, como se evidencia en la Tabla 3.15. A través de esta tabla, se examinan y proponen posibles causas que generan la variabilidad en el peso neto de las bañeras de Clinker o yeso.

Tabla 3.15 Peso Neto-Causas potenciales-Clinker

CAUSAS POTENCIALES
<ul style="list-style-type: none"> • Balanzas no calibradas correctamente • Derrames y pérdidas de material en el transporte • Densidad del Clinker • Segregación del material • Falta de inspección del proceso de carga y descarga • Falta de capacitación del personal
PERSONAL INVOLUCRADO
<ul style="list-style-type: none"> • Coordinador de logística • Técnico de logística • Analista de transporte • Técnico de control central • Operador de molienda

3.4.2 Análisis de variabilidad de la variable del tiempo de proceso de las bañeras con Clinker -Diagrama de lluvia de ideas

La variable de tiempo del proceso de recepción de materia primas en este caso el Clinker de la cual se resumen las posibles causas potenciales, las mismas que producen variabilidad.

Tabla 3.16 Tiempo-Causas potenciales-Clinker

CAUSAS POTENCIALES
<ul style="list-style-type: none"> • Las bañeras llegan con problemas de matriculación • Incumplimiento del check list de mantenimiento de la bañera • Equipos de recepción no se encuentran encendidos y se presenta un lead time. • Se dan sobrecargas en los equipos y el sistema de seguridad produce que se apaguen • No existe un operador específico para realizar el cambio de pila y la inspección de equipos • Problemas en el sistema informático • Falta de coordinación con proveedores • Bañeras con peso neto fuera del rango especificado. • Eventos desafortunados en el área de recepción • Área de recepción contaminada.
PERSONAL INVOLUCRADO
<ul style="list-style-type: none"> • Coordinador de logística • Técnico de logística • Analista de transporte • Técnico de control central • Operador de molienda

3.4.3 Análisis de variabilidad de la variable peso neto de las bañeras con Yeso -Diagrama de lluvia de ideas

Tabla 3.17 Peso neto-Causas potenciales-Yeso

CAUSAS POTENCIALES
<ul style="list-style-type: none"> • Variaciones en la disposición del yeso, donde el yeso puede tener composiciones ligeramente diferentes, lo que influirá en el peso de la bañera • La tolerancia de fabricación en el espesor del revestimiento del yeso • La cantidad de humedad • Golpes o manipulación brusca durante el transporte • Diferencia en el diseño de las bañeras • Falta de inspección del personal encargado
PERSONAL INVOLUCRADO
<ul style="list-style-type: none"> • Coordinador de logística • Técnico de logística • Analista de transporte • Técnico de control central • Operador de molienda

3.4.4 Análisis de variabilidad de la variable del tiempo de proceso de las bañeras con Yeso- Diagrama de lluvia de ideas

Tabla 3.18 Tiempo-Causas potenciales-Yeso

CAUSAS POTENCIALES
<ul style="list-style-type: none">• Las bañeras llegan con problemas de matriculación• Incumplimiento del check list de mantenimiento de la bañera• Se dan sobrecargas en los equipos y el sistema de seguridad produce que se apaguen• No existe un operador específico para realizar el cambio de pila y la inspección de equipos• Problemas en el sistema informático
PERSONAL INVOLUCRADO
<ul style="list-style-type: none">• Coordinador de logística• Técnico de logística• Analista de transporte• Técnico de control central• Operador de molienda

3.4.5 Diagrama de Ishikawa de las causas encontradas en el área

3.4.5.1 Diagrama de Ishikawa – Clinker

Los diagramas de causa y efecto presentes a continuación organizan la información derivada de la lluvia de ideas, con el propósito de guiar de manera metodológica el análisis de las posibles razones que generan los problemas de desviación y variabilidad en el proceso de anodizado. Estos diagramas siguen la metodología de las 6 M (máquina, método, medio ambiente, mano de obra, material, mediciones).

En la figura 26, se muestra el diagrama de causa y efecto, también conocido como espina de pescado, donde se examinan las posibles causas de la variación del proceso de recepción de materia prima.

3.4.5.1.1 Diagrama Ishikawa del Peso Neto Clinker

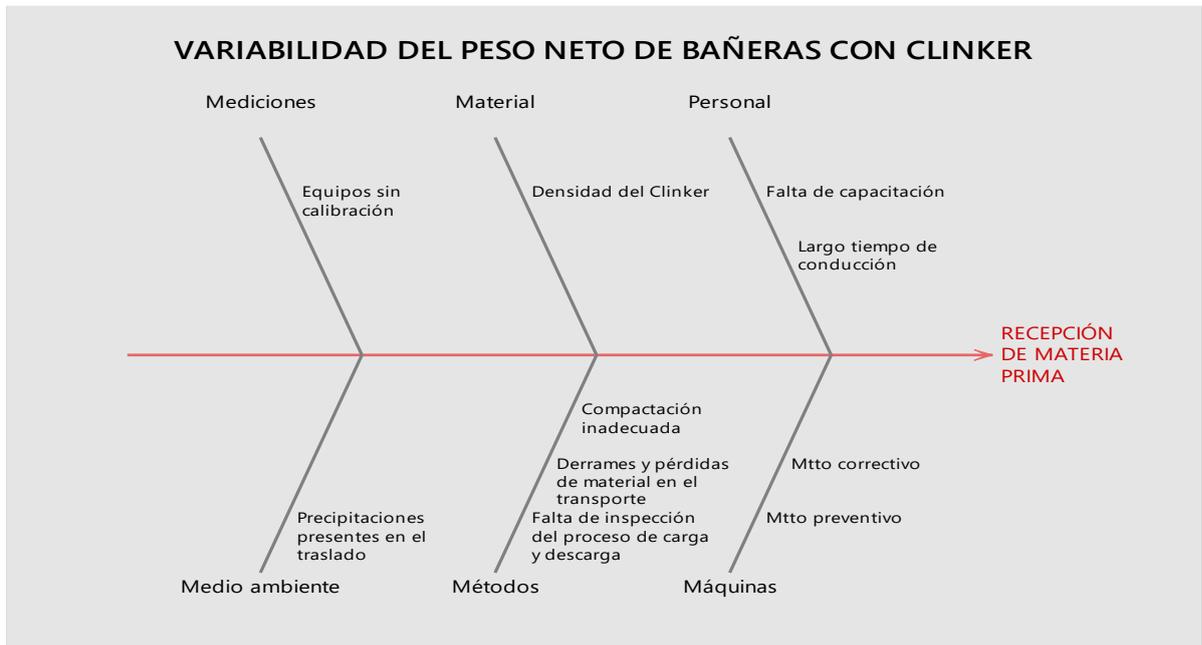


Figura 3.21 Diagrama de Ishikawa Clinker (Peso Neto)

3.4.5.1.2 Diagrama Ishikawa del Tiempo de Recepción Clinker

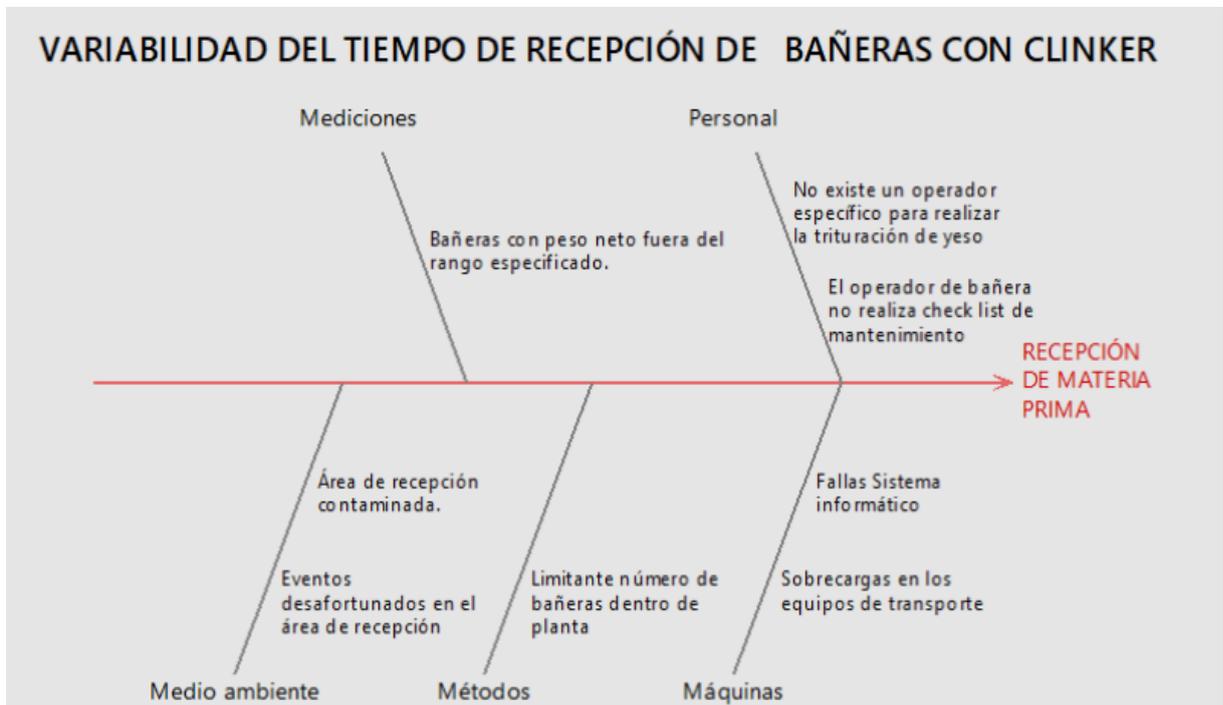


Figura 3.22 Diagrama de Ishikawa del tiempo de recepción del Clinker

3.4.5.2 Diagrama Ishikawa del Peso Neto Yeso



Figura 3.23 Diagrama de Ishikawa del peso neto del Yeso

3.4.5.3 Diagrama Ishikawa del Tiempo de Recepción Yeso

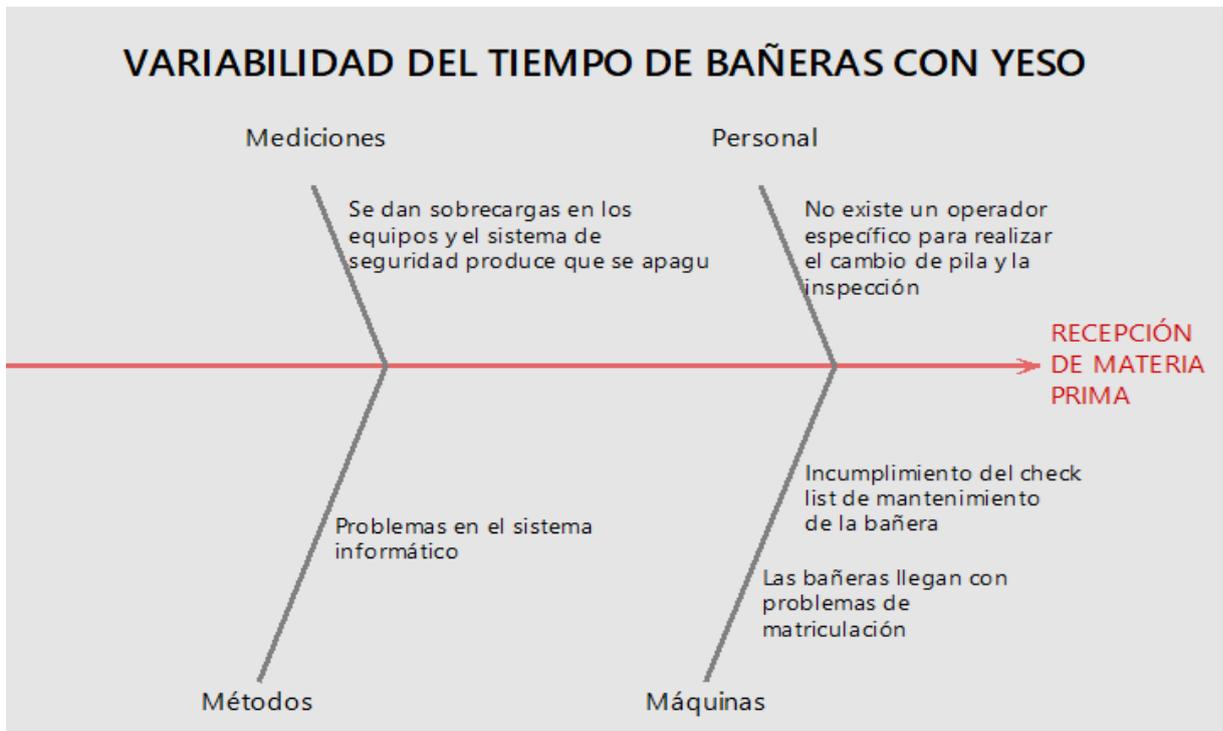


Figura 3.24 Diagrama de Ishikawa del tiempo de recepción del Yeso

3.4.6 ANÁLISIS AMEF -Análisis de modo y efecto de fallas de las causas encontradas en el área de recepción de materia prima

El análisis AMEF desempeña un papel crucial en el proceso logístico de la bañera con clinker al abordar la variabilidad en el peso neto. Al identificar posibles modos de fallo y evaluar la severidad, ocurrencia y capacidad de detección de cada uno, proporciona una herramienta efectiva para priorizar acciones correctivas y mejorar la consistencia en el peso del producto. Este enfoque proactivo no solo contribuye a garantizar el cumplimiento de especificaciones y normativas, sino que también promueve la mejora continua del proceso logístico. Al reducir la probabilidad de defectos en el peso neto, contribuye a la eficiencia operativa, la minimización de desperdicios y la satisfacción del cliente al prevenir problemas antes de que impacten negativamente en la calidad del producto.

La evaluación de SEVERIDAD, OCURRENCIA y CAPACIDAD DE DETECCIÓN se realiza en una escala numérica. Cada una de estas categorías se puntúa por separado y luego se multiplica para obtener el puntaje final de riesgo. Las escalas típicas utilizadas son:

- **Severidad (S)**

Se evalúa el impacto del modo de fallo en términos de gravedad. La escala generalmente va de 1 a 10, donde 1 representa un impacto mínimo y 10 un impacto catastrófico.

- **Ocurrencia (O):**

Se evalúa la probabilidad de que ocurra el modo de fallo. La escala suele ser de 1 a 10, donde 1 indica una baja probabilidad y 10 una alta probabilidad de ocurrencia.

- **Capacidad de Detección (D):**

Se evalúa la probabilidad de que el modo de fallo sea detectado antes de que llegue al cliente. La escala también es de 1 a 10, donde 1 indica una alta probabilidad de detección y 10 una baja probabilidad.

La puntuación final de riesgo (RPN, por sus siglas en inglés) se obtiene multiplicando los valores asignados a Severidad, Ocurrencia y Capacidad de Detección.

- Identificación de oportunidades de mejora: Los modos de falla con NRP más alto indican áreas que requieren mayor atención y pueden llevar a la identificación de oportunidades para mejorar la calidad y la confiabilidad del producto o proceso.
- Cuanto mayor sea el NRP, mayor será la prioridad del riesgo.
- El AMEF, a través de la asignación de NRP, proporciona una guía para priorizar acciones de mejora, asignar recursos de manera eficiente y reducir los riesgos críticos asociados con los modos de falla, contribuyendo así a la mejora continua y la prevención de problemas. Como se muestra en la Tabla 3.19.

Tabla 3.19 Matriz de modo de falla y análisis de efecto

CAUSAS	SEVERIDAD/GRAVEDAD/ IMPACTO	CONTROLES ACTUALES	S	O	D	NRP inicial
Las bañeras llegan con problemas de matriculación	Retrasos en el proceso de recepción debido a la necesidad de resolver problemas administrativos relacionados con la matriculación. Puede generar demoras en la entrada de las bañeras a la instalación.	Solicitar al conductor que verifique su información de matriculación y dar aviso a la compañía de transporte	9	8	8	576
Área de recepción contaminada.	Riesgos para la calidad del clinker y posibles impactos ambientales. Puede requerir medidas de limpieza adicionales, tiempo de inactividad y afectar la reputación ambiental de la empresa.	Plan de emergencia para sustancias peligrosas	9	8	8	576
Desorden en el lugar de estacionamiento	Al momento de la llegada de la bañera siendo de la misma compañía no tiene un lugar asignado donde pueda realizar la entrega del material como el clinker y el yeso	Carteles de advertencia Normar comunitarias	9	8	8	576
Balanzas no calibradas correctamente:	Las balanzas no calibradas pueden llevar a mediciones inexactas del peso de las bañeras. Esto puede resultar en una sobre o subestimación del peso neto real, afectando la precisión de los registros y posiblemente generando problemas en la facturación o la planificación logística.	Establecer un programa regular de calibración de balanzas.	9	8	7	504
Incumplimiento del check list de mantenimiento de la bañera	: Posible fallo mecánico o mal funcionamiento de las bañeras durante la recepción. Esto podría resultar en la necesidad de realizar reparaciones de emergencia, generando tiempos de inactividad no planificados.	Solicitar se lo realice en el momento	9	8	7	504
Se dan sobrecargas en los equipos y el sistema de seguridad produce que se apaguen	Los sobrecargas en los equipos pueden afectar a los equipos que realizan esta tarea descalibrar hasta que puede dar un falso positivo así apagarse los equipos	Sistema de seguridad que apaga los equipos en caso de sobrecarga. Inspecciones regulares del estado de los equipos.	9	8	6	432
La cantidad de humedad	Puede afectar significativamente la calidad, durabilidad y seguridad del producto. Impacto en la satisfacción del cliente y en la reputación de la marca. Impacto en la seguridad del usuario y en la calidad percibida.	Controles de humedad durante el proceso de producción. Inspección visual para detectar moho.	9	7	6	378
Golpes o manipulación brusca durante el transporte	Puede afectar significativamente la calidad, durabilidad y seguridad del producto. Impacto en la seguridad del transporte y riesgo de pérdida de productos.	Procedimientos de sujeción y embalaje establecidos. Revisiones visuales periódicas durante el transporte.	9	7	6	378

CAUSAS	SEVERIDAD/GRAVEDAD/IMPACTO	CONTROLES ACTUALES	S	O	D	NRF inicial
Un secado incompleto	Puede afectar la calidad, durabilidad y seguridad de las bañeras. Impacto en la satisfacción del cliente y en la reputación de la marca.	Controles de tiempo de secado establecidos en los procedimientos. Revisiones periódicas de los diseños por parte del equipo de ingeniería. Procedimientos de verificación de especificaciones antes de la producción.	8	6	7	336
Diferencia en el diseño de las bañeras	Puede afectar la calidad, durabilidad y seguridad del producto. Impacto en la satisfacción del cliente y en la reputación de la marca. Puede generar costos adicionales de corrección y reclamaciones de clientes.		8	5	8	320
Variaciones en la disposición del yeso, donde el yeso puede tener composiciones ligeramente diferentes, lo que influirá en el peso de la bañera	Puede afectar la estabilidad, durabilidad y seguridad de la bañera. Puede resultar en daños estructurales y representar un riesgo significativo.	Realizar pruebas regulares de densidad del clinker.	7	6	7	294
No existe un operador específico para realizar el cambio de pila y la inspección de equipos	Pérdida de control sobre el mantenimiento preventivo. Mayor riesgo de errores durante el cambio de pila. Probabilidad de inspecciones incompletas o mal realizadas.	Operadores generales encargados de diversas tareas. Procedimientos escritos para el cambio de pila e inspección de equipos.	8	7	5	280
Manipulación inadecuada en el lugar de destino	Puede afectar significativamente la calidad, durabilidad y seguridad del producto. Impacto en la seguridad, eficiencia y costos de reposición. Puede resultar en daños a la carga y aumentar el riesgo de accidentes.	Procedimientos de descarga establecidos en coordinación con los transportistas. Revisiones visuales periódicas durante la descarga.	9	6	5	270
Falta de inspección del personal encargado	Puede afectar la calidad del producto, generar costos de corrección y riesgos para la seguridad. Impacto en la satisfacción del cliente y en la reputación de la marca. Puede ser detectado mediante revisiones periódicas y auditorías de calidad.	Revisiones periódicas de calidad por parte de supervisores. Procedimientos de control de calidad establecidos.	8	6	5	240
Inspección y manipulación	Puede afectar la calidad del producto, generar costos de corrección y riesgos para la seguridad. Puede resultar en daños al yeso y aumentar el riesgo de errores en la producción. Pérdida de datos críticos del área de materia prima.	Procedimientos de inspección y manipulación establecidos. Capacitación regular para el personal encargado del área de inspección y manipulación. Respaldo regular de datos.	8	5	6	240
Problemas en el sistema informático	Interrupción en la gestión y control de inventario. Posible impacto en la cadena de suministro.	Sistemas antivirus y medidas de seguridad.	7	6	5	210
Bañeras con peso neto fuera del rango especificado.	Problemas en el registro automático y en la planificación de la producción debido a la falta de precisión en los registros de peso neto	Registro automático por medio del peso de la bañera, en caso de estar fuera de rango, registro manual	9	4	5	180

CAUSAS	SEVERIDAD/GRAVEDAD/IMPACTO	CONTROLES ACTUALES	S	O	D	NRF inicial
Equipos de recepción no se encuentran encendidos y se presenta un lead time.	Retrasos en el proceso de recepción debido a la falta de preparación y encendido oportuno de los equipos y el lead time adicional puede generar ineficiencias en la programación logística.	Solicitar por medio de radiofrecuencia el encendido inmediato de los equipos de recepción	6	7	3	126
Segregación del material:	La segregación del material puede causar variaciones en la composición del clinker en las básculas, afectando el peso neto y la homogeneidad del producto. Esto podría resultar en un rendimiento inconsistente durante el proceso de producción y generar desafíos en la conformidad con las especificaciones del producto.	Implementación sistemas que reducen la segregación del material en la descarga	6	4	5	120
Problemas en el sistema informático	Errores en la entrada de datos, pérdida de información crítica y mal funcionamiento del sistema. Esto puede generar confusiones, retrasos en la documentación y dificultades en el seguimiento del proceso de recepción.	Mantenimiento preventivo de software y hardware	7	5	3	105
Falta de coordinación con proveedores	Desafíos en la sincronización del suministro de básculas cargadas con clinker. Puede resultar en retrasos, sobre o subestimación de la disponibilidad de material y dificultades en la planificación logística.	Planificación semanal de recepción de materia prima, está no se cumple a cabalidad	5	8	2	80
Falta de inspección del proceso de carga y descarga:	La falta de inspección puede permitir la persistencia de problemas operativos no detectados. Esto puede llevar a errores en la carga o descarga, lo que afectaría el peso neto y la integridad del clinker. Además, podría contribuir a la prolongación de cualquier problema no abordado.	Personal rotativo encargado de las inspecciones por lapsos cortos de tiempo en la descarga	5	7	2	70
Se dan sobrecargas en los equipos el sistema de seguridad produce que se apaguen	Paradas frecuentes de los equipos debido a sobrecargas, lo que resulta en interrupciones no planificadas y tiempos de inactividad. Esto afecta la eficiencia del proceso y puede aumentar los costos de mantenimiento.	Descarga de material de los equipos con herramientas manuales	8	2	4	64
Compactación inadecuada:	La compactación inadecuada del clinker en las básculas puede contribuir a la formación de espacios vacíos o bolsos de aire. Esto afectaría la densidad aparente y el peso neto, provocando problemas en la consistencia del transporte y en la calidad del clinker.		3	3	7	63
Derrames y pérdidas de material en el transporte:	Los derrames y pérdidas de material pueden resultar Además, puede generar costos adicionales para la limpieza y la reposición de material.	Encarpado manual	3	4	3	36
Densidad del Clinker:	Variaciones en la densidad del clinker pueden influir directamente en el peso neto de las básculas. Si la densidad no se controla adecuadamente, se pueden experimentar fluctuaciones en la cantidad de clinker transportado, lo que afectaría la consistencia en la producción y en la calidad del producto final	Realizar pruebas regulares de densidad del clinker.	4	2	4	32
Falta de capacitación del personal:	La falta de capacitación puede resultar en errores humanos durante la carga y descarga. Esto podría incluir una manipulación inadecuada del clinker, afectando la compactación y generando variaciones en el peso neto de las básculas.	Programas de formación y desarrollo para el personal.	4	8	1	32

OBJETIVO ESPECÍFICO 3

Diseñar la propuesta para contribución a la mejora continua del proceso

3.5 FASE MEJORA

3.5.1 Propuesta de la metodología 5's

Propuesta de mejora basada en las 5's

3.5.1.1 Clasificación (Seiri):

En base a los resultados obtenidos, se propone una matriz de planificación para la implementación de Seiri (clasificación) de la metodología 5's en el campo, específicamente para las bañeras según la compañía de transporte.

Oobjetivo de Seiri: Optimizar la organización y eficiencia en el manejo logístico de las bañeras, facilitando la identificación y utilización adecuada de los recursos.

Clasificar las bañeras según la compañía de transporte permite una disposición eficiente del espacio, mejorando la organización en el área de almacenamiento y facilitando la identificación rápida de las unidades requeridas.

- Al clasificar las bañeras por compañía, se reduce el tiempo empleado en la búsqueda y selección de una unidad específica, ya que se simplifica la identificación visual y se minimiza la posibilidad de confusiones.
- La clasificación ayuda a prevenir errores logísticos y despistes al garantizar que cada bañera se asigne y utilice de acuerdo a su compañía de transporte correspondiente, evitando mezclas indebidas que podrían generar problemas operativos y de seguimiento.
- La clasificación ordenada simplifica la realización de auditorías y el seguimiento de las unidades. Permite llevar un registro más preciso de las bañeras según su compañía, facilitando la gestión y la toma de decisiones basadas en datos confiables.

- La clasificación por compañía facilita la planificación de rutas y horarios de transporte, contribuyendo a una distribución más eficiente de las bañeras y optimizando los procesos logísticos.

Tabla 3.20 Propuesta Clasificación

N°	Actividad	Responsable	Recursos Necesarios	F.I.	F.F	Observaciones
1	Definir Objetivos	Analista de transporte	-	-	-	Especificar claramente los objetivos del proceso.
2	Identificación de Bañeras	Analista de transporte	Lista de Bañeras	-	-	Enumerar todas las bañeras presentes en el campo.
3	Crear Matriz de Clasificación	Analista de transporte	Papel, Bolígrafos o Herramienta Digital	-	-	Establecer una matriz para la clasificación.
4	Definir Criterios de Clasificación	Analista de transporte	-	-	-	Especificar criterios claros para clasificar las bañeras.
5	Clasificar Bañeras	Analista de transporte	Etiquetas, Colores, etc.	-	-	Asignar la clasificación según la compañía de transporte.
6	Establecer Ubicaciones Designadas	Analista de transporte	Señalizaciones	-	-	Definir áreas específicas para cada compañía de transporte.
7	Capacitación del Personal	Analista de transporte	Materiales de Capacitación	-	-	Entrenar al personal sobre criterios y procedimientos.
8	Implementación Gradual	Analista de transporte	-	-	-	Si es posible, implementar cambios de manera progresiva.
9	Monitoreo Continuo	Analista de transporte	Listas de Verificación	-	-	Establecer un sistema de monitoreo periódico en el campo.
10	Retroalimentación y Mejora Continua	Analista de transporte	Formularios de Retroalimentación	-	-	Recopilar comentarios y ajustar el plan según sea necesario.
11	Documentación del Proceso	Analista de transporte	Documentos Estándar	-	-	Registrar los procedimientos y cambios realizados.

El resultado de lo anteriormente se ilustra en la Figura 3.25.



Figura 3.25 Propuesta de clasificación de acuerdo a las compañías de transporte

3.5.1.2 Orden (Seiton):

Matriz de planificación para la implementación de Seiton (organización) en el campo, con el enfoque en el orden de llegada de bañeras para la recepción de materia prima:

Objetivo de Seiton: Establecer un orden de bañeras de acuerdo a su hora de llegada mediante Seiton (organización) es mejorar la eficiencia en la gestión de las bañeras, optimizando la disposición de los recursos y facilitando la operación logística. Al aplicar Seiton de esta manera, se persigue alcanzar los siguientes objetivos:

- Establecer un orden de bañeras basado en la hora de llegada permite una distribución espacial más eficiente, organizando las unidades de manera que sea fácilmente accesible y manipulable.
- Al organizar las bañeras de acuerdo a su hora de llegada, se facilita la identificación y selección de las unidades requeridas, reduciendo los tiempos de carga y descarga. Esto contribuye a una operación logística más rápida y eficiente.
- La organización por hora de llegada facilita la planificación de rutas y horarios de transporte, permitiendo una distribución más efectiva de las bañeras.

Tabla 3.21 Propuesta Orden

N°	Actividad	Responsable	Recursos Necesarios	F.I.	F.F	Observaciones
1	Definir Objetivos de Organización	Analísta de transporte	-	-	-	Especificar los objetivos del proceso Seiton para mejorar la organización en la recepción MP
2	Identificación de Bañeras	Personal de Campo	Lista de Bañeras	-	-	Enumerar todas las bañeras presentes en el campo para la recepción de materia prima.
3	Evaluación de Espacio Disponible	Analísta de transporte	Medición de Espacios	-	-	Evaluar el espacio disponible para organizar las bañeras de acuerdo con su orden de llegada.
4	Establecer Áreas Designadas	Analista de transporte	Señalizaciones, Marcadores	-	-	Definir áreas específicas para colocar las bañeras clasificadas de acuerdo con su orden de llegada y facilitar su identificación.
5	Identificación de Información Relevante	Personal de seguridad física	Etiquetas, Colores, etc.	-	-	Etiquetar cada bañera con información clave sobre la materia prima y su orden de llegada.
6	Establecer Procedimientos de Organización	Analista de transporte	Documentación de Procedimientos	-	-	Desarrollar y comunicar los procedimientos para organizar las bañeras en la recepción de materia prima.
7	Capacitación del Personal	Analista de transporte	Materiales de Capacitación	-	-	Entrenar al personal sobre los nuevos procedimientos y la importancia de mantener la organización.
8	Implementación Gradual	Analista de transporte	-	-	-	Implementar cambios de manera progresiva para facilitar la adaptación del personal.
9	Monitoreo Continuo	Analista de transporte	Listas de Verificación	-	-	Establecer un sistema de monitoreo periódico para asegurar el mantenimiento de la organización en la recepción de materia prima.
10	Retroalimentación y Mejora Continua	Analista de transporte	Formularios de Retroalimentación	-	-	Recopilar comentarios y realizar ajustes según sea necesario para mejorar la eficiencia y la organización.
11	Documentación del Proceso Mejorado	Analista de transporte	Documentos Estándar	-	-	Registrar los procedimientos mejorados y cambios realizados para mantener la consistencia y facilitar la capacitación futura.

El resultado de lo anteriormente se ilustra en la Figura 3.26.

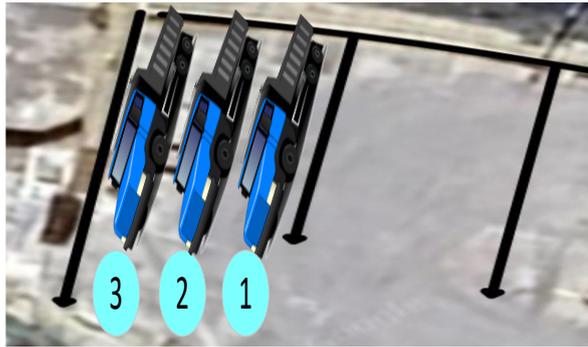


Figura 3.26 Propuesta de orden para las compañías de transporte

3.5.1.3 Limpieza (Seiso):

La implementación de Seiso se orienta a establecer prácticas preventivas y sistemáticas para mantener un entorno limpio y eficiente.

Objetivo de Seiso: Optimizar la Recepción de Materias Primas mediante la reducción de Tiempos excesivos por material derramado.

- Eliminar derrames y reducir al mínimo la acumulación de material en el área de descarga para agilizar el proceso de recepción de materias primas.
- Reducir significativamente los tiempos excesivos dedicados a la limpieza no planificada, permitiendo un flujo de trabajo más continuo y eficiente.
- Establecer prácticas y procedimientos de limpieza periódica que prevengan derrames y eviten interrupciones no programadas en el proceso de recepción.
- Mejorar la seguridad en el área de descarga al eliminar riesgos asociados con material derramado, contribuyendo a un entorno de trabajo más seguro para el personal.
- Implementar medidas proactivas para prevenir derrames, como el uso de contenedores adecuados, capacitación del personal y la adopción de mejores prácticas de manipulación de materias primas.
- Aumentar la eficiencia global al reducir el tiempo perdido en tareas de limpieza y mejorar la disponibilidad operativa del área de descarga.

Tabla 3.22 Propuesta Limpieza

N°	Actividad	Responsable	Recursos Necesarios	F.I.	F.F.	Observaciones
1	Definir Objetivos de Limpieza	Analista de transporte	-	-	-	Establecer claramente los objetivos para mejorar la limpieza en el área de descarga y reducir tiempos excesivos
2	Evaluación de Área de Descarga	Analista de transporte	Lista de Verificación	-	-	Evaluar el estado actual del área de descarga identificando áreas propensas a derrames y acumulación de materiales.
3	Identificación de Riesgos	Personal de Campo	Observación Directa	-	-	Identificar posibles fuentes de derrames y áreas que requieran limpieza regular.
4	Desarrollo de Procedimientos de Limpieza	Equipo de Implementación	Documentación de Procedimientos	-	-	Crear procedimientos detallados para la limpieza periódica del área de descarga.
5	Establecer Frecuencia de Limpieza	Equipo de Implementación	Calendario	-	-	Definir la frecuencia y horarios para la limpieza regular del área de descarga.
6	Designación de Responsabilidades	Personal de Campo	Programa de Tareas	-	-	Asignar responsabilidades específicas a los miembros del equipo para llevar a cabo la limpieza periódica.
7	Adquisición de Equipos y Suministros de Limpieza	Equipo de Implementación	Pedido de Suministros	-	-	Garantizar la disponibilidad de herramientas y productos de limpieza necesarios para el personal.
8	Capacitación del Personal	Equipo de Implementación	Materiales de Capacitación	-	-	Entrenar al personal sobre los nuevos procedimientos de limpieza y su importancia para eliminar tiempos muertos.
9	Implementación Gradual	Equipo de Implementación	-	-	-	Introducir cambios progresivamente para minimizar impactos en la operación diaria.
10	Monitoreo Continuo	Equipo de Implementación	Listas de Verificación	-	-	Establecer un sistema de monitoreo para asegurar la consistencia y efectividad de la limpieza.
11	Retroalimentación y Mejora Continua	Equipo de Implementación	Formularios de Retroalimentación	-	-	Recopilar comentarios y realizar ajustes según sea necesario para mejorar la eficiencia y reducir aún más los tiempos muertos.
12	Documentación de Procedimientos Mejorados	Equipo de Implementación	Documentos Estándar	-	-	Registrar los procedimientos mejorados y cambios realizados para mantener la consistencia y facilitar la capacitación futura.

3.5.1.4 Estandarización (Seiketsu)

La implementación de Seiketsu permite estandarizar procedimientos entre los cuales se planteará los siguientes:

Objetivo de Seiketsu: Estandarizar el mantenimiento de las balanzas de pesaje de bañeras cargadas con Clinker y yeso es garantizar la consistencia, confiabilidad y eficiencia en el proceso de pesaje, contribuyendo así a la calidad del producto, la seguridad operativa y la gestión efectiva de los recursos.:

- Asegurar que todas las balanzas de pesaje operen de manera consistente y proporcionen mediciones precisas y confiables en cada ciclo de pesaje.
- Minimizar las variaciones en las mediciones para garantizar una producción uniforme y de alta calidad.
- Implementar un plan de mantenimiento preventivo estandarizado para identificar y abordar proactivamente posibles problemas antes de que afecten la operación.
- Minimizar las interrupciones no programadas debidas a fallos en las balanzas, lo que contribuye a una operación más eficiente.
- Establecer procedimientos estandarizados para el mantenimiento, asegurando el uso eficiente de recursos como tiempo, personal y repuestos.
- Evitar el desperdicio de recursos al anticipar y abordar problemas antes de que se vuelvan críticos.
- Mantener las balanzas en condiciones óptimas para garantizar la seguridad del personal y la integridad de las operaciones.
- Cumplir con las normativas de seguridad y calidad, reduciendo el riesgo de incidentes relacionados con el pesaje.
- Garantizar que las balanzas cumplan con los requisitos normativos y de calidad establecidos por las autoridades regulatorias y los estándares de la industria.
- Facilitar auditorías y procesos de certificación al contar con un mantenimiento estandarizado y documentado.

Tabla 3.23 Planificación para la estandarización

Nº	Actividad	Responsable	Frecuencia	Recursos Necesarios	Documentos	Acciones Correctivas y Mejoras
1	Evaluación del estado actual de las balanzas	Especialista en mantenimiento	Inicial	Herramientas de diagnóstico, historial de mantenimiento	Informe de Evaluación del Estado Actual	Programar mantenimiento preventivo según hallazgos.
2	Desarrollo de procedimientos de mantenimiento	Ingeniero de mantenimiento	Trimestral	Manuales, normativas, expertos en la materia	Manual de Procedimientos de Mantenimiento	Actualizar manuales si es necesario, basado en retroalimentación y cambios normativos.
3	Capacitación del personal de mantenimiento	Especialista en capacitación	Semestral	Material de capacitación, expertos en mantenimiento	Registros de Asistencia y Evaluaciones	Reforzar capacitación si hay deficiencias identificadas.
4	Implementación del plan de mantenimiento preventivo	Equipo de mantenimiento	Mensual	Herramientas y repuestos, planificación del mantenimiento	Plan de Mantenimiento Preventivo	Ajustar plan según necesidades y cambios en las balanzas.
5	Calibración periódica de las balanzas	Técnico de calibración	Semestral	Equipos de calibración, registros de calibración	Certificados de Calibración	Ajustar balanzas según desviaciones detectadas.
6	Monitoreo de inventario de repuestos	Encargado de inventario	Trimestral	Sistema de inventario, registros de mantenimiento	Inventario de Repuestos y Herramientas	Asegurar disponibilidad de repuestos críticos.
7	Evaluación de la efectividad del plan de mantenimiento	Gerente de operaciones	Anual	Datos de desempeño, retroalimentación del personal	Informe de Evaluación del Plan de Mantenimiento	Implementar mejoras según las evaluaciones y sugerencias del personal.

3.5.1.4.1 Procedimiento de trabajo seguro para la recepción de materia prima.

Objetivo de Seiketsu: Estandarizar el Proceso de Recepción de Materia Prima (Clinker y Yeso) para reducir tiempos excesivos.

- Establecer y documentar estándares claros y procedimientos uniformes en el proceso de recepción de materia prima (Clinker y Yeso) con el objetivo central de reducir tiempos excesivos.
- Definir protocolos específicos para cada fase del proceso, desde la llegada de la materia prima hasta su almacenamiento, con el fin de minimizar tiempos muertos y optimizar la eficiencia operativa.
- Implementar prácticas estandarizadas para la manipulación, descarga y almacenamiento de Clinker y Yeso, asegurando una ejecución consistente y eficiente en todas las operaciones.
- Establecer un sistema de etiquetado y señalización estandarizado que prevenga derrames y facilite la rápida identificación y corrección de problemas, reduciendo así los tiempos necesarios para abordar situaciones imprevistas.
- Proporcionar una capacitación integral al personal involucrado en el proceso, asegurando una comprensión completa y una adhesión efectiva a los nuevos estándares, con el objetivo de minimizar errores y reducir tiempos de ajuste.
- Desarrollar listas de verificación y herramientas de seguimiento para garantizar la aplicación constante de los estándares, identificar desviaciones y agilizar la corrección de problemas potenciales.
- Establecer un programa regular de revisión de estándares para permitir ajustes continuos que mejoren la eficiencia y reduzcan aún más los tiempos excesivos.
- Promover una cultura de mejora continua, involucrando activamente al personal en la identificación de oportunidades para optimizar procesos y eliminar tiempos innecesarios.
- Incrementar la seguridad laboral al reducir los riesgos asociados con tiempos excesivos, mejorando la capacidad de respuesta ante emergencias y creando un entorno de trabajo más seguro y eficiente.

Tabla 3.24 Propuesta Estandarización

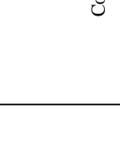
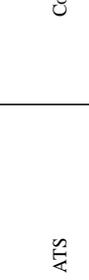
Nº	Actividad	Responsable	Recursos Necesarios	F.I.	F.F	Observaciones
1	Revisión de Procedimientos Actuales	Equipo de Implementación	Procedimientos Actuales	-	-	Evaluar los procedimientos existentes en el proceso de recepción de Clinker y yeso para identificar áreas de mejora.
2	Identificación de Estándares	Equipo de Implementación	-	-	-	Establecer estándares claros y específicos para cada etapa del proceso de recepción, desde la llegada hasta el almacenamiento.
3	Desarrollo de Listas de Verificación	Equipo de Implementación	Herramientas de Documentación	-	-	Crear listas de verificación detalladas para cada estándar, asegurando su fácil seguimiento y cumplimiento.
4	Estandarización de Etiquetas y Señalización	Personal de Campo	Etiquetas, Señalizaciones	-	-	Implementar un sistema consistente de etiquetas y señalizaciones para identificar áreas, materiales y procesos de manera estandarizada.
5	Capacitación del Personal	Equipo de Implementación	Materiales de Capacitación	-	-	Proporcionar capacitación sobre los nuevos estándares y procedimientos a todo el personal involucrado en el proceso de recepción.
6	Implementación Gradual	Equipo de Implementación	-	-	-	Introducir cambios de manera progresiva para facilitar la adaptación del personal al nuevo sistema estandarizado.
7	Monitoreo Continuo	Equipo de Implementación	Listas de Verificación	-	-	Establecer un sistema de monitoreo continuo para asegurar que los estándares se sigan de manera consistente.
8	Documentación de Estándares	Equipo de Implementación	Documentos Estándar	-	-	Registrar los estándares establecidos para el proceso de recepción de Clinker y yeso.
9	Auditorías Periódicas	Equipo de Implementación	Programa de Auditorías	-	-	Programar auditorías regulares para verificar el cumplimiento continuo de los estándares y procedimientos.
10	Mejora Continua	Equipo de Implementación	Plan de Mejora Continua	-	-	Fomentar una cultura de mejora continua, identificando oportunidades para optimizar aún más los estándares y procesos.

No obstante, se ha ejemplificado una propuesta de Procedimientos de trabajo seguro la Tabla 3.25, el mismo que se podrá modificar de acuerdo a la actualización del proceso.

Tabla 3.25 Procedimiento de Trabajo Seguro para recepción de materia prima

			
Procedimiento de Trabajo Seguro para recepción de materia prima Clinker			
Título:			
Autor:	María Belén Toapanta-Henry Paredes	Revisó:	Técnico de logística
Fecha:	12-dic-23	Fecha:	
Equipos de Protección Personal			
<p>EPP (Uniforme, casco, gafas, guantes para soldar , careta para soldar , mangas, delantal y polainas de cuero botas de seguridad, protectores auditivos, protector facial, gafa para oxicorte respirador para humos y gases , medidor de gases.</p>			
			
Doc. ID:			
Revisión	1		
Aprobó:	Gerente de Operaciones		
Fecha:			
Caracterización del trabajo			
Tiempo:	Turno diurno 8 horas de trabajo		
Personal requerido:	Personal calificado para conducción de transporte de carga pesadao		
Herramientas:	Bañeras, balanzas		
Documentos de Referencia.			
HSS-103 Equipos móviles			
<p>La estandarización del proceso de recepción de materia prima aporta beneficios sustanciales en términos de consistencia, eficiencia, mejora continua, seguridad y cumplimiento normativo, contribuyendo a la operación eficiente y efectiva de una planta industrial.</p>			

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	PELIGRO	CONTROL	Responsable
	<p>El conductor de la bañera arriba a HOLCIM planta Latacunga de acuerdo a la planificación establecida, se ubica en espera en el área determinada de acuerdo a su hora de arribo y a la compañía de transporte a la que pertenece</p>	<p>Equipo en movimiento Postura ligeramente incomoda Largo tiempo de conducción</p>	<p>ATS</p>	<p>Conductor de compañía de transporte</p>
<p>Llegada y estacionamiento de bañeras de clinker</p> 	<p>El conductor ubica la bañera sobre la balanza de ingreso, por medio de su tarjeta de transportista autorizado</p>	<p>Equipo en movimiento Postura ligeramente incomoda</p>	<p>ATS</p>	<p>Sistema de registro automático</p>
<p>Registro de bañeras para ingreso</p> 	<p>El conductor del vehículo de carga la dirige al área de recepción Clinker a una velocidad Max. de 30 km/h a una distancia de 615,72 m .</p>	<p>Equipo en movimiento Postura ligeramente incomoda Superficie inestable</p>	<p>ATS</p>	<p>Conductor de compañía de transporte</p>
<p>-Recorrido (Garita-Recepción Clinker yeso)</p>  <p>Desencapado</p>	<p>El conductor de la bañera estaciona la misma, y procede a quitar la carpa que cubre el Clinker con una herramienta de</p>	<p>Uso de fuerza para levantamiento de herramienta y carpa Polvo Uso de herramientas</p>	<p>ATS</p>	<p>Conductor de compañía de transporte</p>

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	PELIGRO	CONTROL	Responsable
 Descarga de materia prima (Clinker-Yeso) en tolva de recepción	<p>El conductor ingresa al área de descarga siempre y cuando el semáforo de peso refleje una luz verde, lo hace en reversa y procede al le venteamiento de la bañera</p>	<p>Polvo</p> <p>Equipos suspendidos por inercia</p>	<p>ATS</p>	<p>Conductor de compañía de transporte</p>
 Ingreso de materia prima a SALA FAM	<p>El materia es trasladado por medio de los equipos de recepción Clinker hasta la pila de destino</p>	<p>Equipos energizados</p> <p>Equipos en movimiento</p>	<p>ATS</p>	<p>Técnico de control central</p>
 Cambio de pila e inspección de funcionamiento de equipos	<p>El operador del área de materia prima procede al cambio de pila en caso de ser necesario e inspecciona los equipos durante el funcionamiento de los mismos</p>	<p>Polvo</p> <p>Altas temperaturas</p> <p>Ruido-Sonido intermitente y fuerte</p> <p>Iluminación ineficiente</p>	<p>ATS</p>	<p>Operador</p>
 Recorrido (Recepción- Garita)	<p>El conductor del vehículo de carga dirige al área de recepción Clinker a una velocidad Max. de 30 km/h a una distancia de 615,19 m .</p>	<p>Equipo en movimiento</p> <p>Postura ligeramente incomoda</p> <p>Superficie inestable</p> <p>Equipo en movimiento</p> <p>Postura ligeramente incomoda</p> <p>Superficie inestable</p>	<p>ATS</p>	<p>Conductor de compañía de transporte</p>
 Salida de la bañera	<p>El conductor ubica la bañera sobre la balanza de salida , por medio de su tarjeta de transportista autorizado, el sistema automático realizará la diferencia para obtener el peso neto de</p>	<p>Superficie inestable</p>	<p>ATS</p>	<p>Conductor de compañía de transporte</p>

3.5.1.4.2 Lista de verificación de la empresa de mantenimiento de bañeras de transporte de materias primas.

Objetivo de Seiketsu: Estandarizar y Mejorar la inspección de mantenimiento de Bañeras de Transporte de Materias Primas mediante la Implementación de 5's – Seiketsu

- Crear una lista de verificación estructurada que refleje los estándares de mantenimiento, detallando tareas específicas y criterios de calidad.
- Mejorar la eficiencia en la identificación y corrección de problemas al seguir una lista de verificación estandarizada antes del ingreso de bañeras a Holcim Ecuador S. A. Planta Latacunga.
- Minimizar los tiempos de inactividad de las bañeras de transporte al realizar mantenimientos más rápidos y eficientes basados en la lista de verificación.
- Incluir puntos de seguridad en la lista de verificación para garantizar que las bañeras se mantengan en condiciones seguras para su uso.
- Utilizar la lista de verificación como herramienta de capacitación para el personal, facilitando la comprensión y aplicación de los estándares de mantenimiento.
- Involucrar al personal en la identificación de oportunidades de mejora en los procesos de mantenimiento, utilizando la lista de verificación como base para la retroalimentación.

La estandarización de un check list para todos los vehículos de transporte de materia prima en diversas compañías conlleva beneficios significativos. En primer lugar, proporciona uniformidad en los procedimientos de inspección y mantenimiento, lo que garantiza que todos los vehículos sean sometidos a evaluaciones exhaustivas y consistentes. Esta uniformidad contribuye a la identificación temprana de posibles problemas y a la implementación de medidas correctivas de manera eficiente, reduciendo los tiempos de inactividad y mejorando la confiabilidad de la flota de transporte.

Además, la estandarización del check list promueve la seguridad y la conformidad normativa al establecer criterios claros para la inspección de elementos críticos. Los estándares comunes facilitan la capacitación del personal en todos los niveles, asegurando que los procedimientos de inspección sean comprendidos y seguidos adecuadamente. Esto no solo mejora la seguridad

en la operación de los vehículos, sino que también ayuda a las compañías a cumplir con las regulaciones y normativas vigentes, fortaleciendo así la integridad y el cumplimiento normativo en toda la industria del transporte de materia prima.

		CHECKLIST DE INSPECCION DIARIA PRE OPERATIVA DE COMPAÑÍAS DE TRANSPORTE DE PROVEEDORES				Fecha: 05/01/2024		
Nombre Empresa:		Semana de Inspección:				Versión: 01		
Nombre del Conductor:		Tipo de Semiremolque		Ejes del Semiremolque		Fecha desde:		
Placa de Camión:		Ejes del Semiremolque		Ejes del Semiremolque		Fecha hasta:		
Kilometraje:		Esta correcto/ buen estado (V), necesita reparación (X), no aplica (NA).						
1	CABINA	L	M	M	J	V	S	D
1,1	<input type="checkbox"/> Vidrios laterales y parabrizas <input type="checkbox"/>							
1,2	<input type="checkbox"/> Espejos retrovisores <input type="checkbox"/>							
1,3	<input type="checkbox"/> Pito/bocina <input type="checkbox"/>							
1,4	<input type="checkbox"/> Limpia parabrizas <input type="checkbox"/>							
1,5	<input type="checkbox"/> Cinturón de seguridad <input type="checkbox"/>							
1,6	<input type="checkbox"/> Velocímetro <input type="checkbox"/>							
1,7	Apoya cabeza en todos los asientos							
1,8	Escaleras, peldaños, accesos							
2	ALARMAS	L	M	M	J	V	S	D
2,1	<input type="checkbox"/> Baja presión de aire <input type="checkbox"/>							
2,2	Reversa							
3	LUCES	L	M	M	>	V	S	D
3,1	<input type="checkbox"/> Faros delanteros <input type="checkbox"/>							
3,2	<input type="checkbox"/> Direccionales y de estacionamiento <input type="checkbox"/>							
3,3	<input type="checkbox"/> Freno y reversa <input type="checkbox"/>							
4	SUSPENSION	L	M	M	J	V	S	D
4.1	<input type="checkbox"/> Paquetes de resorte <input type="checkbox"/>							
5	MOTOR	L	M	M	J	V	S	D
5,1	<input type="checkbox"/> Nivel de aceite motor <input type="checkbox"/>							
5,2	<input type="checkbox"/> Nivel de aceite dirección <input type="checkbox"/>							
5,3	Nivel de aceite refrigerante							
5,4	Condición de las bandas							
6	EMERGENCIA	L	M	M	J	V	S	D
6,1	<input type="checkbox"/> Carga y estado de Extintor/es <input type="checkbox"/>							
6,2	<input type="checkbox"/> Triángulos/conos de seguridad (2) <input type="checkbox"/>							
6,3	<input type="checkbox"/> Botiquín de primeros auxilios <input type="checkbox"/>							
7	CHASIS - ESTRUCTURA	L	M	M	J	V	S	D
7,1	<input type="checkbox"/> Liqueos de aceite o combustible <input type="checkbox"/>							
7,2	Daño general exterior, abolladuras, etc.							
7,3	Manómetro, mangueras y acolpes							
7,4	Sistema de Carpa/Iona							
8	FRENOS	L	M	M	J	V	S	D
8,1	<input type="checkbox"/> No presencia fugas de aire <input type="checkbox"/>							
8,2	<input type="checkbox"/> Pulmones (no bloqueados) <input type="checkbox"/>							
9	NEUMÁTICOS	L	M	M	J	V	S	D
9,1	<input type="checkbox"/> Todos los neumáticos en buen estado <input type="checkbox"/>							
10	VOLQUETA Y BAÑERA	L	M	M	J	V	S	D
10,1	<input type="checkbox"/> Bases, pines y soportes de cilindro <input type="checkbox"/>							
11	DOCUMENTACION	L	M	M	J	V	S	D
11,1	<input type="checkbox"/> Licencia de conducir vigente <input type="checkbox"/>							
11,2	<input type="checkbox"/> Matrícula vigente <input type="checkbox"/>							
11,3	<input type="checkbox"/> Certificado circulación MTOP <input type="checkbox"/>							
12	EPP	L	M	M	J	V	S	D
12,1	<input type="checkbox"/> Chaleco/Camisa reflectiva <input type="checkbox"/>							
12,2	<input type="checkbox"/> Botas de seguridad <input type="checkbox"/>							
12,3	<input type="checkbox"/> Casco <input type="checkbox"/>							
12,4	<input type="checkbox"/> Mascarilla <input type="checkbox"/>							
Firma del conductor								
Lunes:								
Martes:								
Miércoles:								
Jueves:								
Viernes:								
Sábado:								
Domingo:								
Si existe una observación en cualquiera de los elementos resaltados es marcado con X, el equipo no podrá ser operado hasta que sea reparado o el documento esté vigente.								
Observaciones Generales (describa las anomalías):								

Figura 3.27 Check list de Inspección Diaria Operativa de las compañías de transporte de proveedores

Una vez que el check list sea llenado correctamente el conductor podrá hacer uso de su tarjeta de Transportista autorizado como se muestra en la Figura 3.28.



Figura 3.28 Tarjeta de autorización Holcim

3.6 FASE CONTROLAR

3.6.1 Disciplina (Shitsuke):

3.6.1.1 Control de Seiri para la clasificación de bañeras con materia prima.

Es crucial para optimizar operaciones, reducir errores, mejorar la seguridad y cumplir con estándares de calidad, contribuyendo así a una gestión más eficiente y efectiva de los recursos., como se muestra en la Tabla 3.26

Tabla 3.26 Plan de control de Seiri para la clasificación de bañeras con materia prima

Nº	¿Qué se va a controlar?	¿Cómo?	Frecuencia	Documentos	Acciones en caso de incumplimiento o mejora
1	Clasificación de bañeras según compañía de transporte	Verificación visual en campo de la clasificación	Diariamente	Lista de Clasificación de Bañeras	Acciones correctivas inmediatas para desviaciones.
2	Cumplimiento de criterios de clasificación establecidos	Auditorías internas y comparación con criterios	Trimestralmente	Resultados de Auditorías Internas	Desarrollo de planes de acción correctiva en caso de no conformidades.

3.6.1.2 Control de Seiton para el orden de las bañeras según la hora de llegada con materia prima

Es esencial para mejorar la eficiencia operativa, reducir errores, optimizar el flujo de trabajo y asegurar el cumplimiento de estándares, contribuyendo así al éxito general de las operaciones logística, así se muestra en la Tabla 3.27.

Tabla 3.27 Plan de control de Seiton para le orden de las bañeras según hora de llegada.

Nº	¿Qué se va a controlar?	¿Cómo?	Frecuencia de Medición	Documentos	Acciones en Caso de Incumplimiento o Mejora
1	Orden de llegada de bañeras en la recepción	Seguimiento del proceso de llegada	Diariamente	Registro de Orden de Llegada	Acciones correctivas inmediatas para problemas en el orden. Mejora continua del proceso de llegada según las observaciones.
2	Mantenimiento de la organización física establecida	Inspecciones visuales y listas de verificación	Semanalmente	Lista de Verificación de Organización	Acciones correctivas para desviaciones en la organización. Actualización de procedimientos según sea necesario.

3.6.1.3 Control de Seiketsu para la estandarización del proceso de recepción de materia prima

Es esencial para asegurar la uniformidad, eficiencia, calidad y cumplimiento normativo en las operaciones logísticas de una organización, como en la Tabla 3.28.

Tabla 3.28 Plan de control Seiketsu para el proceso de recepción de materia prima.

Nº	¿Qué se va a controlar?	¿Cómo?	Frecuencia de Medición	Documentos	Acciones en Caso de Incumplimiento de Mejora
1	Cumplimiento de procedimientos estandarizados	Auditorías internas y revisión de documentos	Trimestralmente	Resultados de Auditorías Internas	Desarrollo de planes de acción correctiva en caso de desviaciones. Actualización de procedimientos según sea necesario.
2	Inspecciones del procedimiento de recepción de la materia prima	Lista de verificación de inspección de calidad	Mensualmente	Lista de Verificación de Inspección de Calidad	Acciones correctivas inmediatas para desviaciones significativas. Mejora continua de la lista de verificación según la retroalimentación del personal.

3.6.1.4 Control de estandarización de las listas de verificación de mantenimiento.

Es esencial para garantizar la eficacia, consistencia, cumplimiento normativo y mejora continua en las operaciones de mantenimiento, contribuyendo al rendimiento sostenible y seguro de los equipos y activos de la organización, así como identifica en la Tabla 3.29.

Tabla 3.29 Plan de control para Seiketsu para la estandarización del proceso de recepción de materia prima

Nº	¿Qué se va a controlar?	¿Cómo?	Frecuencia de Medición	Documentos	Acciones en Caso de Incumplimiento o Mejora
1	Cumplimiento de procedimientos estandarizados	Auditorías internas y revisión de documentos	Trimestralmente	Resultados de Auditorías Internas	Desarrollo de planes de acción correctiva en caso de desviaciones. Actualización de procedimientos según sea necesario.
2	Inspecciones del procedimiento de recepción de la materia prima	Lista de verificación de inspección de calidad	Mensualmente	Lista de Verificación de Inspección de Calidad	Acciones correctivas inmediatas para desviaciones significativas. Mejora continua de la lista de verificación según la retroalimentación del personal.

3.6.1.5 Control de Seiketsu para la estandarización del proceso de mantenimiento de balanzas

Es esencial para asegurar la uniformidad, eficiencia, calidad y cumplimiento normativo en las operaciones logísticas de una organización como se muestra en la Tabla 3.30

El establecimiento de un riguroso control para la estandarización del mantenimiento de balanzas es fundamental en entornos donde la precisión y la confiabilidad son críticas. En primer lugar, garantizar la consistencia en los procedimientos de mantenimiento a través de estándares establecidos permite mantener la integridad de las mediciones proporcionadas por las balanzas. Esto es esencial, especialmente en entornos industriales, farmacéuticos o de laboratorio, donde pequeñas variaciones pueden tener repercusiones significativas en los resultados y en la calidad de los productos.

En segundo lugar, la estandarización del mantenimiento facilita la gestión efectiva de recursos y personal. Al contar con procedimientos uniformes, los técnicos de mantenimiento pueden realizar sus tareas de manera más eficiente, minimizando el tiempo dedicado a la resolución de problemas no previstos y maximizando la disponibilidad operativa de las balanzas.

Tabla 3.30 Plan de control para la estandarización del proceso de mantenimiento de balanzas

Nº	¿Qué se va a controlar?	¿Cómo?	Frecuencia de Medición	Documentos	Acciones en Caso de Incumplimiento o Mejora
1	Procedimientos de Mantenimiento Estandarizados	Revisión de manuales y procedimientos	Trimestral	Manuales de Mantenimiento, Procedimientos Estandarizados	90% o más de conformidad con los procedimientos establecidos. Auditorías internas para evaluar la aplicación de procedimientos.
2	Cumplimiento de Programa de Mantenimiento Preventivo	Revisión de registros de mantenimiento	Mensual	Registros de Mantenimiento Preventivo, Programa de Mantenimiento	95% o más de cumplimiento del programa de mantenimiento preventivo. Análisis de desviaciones en la frecuencia de mantenimiento.
3	Documentación de Calibración Estandarizada	Revisión de certificados de calibración	Semestral	Certificados de Calibración, Registros de Calibración	Cumplimiento del 100% con las normativas de calibración. Identificación de desviaciones en los certificados de calibración.
4	Registro y Seguimiento de Inventario de Repuestos	Auditoría del inventario de repuestos	Trimestral	Inventario de Repuestos y Herramientas, Registros de Mantenimiento	Existencia de repuestos críticos según el inventario. Evaluación de la rotación de inventario.
5	Evaluación de Capacitación del Personal de Mantenimiento	Revisión de competencia y registros de capacitación	Semestral	Registros de Capacitación, Evaluaciones de Competencia	Nivel de competencia del 90% o más entre el personal de mantenimiento. Identificación de áreas de mejora en la capacitación.

3.6.1.6 Control de Seiketsu para la estandarización del proceso de recepción de materia prima

Es esencial para asegurar la uniformidad, eficiencia, calidad y cumplimiento normativo en las operaciones logísticas de una organización, tal y como se indica en la Tabla 3.31.

Tabla 3.31 Plan de control para Seiketsu para la estandarización del proceso de recepción

Nº	¿Qué se va a controlar?	¿Cómo?	Frecuencia de Medición	Documentos	Acciones en Caso de Incumplimiento de Mejora
1	Cumplimiento de procedimientos estandarizados	Auditorías internas y revisión de documentos	Trimestralmente	Resultados de Auditorías Internas	Desarrollo de planes de acción correctiva en caso de desviaciones. Actualización de procedimientos según sea necesario.
2	Inspecciones del procedimiento de recepción de la materia prima	Lista de verificación de inspección de calidad	Mensualmente	Lista de Verificación de Inspección de Calidad	Acciones correctivas inmediatas para desviaciones significativas. Mejora continua de la lista de verificación según la retroalimentación del personal.

3.6.1.7 Control de estandarización de las listas de verificación de mantenimiento

Es esencial para garantizar la eficacia, consistencia, cumplimiento normativo y mejora continua en las operaciones de mantenimiento, contribuyendo al rendimiento sostenible y seguro de los equipos y activos de la organización, así como identifica en la Tabla 3.32.

Tabla 3.32 Plan de Control de estandarización de las listas de verificación de mantenimiento

Nº	¿Qué se va a controlar?	¿Cómo?	Frecuencia de Medición	Documentos	Acciones en Caso de Incumplimiento o Mejora
1	Estandarización de Listas de Verificación	Revisión de listas de verificación	Mensual	Listas de Verificación de Inspección	Cumplimiento del 90% o más con las listas de verificación estandarizadas. Identificación de posibles mejoras en la lista.
2	Capacitación del Personal en el Uso de Listas de Verificación	Evaluación del uso correcto de las listas	Trimestral	Registros de Capacitación, Observación del Uso de Listas	Cumplimiento del 95% o más con el uso correcto de las listas de verificación. Identificación de áreas de mejora en la capacitación.
3	Auditorías Internas de Inspecciones	Realización de auditorías internas de inspecciones	Semestral	Resultados de Auditorías Internas, Registros de Inspección	Cumplimiento del 90% o más con los procedimientos de inspección. Identificación de posibles desviaciones en la aplicación de las listas.
4	Retroalimentación de los Usuarios de las Listas	Encuestas y reuniones de retroalimentación	Anual	Encuestas de Satisfacción, Registros de Reuniones	Nivel de satisfacción del 80% o más con las listas de verificación. Identificación de sugerencias y áreas de mejora.

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- El área logística de recepción de materias primas de Holcim Ecuador S. A. Planta Latacunga es un área que actualmente presenta problemáticas asociadas a la recepción, transporte y almacenamiento de materiales, mediante la inspección se encontró problemáticas de tiempos excesivos del proceso, pesos fuera de especificaciones tanto de bañeras cargadas con Clinker y yeso.
- Mediante el cálculo del nivel Sigma de las oportunidades de mejora encontradas es posible concluir que actualmente posee un nivel Sigma de 0,48 el mismo significa gran variabilidad en el proceso siendo este incapaz de cumplir con los requerimientos especificados del mismo.
- Se propone aplicar las 5's como herramienta de mejora que contribuirá a la disminución del NPR de las causas analizadas en el diagrama AMEF así podría ser posible reducir la frecuencia de las problemáticas encontradas en el área de recepción de materia prima y por consiguiente incrementar el nivel sigma actual.

4.2 RECOMENDACIONES

- Implementar la metodología Lean Six Sigma iniciando por las herramientas utilizadas en el presente proyecto (Diagrama de Pareto, Indicadores de Six Sigma, lluvia de ideas y AMEF) para conocer la situación actual de las problemáticas en el área con el fin de establecer una base medible que incentive al mejoramiento continuo.
- Aplicar la metodología Lean Manufacturing específicamente la herramienta 5's como método de mejora continua por medio de las matrices de planificación propuestas de Seiri (clasificación de bañeras), Seiton (orden de bañeras), Seiso (Limpieza del área de recepción) y Seiketsu (estandarización del mantenimiento de balanzas proceso de recepción y check list de bañeras), modificarlas de acuerdo a los requerimientos del área y a los cambios realizados como mejora de las causas encontradas.

- Comprometer al personal administrativo a cargo de la implementación de la metodología y al personal operativo que llevará a cabo el proceso propuesto para el cumplimiento de la planificación establecida en la etapa de mejora, en caso de que este sea el óptimo a implementarse en el área.

5 BIBLIOGRAFÍA

- [1] K. B. Alvarez Reinoso y E. A. Vieyra Molina, «ANÁLISIS DEL PROCESO DE PRENSADO MEDIANTE LA METODOLOGÍA SIGMA, EN UNA INDUSTRIA PRODUCTORA DE ALIMENTOS BALANCEADOS PARA EL SECTOR ACUÍCOLA DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS», bachelorThesis, Universidad Estatal de Milagro, Milagro-Ecuador, 2021. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.unemi.edu.ec/xmlui/handle/123456789/5953>
- [2] R. A. Aizaga Moreira y A. A. Arreaga Betancourt, «Diseño e implementación de Six Sigma para la mejora del proceso de secado la empresa secado y tratado de madera Cia. Ltda.», Universidad Politécnica Salesiana, Guayaquil-Ecuador, 2022. Accedido: 29 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/22731>
- [3] R. Santiago Salvador, «MEJORA DE LA CALIDAD EN EL PROCESO DE PRODUCCION APLICANDO LA METODOLOGIA SIX SIGMA EN LA EMPRESA DISEÑOS & TRANSFORMACIONES S.A. DE C.V.», may 2022, Accedido: 29 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://rinacional.tecnm.mx/jspui/handle/TecNM/5505>
- [4] O. E. Pilla Yanzapanta, «Mejora de calidad en los procesos productivos aplicando la metodología Seis Sigma en la Empresa Metálicas Pillapa», Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial. Carrera Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización, Ambato-Ecuador, 2019. Accedido: 29 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/29573/1/Tesis_t1556id.pdf
- [5] P. Bazan y C. Cirilo, «TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE: INGENIERO INDUSTRIAL».
- [6] E. Vidaud, «En los últimos siglos, el cemento Portland ha desempeñado un rol protagónico en la historia de los materiales de construcción.».
- [7] «def-y-elaboracion-cemento.pdf». Accedido: 16 de diciembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/09/def-y-elaboracion-cemento.pdf>
- [8] «Yeso.pdf». Accedido: 16 de diciembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://intranetua.uantof.cl/salares/Fichas/Yeso.pdf>
- [9] «ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO».

- [10] «MDRPIM2018078.pdf». Accedido: 16 de diciembre de 2023. [En línea]. Disponible en:
<http://repositoriodigital.tuxtla.tecnm.mx/xmlui/bitstream/handle/123456789/2021/MDRPI M2018078.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [11] R. J. Ayanoma, «PRODUCCION DE HORMIGON Recepción de la materia prima», Accedido: 16 de diciembre de 2023. [En línea]. Disponible en:
https://www.academia.edu/13564437/PRODUCCION_DE_HORMIGON_Recepci%C3%B3n_de_la_materia_prima
- [12] «D-CD88292.pdf». Accedido: 16 de diciembre de 2023. [En línea]. Disponible en:
<https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/34434/1/D-CD88292.pdf>
- [13] G. O. Merli, «Gestión de la Calidad: Control Estadístico y Seis Sigma», vol. 14, n.º 2, 2012.
- [14] «Colección Digital · Control estadístico de la calidad y Seis Sigma · Biblioteca Digital». Accedido: 16 de diciembre de 2023. [En línea]. Disponible en:
<https://bibliotecadigital.uce.edu.ec/s/L-D/item/723#?c=&m=&s=&cv=>
- [15] F. de J. G. González, «Herramientas De Calidad Y El Trabajo En Equipo Para Disminuir La Reprobación Escolar», *Concienc. Tecnológica*, n.º 48, pp. 17-24, 2014.
- [16] I. Juan Manuel y J. González, «CAPÍTULO IV 4.1 Diagrama de Pareto», 2004, p. 8.
- [17] A. M. Molina Monguí y L. L. Orjuela Preciado, «Diagramas Nassi-Shneiderman y diagramas de flujo como técnicas para el desarrollo del pensamiento algorítmico.», 2018, Accedido: 16 de diciembre de 2023. [En línea]. Disponible en:
<http://repository.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/16604>
- [18] Y. M. Vargas-Rodríguez *et al.*, «El diagrama de flujo como semáforo de seguridad ecológica de los experimentos de laboratorio», *Educ. Quím.*, vol. 27, n.º 1, pp. 30-36, 2016, doi: 10.1016/j.eq.2015.04.013.
- [19] «Bizagi, One Platform; Every Process. Guía de Uso Studio». Accedido: 26 de febrero de 2024. [En línea]. Disponible en: https://help.bizagi.com/bpm-suite/es/index.html?bpmn_shapes.htm
- [20] M. Celis y O. Lucía, «Sigma Logistics: Modelo de Desarrollo-Edición Única», may 2009, Accedido: 26 de febrero de 2024. [En línea]. Disponible en:
<https://repositorio.tec.mx/handle/11285/569202>
- [21] R. Martelo Gómez, N. Villabona, y D. A. Franco Borré, «Integración de las técnicas lluvia de ideas, MICMAC y series de tiempo para la definición de variables en el proceso

- prospectivo», *Cienc. E Ing. Rev. Investig. Interdiscip. En Biodivers. Desarro. Sosten. Cienc. Tecnol. E Innov. Procesos Product. Ind.*, vol. 6, n.º 1, p. 3, 2019.
- [22] J. Vargas-Hernández, G. Muratalla-Bautista, y M. Jiménez-Castillo, «¿una herramienta de mejora de un sistema de producción?»,
- [23] E. L. Vargas Crisóstomo y J. W. Camero Jiménez, «Aplicación del Lean Manufacturing (5's y Kaizen) para el incremento de la productividad en el área de producción de adhesivos acuosos de una empresa manufacturera», *Ind. Data*, vol. 24, n.º 2, pp. 249-271, dic. 2021, doi: 10.15381/idata.v24i2.19485.
- [24] A. O. Vásquez Vanegas, «Propuesta de aplicación de la metodología Six Sigma para el proceso de envasado de la leche en funda. Caso: Lácteos San Antonio C.A. sucursal Cuenca», bachelorThesis, 2015. Accedido: 29 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/23323>
- [25] J. R. Ocampo y A. E. Pavón, «Integrando la Metodología DMAIC de Seis Sigma con la Simulación de Eventos Discretos en Flexsim», 2012.
- [26] R. A. Sortino, «Radicación y distribución de planta (layout) como gestión empresarial», *Inven. Rev. Investig. Académica*, n.º 6, pp. 125-139, 2001.
- [27] D. Albanese, «Análisis y evaluación de riesgos : aplicación de una matriz de riesgo en el marco de un plan de prevención contra el lavado de activos», jul. 2012, Accedido: 11 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/4099>
- [28] A. B. Salvatierra Espinosa, A. Pérez Martínez, A. Rodríguez Fernández, A. B. Salvatierra Espinosa, A. Pérez Martínez, y A. Rodríguez Fernández, «Estructura de mercado del cemento en Ecuador de 2010 a 2020.», *Econ. Coyunt.*, vol. 7, n.º 1, pp. 33-52, mar. 2022.
- [29] D. S. Corrales Castellano y J. C. Farinango Machay, «Documental sobre los molinos artesanales de Latacunga como símbolo de identidad cultural», bachelorThesis, LATACUNGA / UTC / 2016, 2016. Accedido: 1 de febrero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/3826?mode=full>
- [30] «Quiénes somos». Accedido: 16 de diciembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.holcim.com.ec/quienes-somos-1>

ANEXOS

Anexo 1

Aviso	Clase de ord.	Ubicac.técni	Texto breve	Pto.tbjo.resp.	Fe.inic.extrema	Autor
16069573	PM01	SR.511-VE2	Vibracion alta ventilador 511-VE2	MECASR	4/9/2023	LMENDOZ
16112526	PM01	SR.511-BT2	Rodamientos dañados rodillo 511-BT2	MECASR	2/10/2023	LMENDOZ
16112527	PM01	SR.511-BT3	Daño contorno y empate de banda 511-BT3	MECASR	31/10/2023	LMENDOZ

Anexo 2 Registro del peso de las bañeras al salir y entrar al área de recepción de materia prima

Codigo	Clase Ped.	Origen	Destino	Peso Inicial	Fecha inicial	Peso Final	Fecha Final
ASR0336369	Z6UB	ASR0	ASR0	51100	11/6/2023 6:09:07 PM	18640	11/6/2023 6:28:25 PM
ASR0336401	Z6UB	ASR0	ASR0	51220	11/7/2023 5:01:40 PM	19120	11/7/2023 5:17:45 PM
ASR0335683	Z6UB	ASR0	ASR0	52280	10/4/2023 6:54:04 PM	18630	10/4/2023 7:14:26 PM
ASR0335706	Z6UB	ASR0	ASR0	51950	10/5/2023 6:16:30 PM	19140	10/5/2023 6:32:08 PM
ASR0335725	Z6UB	ASR0	ASR0	53170	10/6/2023 6:01:32 PM	19050	10/6/2023 6:18:13 PM
ASR0335794	Z6UB	ASR0	ASR0	53600	10/10/2023 5:23:25 PM	51220	10/11/2023 5:19:46 PM
ASR0335920	Z6UB	ASR0	ASR0	50520	10/17/2023 8:12:50 AM	18680	10/17/2023 8:38:28 AM
ASR0335940	Z6UB	ASR0	ASR0	50900	10/17/2023 5:21:47 PM	18590	10/17/2023 5:43:32 PM
ASR0335984	Z6UB	ASR0	ASR0	53520	10/18/2023 6:18:59 PM	18690	10/18/2023 6:43:59 PM
ASR0336396	Z6UB	ASR11	ASR0	49990	11/7/2023 3:48:17 PM	19710	11/7/2023 4:35:52 PM
ASR0336432	Z6UB	ASR10	ASR0	50250	11/8/2023 3:03:02 PM	17830	11/8/2023 3:19:16 PM
ASR0336433	Z6UB	ASR9	ASR0	50580	11/8/2023 3:04:41 PM	17730	11/8/2023 3:21:12 PM
ASR0336434	Z6UB	ASR8	ASR0	50420	11/8/2023 3:07:12 PM	19500	11/8/2023 3:25:59 PM
ASR0336435	Z6UB	ASR7	ASR0	50500	11/8/2023 3:09:09 PM	19070	11/8/2023 3:34:05 PM
ASR0336436	Z6UB	ASR6	ASR0	50430	11/8/2023 3:16:08 PM	18520	11/8/2023 3:48:30 PM
ASR0336663	Z6UB	ASR5	ASR0	49630	11/22/2023 11:50:17 AM	18160	11/22/2023 12:04:17 PM
ASR0336664	Z6UB	ASR4	ASR0	50580	11/22/2023 11:51:59 AM	19070	11/22/2023 12:09:34 PM
ASR0336665	Z6UB	ASR3	ASR0	50520	11/22/2023 12:00:28 PM	17960	11/22/2023 12:17:11 PM
ASR0336671	Z6UB	ASR2	ASR0	50300	11/22/2023 1:29:28 PM	17830	11/22/2023 1:40:35 PM
ASR0336672	Z6UB	ASR1	ASR0	50430	11/22/2023 1:30:39 PM	17940	11/22/2023 1:44:34 PM
ASR0336673	Z6UB	ASR0	ASR0	50650	11/22/2023 1:36:28 PM	18110	11/22/2023 1:55:53 PM
ASR0336369	Z6UB	ASR0	ASR0	50200	11/6/2023 6:09:07 PM	18640	11/6/2023 6:28:25 PM
ASR0336401	Z6UB	ASR0	ASR0	50490	11/7/2023 5:01:40 PM	19120	11/7/2023 5:17:45 PM

Codigo	Clase Ped.	Origen	Destino	Peso Inicial	Fecha inicial	Peso Final	Fecha Final	Proveedor	Contrato	Ubicación
ASR0335624	Z6UB	ACB0	ASR0	50810	10/1/2023 8:08:23 AM	18110	10/1/2023 9:08:04 AM	0001608513	4300068228	GAR01
ASR0335625	Z6UB	ACB0	ASR0	50760	10/1/2023 8:23:16 AM	19440	10/1/2023 9:19:40 AM	0001608513	4300068228	GAR01
ASR0335626	Z6UB	ACB0	ASR0	50820	10/1/2023 8:34:26 AM	18530	10/1/2023 9:31:05 AM	0001608513	4300068228	GAR01
ASR0335627	Z6UB	ACB0	ASR0	50810	10/1/2023 8:54:21 AM	17650	10/1/2023 9:44:49 AM	0001608513	4300068228	GAR01
ASR0335628	Z6UB	ACB0	ASR0	50760	10/1/2023 11:48:18 AM	18140	10/1/2023 12:01:18 PM	0001608513	4300068228	GAR01
ASR0335629	Z6UB	ACB0	ASR0	50870	10/1/2023 11:50:01 AM	18050	10/1/2023 12:20:55 PM	0001608513	4300068228	GAR01
ASR0335630	Z6UB	ACB0	ASR0	50410	10/1/2023 11:54:02 AM	19090	10/1/2023 12:31:40 PM	0001608513	4300068228	GAR01
ASR0335631	Z6UB	ACB0	ASR0	50890	10/1/2023 11:56:00 AM	18540	10/1/2023 12:38:31 PM	0001608513	4300068228	GAR01
ASR0335633	Z6UB	ACB0	ASR0	50400	10/1/2023 3:14:57 PM	17800	10/1/2023 3:42:08 PM	0001608513	4300068228	GAR01
ASR0335619	Z6UB	ACB0	ASR0	50490	10/1/2023 7:57:02 AM	18010	10/1/2023 8:10:07 AM	0001609129	4300068229	GAR01
ASR0335620	Z6UB	ACB0	ASR0	50480	10/1/2023 7:59:39 AM	18410	10/1/2023 8:23:10 AM	0001609129	4300068229	GAR01
ASR0335621	Z6UB	ACB0	ASR0	50990	10/1/2023 8:01:34 AM	19500	10/1/2023 8:33:38 AM	0001609129	4300068229	GAR01
ASR0335622	Z6UB	ACB0	ASR0	50870	10/1/2023 8:03:23 AM	19220	10/1/2023 8:42:18 AM	0001609129	4300068229	GAR01
ASR0335623	Z6UB	ACB0	ASR0	50450	10/1/2023 8:05:38 AM	19680	10/1/2023 8:54:19 AM	0001609129	4300068229	GAR01

Codigo	Clase Ped.	Origen	Destino	Peso Inicial	Fecha inicial	Peso Final	Fecha Final	Proveedor	Contrato	Ubicación	Cola
ASR0336305	Z6UB	ACB0	ASR0	50760	11/2/2023 12:09:37 PM	19410	11/2/2023 12:23:17 PM	0001608513	4300069132	GAR01	RMP
ASR0336306	Z6UB	ACB0	ASR0	50650	11/2/2023 12:11:01 PM	18580	11/2/2023 12:36:20 PM	0001608513	4300069132	GAR01	RMP
ASR0336307	Z6UB	ACB0	ASR0	50500	11/2/2023 12:25:40 PM	18950	11/2/2023 12:54:27 PM	0001608513	4300069132	GAR01	RMP
ASR0336349	Z6UB	ACB0	ASR0	50440	11/4/2023 9:50:40 AM	17730	11/4/2023 10:38:47 AM	0001608513	4300069132	GAR01	RMP
ASR0336427	Z6UB	ACB0	ASR0	50710	11/8/2023 2:02:34 PM	19460	11/8/2023 2:28:12 PM	0001608513	4300069132	GAR01	RMP
ASR0336428	Z6UB	ACB0	ASR0	50640	11/8/2023 2:03:56 PM	19030	11/8/2023 2:38:10 PM	0001608513	4300069132	GAR01	RMP
ASR0336429	Z6UB	ACB0	ASR0	50480	11/8/2023 2:05:12 PM	17800	11/8/2023 2:50:34 PM	0001608513	4300069132	GAR01	RMP
ASR0336430	Z6UB	ACB0	ASR0	50760	11/8/2023 2:19:41 PM	18580	11/8/2023 2:56:23 PM	0001608513	4300069132	GAR01	RMP
ASR0336476	Z6UB	ACB0	ASR0	50570	11/10/2023 2:09:57 PM	19450	11/10/2023 2:51:07 PM	0001608513	4300069132	GAR01	RMP
ASR0336477	Z6UB	ACB0	ASR0	50320	11/10/2023 2:12:28 PM	17760	11/10/2023 3:18:23 PM	0001608513	4300069132	GAR01	RMP
ASR0336478	Z6UB	ACB0	ASR0	50540	11/10/2023 2:22:14 PM	18560	11/10/2023 3:34:22 PM	0001608513	4300069132	GAR01	RMP
ASR0336480	Z6UB	ACB0	ASR0	50630	11/10/2023 2:58:24 PM	17890	11/10/2023 3:58:34 PM	0001608513	4300069132	GAR01	RMP
ASR0336494	Z6UB	ACB0	ASR0	50640	11/11/2023 11:39:15 AM	17800	11/11/2023 12:05:03 PM	0001608513	4300069132	GAR01	RMP
ASR0336495	Z6UB	ACB0	ASR0	50250	11/11/2023 11:42:20 AM	17880	11/11/2023 12:32:35 PM	0001608513	4300069132	GAR01	RMP

Codigo	Clase Ped.	Origen	Destino	Peso Inicial	Fecha inicial	Peso Final	Fecha Final	Proveedor	Contrato	Ubicación	Cola
ASR0336305	Z6UB	ACB0	ASR0	50760	11/2/2023 12:09:37 PM	19410	11/2/2023 12:23:17 PM	0001608513	4300069132	GAR01	RMP
ASR0336306	Z6UB	ACB0	ASR0	50650	11/2/2023 12:11:01 PM	18580	11/2/2023 12:36:20 PM	0001608513	4300069132	GAR01	RMP
ASR0336307	Z6UB	ACB0	ASR0	50500	11/2/2023 12:25:40 PM	18950	11/2/2023 12:54:27 PM	0001608513	4300069132	GAR01	RMP
ASR0336349	Z6UB	ACB0	ASR0	50440	11/4/2023 9:50:40 AM	17730	11/4/2023 10:38:47 AM	0001608513	4300069132	GAR01	RMP
ASR0336427	Z6UB	ACB0	ASR0	50710	11/8/2023 2:02:34 PM	19460	11/8/2023 2:28:12 PM	0001608513	4300069132	GAR01	RMP
ASR0336428	Z6UB	ACB0	ASR0	50640	11/8/2023 2:03:56 PM	19030	11/8/2023 2:38:10 PM	0001608513	4300069132	GAR01	RMP
ASR0336429	Z6UB	ACB0	ASR0	50480	11/8/2023 2:05:12 PM	17800	11/8/2023 2:50:34 PM	0001608513	4300069132	GAR01	RMP
ASR0336430	Z6UB	ACB0	ASR0	50760	11/8/2023 2:19:41 PM	18580	11/8/2023 2:56:23 PM	0001608513	4300069132	GAR01	RMP
ASR0336476	Z6UB	ACB0	ASR0	50570	11/10/2023 2:09:57 PM	19450	11/10/2023 2:51:07 PM	0001608513	4300069132	GAR01	RMP
ASR0336477	Z6UB	ACB0	ASR0	50320	11/10/2023 2:12:28 PM	17760	11/10/2023 3:18:23 PM	0001608513	4300069132	GAR01	RMP
ASR0336478	Z6UB	ACB0	ASR0	50540	11/10/2023 2:22:14 PM	18560	11/10/2023 3:34:22 PM	0001608513	4300069132	GAR01	RMP
ASR0336480	Z6UB	ACB0	ASR0	50630	11/10/2023 2:58:24 PM	17890	11/10/2023 3:58:34 PM	0001608513	4300069132	GAR01	RMP
ASR0336494	Z6UB	ACB0	ASR0	50640	11/11/2023 11:39:15 AM	17800	11/11/2023 12:05:03 PM	0001608513	4300069132	GAR01	RMP

Anexo 3 HDD-101 Equipos móviles



Equipos móviles y tráfico en las instalaciones HSS-101



Fecha de publicación: 1 de febrero de 2018
Fecha efectiva: 1 de febrero de 2018
Versión: 1.0

Salud y Seguridad Grupo LafargeHolcim
Oficina Corporativa, París, Francia



Contenidos

1.	Propósito	4
2.	Alcance	4
3.	Gestión del programa	4
4.	Requisitos generales	5
4.1.	Identificación de peligros y creación de procedimientos	5
4.2.	Plan de gestión del tráfico	5
4.2.1.	Mapa del sitio	5
4.2.2.	Marcha atrás	6
4.2.3.	Separación del tráfico	6
4.2.4.	Peatones	6
4.2.5.	Equipos pesados y vehículos ligeros/EM	6
4.2.6.	Pisos y caminos	7
4.2.6.1.	Caminos de carga pesada	7
4.2.7.	Señalización	7
4.3.	Operación	8
4.4.	Uso de comunicaciones móviles	8
4.5.	Actividades específicas de alto riesgo	8
4.5.1.	Trabajar cerca de tendidos eléctricos	8
4.5.2.	Remolque	8
4.5.3.	Vuelco durante el vertido/descarga (inclinación)	9
4.5.4.	Vuelco durante la conducción	9
4.6.	Diseño	9
	Nota: los vehículos diseñados principalmente para uso fuera de carretera quedan excluidos de este apartado.	9
4.6.1.	Cinturones de seguridad y asientos	9
4.6.2.	Dispositivos de aviso de marcha atrás	9
4.6.3.	Sistemas de protección contra la caída de objetos (FOPS)	9
4.6.4.	Sistemas de protección antivuelco (ROPS)	9
4.6.5.	Reducción/control de puntos ciegos	10
4.6.6.	Sistema de control integrado en el vehículo (IVMS)	10
4.7.	Inspección y mantenimiento	10
4.7.1.	Inspección previa a la puesta en marcha	10
5.	Salud y seguridad de los trabajadores	11
5.1.	Salud	11



5.2. Comportamientos prohibidos	11
6. Gestión del cambio	11
7. Formación, competencia y autorización	11
7.1. Funciones relativas a los EM y al tráfico en las instalaciones	12
7.1.1. Responsable de tráfico en las instalaciones	12
7.1.2. Operador de equipos móviles	12
7.2. Gestión de la formación	12
7.2.1. Formación de sensibilización acerca de los equipos móviles y el tráfico en las instalaciones	13
8. Conservación de registros	13
9. Control de documentos	14
Apéndice 1 - Definiciones	15



1. Propósito

El objetivo de esta norma es comunicar los requisitos mínimos en materia de salud y seguridad del Grupo LafargeHolcim para la gestión de los riesgos asociados a los equipos móviles y al tráfico en las instalaciones.

2. Alcance

Esta Norma se aplica a todas las actividades de Equipos móviles (EM) y de Gestión del tráfico (GT) en las instalaciones que tengan lugar bajo el control administrativo de LafargeHolcim.

El País deberá desarrollar y publicar su propia Norma local que cumpla esta Norma del Grupo, la legislación local y cualesquiera otras normas, reglamentos u otros requisitos con los que el País se haya comprometido.

Cuando los requisitos de la legislación local sean más estrictos que los especificados en esta norma, se deberá cumplir la legislación local.

3. Gestión del programa

El País y sus Unidades deberán documentar e implantar un programa que establezca:

- a) Una norma específica del País para los equipos móviles y la gestión del tráfico en las instalaciones.
- b) Plantillas para los procedimientos de EM y GT y cualquier lista de comprobación y formularios de registro asociados.
- c) Un proceso para identificar y evaluar los riesgos de EM y GT, y seleccionar los controles de riesgo adecuados.
- d) Un proceso para crear y publicar los procedimientos de EM y GT (incluidos los planes de tráfico de las instalaciones), incluido el control de la versión y la accesibilidad.
- e) Funciones y responsabilidades documentadas (incluidas las autorizaciones y autoridades).
- f) Un proceso para garantizar que la adquisición y puesta en marcha de equipos cumplan los requisitos de esta norma
- g) Formación práctica y teórica adaptada específicamente a las siguientes funciones:
 - g.1. Aquellos que diseñan el plan de tráfico y los procedimientos asociados para gestionar los equipos móviles y el tráfico en las instalaciones, así como los peatones
 - g.2. Aquellos con autoridad para operar equipos móviles: Operador**
 - g.3. Aquellos que gestionan el plan de tráfico en las instalaciones: Responsable de tráfico en las instalaciones**
 - g.4. Aquellos que autorizan formalmente a los operadores después de evaluar las competencias
 - g.5. Aquellos con autoridad para supervisar las actividades de equipos móviles o de tráfico en las instalaciones
- h) Un proceso para gestionar los cambios relativos a los equipos móviles y la gestión del tráfico en las instalaciones
- i) Procedimientos para gestionar situaciones de emergencia previsibles con los equipos móviles o la gestión del tráfico en las instalaciones.
- j) Una revisión inicial y, posteriormente, una revisión anual y un análisis de carencias del programa y sus procedimientos realizados a través de auditorías de procedimiento para:
 - j.1. Verificar que se está logrando el cumplimiento.
 - j.2. Evaluar la eficacia y la pertinencia de los procedimientos de EM y de los planes de GT en las instalaciones.
 - j.3. Verificar que se ha aplicado la gestión del cambio.
 - j.4. Crear un plan de acción (o actualizar el existente) para eliminar o, cuando no sea factible, reducir los riesgos a través de la jerarquía de control.
 - j.5. Documentar cualquier desviación de los requisitos mínimos, normas y prohibiciones enumerados en esta Norma del Grupo. Esas desviaciones se limitarán a raras excepciones y solo se aceptarán en circunstancias atenuantes cuando no exista una forma práctica de cumplirlas. En tales casos, el país deberá documentar el conflicto y deberá existir un procedimiento formal específico con controles alternativos, incluida la aprobación del director ejecutivo nacional y del departamento de Salud y Seguridad del grupo.



4. Requisitos generales

4.1. Identificación de peligros y creación de procedimientos

- a) Una persona competente deberá identificar los peligros de los equipos móviles y del flujo de tráfico en las instalaciones asociados a cualquier tarea de trabajo y evaluar los riesgos y, a continuación, eliminar o controlar los riesgos que puedan causar daños a las personas.
- b) Se deberán escribir procedimientos laborales específicos documentados que consideren lo siguiente, como mínimo:
 - b.1. Los tipos de EM; específicamente:
 - b.1.1. La capacidad de transporte de cargas
 - b.1.2. La capacidad de elevar cargas
 - b.1.3. La capacidad de trabajar en terrenos difíciles
 - b.1.4. La capacidad para transportar pasajeros
 - b.1.5. La capacidad para trabajar en condiciones peligrosas (por ejemplo, canteras, atmósferas explosivas, calor, etc.).
 - b.2. Los patrones de tráfico, incluidos los volúmenes (tráfico normal y picos), la dirección, la velocidad, etc.
 - b.3. Las personas que podrían estar expuestas a riesgos de EM y su competencia
 - b.4. La eficacia de los actuales métodos de control de los EM y del tráfico, incluida la supervisión. Se necesita una consideración especial para los sistemas de control automático/remoto, por ejemplo, las señales de tráfico.
 - b.5. La verificación de que los procedimientos de mantenimiento cumplen o incluso superan los requisitos del fabricante.
 - b.6. La identificación de cualquier peligro de acceso de los EM, como escaleras, etc.
 - b.7. La identificación de los peligros y riesgos asociados del entorno operativo.
 - b.8. La competencia, la autorización y la supervisión necesarias para operar cada EM.

4.2. Plan de gestión del tráfico

- a) Cada instalación deberá contar con un Plan de gestión del tráfico específico para ella, que se basará en la identificación de los peligros y la evaluación de los riesgos.
- b) El plan de gestión del tráfico deberá incluir los controles establecidos en los siguientes apartados.

4.2.1. Mapa del sitio

- a) El mapa del sitio deberá incluir:
 - a.1. Las calzadas y otras zonas de tráfico o zonas de alto riesgo (por ejemplo, lugares donde se pueda dar marcha atrás).
 - a.2. Dirección de tráfico, caminos de un solo sentido, restricciones al tráfico, etc.
 - a.3. Ubicación de la señalización vial.
 - a.4. Cualquier control de tráfico como velocidad máxima y otras señales de tráfico, control de acceso, etc.
 - a.5. Peligros específicos (como tendidos eléctricos u otras restricciones de altura, etc.).
 - a.6. Puentes u otras estructuras y sus capacidades de carga segura.
 - a.7. Rutas peatonales y controles de segregación/separación.
 - a.8. Zonas donde no se requieren EPP.
- b) El mapa del sitio se deberá mantener actualizado.
- c) El plan deberá estar disponible para aquellos que gestionen el tráfico de la instalación, incluidos los que dirigirán el tráfico, y se deberá comunicar a todos aquellos que puedan estar involucrados en las operaciones de tráfico en las instalaciones, incluidos los peatones y los conductores y visitantes que entren.



Nota: Es muy probable que un mapa del sitio sea demasiado complejo para que los conductores de vehículos que entren puedan comprenderlo en el tiempo limitado del que disponen para leerlo, entenderlo y retener la información contenida en el mapa; por lo tanto:

- d) Se deberá emplear un gran esfuerzo para diseñar e instalar señales de dirección fáciles de seguir, por ejemplo, con codificación por colores/formas y flechas sencillas, lo suficientemente grandes como para verse fácilmente y lo suficientemente sencillas para ser entendidas.

4.2.2. Marcha atrás

- a) Se deberá eliminar la necesidad de dar marcha atrás (por ejemplo, implantando sistemas unidireccionales o áreas específicas para girar)
- b) Cuando no se pueda evitar, las áreas para dar marcha atrás deberán contar con suficiente espacio, protección perimetral, marcas de orientación e iluminación.
- c) Se deberán aplicar normas para la eliminación o el control de tráfico peatonal en las áreas de marcha atrás.

4.2.3. Separación del tráfico

Se deberá eliminar el conflicto entre los diferentes tipos de tráfico. Cuando la eliminación no sea posible, se deberá reducir hasta un nivel en el que, bajo condiciones normales de funcionamiento, sean poco probables los conflictos.

- a) Se deberán implantar sistemas unidireccionales siempre que sea factible. Se deberá evaluar la necesidad de guardias de tráfico y, si se considerase necesario, se asignarán.
- b) Todo el terreno (por ejemplo, zonas actualmente utilizadas para jardines, etc.), deberá ser considerado como áreas que podrían utilizarse durante el rediseño del plan de gestión del tráfico, con el fin de mejorar la separación del tráfico.

4.2.4. Peatones

- a) Los peatones deberán estar separados de los EM en marcha. Se deberá considerar en primer lugar el uso de rutas de tráfico separadas y de barreras físicas entre los peatones y los EM;
- b) Cuando a) no sea factible, se establecerán medidas de control alternativas.
 - b.1. Cualquier actividad laboral que requiera que los trabajadores (peatones) trabajen cerca de los EM en marcha, deberá realizarse bajo un procedimiento escrito específico y estar oficialmente autorizada por el jefe de la Unidad.

4.2.5. Equipos pesados y vehículos ligeros/EM

- a) Los vehículos pequeños/EM se deberán mantener alejados de las áreas donde operen EM pesados
- b) Cuando a) no sea factible, se establecerán las siguientes normas:
 - b.2. La justificación para la falta de segregación se deberá documentar y revisar anualmente.
 - b.3. Los EM pesados tendrán prioridad sobre los vehículos ligeros/EM.
 - b.4. Los EM pesados deberán circular con carga de peso neto máximo de 32500 Ton, aplicar FS>1.
 - b.5. Los EM deberán operar con faros y luces de advertencia intermitentes encendidas en todo momento.
 - b.6. Se deberán colocar balizas luminosas en los vehículos ligeros/EM, que deberán ser fácilmente visibles para los operadores de grandes EM/vehículos que compartan calzada, zonas de obras, etc.
 - b.7. Se deberán establecer normas que limiten el acceso a los EM pesados o vehículos ligeros por separado.
 - b.8. Los vehículos ligeros utilizados en lugares donde pueda haber EM en funcionamiento, deberán:
 - b.8.1. Estar equipados con una tira de 50 mm de ancho de material retrorreflectante en la parte delantera, trasera y en ambos lados (rojo en la parte trasera, amarillo en los lados, y blanco en la parte delantera).
 - b.8.2. Conducirse con los faros encendidos en todo momento.
 - b.8.3. Conducirse con luces parpadeantes (es decir, luces de advertencia, luces estroboscópicas) encendidas y donde favorezcan la visibilidad.
 - b.9. Se prohíbe el uso de motocicletas, bicicletas y triciclo en las áreas donde operen EM pesados
- c) Se deberá controlar adecuadamente la presencia de vehículos ligeros en el lugar de trabajo (más allá de las zonas de estacionamiento señalizadas), tales como coches, camionetas, furgonetas o vehículos de reparto. El conductor deberá contar con una autorización mientras se encuentre en las instalaciones y se deberá mantener un registro de entrada y salida.



4.2.6. Pisos y caminos

Los pisos y caminos deberán estar contruidos y mantenidos adecuadamente para minimizar el riesgo de accidentes relacionados con los EM y los vehículos en las instalaciones. Por contruidos adecuadamente se entenderá lo siguiente:

- a) Serán suficientemente anchos para el tráfico.
- b) Podrán resistir la carga de tráfico, concretamente las cargas por eje y las cargas especiales como grúas, etc.
- c) Serán suficientes para los vehículos más largos, por ejemplo, en curvas.
- d) Su pendiente se reducirá al mínimo factible; las cunetas y peraltes deberán ser adecuados para la velocidad del tráfico.
- e) Estarán contruidos con suficiente drenaje para las condiciones climatológicas estacionales.
- f) Se deberán evitar las curvas ciegas y los cambios de rasante siempre que sea factible.
- g) Las superficies de los caminos deberán ser planas y mantenerse regularmente para evitar baches, y estar libres de cualquier roca suelta y otros residuos.
- h) Las zonas de estacionamiento deberán estar correctamente diseñadas con separaciones adecuadas para permitir el tráfico de vehículos, rutas peatonales señalizadas y puntos de cruce seguro.
- i) Se deberá evaluar la necesidad de iluminación de los caminos, zonas de obras y áreas de estacionamiento y, cuando se considere necesario, se instalará para reducir el riesgo de lesiones importantes.
- j) Se deberán identificar lugares de estacionamiento señalizados para los vehículos de emergencia (por ejemplo, ambulancias en los centros de atención médica) y mantenerse despejados.
- k) Se deberán definir lugares de estacionamiento señalizados para la entrega/recogida regular (por ejemplo, descarga en silos) y mantenerse libres de otros vehículos ligeros/EM

4.2.6.1. Caminos de carga pesada

- a) La pendiente máxima estándar sostenida para un camino de carga pesada sin carril de emergencia/escape deberá ser inferior al 10 %.
- b) Para todos los caminos de carga pesada con una pendiente superior al 10 %, se deberán instalar carriles de emergencia/escape o alternativas adecuadas.
- c) El ancho mínimo de la superficie del camino de carga pesada deberá ser 3,5 veces el ancho del vehículo más ancho para tráfico bidireccional y 2,5 veces para tráfico unidireccional.
- d) La altura de las protecciones perimetrales y de las bermas de seguridad deberá ser al menos igual al radio del neumático más grande del EM que opere en esa zona.
- e) Las protecciones perimetrales deberán estar contruidas con materiales blandos o con una combinación de materiales duros y blandos con suficiente drenaje, se revisarán periódicamente (especialmente después de lluvias intensas), y se mantendrán para asegurar su eficiencia.
- f) Los caminos en los que el tráfico de EM pueda circular a lo largo de paredes excavadas, deberán contar, cuando sea factible, con bermas de captura para proteger de la caída de rocas o materiales desde arriba.
Nota: Consúltese también el [Manual de seguridad de canteras CIP](#) para los requisitos específicos relacionados con el diseño y el funcionamiento de caminos excavados.

4.2.7. Señalización

- a) La señalización deberá ser llamativa, de tamaño adecuado para el lector y someterse a mantenimiento.
- b) Las rutas de tráfico deberán diseñarse de modo que sean llamativas y fáciles de ver y entender por los operadores de EM, los conductores de los vehículos y los peatones.
- c) Los paneles de información deberán ser fáciles de leer, contener el mínimo de texto e incorporar pictogramas que estén estandarizados en todo el país.



4.3. Operación

- a) Los EM se deberán operar dentro de las capacidades declaradas por el fabricante (por ejemplo, distancia al suelo, inclinaciones seguras).
- b) Los operadores deberán asegurarse de que seleccionan EM adecuados para el entorno en el que operarán y, si no se dispone de un EM adecuado, deberán informar de ello a su superior directo.
- c) Los EM no deberán dejarse nunca desatendidos, a menos que estén aparcados de forma segura y se haya retirado la llave de contacto.
 - c.1. El freno de estacionamiento deberá estar aplicado
 - c.2. Se deberán utilizar calzos de ruedas o un sistema equivalente para evitar que el vehículo se mueva cuando esté estacionado en una superficie desigual o inclinada.
 - c.3. La llave se deberá mantener bajo control para evitar el uso no autorizado.
- d) Cuando los motores deban estar funcionando para dispositivos de toma de fuerza u otros equipos auxiliares, el operador deberá estar cerca y tener visibilidad directa del vehículo/equipo.

4.4. Uso de comunicaciones móviles

Se deberán establecer y documentar reglas para el uso de comunicaciones móviles que incluyan cuándo y cómo se utilizarán las comunicaciones de radio y cuándo se prohibirán.

4.5. Actividades específicas de alto riesgo

4.5.1. Trabajar cerca de tendidos eléctricos

- a) Los países deberán establecer procedimientos para trabajar cerca de tendidos y cables eléctricos.

Estos procedimientos deberán incluir, entre otros, la creación de:

- b) Zonas de separación seguras.
- c) Prohibiciones relacionadas con el trabajo durante las horas de oscuridad, a menos que el lugar de trabajo esté bien iluminado para operaciones nocturnas y los tendidos eléctricos estén marcados de forma llamativa.
- d) Los tendidos eléctricos con riesgo de impacto deberán estar claramente identificados.
- e) Instalación de carteles de advertencia (por ejemplo, "Peligro tendido eléctrico") a ambos lados del tendido eléctrico.
- f) Los operadores de EM deberán ser capaces de responder correctamente y de forma segura a un incidente eléctrico.
- g) Si un EM entrase en contacto con un tendido eléctrico, el EM se deberá estacionar en una ubicación remota segura libre de peatones durante al menos 24 horas para que los neumáticos se enfríen o rompan de forma segura.

Consulte [HSS-105 Seguridad eléctrica](#).

4.5.2. Remolque

- a) La autorización para una operación de remolque se deberá solicitar al jefe de la Unidad (o la persona encargada de las operaciones de remolque), que deberá especificar qué persona competente deberá estar a cargo de la operación.
- b) La operación de remolque se deberá limitar a la distancia mínima necesaria para permitir que el vehículo se mueva con su propia potencia, o para que llegue al lugar más cercano de seguridad o reparación.
- c) Solo se podrán utilizar cables/eslingas de remolque y barras de tracción fija que hayan sido rutinariamente examinados y certificados.
 - c.1. La capacidad de estos dispositivos deberá ser como mínimo un 50 % por encima del peso máximo del vehículo en cuestión y deberá tener en cuenta las condiciones del suelo que puedan aumentar esta tensión máxima.



4.5.3. Vuelco durante el vertido/descarga (inclinación)

- a) Todas las ubicaciones de vuelco/descarga que no sean permanentes o estén construidas para ese fin, utilizadas por los camiones volquete, se deberán medir periódicamente con un inclinómetro para garantizar que todas las pendientes estén dentro de las tolerancias establecidas por el fabricante del equipo de descarga y que, por lo tanto, sean seguras para operaciones de descarga.
 - a.1. Para las ubicaciones de descarga no permanentes, las pendientes se deberán medir al menos una vez al día cuando estén teniendo lugar actividades de descarga.
- b) Los vehículos articulados deberán estar rectos cuando realicen vertidos/descargas.
- c) El conductor/operador deberá permanecer en el asiento con el cinturón de seguridad puesto.
- d) Los puntos de descarga se deberán inspeccionar regularmente y estar libres de cualquier obstáculo que pueda dañar los neumáticos de los equipos.
- e) Se deberá establecer una zona de peligro a cada lado del vehículo/EM igual a su altura máxima cuando se realicen vertidos/descargas.
- f) Se deberán evitar los vertidos/descargas con vientos cruzados de más de 5 Beaufort (28-38 km/h)
- g) Cuando la carga que se esté descargando se atasque:
 - g.1. El operador deberá bajar la caja de volquete y solicitar ayuda para liberar la carga.
 - g.2. Está prohibido mover/sacudir el equipo con la caja de volquete para intentar liberar cargas atascadas.

4.5.4. Vuelco durante la conducción

Se deberán controlar los siguientes factores para evitar el vuelco durante la conducción de EM:

- a) Velocidad.
- b) La carga y la estabilidad de la carga (por ejemplo, sobrecarga, o una carga desigual).
- c) La geometría vial (curvas, cunetas, pendiente de la carretera).

4.6. Diseño

Nota: los vehículos diseñados principalmente para uso fuera de carretera quedan excluidos de este apartado.

4.6.1. Cinturones de seguridad y asientos

- a) Todos los EM deberán tener un asiento y un cinturón de seguridad para cada ocupante.
- b) Todos los EM pesados deberán estar equipados con cinturones de seguridad de 3 puntos
- c) Los cinturones de seguridad deberán ser inspeccionados, probados y sustituidos según las especificaciones del fabricante.
- d) Está prohibido transportar pasajeros en plataformas de carga o cajas de camionetas, o en remolques de cama baja, o en un cucharón de carga de un cargador de ruedas.

4.6.2. Dispositivos de aviso de marcha atrás

- a) Todos los EM deberán estar equipados con alarmas de aviso de marcha atrás audibles y visibles.
- b) La necesidad de dispositivos de visibilidad adicional (a saber, señales luminosas, espejos convexos, CCTV, radar, etc.), se determinará mediante una evaluación de riesgos documentada.

4.6.3. Sistemas de protección contra la caída de objetos (FOPS)

- a) Todos los EM (excepto los vehículos ligeros) que operen en canteras deberán estar equipados con FOPS.
- b) Cualquier otro EM en el que el operador esté en riesgo de que le caigan objetos, como rocas u otros elementos, deberá estar equipado con protección FOPS.

4.6.4. Sistemas de protección antivuelco (ROPS)

- a) Todos los EM (excepto los vehículos ligeros) que operen en canteras deberán estar equipados con ROPS.
- b) Todos los demás EM (independientemente del tamaño) que puedan volcar más de 90° deberán estar equipados con ROPS.



4.6.5. Reducción/control de puntos ciegos

El País deberá reducir al mínimo el riesgo de puntos ciegos para los EM de la siguiente manera:

- a) Asegurando que todos los EM han sido sometidos a una evaluación del punto ciego.
- b) Colocando espejos adicionales donde puedan facilitar la visibilidad.
- c) Colocando cámaras de CCTV en los EM donde existan puntos ciegos importantes y los espejos no sean una solución adecuada (por ejemplo, en la parte trasera de cargadoras de ruedas).

4.6.6. Sistema de control integrado en el vehículo (IVMS)

Los camiones volquete dentro de las instalaciones deberán estar equipados con un sistema de control integrado en el vehículo (IVMS). La selección del IVMS deberá tener en cuenta la cobertura satelital disponible en la cantera.

Nota: Consúltense también el [Manual de seguridad de canteras CIP](#) para los requisitos específicos relacionados con el diseño de los equipos móviles que operan en canteras.

4.7. Inspección y mantenimiento

- a) Los EM se deberán mantener de conformidad con el calendario de mantenimiento preventivo y las recomendaciones del fabricante, y todas las funciones de seguridad originales se deberán mantener o mejorar.
- b) Todos los EM deberán tener una copia del manual del operador en la cabina del operador, o este deberá estar a su disposición en las instalaciones.
- c) Las fuentes de energía que deban aislarse durante las actividades de mantenimiento se deberán identificar para cada EM; los métodos de aislamiento para cada fuente de energía se deberán incluir en los procedimientos de mantenimiento de los EM.
- d) Los Países deberán establecer un programa de mantenimiento que incluya:
 - d.1. Los calendarios establecidos para la realización de inspecciones y mantenimiento periódicos
 - d.2. Los registros de todas las inspecciones y trabajos de mantenimiento
 - d.3. El control del cumplimiento del calendario de inspección y mantenimiento
 - d.4. El uso de piezas del fabricante o piezas compatibles aprobadas por el fabricante.
 - d.5. Registros de todos los defectos observados y reparados
 - d.6. Métodos para garantizar que el personal que realiza las tareas de mantenimiento y reparación está debidamente cualificado para realizar la tarea

4.7.1. Inspección previa a la puesta en marcha

- a) Los Países deberán desarrollar procedimientos de inspección previos a la puesta en marcha para todos los tipos de EM
- b) Las inspecciones se deberán completar en cada turno antes de poner en marcha el EM y se deberán documentar.
 - b.1. Cuando los técnicos de taller completen la inspección antes del turno, los operadores de EM deberán al menos completar una inspección visual personalmente del estado del EM y hacer una prueba de frenos.
- c) Se deberá utilizar una lista de verificación como recordatorio de qué inspeccionar y qué funciones probar
- d) La lista de verificación de inspección deberá identificar los elementos críticos de seguridad que, de estar dañados o faltar, podrían derivar en que el EM sea puesto fuera de servicio y deberá incluir, entre otros:
 - d.1. Cinturones de seguridad o asientos inoperativos.
 - d.2. Espejos dañados.
 - d.3. Ruedas: Neumáticos dañados o inflados incorrectamente; faltan tuercas de rueda o están flojas.
 - d.4. Los frenos del vehículo no funcionan correctamente.
 - d.5. Funcionan menos de dos faros.
 - d.6. La alarma de marcha atrás no funciona.
 - d.7. Fuga en las tuberías hidráulicas.
 - d.8. Grietas en el chasis, u otros defectos de seguridad graves visualmente evidentes.



5. Salud y seguridad de los trabajadores

Los operadores deberán cumplir el horario de servicio, las pausas y los periodos de descanso diarios y semanales previstos.

5.1. Salud

- a) Se deberá realizar una evaluación de salud ocupacional de la aptitud para el trabajo antes de la asignación y al menos cada 2 años para los trabajadores que operen EM
- b) Los trabajadores deberán ser advertidos durante los programas de formación de que tendrán que informar a su supervisor si desarrollan alguna enfermedad o inician una medicación que pueda afectar su aptitud para el trabajo, de manera que puedan ser referidos al servicio de salud ocupacional para su evaluación.
- c) Se deberán establecer requisitos para:
 - c.1. Un programa de evaluación de salud ocupacional para los trabajadores que operen EM, incluidos informes formales para la dirección sobre los resultados de aptitud para el trabajo después de cada evaluación.
 - c.2. Reglas para gestionar la fatiga, incluido estipular el número máximo de horas que un operador de un EM puede trabajar, y las pausas diarias y periodos de descanso diarios y semanales necesarios.

5.2. Comportamientos prohibidos

- a) Operar los EM de manera insegura; por ejemplo, velocidad insegura, maniobras imprudentes, marcha atrás sin mirar.
- b) Subirse a un EM que no esté diseñado para transportar pasajeros: es decir, sin asiento para pasajeros o cinturón de seguridad.
- c) Usar el EM para un propósito para el que no fue diseñado.
- d) Hacer algo que pueda distraer y hacer que se pierda la concentración, a saber:
 - d.1. Utilizar comunicaciones móviles mientras se opera un EM
 - d.2. No mantener la cabina libre de objetos sueltos que puedan interferir con sus controles.
- e) Dejar las llaves en el contacto de un EM desatendido.
- f) Dejar el EM sin aplicar el freno de estacionamiento.
- g) Sobrecargar el EM a sabiendas u operarlo con una carga insegura
- h) Utilizar a sabiendas EM sobre superficies inestables o inadecuadas.
- i) Utilizar teléfonos móviles mientras se camina por áreas donde se podría reducir la capacidad de una persona para escuchar el tráfico que se aproxima.
- j) No informar de los accidentes de tráfico en las instalaciones o con EM a un supervisor.

6. Gestión del cambio

- a) Cualquier modificación a un EM existente o la adquisición de un nuevo EM u otros cambios que puedan aumentar el riesgo al utilizar EM (por ejemplo, cambios en el diseño de las instalaciones) deberán dar lugar a:
 - a.1. Una revisión de los procedimientos aplicables, incluido el plan de gestión del tráfico y los controles.
 - a.2. La actualización de los procedimientos y controles cuando se detecte que ya no son válidos o resultan ineficaces.
 - a.3. Una comunicación sobre el cambio a todos los trabajadores pertinentes
- b) Cuando se construya una nueva planta, la fase de diseño deberá incluir una revisión del diseño documentada que identifique las maneras de eliminar o, cuando esto no sea posible, de reducir, los riesgos asociados a los EM.
- c) Los cambios en los procedimientos o métodos de trabajo deberán considerar también la necesidad de formación sobre los cambios o la familiarización con los cambios.

7. Formación, competencia y autorización

- a) Los EM y actividades de tráfico en las instalaciones se deberán gestionar utilizando una matriz de formación y competencias que establezca explícitamente la competencia y formación necesarias para los trabajadores y sus supervisores.



- b) Deberán existir procedimientos para asegurar que todos los operadores de EM estén oficialmente autorizados para operar el EM específico. El operador de equipos móviles deberá estar en posesión de una licencia de operador (o certificación local) válida para el equipo específico que opere.
- c) Deberá estar disponible en las instalaciones, una lista de trabajadores formalmente autorizados como operadores de EM.
- d) La competencia de cada operador de EM deberá ser evaluada y documentada periódicamente.
 - d.1. La evaluación de competencias deberá realizarse en el momento de la formación inicial y de actualización.
- e) Los superiores directos deberán asegurarse de que se realiza un control continuo de las habilidades y del cumplimiento del operador en el marco de las operaciones diarias y que la información recopilada sea utilizada durante la evaluación de competencia.

7.1. Funciones relativas a los EM y al tráfico en las instalaciones

El País deberá incluir estas funciones en sus procedimientos de gestión de EM y del tráfico en las instalaciones:

7.1.1. Responsable de tráfico en las instalaciones

Se nombrará a una persona como responsable de gestionar el tráfico de las instalaciones. El ámbito de responsabilidad del responsable de tráfico podrá ser, por ejemplo, toda una planta de cemento integrada, o solo una parte, como una cantera; pero las responsabilidades no deberán solaparse.

El responsable de tráfico en las instalaciones se encargará de:

- a) Publicar y comunicar el Plan de gestión del tráfico en las instalaciones.
- b) Emitir autorizaciones a los operadores de EM, y mantener una lista de operadores.

7.1.2. Operador de equipos móviles

Las personas que operen EM deberán:

- a) Ser autorizadas por el responsable de tráfico en las instalaciones para operar un EM específico
- b) Ser competentes en relación con la naturaleza, los peligros y los riesgos de operar EM y las actividades asociadas que lleven a cabo, incluidos los procedimientos de emergencia
- c) Operar únicamente los EM para los que estén autorizados.

7.2. Gestión de la formación

Los requisitos de formación para los EM deberán ser definidos por el País y, como mínimo, comprenderán:

Quién	Dónde	Inicial	Actualización
Operador (Teoría inicial)	Aula	4 horas	
Operador (Habilidades técnicas básicas y prueba)	Lugar controlado utilizando equipos	3 días (Relación, 1 aprendiz: 1 instructor) 4 días (Relación, 2 aprendices: 1 instructor) 5 días (Relación, 3 aprendices: 1 instructor)	
Operador (Familiarización con las tareas y lugares de trabajo)	Lugar de trabajo bajo estrecha supervisión	1 día	
Operador (Actualización, evaluación y prueba)			≤3 años (1 día)



Debido al gran número de diferentes tipos de equipos móviles, no es factible proporcionar unos requisitos globales del Grupo para el contenido y duración de la formación inicial y de actualización.

Cuando los requisitos de formación (duración de la formación y periodo de actualización) para las funciones mencionadas anteriormente estén definidos por normativa nacional, se aplicará la normativa nacional. Cuando no exista una regulación nacional aplicable, se deberá utilizar la tabla anterior.

- a) La formación y autorización deberá ser específica para cada tipo de equipo móvil.
- b) Cuando un operador de un equipo móvil no haya operado el equipo para el que esté autorizado durante los 12 meses anteriores, deberá someterse a cursos de actualización para mantener su autorización.
- c) Los cursos de actualización deberán realizarse también cuando una investigación de incidentes o auditoría identifique una carencia en una competencia.
- d) Los responsables de diseño del Plan de gestión del tráfico deberán haber alcanzado un buen nivel de comprensión de:
 - d.1. La geometría vial básica, el diseño de intersecciones, el diseño de la superficie de caminos
 - d.2. El diseño y colocación de la señalización vial
 - d.3. La apertura de visión, las distancias de parada, las distancias de visión, el drenaje de carreteras
 - d.4. Los parámetros operativos del EM (y otro tráfico) en las instalaciones
 - d.5. El control de los peatones y los principios de segregación/separación del tráfico
- e) Cuando no haya ninguna persona en el País con el nivel de competencia requerido, la tarea de planificación de la gestión del tráfico deberá ser subcontratada, o se proporcionará la formación suficiente.
- f) Las siguientes personas deberán conocer y comprender los requisitos de esta Norma, tal como se definen en la propia Norma de Equipos móviles y tráfico en las instalaciones del País:
 - f.1. Responsable de tráfico en las instalaciones
 - f.2. Responsable de cantera
 - f.3. Responsable de la instalación

7.2.1. Formación de sensibilización acerca de los equipos móviles y el tráfico en las instalaciones

- a) Se deberá proporcionar formación de sensibilización sobre los peligros y riesgos asociados a los EM y al tráfico en las instalaciones a todos los empleados, contratistas y visitantes que puedan entrar en las áreas operativas de las instalaciones.
- b) La formación se impartirá mediante una introducción de seguridad en el lugar de trabajo, y deberá incluir como mínimo:
 - b.1. Los flujos de tráfico de EM, los tipos y el significado de la señalización de advertencia e información.
 - b.2. Las zonas de peligro, sus riesgos y sus normas asociadas, los puntos ciegos del operador de EM, las normas para los peatones que se aproximan al EM
 - b.3. Procedimientos para emergencias.

8. Conservación de registros

El requisito para la conservación de registros en esta norma es una exención de la Norma HSMS del Grupo.

- a) Los registros relacionados con la inspección y el mantenimiento de los EM deberán conservarse de conformidad con los requisitos del fabricante, o durante un mínimo de 36 meses, el periodo más largo.
- b) Cuando, según el fabricante, las actividades de mantenimiento e inspección específicas se completan con una frecuencia superior a cada 36 meses, se deberán conservar las dos últimas inspecciones específicas/registros de mantenimiento.
- c) Los registros relativos a la adquisición de EM, o la instalación/construcción de instalaciones (por ejemplo, puntos de descarga), deberán conservarse durante el tiempo que permanezcan en uso, más 36 meses.
- d) Los registros relativos a la competencia y la formación del operador de EM se deberán conservar durante el tiempo que sean empleados, más 36 meses.



9. Control de documentos

La última versión de este documento y, por tanto, la única versión actualizada, está disponible en las páginas de Salud y Seguridad de la Intranet del Grupo. Ninguna otra copia de este documento debe ser considerada como la última o la versión actualizada.

<https://intranet.lafargeholcim.com>

Última versión/Fecha	Cambios desde la versión/revisión anterior
Versión 1.0/1 de febrero de 2018	Primera publicación.



Apéndice 1 - Definiciones

Término	Definición
Cinturones de seguridad de 3 puntos	Una correa que se fija a partes estructurales del EM. La correa atraviesa el regazo del operador, y su torso diagonalmente.
Cambios de rasante	Un lugar donde la elevación de la carretera se eleva y desciende de manera que no puede verse el camino por delante.
Cuneta	La pendiente transversal de la superficie de una carretera, normalmente utilizada para drenar la lluvia.
Persona competente	Una persona que tiene suficientes habilidades, conocimientos y experiencia para completar las tareas asignadas adecuadamente. El nivel de competencia requerido dependerá de la complejidad de la situación y de las tareas o responsabilidades particulares asignadas.
Llamativo	Claramente visible bajo las condiciones imperantes con respecto al fondo; llama la atención y aumenta la probabilidad de que una persona lo vea.
Sistema de protección contra la caída de objetos (FOPS)	Un refuerzo diseñado profesionalmente instalado sobre o dentro de un vehículo para reducir las lesiones y aumentar la protección del operador en caso de que un objeto caiga sobre el vehículo (como una roca o una pieza de maquinaria).
Autorización formal	Una autorización documentada y limitada en el tiempo para llevar a cabo tareas específicas emitidas por otra persona que tiene la autoridad para darla. La duración (límite de tiempo) de la autorización formal no deberá ser superior a los intervalos de actualización planificados.
Camino de carga pesada	Un camino, normalmente no asfaltado que conecta dos lugares operativos. Un camino de carga pesada se suele utilizar para el transporte a granel de materiales.
Equipo móvil	<p>Equipo que se puede mover propulsado de forma autónoma dentro de un lugar de trabajo. Esto incluye todo, desde equipos pesados, como camiones volquete utilizados en minería o equipos que realicen obras de construcción o pavimentación vial, hasta pequeñas carretillas elevadoras utilizadas en almacenes.</p> <p>Los vehículos diseñados principalmente para uso fuera de carretera (por ejemplo, coches particulares, hormigoneras, camiones de premezclado...) se incluirán dentro del ámbito de esta norma mientras estén bajo el control del Plan de gestión de tráfico en las instalaciones.</p> <p>Equipos móviles pesados se refiere a los equipos móviles utilizados en canteras y obras que se pueden utilizar fuera de la vía y que incluyen, entre otros, los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none">o Unidades de carga (retroexcavadoras, cargadoras frontales, excavadoras)o Unidades de transporte (camiones volquete articulados y rígidos)o Unidades de servicio (niveladoras, excavadoras de ruedas y orugas, camiones cisterna)
Factible	Algo es factible cuando el tiempo, esfuerzo y coste de hacerlo no es excesivamente desproporcionado para el beneficio que se obtendría al hacerlo.



Término	Definición
Auditoría de procedimiento	Un proceso llevado a cabo por personas competentes, para obtener sistemáticamente evidencias sobre el nivel de implantación y efectividad de un procedimiento. El objetivo de una auditoría de procedimiento es determinar si: a) se ha aplicado un procedimiento específico y se está cumpliendo, y b) evaluar la eficacia del procedimiento en todas las condiciones operativas. El proceso normal consiste en examinar el procedimiento documentado antes de la auditoría, y diseñar un conjunto de pruebas que el auditor utilizará para obtener las pruebas necesarias que le permitan realizar una evaluación adecuada. Las pruebas deberán incluir la observación visual del procedimiento en acción, preguntas y conversaciones con los trabajadores involucrados en el proceso e inspección de los registros.
Vuelco	Aunque el vuelco y la inclinación son casi idénticos, un vuelco se produce cuando un vehículo se da la vuelta durante la marcha. Normalmente, esto se debe a una velocidad excesiva o a una carga insegura y mientras se está tomando una curva en la carretera.
Sistemas de protección antivuelco (ROPS)	Un armazón, toldo de seguridad o estructura similar, instalado como equipo original por un fabricante de equipos móviles, diseñado y destinado para proteger al operador del equipo en caso de que el equipo móvil vuelque.
Peralte	Punto donde el borde exterior de una carretera en una curva es más alto que el borde interior de la curva. Se pueden lograr velocidades más altas de forma más segura cuando la diferencia (peralte) es mayor.
Inclinación	Aunque el vuelco y la inclinación son casi idénticos, una inclinación se produce cuando un vehículo vuelca en parada. Normalmente, esto se produce al descargar en una pendiente, debido al fallo de una o más partes del sistema de descarga o a una carga insegura.
Plan de gestión del tráfico	El documento formal que contiene las disposiciones para la gestión de la seguridad del tráfico en las instalaciones.
Tuercas de rueda	También conocidas como tuercas de retención o tuercas de sujeción. Son las tuercas que están montadas en los pernos de rueda roscados. A veces se utilizan pernos de rueda.