



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**“PROPUESTA DE ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE  
ALMACENAMIENTO DE MATERIA PRIMA PARA EL  
AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA  
HOLCIM ECUADOR S.A. PLANTA LATACUNGA”**

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

**AUTORES:**

Jami Vargas Diego Hernan

Vaca Sillo Washington Daniel

**TUTOR**

Ing. PhD. Medardo Ángel Ulloa Enríquez

LATACUNGA - ECUADOR

FEBRERO - 2025

LATACUNGA – ECUADOR

FEBRERO - 2025

**DECLARACIÓN DE AUTORÍA**

“Yo Jami Vargas Diego Hernan con cédula de ciudadanía No. 050438027-0, Vaca Sillo Washington Daniel con cédula de ciudadanía No. 175017308-8 declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: **“PROPUESTA DE ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE ALMACENAMIENTO DE MATERIA PRIMA PARA EL AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA HOLCIM ECUADOR S.A. PLANTA LATACUNGA”**, siendo el Ing. Medardo Ángel Ulloa Enríquez PhD. Tutor del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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

Latacunga, Febrero del 2025



Diego Hernan Jami Vargas

C.C: 050438027-0



Washington Daniel Vaca Sillo

C.C: 175017308-8

## **AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN**

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

**“PROPUESTA DE ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE ALMACENAMIENTO DE MATERIA PRIMA PARA EL AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA HOLCIM ECUADOR S.A. PLANTA LATACUNGA”**, de Jami Vargas Diego Hernan y Vaca Sillo Washington Daniel de la carrera de Ingeniería 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, Febrero del 2025



---

Ing. PhD. Medardo Ángel Ulloa Enríquez

C.C: 100097032-5

**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: Jami Vargas Diego Hernan con cédula de ciudadanía No. 050438027-0 y Vaca Sillo Washington Daniel con cédula de ciudadanía No. 175017308-8 con el título de Proyecto de investigación: **“PROPUESTA DE ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE ALMACENAMIENTO DE MATERIA PRIMA PARA EL AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA HOLCIM ECUADOR S.A. PLANTA LATACUNGA”** han 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, Febrero del 2025

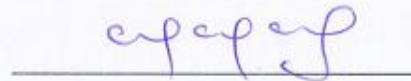
Para constancia firman:



---

Ing. Msc. Diana Del Carmen Marín Vélez  
C.C: 120414450-3

**LECTOR 1 (PRESIDENTE)**



---

Ing. Msc. Jaime Hernán Acurio Masabanda  
C.C: 050257424-7

**LECTOR 2**



---

Ing. Msc. Jonathan Alexander Ruiz Carrillo  
C.C: 070332382-4

**LECTOR 3**

## **AGRADECIMIENTO**

*En primera instancia agradecer a Dios por permitir culminar esta etapa muy importante para mí, a mis familiares especialmente a mis queridos padres, por confiar en mí, por brindar ese apoyo incondicional y sobre todo por esa motivación en los momentos más difíciles durante este proceso.*

*A la Universidad Técnica de Cotopaxi, a la facultad de CIYA y a mi querida carrera de Ingeniería Industrial, por brindar conocimientos enriquecedores, a mis docentes de la carrera y especialmente a mi tutor Ing. PhD. Medardo Ulloa, por su tiempo y ayuda durante el desarrollo de este proyecto. También agradecer a mi compañero de tesis Daniel Vaca, por estar en buenos y malos momentos en este desafío académico, gracias por tu esfuerzo y dedicación a lo largo de esta travesía.*

*A la empresa Holcim Ecuador Planta Latacunga, por permitirme realizar este estudio en sus instalaciones y proporcionar la información necesaria para el desarrollo de la investigación. Su colaboración ha sido fundamental para culminar este proyecto investigativo.*

**Diego Hernan Jami**

## **AGRADECIMIENTO**

*Expreso mi más sincero agradecimiento a **Dios** por darme la vida, el amor, la fortaleza y sabiduría para conseguir una de mis metas anheladas en mi vida. Su luz y protección me ha ayudado en cada momento, brindándome fuerzas y claridad para alcanzar este logro. Sin tu presencia constante en mi vida, este éxito no habría sido posible.*

*Quiero agradecer a mis padres por su amor, dedicación, enseñanza y apoyo incondicional durante este proceso. Su guía y paciencia han sido mi mayor fuente de inspiración y motivación para superar cada desafío. Gracias por estar siempre a mi lado. Su aliento constante ha sido el fruto para llegar a este momento, a mi hermano por sus sabias palabras y consejos que supo guiarme y a mi hermana por su cariño y apoyo emocional, los cuales me han acompañado durante este proceso.*

*A la Universidad Técnica de Cotopaxi por abrirme las puertas de su entorno y brindarme el conocimiento necesario para formarme como profesional; a todos y cada uno de los docentes que me han acompañado a lo largo de estos años. De manera especial, agradezco al Ing. PhD. Medardo Ángel Ulloa Enríquez por*

*compartir su conocimiento y guía en el desarrollo del proyecto de investigación, también agradecer a mi compañero de tesis Diego Jami por su colaboración; dedicación y compartir tus ideas durante este proceso. Este logro también es gracias a tu esfuerzo y la energía que aportaste en cada momento.*

*Finalmente, a Holcim Ecuador S.A. Planta Latacunga, por brindarme realizar mi proyecto de titulación en sus instalaciones y por proporcionar la información esencial para el desarrollo de la investigación. Su colaboración ha sido fundamental para la culminación exitosa de este proyecto, y valoro el apoyo recibido a lo largo de todo el proceso.*

***Daniel Vaca***

## **DEDICTORIA**

*A Dios, por darme la fuerza y la perseverancia necesaria para alcanzar esta meta, con su bendición he cumplido cada desafío durante este proceso.*

*Este triunfo dedico a mis padres, a mis hermanas, a mi hermano y mi sobrino, quienes con su amor incondicional y constante apoyo han sido pilares fundamentales en mi formación profesional. También esta meta cumplida va dedicado a un ángel allá en el cielo a mi querido tío Rafael.*

*A mis amigos y compañeros de estudio, por su compañía, aliento y apoyo en este recorrido académico. Su amistad ha hecho de esta experiencia un camino más llevadero y enriquecedor.*

**Diego Hernan Jami**

## **DEDICATORIA**

*Quiero dedicar este logro a mis padres por ser mi mayor inspiración, quienes me enseñaron valores y me brindaron su compañía, amor y apoyo inquebrantable. Este logro es tanto mío como suyo, porque sin ustedes nada de esto sería posible. A mis amados hermanos Santiago y Elizabeth, compañeros de vida y cómplices de incontables travesuras, les dedicó este logro como muestra de mi cariño y gratitud por ser parte de mi vida.*

*A mis sobrinos Eithan y Gael, les ofrezco este proyecto como testimonio de compromiso y como un ejemplo de que, con esfuerzo y dedicación, todo es posible. Mi querida familia, por ser mi gran apoyo en cada etapa de mi vida, por creer en mí incluso en los momentos más difíciles y brindarme siempre palabras de aliento.*

*A mis amigos y compañeros, por su constante apoyo, paciencia y por ser una fuente de energía positiva en el transcurso de este viaje académico. Gracias por su confianza y por ofrecerme siempre una palabra de aliento.*

**Daniel Vaca**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**  
**CARRERA INGENIERIA INDUSTRIAL**

**TÍTULO: “PROPUESTA DE ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE  
ALMACENAMIENTO DE MATERIA PRIMA PARA EL AUMENTO DE LA  
PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA HOLCIM ECUADOR S.A. PLANTA  
LATACUNGA.”**

**Autores:**

Jami Vargas Diego Hernan

Vaca sillo Washington Daniel

**RESUMEN**

El presente trabajo aborda la problemática relacionada con el almacenamiento de yeso, materia prima clave para la producción de cemento, a través de un análisis detallado del sistema actual se identificaron ineficiencias que incluyen en cuellos de botella que afectan la eficiencia operativa generando tiempos muertos que afectan a la productividad. El objetivo fue estandarizar los procesos productivos en el área de almacenamiento de materia prima con la visión de incrementar la eficiencia operativa de la planta. Esta investigación es de tipo descriptivo, así como se usó los metodos cuantitativos, herramientas gráficas, y diagramas de flujo, además de una observación directa en el campo. Entre los principales resultados se identificaron los cuellos de botella más significativos, como el recorrido de volquetes hacia la cantera y la limpieza de equipos, estableciendo tiempos estándar para cada actividad, estos hallazgos permitieron desarrollar propuestas específicas de mejora para los tiempos productivos. Mediante un estudio de actividades y tiempos de operación, se evaluó el desempeño del proceso de almacenamiento, permitiendo proponer un mejoramiento basado en tiempos estandarizados. Como resultado, se incrementó el **24,55%** en la eficiencia del proceso y un aumento la capacidad de producción, pasando de **186,33 t** a **247,04 t**. En conclusión, la estandarización del proceso de almacenamiento de materia prima no solo es viable, sino que contribuye directamente al aumento de la productividad, al garantizar un uso eficiente de los recursos y minimizar desperdicios operativos.

**Palabras clave:** Estandarización, almacenamiento, productividad, tiempos estándar, materia prima.

# **TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI**

**FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES**

**INDUSTRIAL ENGINEERING CAREER**

**THEME: "STANDARDIZATION PROPOSAL FOR RAW MATERIAL STORAGE  
PROCESS TO INCREASE PRODUCTIVITY AT HOLCIM ECUADOR S.A. –  
LATACUNGA PLANT."**

**Authors:**

Jami Vargas Diego Hernán

Vaca sillo Washington Daniel

## **ABSTRACT**

The present research addresses in gypsum storage, a key raw material in cement production. Through a detailed analysis of the current system, bottlenecks affecting operational efficiency were identified, leading to idle times that impact productivity. The objective was to standardize production processes in raw material storage area with the aim to increase plants operational efficiency. This study is descriptive in nature and follows a structured methodology, incorporating quantitative time measurements, graphical tools, and flowcharts, along with direct field observation. The main findings identified the most significant bottlenecks, such as haul truck routes to the quarry and equipment cleaning, allowing to establish standard times for each activity. These insights led to specific improvement proposals focused on improving productive times. By activities analyze and operational times, the storage process performance was assessed, enabling the development of optimizations based on standardized times. As a result, process efficiency was increased by **24,55%**, and production capacity rose from **186,33** tons to **247,04** tons. In conclusion, standardizing the raw material storage process is feasible and it directly contributes to increase productivity by ensuring efficient resource utilization and minimizing operational waste.

**Keywords:** Standardization, storage, productivity, standard times, raw material.

## ÍNDICE GENERAL

1. INFORMACIÓN GENERAL .....	1
2. INTRODUCCIÓN .....	2
2.1 Problema .....	3
2.1.1 Planteamiento del problema .....	3
2.1.2 Formulación del problema .....	4
2.2 Beneficiarios .....	4
2.3 Justificación .....	4
2.4 Objetivos .....	5
2.4.1 General .....	5
2.4.2 Específicos .....	5
2.6 Sistemas de tarea .....	6
2.7 Hipótesis .....	7
3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	7
3.1 Antecedentes .....	7
3.1.1 Holcim Ecuador S.A. planta Latacunga .....	8
3.1.2 Ubicación geográfica .....	8
3.1.3 Valores .....	9
3.1.4 Política de salud y seguridad .....	10
3.1.5 Productos Holcim Ecuador S.A. Planta Latacunga .....	10
3.2 Proceso de elaboración del cemento .....	11
3.2.1 Ingreso de materia prima .....	11
3.2.2 Almacenamiento de materia prima a procesar .....	13
3.2.3 Almacenamiento de yeso procesado .....	16
3.3 Gestión por procesos .....	18
3.4 Procesos de recepción .....	19
3.5 Diagramación de procesos .....	20
3.5.1 Categoría de diagramación de los procesos .....	20
3.6 Indicadores de productividad .....	21
3.7 Análisis de tiempo y movimiento .....	22
3.8 Estudio de tiempos con cronometro vuelta cero .....	23
3.8.1 Ventajas de toma de tiempos con cronometro vuelta cero .....	23
3.9 Importancia de un estudio de tiempos y movimientos .....	23
3.10 Valoración del ritmo de trabajo .....	24

3.11 Estudio del tiempo estándar .....	24
3.12 Factores de calificación.....	24
3.12.1 Método Westinghouse .....	25
3.12.2 Suplementos por descanso .....	26
3.12.3 Suplementos fijos .....	28
3.13 Ingeniería de métodos.....	28
3.13.1 Importancia de la ingeniería de métodos.....	29
3.14 Estandarización.....	29
3.15 Diagrama de flujo o flujograma .....	29
3.16 Importancia de los diagramas de flujo .....	30
3.17 Diagrama de causa y efecto (Diagrama de Ishikawa) .....	31
3.18 Proceso de producción del cemento .....	31
3.18.1 Cemento.....	31
3.19 Principales materia prima para el cemento. ....	32
3.19.1 Clinker .....	32
3.19.2 Yeso.....	32
4. METODOLOGÍA.....	33
4.1 Enfoque de la investigación .....	33
4.2 Investigación descriptiva .....	33
4.3 Modalidad de la investigación.....	34
4.3.1. Bibliográfica documental .....	34
4.3.2. De Campo .....	35
4.4. Recolección de información.....	35
4.4.1. Observación directa.....	35
4.4.2. Medición de tiempo.....	36
4.4.3. Documentos internos.....	36
4.5. Procesamiento y análisis de datos .....	37
4.5.1. Herramientas.....	37
4.5.2. Visualización .....	38
4.6 Método estadístico OIT .....	38
4.7 Desviación estándar .....	39
4.8 Cálculo tiempo normal.....	40
4.9 Cálculo tiempo estándar.....	40
4.10 Materiales .....	40
4.11 Interpretación método estadístico.....	42

4.12	Análisis diagrama Ishikawa .....	42
5.	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	44
5.1	Historia de la empresa.....	44
5.2	Organigrama estructural.....	45
5.3	Mapa de procesos .....	46
5.4	Diagrama de flujo de elaboración de cemento .....	47
5.5	Layout actual Holcim Ecuador S. A. Planta Latacunga .....	48
5.6	Diagrama de recorrido Holcim Ecuador S. A. Planta Latacunga.....	48
5.7	Enfoque al problema de estudio .....	49
5.8	Almacenamiento dentro de la sala.....	49
5.9	Yeso Natural y Sintético .....	50
5.9.1	Yeso Natural .....	50
5.9.2	Yeso Sintético .....	50
5.10	Equipos área de almacenamiento .....	51
5.11	Diagrama de flujo de procesos área de almacenamiento .....	52
5.12	Descripción de las diferentes actividades para el almacenamiento de yeso .....	52
5.13	Cursograma analítico de almacenamiento de yeso.....	53
5.14	Muestras tomadas para el estudio .....	55
5.14.1	Ingreso de materia prima .....	55
5.14.2	Trituración de yeso.....	56
5.14.3	Almacenamiento de yeso en plataforma temporal.....	57
5.14.4	Preparación de equipos.....	59
5.14.5	Almacenamiento de yeso en la sala final fam.....	60
5.15	Fase a medir .....	61
5.15.1	Cursograma analítico del Subproceso: Ingreso de Materia Prima.....	61
5.15.2	Ejemplo de los valores calculados en el subproceso ingreso de materia prima. ...	64
5.15.3	Cursograma analítico del Subproceso: Trituración de yeso. ....	70
5.15.4	Cursograma analítico del Subproceso: Almacenamiento plataforma temporal.....	74
5.15.5	Cursograma analítico del Subproceso: Preparación de equipos. ....	78
5.15.6	Cursograma analítico del Subproceso: Almacenamiento yeso en sala final fam. .	82
5.16	Tabla de criterios para la evaluación de actividades .....	87
5.17.	Análisis de actividades que agregan valor .....	87
5.18	Tiempos mejorados.....	89
5.18.1	Ingreso de materia prima .....	89
5.18.2	Trituración de yeso.....	91

5.18.3 Almacenamiento de yeso en plataforma temporal.....	92
5.18.4 Preparación de equipos.....	93
5.18.5 Almacenamiento de yeso en la sala final fam.....	94
5.19 Comparación de tiempos.....	95
5.20 Comparación tiempo global .....	96
5.21 Descripción de mejoramiento para las actividades.....	97
5.22 Análisis de la eficiencia .....	100
5.23 Análisis de la productividad .....	101
5.24 Análisis de la capacidad de producción a base de la eficiencia .....	102
6. CONCLUSIONES .....	103
7. RECOMENDACIONES .....	104
8. REFERENCIAS .....	105

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Beneficiarios directos e indirectos de la empresa Holcim Ecuador S.A. Planta Latacunga. ....	4
Tabla 2.2. Matriz de objetivos y actividades. ....	6
Tabla 3.1. Lista de referencias. ....	7
Tabla 3.2. Símbolos que representa a las categorías. [5] .....	21
Tabla 3.3. Valoración del ritmo de trabajo por el método de Westinghouse. [12].....	26
Tabla 3.4. Suplementos de la OIT en porcentaje de tiempo normal. [12].....	27
Tabla 4.1. Materiales usados en el proyecto.....	41
Tabla 5.1. Proveedores y compañías de transporte. [1].....	50
Tabla 5.2. Equipos de uso área de almacenamiento. [1] .....	51
Tabla 5.3. Descripción de las diferentes actividades para el almacenamiento de yeso. ....	53
Tabla 5.4. Cursograma analítico de almacenamiento de yeso.....	54
Tabla 5.5. Tiempos ingreso de materia prima.....	55
Tabla 5.6. Tiempos trituración de yeso. ....	56
Tabla 5.7. Tiempos almacenamiento de yeso en plataforma temporal. ....	58
Tabla 5.8. Tiempos preparación de equipos. ....	59
Tabla 5.9. Tiempos almacenamiento de yeso en la sala final fam. ....	60
Tabla 5.10. Cursograma Analítico del Subproceso: Ingreso de Materia Prima.....	62
Tabla 5.11. Estudio de Tiempos para el Subproceso: Ingreso de Materia Prima. ....	63
Tabla 5.12. Tiempos recorridos de volqueta con yeso a la cantera.....	64
Tabla 5.13. Calculo para la desviación estándar. ....	65
Tabla 5.14. Sumatorio total para la desviación estándar. ....	65
Tabla 5.15. Datos para el tiempo normal. ....	66
Tabla 5.16. Factores Westinghouse.....	66
Tabla 5.17. Suplementos. ....	67
Tabla 5.18. Sumatoria de x método estadístico. ....	68
Tabla 5.19. Valor de x al cuadrado.....	68
Tabla 5.20. Sumatoria de x al cuadrado. ....	69
Tabla 5.21. Cursograma Analítico Subproceso: Trituración de yeso.....	70
Tabla 5.22. Estudio de Tiempos Subproceso: Trituración de yeso. ....	71
Tabla 5.23. Factor de desempeño - Trituración de yeso.....	72
Tabla 5.24. Suplementos - Trituración de yeso. ....	73
Tabla 5.25. Calculo método estadístico.....	73
Tabla 5.26. Cursograma Analítico Subproceso: Almacenamiento de yeso en plataforma temporal.....	74
Tabla 5.27. Estudio de Tiempos Subproceso: Almacenamiento de yeso en plataforma temporal.....	75
Tabla 5.28. Factor de desempeño - Almacenamiento de yeso en plataforma temporal. ....	76
Tabla 5.29. Suplementos - Almacenamiento de yeso en plataforma temporal.....	77
Tabla 5.30. Calculo método estadístico.....	77
Tabla 5.31. Cursograma Analítico Subproceso: Preparación de equipos.....	78
Tabla 5.32. Estudio de Tiempos Subproceso: Preparación de equipos. ....	79
Tabla 5.33. Factor de desempeño – preparación de equipos. ....	80
Tabla 5.34. Suplementos – preparación de equipos.....	81

Tabla 5.35. Calculo método estadístico.....	81
Tabla 5.36. Cursograma Analítico Subproceso: Almacenamiento de yeso en la sala final fam. .....	82
Tabla 5.37. Estudio de Tiempos Subproceso: Almacenamiento de yeso en sala final fam. ....	83
Tabla 5.38. Factor de desempeño – Almacenamiento de yeso en sala final fam. ....	84
Tabla 5.39. Suplementos – Almacenamiento de yeso en la sala final fam. ....	85
Tabla 5.40. Calculo método estadístico.....	85
Tabla 5.41. Resumen de actividades con mayor tiempo final. ....	86
Tabla 5.42. Criterios para la evaluación de actividades. ....	87
Tabla 5.43. Análisis de actividades que agregan valor.....	88
Tabla 5.44. Estudio de Tiempos mejorados para el Subproceso: Ingreso de materia prima. ...	90
Tabla 5.45. Estudio de Tiempos mejorados para el Subproceso: Trituración de yeso.....	91
Tabla 5.46. Estudio de Tiempos mejorados para el Subproceso: Almacenamiento de yeso en plataforma temporal. ....	92
Tabla 5.47. Estudio de Tiempos mejorados para el Subproceso: Preparación de equipos.....	93
Tabla 5.48. Estudio de Tiempos mejorados para el Subproceso: Almacenamiento de yeso en la sala final fam. ....	94
Tabla 5.49. Comparación de tiempos actuales y mejorados de cada una de las actividades. ..	95
Tabla 5.50. Comparación del tiempo global actual y mejorado. ....	96
Tabla 5.51. Descripción de mejora para las actividades. ....	97
Tabla 5.51. Descripción de mejora para las actividades. ....	98
Tabla 5.51. Descripción de mejora para las actividades. ....	99
Tabla 5.52. Análisis de la eficiencia y la productividad.....	103

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1. Ubicación de la empresa Holcim Ecuador S.A. [1] .....	9
Figura 3.2. Valores empresa Holcim Ecuador S.A. [1].....	9
Figura 3.3. Toma de turnos. [1] .....	12
Figura 3.4. Balanza de entrada. [1].....	12
Figura 3.5. Balanza de salida. [1] .....	13
Figura 3.6. Recorrido hacia la cantera. [1].....	13
Figura 3.7. Almacenamiento temporal cantera. [1] .....	14
Figura 3.8. Trituradora SR-211-TX1. [1].....	14
Figura 3.9. Equipo de trituración. [1] .....	15
Figura 3.10. Cargadora frontal. [1] .....	15
Figura 3.11. Almacenamiento de yeso procesado. [1] .....	16
Figura 3.12. Ingreso de materia prima. [1].....	16
Figura 3.13. Indicador de acceso. [1].....	17
Figura 3.14. Separador de metales SR-511-SM2. [1].....	17
Figura 3.15. Stacker SR-511-CY1. [1].....	18
Figura 3.16. Tipos de suplementos. [12].....	28
Figura 3.17. Tiempo tipo y tiempo básico. [12] .....	28
Figura 3.18. Representación de la simbología de la herramienta Bizagi. [16].....	30
Figura 3.19. Diagrama causa y efecto Ishikawa. [17].....	31
Figura 4.1. Campana de Gauss. [23].....	42
Figura 4.2. Diagrama Ishikawa. ....	43
Figura 5.1. Organigrama de Holcim Ecuador S.A. [1] .....	45
Figura 5.2. Mapa de procesos Holcim Ecuador S.A. ....	46
Figura 5.3. Diagrama de flujo para elaborar cemento.....	47
Figura 5.4. Layout de Holcim Ecuador S.A. [1].....	48
Figura 5.5. Diagrama de recorrido Holcim Ecuador S.A. [1] .....	48
Figura 5.6. Almacenamiento de la sala. [1].....	49
Figura 5.7. Diagrama de flujo de procesos área de almacenamiento.....	52
Figura 5.8. Diagrama del ingreso de materia prima en bizagi.....	56
Figura 5.9. Diagrama de trituración de yeso en bizagi. ....	57
Figura 5.10. Diagrama de almacenamiento de yeso en plataforma temporal en bizagi. ....	58
Figura 5.11. Diagrama de preparación de equipos en bizagi.....	59
Figura 5.12. Diagrama de almacenamiento de yeso en la sala final fam en bizagi. ....	60
Figura 5.13. Diagrama de mejoramiento de tiempos. ....	100

## 1. INFORMACIÓN GENERAL

**Título:** “Propuesta de estandarización del proceso de almacenamiento de materia prima para el aumento de la productividad en la empresa Holcim Ecuador S.A. Planta Latacunga.”

**Fecha de inicio:** octubre 2024.

**Fecha de finalización:** febrero 2025.

**Lugar de ejecución:** Ecuador – Provincia de Cotopaxi – Cantón Latacunga – Barrio San Rafel – Empresa Holcim Ecuador S.A. Planta Latacunga.

**Facultad que auspicia:** Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas.

**Carrera que auspicia:** Ingeniería Industrial.

**Proyecto de investigación vinculado:** Propuesta de estandarización de procesos en la empresa privada Holcim Ecuador S.A. Planta Latacunga.

**Equipo de trabajo:**

**Tutor externo Holcim S.A.:**

Ing. William Maigua.

**C.I:** 050293553-9

**Correo:** [patricio\\_maigua@hotmail.com](mailto:patricio_maigua@hotmail.com)

**Docente tutor:**

Ing. PhD. Medardo Ángel Ulloa Enríquez.

**C.I:** 100097032-5

**Correo:** [medardo.ulloa@utc.edu.ec](mailto:medardo.ulloa@utc.edu.ec)

**Estudiante:** Washington Daniel Vaca Sillo.

**C.I:** 175017308-8

**Correo:** [washington.vaca3088@utc.edu.ec](mailto:washington.vaca3088@utc.edu.ec)

**Estudiante:** Diego Hernan Jami Vargas.

**C.I:** 050438027-0

**Correo:** [diego.jami0270@utc.edu.ec](mailto:diego.jami0270@utc.edu.ec)

**Área de conocimiento:**

**07.** Ingeniería, Industria y Construcción, **072.** Fabricación y Procesos

**Línea de investigación:**

Tecnología industrial, gestión de la producción, riesgos y seguridad laboral.

**Sub- líneas de investigación de la Carrera:**

Producción para el desarrollo sostenible.

## **2. INTRODUCCIÓN**

La estandarización es un proceso cuyo objetivo es de establecer la secuencia de las actividades de un producto que lleva a la mejora del tiempo para almacenar la materia prima, esta acción es una ventaja competitiva ya que tiene como meta, que las actividades opten con un modelo eficiente y beneficioso, para que de esta manera ayude a la empresa a instaurar más la unión entre sus colaboradores.

El almacenamiento de materia prima es una actividad que corresponde al área de logística una tarea que se deben realizar con agilidad, calidad y en el menor tiempo posible para así satisfacer la cadena de suministro, es la razón que se opta como una propuesta la estandarización ya que esta técnica permitirá mejorar el almacenamiento de materia prima.

Actualmente, en el Ecuador la industria en la construcción es uno de los sectores con más impacto, el cual se viene posicionando desde hace más de 100 años, la empresa Holcim Ecuador S.A. Planta Latacunga obteniendo certificaciones como es la del carbono neutro por sus buenas prácticas ambientales y su impacto en la sociedad.

La empresa Holcim Ecuador S.A. Planta Latacunga está ubicada en la provincia de Cotopaxi, Latacunga con su mayor actividad la fabricación de cemento. La empresa actualmente fabrica varios tipos de cemento cada una para su función especial tanto para adoquín, construcciones, pavimentado entre otros, la empresa cuenta con 5 tipos de cementos, sin embargo, el proceso de almacenaje de materia prima que es el Yeso es uno de los factores críticos dentro de la planta, durante la visita se observó pequeñas anomalías que no son acordes a la hora de realizar esta tarea.

El presente proyecto de investigación tiene como objetivo principal dar alternativas de mejora para las actividades en el almacenamiento de materia prima que es el yeso. Se realizará el estudio de tareas actuales de la empresa el cual nos permitirá identificar el inicio y fin del proceso de esta actividad. Esto permitirá organizar y perfeccionar los subprocesos en el área de estudio lo que permite instaurar una planificación adecuada y controlada en este proceso.

## **2.1 Problema**

### **2.1.1 Planteamiento del problema**

Holcim Ecuador S.A. Planta Latacunga, dedicada a la fabricación de cementos, se enfrenta a importantes desafíos y problemas para sus operaciones, una de ellas en el almacenamiento de materia prima destacando varios factores los cuales se estudiará para dar una posible solución y determinar actividades ideales para este proceso.

De tal manera, el almacenamiento y manejo de la materia prima, como el yeso o clinker, pueden provocar emisiones de polvo, si no se realizan los controles y tiempos adecuados para realizar esta actividad. Esto da como resultado una presión impactante sobre esta industria, por la demanda y construcción de infraestructuras sostenible en los países desarrollados.

En Sudamérica principalmente, la industria del cemento enfrenta desafíos relacionados con el almacenamiento de materia prima. La buena conservación del yeso es importante para garantizar la calidad, evitar su degradación por humedad es un factor ideal ya que estos agentes influyen de manera positiva en la eficiencia de la producción. La industria del cemento en el país es una de las primordiales para realizar una de tantas construcciones a escala mayor es por ello que Holcim Ecuador S.A. se caracteriza por entregar productos de calidad con características únicas y sostenibles para diferente tipo de construcción.

Hasta el 2025 la empresa recibe dos tipos de materia prima para la elaboración de cemento para realizar esta actividad se considera el proceso logístico y almacenamiento de materias primas clinker y yeso. Teniendo en cuenta los dos tipos de yeso que almacena la planta, natural y sintético, el almacenamiento de materia prima es uno de los desafíos dentro del proceso, generando problemas e irregularidades lo que afecta significativamente a la molienda de cemento, por lo que la falta de herramientas esenciales, metodologías y coordinación, lo que genera un cuello de botella dentro del almacenamiento de yeso, esto suele suceder por la planificación que maneja la planta en la adquisición de la materia prima.

Con este déficit se detecta que la llegada de yeso a la planta provoca el almacenamiento temporal para luego ser triturada. El motivo que la planta realiza esta acción es que no existen tiempos establecidos para la recepción de este insumo lo que provoca demoras en el área, así también la causa es de este problema es por el uso de los mismos equipos para

el ingreso de otras materias primas obligando así de esta manera la limpieza de la línea, equipos, tolva de ingreso y el desplazamiento del equipo de distribución en la sala fam y la cantera, siendo una de las causas que afectan al área de almacenamiento, generando cuellos de botella, tiempos muertos, movimientos innecesarios tanto del operador como el equipo operativo en el proceso de recepción impactando a la eficiencia, capacidad de producción y almacenaje.

### 2.1.2 Formulación del problema

¿La estandarización puede mejorar el proceso de almacenamiento de materia prima para aumentar la productividad en la empresa Holcim Ecuador S.A. planta Latacunga?

## 2.2 Beneficiarios

Los beneficiarios directos e indirectos del siguiente proyecto en base a una propuesta de estandarización del proceso de almacenamiento de materia prima para el aumento de la productividad en la empresa Holcim Ecuador S.A. Planta Latacunga, se presenta en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1. Beneficiarios directos e indirectos de la empresa Holcim Ecuador S.A. Planta Latacunga.

<b>Holcim Ecuador S.A. Latacunga</b>		
<b>Beneficiarios</b>	<b>Cargos</b>	<b>N.º de personas</b>
<b>Directos</b>	Coordinador de producción	1
	Operario de equipos pesados	3
	Técnico de control central	1
<b>Indirectos</b>	Conductores de transporte pesado	5
<b>Total de beneficiarios</b>		10

## 2.3 Justificación

La empresa Holcim Ecuador S.A. planta Latacunga en su dedicación de elaboración de cemento, en el cual se ha evidenciado el déficit en el almacenaje de materia prima, este proyecto de investigación se centrará en la estandarización del proceso antes mencionado, permitiendo mejorar los tiempos y aumentar su eficiencia en el ingreso de materia prima en la planta.

La estandarización del proceso no solo beneficia a la empresa en términos de productividad, sino que también tiene un impacto positivo en la sociedad al promover prácticas sostenibles, esto fortalece la capacidad de la empresa para satisfacer la demanda de materiales de construcción, apoyando así proyectos de infraestructura en todo el país. Además, genera empleos directos e indirectos, impulsado el desarrollo económico y mejora la calidad de vida en el barrio San Rafael, evitando las emisiones de CO2 y manteniendo la alineación con los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) de la agenda 2030, beneficiando en última instancia a toda la región.

Este proyecto también está enfocado a brindar soluciones en actividades que ocasionan la interrupción y disminuya la capacidad de almacenaje. La importancia de realizar este proyecto de investigación está enfocada a futuras tomas de decisión por la alta gerencia, con el objetivo de reducir el déficit hallado e incrementar su eficiencia.

A través del proyecto de investigación el beneficiario directo es la empresa y quienes conforman la empresa, así como el Gerente de Operaciones, Supervisores y todos sus operarios quienes realizan esta actividad en el proceso mencionado, contribuyéndose a ser más eficiente, disminuyendo desperdicios, mejorar la capacidad y productividad de la planta.

## **2.4 Objetivos**

### **2.4.1 General**

- Estandarizar los procesos productivos en el área de almacenamiento de materia prima yeso para el aumento de la productividad de la empresa Holcim Ecuador S.A. Planta Latacunga.

### **2.4.2 Específicos**

- Diagnosticar un estudio del proceso actual de almacenamiento para la identificación de la problemática dentro de la planta.
- Desarrollar un análisis de actividades y tiempos de operación del proceso de almacenaje para la determinación del tiempo estándar y cuellos de botella para cada operación.

- Proponer un plan de mejoramiento con tiempos estandarizados para la determinación de la eficiencia en el área de almacenamiento.

## 2.6 Sistemas de tarea

Tabla 2.2. Matriz de objetivos y actividades.

Objetivos	Actividad	Resultado de actividad	Verificadores
Diagnosticar un estudio del proceso actual de almacenamiento para la identificación de la problemática dentro de la planta.	Realizar visitas de observación dentro del área de almacenamiento.	Información general de la organización.	Diagramas de procesos.
	Verificar el proceso actual de almacenado de materia prima dentro de la sala.	Detalle de los equipos y máquinas para el proceso de almacenamiento.	Cuadro resumen/ Ficha de verificación.
	Representación de un bosquejo de Layout de la planta.	Layout de la planta.	Plano del layout
	Elaboración de flujograma del proceso de estudio.	Flujograma detallado del proceso de almacenamiento de materia prima.	Diagramas de flujo.
	Diagrama analítico del proceso de almacenamiento.	Representación de las etapas claves del proceso.	Mapa de procesos.
Desarrollar un análisis de actividades y tiempos de operación del proceso de almacenaje para la determinación del tiempo estándar y cuellos de botella para cada operación.	Registro de los tiempos reales de cada actividad.	Registro de tiempos actuales de los procesos en el área de estudio.	Hoja de tiempos.
	Ubicar los puntos críticos de las actividades que generan mayor tiempo de demora.	Registro de tiempos detallados de cada actividad.	Observación directa.
	Determinación de número de muestras por actividad.	Tamaño de la muestra calculada.	Cronómetro.
	Evaluar el ritmo de trabajo.	Registro de tiempos básicos.	Métodos estadísticos.
	Cálculo del tiempo estándar en cada subproceso.	Registro de tiempo estándar de cada proceso.	Hojas de cálculo Excel.
Proponer un plan de mejoramiento con tiempos estandarizados para la determinación de la eficiencia en el área de almacenamiento.	Descripción de actividades que agregan o no valor.	Registro de actividades que agregan o no valor.	Checklist.
	Mejora de la propuesta en los subprocesos en el área de almacenamiento.	Tabla de descripción con el tiempo actual y tiempo mejorado.	Hojas de cálculo Excel.
	Comparación del tiempo estándar de las actividades de cada subproceso.	Tabla del tiempo global del proceso y subproceso.	Informe escrito.
	Calculo de la eficiencia y capacidad de producción global del proceso de almacenamiento.	Eficiencia y capacidad de producción en el proceso de almacenamiento calculada.	

## 2.7 Hipótesis

Mediante la implementación de una metodología de estudio de tiempos se podrá estandarizar los procesos de almacenamiento de materia prima para el aumento de la eficiencia y productividad de la empresa Holcim Ecuador S.A. Planta Latacunga.

## 3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 3.1 Antecedentes

Tabla 3.1. Lista de referencias.

Nº	Año	Autor(es)	Título	Tipo	Contribuciones
1	2016	Jímenez Bermúdez Leidy Faizury	Método de westinghouse en la empresa american security localizada en el municipio de cúcuta para reducir el tiempo de fabricación de las puertas de seguridad	Monografía	El método de Westinghouse empleado en nuestro proyecto nos permite calcular el valor o ritmo de trabajo de un operario de acuerdo a 4 factores, de tal manera llevando a obtener una eficiencia en la actividad.
2	2020	Bello Parra Daniel, Murrieta Domínguez Félix, Cortes Herrera Carlos Alberto	Análisis de tiempos y movimientos en el proceso de producción de vapor de una empresa generadora de energías limpias	Artículo	Al realizar el estudio de tiempos y movimiento permite obtener una estimación de tiempos para cierta actividad de un proceso para así obtener una mayor eficiencia en el trabajo.
3	2020	Eneque Flores Kenlly Alexis, Tello Barahona Jesús Manuel, Vásquez Coronado Manuel Humberto	Gestión por procesos para incrementar la productividad en la empresa “comercio industria y servicios gmv e.i.r.l.”	Artículo	Estrategias las cuales permitan obtener una mayor capacidad productiva y competitividad para la empresa a través de estrategias.
4	2021	Mendoza Nestor Moreira, Pérez Grether Real	Tiempo estándar en gestión de mantenimiento de matrices de corte	Artículo	Al hacer uso del tiempo estándar y determinar el mismo mejora los procesos de producción, el cual nos permite optimizar los recursos empleados en cada actividad.
5	2021	Herrera Vega Juan Carlos, Herrera Vidal Germán, Hernández Palma Hugo	Cadena Logística en los Procesos de Recepción y Despacho de Contenedores en una empresa Naviera	Artículo	Una buena cadena de logística permite satisfacer las necesidades del mercado y sus procesos, por lo que con una excelente acción de minimización de tiempos se garantiza la calidad de los productos.
6	2023	Mejía Ruíz Yeris Leonor, Correa Gil Johan	Propuesta de mejora del proceso de almacenamiento de materias primas e insumos y producto terminado para optimizar la gestión de inventarios en la empresa Lácteos Dicfres de la ciudad de Valledupar	Tesis	El control del inventario es una acción importante dentro de una empresa, mediante esta se puede verificar la calidad y a su vez satisfacer la cadena de suministro, con esta acción se puede verificar cuando y cuanto solicitar.

Nº	Año	Autor(es)	Título	Tipo	Contribuciones
7	2023	Caiza Criollo Blanca Yolanda, Jara Ramos Julissa Raquel	Mejoramiento de la productividad en la industria papelera "indsolcia. Ltda " ubicada en el cantón salcedo	Tesis	La aplicación de un mejoramiento en la productividad permite obtener una mayor productividad y eficiencia, para llegar a estas instancias hay que hacer uso de los suplemento y valoración del ritmo de trabajo de cada operador, de tal manera así se verá cambios exitosos en la organización.
8	2023	Ávila Sanchez Mauricio, Melo Cuellar Sandar Milena, Varon Penagos Sandra Milena	Planteamiento de estandarización de la línea de procesos de gestión, rotación y envío de accesorios a la bodega principal de una empresa de pagos electrónicos	Tesis	Al realizar una estandarización permite mejorar el proceso, para este caso con esta propuesta mejora eficientemente la recepción de materia prima, de esta manera al hacer uso de esta técnica se puede llegar a establecer tiempos en cada proceso para así evitar la deficiencia en la etapa de almacenamiento.

### 3.1.1 Holcim Ecuador S.A. planta Latacunga

Holcim Ecuador es parte del grupo internacional Holcim, líder en soluciones de construcción innovadoras y sostenibles. Con más de 100 años de trayectoria en el país. [1]

La empresa Holcim Ecuador S.A. planta Latacunga está ubicada en la ciudad del mismo nombre líder en la industria de la construcción, en la producción de cemento, concreto y agregados. ofreciendo soluciones innovadoras e integrales, a la medida de las necesidades del mercado, con el compromiso en el desarrollo sostenible y la creación de valor compartido para la sociedad.

### 3.1.2 Ubicación geográfica

A continuación, se presenta en la siguiente Figura 3.1 la ubicación actual de la empresa.

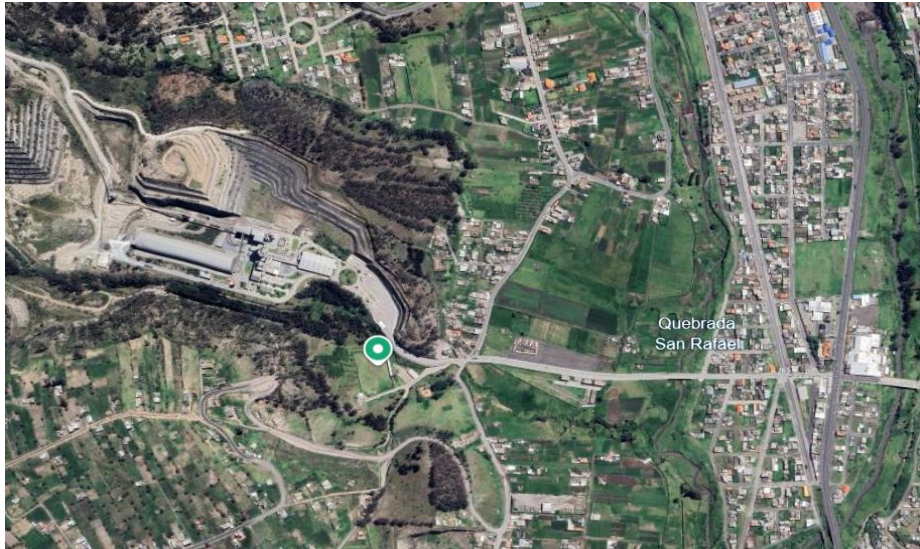


Figura 3.1. Ubicación de la empresa Holcim Ecuador S.A. [1]

### Misión

Ser la compañía más respetada y exitosamente operada de nuestra industria, creando valor para nuestros clientes, empleados, accionistas y comunidad implicada. [1]

### Visión

Crear los cimientos para el futuro de la sociedad. [1]

### Propósito Holcim Ecuador S.A.

Juntos creamos bienestar y futuro para nuestra gente, franquiciados, clientes, proveedores y comunidades, construyendo crecimiento sostenible en Ecuador. [1]

### 3.1.3 Valores

En la siguiente Figura 3.2 se presenta los valores de la empresa Holcim Ecuador S.A. [1]



Figura 3.2. Valores empresa Holcim Ecuador S.A. [1]

### **3.1.4 Política de salud y seguridad**

- Desarrollar nuestros negocios con el objetivo de cero daños.
- Proporcionar condiciones de trabajo seguras y sanas para nuestros empleados y contratistas, a través de la asignación de recursos necesarios.
- Mantener un Sistema de Gestión de Salud y Seguridad diseñado para mejorar continuamente nuestro desempeño y minimizar activamente los riesgos de nuestro negocio.
- Cumplir con todos los requisitos legales, regulatorios. de la industria y corporativos aplicables.
- Informar abiertamente a todos nuestros grupos de interés sobre aspectos relevantes en Salud y Seguridad.
- Empoderar a todos los colaboradores y contratistas para detener cualquier trabajo inseguro. [1]

### **3.1.5 Productos Holcim Ecuador S.A. Planta Latacunga**

Al ser una de las industrias más sobresalientes y competitivas en el campo de la construcción, reconocida por su compromiso de sostenibilidad y comprometida con el medio ambiente, ofrece una amplia gama de cementos de alta calidad diseñados para satisfacer las necesidades del mercado. Entre los principales productos que fabrican y comercializan se detallan a continuación.

#### **Cemento tipo GU (Holcim Fuerte)**

Cemento para uso general en productos tales como: elementos de construcción de viviendas, preparación de morteros de albañilería, losas impermeables, pilotes, vigas, estabilización de suelos, hormigón estructural en general sin requisitos de alta resistencia inicial. [1]

#### **Cemento tipo HE (Holcim Premium)**

Cemento para requerimientos de alta resistencia inicial, tales como: estructuras pretensadas, hormigón masivo en ambientes ligeramente agresivos, pavimentación, pórticos de hormigón armado, bloques de hormigón, etc. [1]

### **Cemento tipo MS (Holcim Utko)**

Cemento hidráulico diseñado para la producción de prefabricados livianos como bloques y adoquines. Este cemento otorga gran resistencia, secado rápido y reduce el índice de rotura de bloques durante su transportación y almacenaje. [1]

### **Cemento tipo HS (Holcim Ultra Durable)**

Cemento Holcim Ultra Durable Tipo HS ayuda a la producción de un concreto resistente a los sulfatos posee gran durabilidad, resistencia y calidad. [1]

### **Cemento (Base Vial)**

Un cemento de moderado calor de hidratación, desarrollado especialmente para generar las resistencias adecuadas que permitan mejorar y estabilizar suelos mediante el uso del material disponible en sitio, reducir los costos de construcción, conservar el ambiente y mejorar la calidad y durabilidad de los caminos. [1]

## **3.2 Proceso de elaboración del cemento**

### **3.2.1 Ingreso de materia prima**

Para el proceso productivo del cemento el ingreso de la materia prima es el punto más importante para la fabricación, esta etapa permite que el producto como el yeso y otros aditivos estén disponibles y satisfaga la cadena de suministro de producción, en esta etapa se verifica la cantidad exacta en toneladas que se va recibir, para posteriormente ser analizada y procesada.

### **Proceso de ingreso de materia prima yeso.**

#### **Toma de turnos**

La bañera que llega con yeso, deberá realizar la toma de turno en un computador digital ubicado a la derecha de la garita, este dispositivo le otorgara un turno para su ingreso a la planta, el objetivo de la entrega de turnos es mantener un control eficiente del ingreso de la materia prima, considerando además el ingreso de otro producto, para dar el cumplimiento a las normas y políticas de la planta, se estipula que. “Que el conductor no deberá bajar del camión mientras el motor este encendido”. Como se muestra en la Figura 3.3.



Figura 3.3. Toma de turnos. [1]

### **Pita de balanzas**

En este lugar se encuentran ubicados los equipos que a continuación se detallan.

### **Balanza de entrada**

Equipo usado para medir el peso neto del transporte que ingresa a la planta, la técnica de pesaje de las bañeras es a granel las cuales están cargadas con materia prima como es el caso del Yeso, esta debe cumplir un cierto límite entre máximo y mínimo para su ingreso por normas de seguridad que establece el reglamento de Holcim Ecuador S.A. Planta Latacunga. Como se muestra en la Figura 3.4.

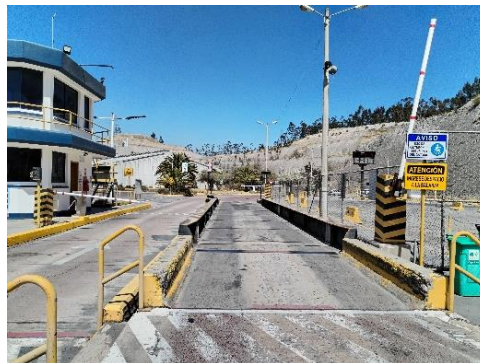


Figura 3.4. Balanza de entrada. [1]

### **Balanza de salida**

De igual manera que la balanza de entrada esta cumple la misma función, esta contiene un dispositivo automático el cual registra el peso bruto de la bañera, el cual permite verificar la variación de pesos y conocer la cantidad exacta en toneladas de materia prima que ingresa a la planta. Como se muestra en la Figura 3.5.

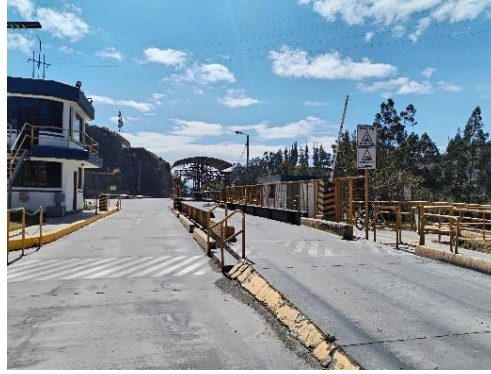


Figura 3.5. Balanza de salida. [1]

### 3.2.2 Almacenamiento de materia prima a procesar

Al cumplir con los reglamentos de la empresa y su respectivo pesaje el conductor deberá recorrer hacia su lugar designado de descarga. Esta etapa de almacenamiento se realiza de manera estratégica para cuidar y garantizar el producto final de esta manera se garantiza que los aditivos se encuentren disponibles para la producción y no genere costos ni tiempos de espera.

#### Recorrido hacia la cantera

La bañera una vez haya cumplida con las normas de la toma de turno y su aprobación al ingreso a planta deberá recorrer la vía que está señalada hacia la sala de recepción de materia prima si es el caso de clinker y si es yeso deberá dirigirse hacia la cantera a una velocidad de 20 km/h. Como de muestra en la Figura 3.6.



Figura 3.6. Recorrido hacia la cantera. [1]

### **Descarga de yeso en cantera**

La bañera al llegar a lugar destinado, deberá realizar maniobras al transporte para retroceder y posicionarse de manera adecuada en la zona de descarga. La cantidad de yeso que llega a la planta, destinada a triturarse es alrededor de 12 T. Como se muestra en la Figura 3.7.



Figura 3.7. Almacenamiento temporal cantera. [1]

### **Máquina de trituradora SR-211-TX1**

Para realizar esta actividad Holcim Ecuador S.A. Planta Latacunga cuenta con un equipo diseñado para reducir el tamaño de la materia prima. Con el objetivo de optimizar el manejo y preparación de la materia prima para luego ser enviada y almacenada en la sala final como se muestra en la Figura 3.8.



Figura 3.8. Trituradora SR-211-TX1. [1]

## **Trituración**

La trituración es una actividad planificada por producción, los operadores a cargo realizarán la trituración del producto haciendo uso de palas mecánicas para descargar la materia prima en una base tipo embudo del equipo SR.211-TX1. Este equipo mediante dientes metálicos, reduce el yeso, posteriormente el material triturado es enviado por la banda transportadora integrada y descargado a través de puertas de acceso, a ser almacenado temporalmente. Como se muestra en la Figura 3.9

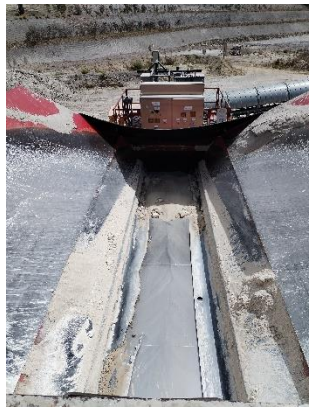


Figura 3.9. Equipo de trituración. [1]

## **Cargadora frontal SR-211-4F1**

La pala mecánica o también llamada pala cargadora es una máquina utilizada en el sector de la construcción, en este caso su uso es indispensable en la planta ya que es importante para transportar la materia prima hacia la volqueta y en la descarga en la sala final de almacenamiento. Como se muestra en la Figura 3.10.



Figura 3.10. Cargadora frontal. [1]

### 3.2.3 Almacenamiento de yeso procesado

#### Plataforma de almacenamiento temporal

El transporte al estar completamente lleno realizará el viaje al lugar designado para almacenar la materia prima ya triturada, por lo que la planta cuenta con una plataforma de almacenamiento temporal con dimensiones 20m \* 20m, ubicada junto a la sala final, hasta tener la disponibilidad de los equipos necesarios para continuar con el proceso de almacenamiento. Como se muestra en la siguiente Figura 3.11.



Figura 3.11. Almacenamiento de yeso procesado. [1]

#### Ingreso de materia prima

El ingreso de materia prima, se encuentra ubicada en la parte posterior de la sala, esta sección cuenta con una tolva y una malla para manejar, y almacenar eficientemente la materia prima. Como se puede ver en la siguiente Figura 3.12.



Figura 3.12. Ingreso de materia prima. [1]

### **Indicador de acceso**

Es un dispositivo que permite el acceso del transporte hacia recepción, una vez los equipos de recepción 511 de yeso estén listos y ubicados en el sitio ideal, si esta actividad cumple sin ninguna anomalía el indicador dará una señal de color verde, si los equipos están sin energía indicara una señal de color rojo y si el grupo 511 de Yeso se encuentra en la etapa de encendido mostrar una señal intermitente de color anaranjado. Como se observa en la Figura 3.13.



Figura 3.13. Indicador de acceso. [1]

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

El equipo es utilizado para extraer materiales metálicos presentes en la materia prima yeso que llega desde sus proveedores, con esta acción se quiere prevenir daños y posibles atoramientos en los equipos de almacenamiento, el tamaño mínimo del metal separable por el equipo es de 100mm\*25mm\*12mm. Como se muestra en la Figura 3.14.



Figura 3.14. Separador de metales SR-511-SM2. [1]

### **Stacker SR-511-CY1**

Este equipo es un apilador cuya función es almacenar la materia prima yeso, que son transportadas a la parte superior del mismo mediante bandas transportadoras, y a la parte superior del brazo del apilador el cual cae formando pilas. Como se muestra en la figura 3.15.



Figura 3.15. Stacker SR-511-CY1. [1]

### **3.3 Gestión por procesos**

De acuerdo a la tesis sobre la aplicación de la gestión de los proceso para incrementar la productividad nos dice que las organizaciones del mundo cada día buscan alcanzar una mayor productividad y eficiencia en sus procesos productivos con el fin de ser más sobresalientes en el mercado mundial, para ello se hace estudios y se diseñan estrategias que ayuden a obtener una visión global e integral de cómo funcionan los procesos y de tal manera identificar posibles cuellos de botella los cuales impiden el funcionamiento de la organización.

Por esto se desarrollan actividades que permita aumentar su capacidad productiva, esto da inicio desde la planificación interna, donde se formulan los objetivos y metas a cumplir, se tiene en consideración las alternativas y estrategias, siendo una de las mejores técnicas y decisiones a aplicar en la gestión por procesos, ya que es uno de los más importantes modelos de gestión empresarial que lleva a cabo con el objetivo de planificar, organizar, dirigir y controlar recursos de la organización y de esta manera se pueda alcanzar los objetivos propuestos, de tal modo encaminados a lograr excelentes índices de calidad, productividad y excelencia, teniendo en cuenta que su aplicación es factible para todo tipo de empresas sea industriales, textiles etc. [2]

En el entorno actual las organizaciones se impone la necesidad de cambiar los métodos de análisis, proyección y gestión de las empresas, adaptándose a la complejidad y dinamismo del entorno organizacional, así como la necesidad de enfrentar los nuevos retos del mercado. Por lo que es indispensable contar con un sistema de control que posibilite la toma de decisiones no sólo basado en el análisis económico-financiero, sino que, también brinde un objetivo de la valoración integral de la gestión.

De este modo sirva como una herramienta eficaz que determinen desviaciones en los diferentes procesos de la empresa, además de acuerdo a esta metodología y estudio puede facilitar el cambio y adaptación de tendencias de esta manera mejorando la capacidad de organizar y ser proactivos en el entorno de esta evolución de procesos, de tal modo para operar de manera mucho más eficaz, las organizaciones tienen el deber importante que es la identificación y gestión de numerosos procesos interrelacionados que interactúan entre sí. [3]

### **3.4 Procesos de recepción**

En el mundo dinámico y cada vez más acelerado, trae consigo ciertos requerimientos de los clientes y las demandas del mercado que está en constante evolución. Obteniendo altas exigencias ya sea en control de calidad o la mejora de procesos de la organización. Motivo por el cual las empresas deben prestar atención a sus situaciones actuales de la organización y corregir, actualizando constantemente sus procesos con una mejora continua para así de esta manera mantenerse competitiva y garantizar su estatus en el mercado. Actualmente en el mundo empresarial, mantener la competitividad es un reto cada mes más grande por factores dinámicos y económicos del mercado global. Ciertas ocasiones las empresas deben tomar decisiones estrictas como la reducción del costo y mantener un tiempo de respuesta adecuado, al mismo tiempo cumplir y asegurar las estrictas normas de calidad en los servicios y productos.

Así mismo las organizaciones deber tener un tiempo de respuesta rápido para la adaptación en los cambios y anticipar las tendencias en el mercado, para no solo cumplir con los estándares actuales, sino también para liderar en la innovación y excelencia de cumplir los procesos, y calidad de servicios. Por ello es importante y necesario optimizar los procesos logísticos para mantener la calidad del servicio de mantenimiento amplio y manejar satisfactoriamente la gran diversidad de los clientes. [4]

### **3.5 Diagramación de procesos**

La descripción, presentación, comunicación y optimización de los procesos productivos se benefician gracias a los diagramas de procesos, ya que en su representación gráfica ofrece informaciones valiosas para la toma de decisiones. Los diagramas son representaciones gráficas que muestra las variaciones y relaciones de una serie de acciones con un objetivo en común, esta herramienta es muy útil, para estudiar, analizar e identificar los procesos de una forma más detallada de esta manera se puede verificar si el recorrido del proceso es el ideal. Los diagramas de procesos presentan un gran número de ventajas que son muy fáciles de interpretar de modo que, de una sola vista, se puede conocer y analizar cómo se desarrolla el proceso de una organización o área de producción. [5]






#### **3.5.1 Categoría de diagramación de los procesos**

En los diagramas de procesos existen varias actividades y estas categorías se clasifican en 5 a continuación se describe:

- Operación que modifica crea o agrega algún aspecto al producto. Ejemplos de la categoría de operación sería clavar, atornillar, agujerear, entre otros.
- Transporte que mueve el objeto de estudio de un lugar a otro, también denominado manejo de materiales. El objetivo del transporte puede ser Página 2 de 8 analizar el movimiento de una persona, de flujo de materiales, de una herramienta o de una parte del equipo.
- Inspección que revisa o examina algunas consideraciones que afecte al producto o proceso, pero sin realizarle ningún tipo de acción o alteración al equipo. Ejemplos de las categorías de inspección es el control de calidad y verificación de la cantidad.
- Espera que se presenta cuando el producto queda inactivo, guardando una acción o procesos que no permita seguir el flujo de la operación.
- Almacenaje se refiere a los productos que son guardados en un área específico que disponga la organización para luego hacer uso dependiendo la programación de producción. [5]

Para cada una de las categorías nombradas anteriormente se utilizan los siguientes símbolos que representan a dichas categorías se evidencia en la Tabla 3.2.

Tabla 3.2. Símbolos que representa a las categorías. [5]

Símbolos	Nombre
	Operación
	Inspección
	Transporte
	Espera
	Almacenamiento

### 3.6 Indicadores de productividad

Dentro de la productividad se describen tres criterios claves utilizados para evaluar el desempeño de un sistema, relacionado con la productividad.

#### a) **Eficiencia.**

Es la relación de los recursos utilizados de actividades, como la relación entre la cantidad de recursos empleados y estimados o planificados, y como el nivel en que estos recursos se aprovechan para convertirse en productos.

### **b) Efectividad**

Es la conexión entre los resultados logrados y propuestos el cual permite evaluar el nivel de cumplimiento de los objetivos planificados. La efectividad se relaciona con la productividad a través de impactar en el logro de mayor cantidad y calidad.

### **c) Eficacia**

Considera el impacto del trabajo realizado y del producto o servicio brindado. No es suficiente producir con 100% de efectividad el servicio o producto que se fija, tanto en cantidad y calidad, sino que es necesario que el producto sea el adecuado para satisfacer realmente al cliente o influir en el mercado. Del análisis de los tres indicadores se entiende que no pueden considerarse ninguno de ellos de manera independiente, ya que cada uno proporciona una evaluación parcial de los resultados. [6]

## **3.7 Análisis de tiempo y movimiento**

El estudio de tiempo y movimiento es una herramienta crucial para determinar el tiempo estándar de cada operación dentro de un proceso, así también identificar los tiempos y movimientos que realiza una persona en una cierta actividad específica dentro de la organización.

A finales del siglo XIX, Frederick Taylor comenzó a estudiar los tiempos asociados con actividades laborales y desarrolló el concepto de tarea. Motivados por los estudios de tiempos de Taylor, alrededor del mismo periodo, la pareja de esposos Frank y Lillian Gilbreth condujeron estudios de movimientos que complementaron el trabajo de Taylor sobre estudios de tiempos. La productividad se evalúa por la eficiencia con la que se utiliza los recursos humanos y otros para cumplir los objetivos empresariales. Esto implica en emplear técnicas que permitan medir la eficiencia. Para equilibrar la línea de trabajo, reducir los movimientos ineficaces y acelerar una eficiencia laboral.

El estudio de tiempo y movimientos es una de las técnicas más utilizadas para superar deficiencias y maximizar la productividad de los trabajadores, es un estudio de trabajo definido como el análisis sistemático de los métodos para llevar a cabo actividades con el objetivo de mejorar el uso eficiente de los recursos y establecer normas en las actividades que se están realizando. [6]

### **3.8 Estudio de tiempos con cronometro vuelta cero**

Es una técnica diseñada para determinar la mayor exactitud posible, a partir de un número limitado de observaciones, el tiempo necesario para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido. Este estudio de tiempos con cronómetro se realiza en situaciones como el inicio de una nueva operación, actividad o tarea; cuando se presentan problemas de colaboradores o de sus representantes sobre el tiempo de una operación; cuando se presentan demoras por una operación lenta que retrasan otras actividades y cuando se evidencien rendimientos bajos de productividad o excesivos tiempos muertos de alguna máquina o conjunto de máquinas. En 1920 el estudio de tiempos con cronómetro ha sido actualizado y actualmente esta técnica se considera como un instrumento o medio indispensable para el funcionamiento eficaz de empresas o industrias. [6]

#### **3.8.1 Ventajas de toma de tiempos con cronometro vuelta cero**

En el estudio de tiempos, el uso de un cronómetro de vuelta cero ofrece varias soluciones y ventajas que puede mejorar la precisión y la eficiencia del proceso. Este método es usado en varias secciones sea académico o procesos industriales por lo que con esta técnica se logrará verificar el tiempo que un operario o una actividad requiere para completarse, facilitando la obtención de un tiempo estándar para aquella actividad o proceso.

Ventajas de vuelta a cero o lectura repetitiva

- El cálculo por elemento requiere de menos tiempo.
- Los elementos fuera de orden se registran fácilmente.
- Se obtienen valores exactos en elementos cortos.
- Hay menos distracción en el analista. [6]

### **3.9 Importancia de un estudio de tiempos y movimientos**

Al realizar el estudio de tiempos y movimientos nos permite visualizar de manera detallada las acciones de una persona, el objetivo de este estudio o técnica es eliminar procedimientos innecesarios y lograr aumentar la eficiencia de un proceso, posteriormente se aplican secuencias de movimientos más apropiados para obtener un desempeño eficiente e impacte favorablemente a un incremento en la productividad.

El estudio de tiempos y movimientos (tym), considerado indispensable en la rama de la ingeniería industrial, busca obtener el mayor conocimiento de las áreas en donde se lleve a cabo varios procesos y esta se pueda mejorar. El objetivo del estudio es mejorar tareas desde el punto de vista y esfuerzo del ser humano, uso de recursos materiales, consumo de energías y calidad del producto final, cuidando que el desempeño de cada persona y su eficiencia impacten favorablemente en un incremento de la producción sin tener que requerir mayor esfuerzo o tiempo para obtener un resultado final. [7]

### **3.10 Valoración del ritmo de trabajo**

Para llevar a cabo el siguiente estudio es necesario saber el concepto de la valorización, la cual se define como una herramienta indispensable para medir el tiempo de una tarea o proceso, bajo ciertas condiciones y considerando los niveles de producción. Por otra parte, la valoración también es conocida como una calificación del desempeño, se enfoca a evaluar el desenvolvimiento del trabajador en el cargo y su potencial de desarrollo. Esto permite verificar los problemas relacionado con la supervisión del recurso humano. [8]

### **3.11 Estudio del tiempo estándar**

El tiempo estándar se entiende como una metodología adecuada para la mejora en procesos de producción, permitiendo al sistema productivo optimizar los recursos utilizados en cada una de las actividades. El análisis de la literatura es importante para entender los aspectos teóricos y la fundamentación con el objetivo de perfeccionar el plan de mantenimiento. [9]

La implementación del tiempo estándar por medio de estudios realizados ofrece varios beneficios a la empresa como: mejor eficiencia en la atención al cliente, reducción de errores en el manejo de procesos, aumento en el compromiso de los operadores e incremento en los niveles de la productividad, calidad y seguridad, además, la estandarización de tiempos beneficia la planificación de la producción en base al tiempo estándar. [10]

### **3.12 Factores de calificación**

### **3.12.1 Método Westinghouse**

Westinghouse es un método utilizado para determinar el número de muestras requerido para que una actividad se ejecute en un tiempo normal en base a factores observables del método de estudio.

Este método fue desarrollado por Westinghouse Electric Corporation, para realizar el estudio usando esta técnica se debe considerar 4 factores indispensables para la determinación del tiempo: habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia, que se explican a continuación en la Tabla 3.3. [11]

#### **Habilidad**

Se entiende como una destreza del trabajador, se vincula a la coordinación adecuada entre la mente y sus extremidades superiores, este factor mejora con el transcurso del tiempo debido a que trabajador debe familiarizarse con su actividad y por ende aumenta la velocidad y fluidez de movimientos en la tarea asignada en su puesto de trabajo.

#### **Esfuerzo**

Se entiende como la intensidad con la que se ponen en práctica ciertas actividades tanto físicas e intelectuales con eficiencia, este esfuerzo refleja la velocidad con la que se aplica la habilidad y está bajo el control del trabajador.

#### **Condiciones**

Son situaciones que afectan al trabajador, pero no de manera directa en la operación que realiza, esta incluye factores como el ruido, temperatura, monotonía entre otros.

#### **Consistencia**

Se entiende a la variación de los tiempos empleados, mínimos y máximos, como una representación repetida de una actividad realizada por el operario en un trabajo específico.

[8]

Tabla 3.3. Valoración del ritmo de trabajo por el método de Westinghouse. [12]

HABILIDAD			ESFUERZO		
0.15	A1	Extrema	0.13	A1	Extrema
0.13	A2	Extrema	0.12	A2	Extrema
0.11	B1	Excelente	0.10	B1	Excelente
0.08	B2	Excelente	0.08	B2	Excelente
0.06	C1	Buena	0.05	C1	Buena
0.03	C2	Buena	0.02	C2	Buena
0.00	D	Regular	0.00	D	Regular
-0.05	E1	Aceptable	-0.04	E1	Aceptable
-0.10	E2	Aceptable	-0.08	E2	Aceptable
-0.16	F1	Deficiente	-0.12	F1	Deficiente
-0.22	F2	Deficiente	-0.17	F2	Deficiente
CONDICIONES			CONSISTENCIA		
0.06	A	Ideales	0.04	A	Perfecta
0.04	B	Excelentes	0.03	B	Excelente
0.02	C	Buenas	0.01	C	Buenas
0.00	D	Regulares	0.00	D	Regulare
-0.03	E	Aceptables	-0.02	E	Aceptable
-0.07	F	Deficientes	-0.04	F	Deficiente

### 3.12.2 Suplementos por descanso

Los suplementos tienen la finalidad de agregar tiempo al tiempo normal para acceder al descanso y retrasos personales necesarias y por fatiga. [8]

Los suplementos se dividen en tres grupos que son:

- Suplementos por necesidades personales
- Suplementos por fatiga
- Suplementos por retrasos involuntarios

En la siguiente Tabla 3.4 se presenta los suplementos por descanso, esto se incorpora al tiempo normal o básico con el único objetivo dar al trabajador una posibilidad de recuperarse de los efectos fisiológicos y psicológicos causados por la realización de una tarea determinada

Tabla 3.4. Suplementos de la OIT en porcentaje de tiempo normal. [12]

Suplementos constantes	Hombre	Mujer	Suplementos variables	Hombre	Mujer
Necesidades personales	5	7	e) Condiciones atmosféricas		
Básico por fatiga	4	4	Índice de enfriamiento, termómetro de KATA (mili calorías/cm2/segundos)		
Suplementos variables	Hombre	Mujer	16	0	0
a) Trabajo de pie			14	0	0
Trabajo se realiza sentado(a)	0	0	12	0	0
Trabajo se realiza de pie	2	4	10	3	3
b) Postura normal			8	10	10
Ligeramente incómoda	0	1	6	21	21
Incómoda (inclinación del cuerpo)	2	3	5	31	31
Muy incómoda (cuerpo estirado)	7	7	4	45	45
c) Uso de la fuerza o energía muscular (levantar, tirar o empujar)			3	64	64
			2	100	100
Peso levantado por kilogramo			f) Tensión visual		
2.5	0	1	Trabajos de cierta precisión	0	0
5	1	2	Trabajos de precisión o fatigosos	2	2
7.5	2	3	Trabajos de gran precisión	5	5
10	3	4	g) Ruido		
12.5	4	6	Sonido continuo	0	0
15	5	8	Sonido intermitentes y fuertes	2	2
17.5	7	10	Sonidos intermitentes y muy fuertes	5	5
20	9	13	Sonidos estridentes	7	7
22.5	11	16	h) Tensión mental		
25	13	20 (máx.)	Proceso algo complejo	1	1
30	17		Proceso complejo o de atención dividida	4	4
33.5	22		Proceso muy complejo	8	8
d) Iluminación			h) Tensión mental		
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0	Trabajo monótono	0	0
Bastante por debajo	2	2	Trabajo bastante monótono	1	1
Absolutamente insuficiente	5	5	Trabajo muy monótono	4	4

### 3.12.3 Suplementos fijos

- **Suplemento por necesidades personales:** tiempo para beber agua, ir al baño, lavarse las manos, etc.
- **Suplemento por fatiga:** se aplica para compensar la energía consumida en la ejecución de un trabajo y para aliviar la monotonía. [12]

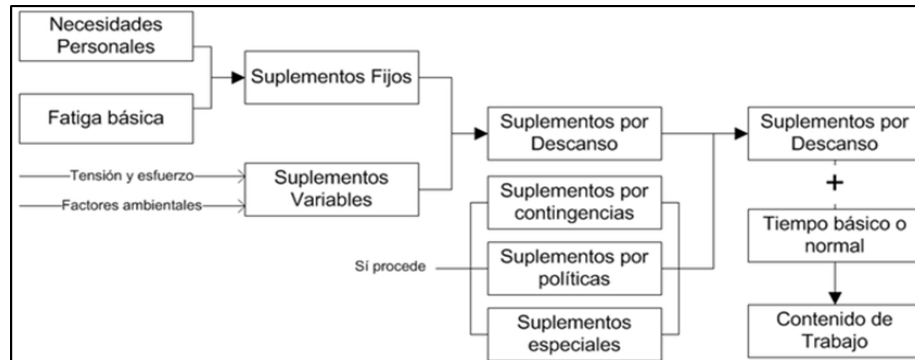


Figura 3.16. Tipos de suplementos. [12]

Tiempo tipo es el tiempo total de ejecución de una tarea al ritmo tipo, tal como se muestra en la Figura 3.17.

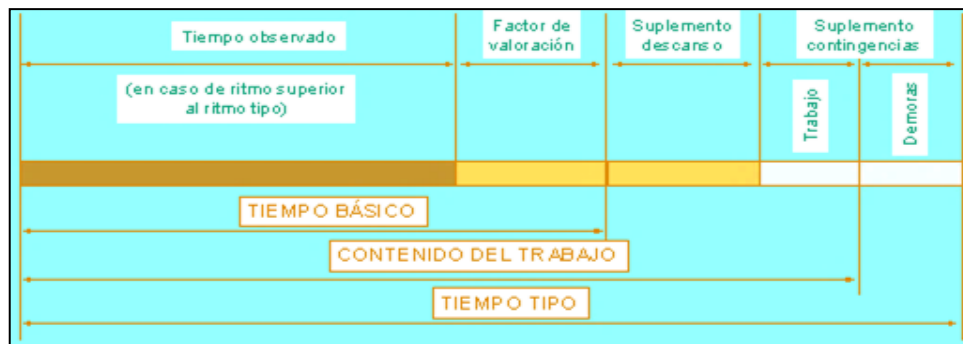


Figura 3.17. Tiempo tipo y tiempo básico. [12]

### 3.13 Ingeniería de métodos

El objetivo de la ingeniería de métodos es la mejora continua de los procesos, procedimientos y tareas, específicamente en las áreas de trabajo, además se enfoca en el diseño de los instrumentos, como son las instalaciones y condiciones del mismo, por ende, la ingeniería de métodos se centra en minimizar o prescindir el esfuerzo humano reduciendo el uso de materiales, con la finalidad de hacer un seguro trabajo y hacerlo más fácil. Por consiguiente, se buscan mejoras que permitan al trabajo realizarse con la mayor disposición

en menor tiempo y con la mínima materia, en la que no afecte a la rentabilidad de la empresa, sea competitiva y su productividad aumente.[8]

### **3.13.1 Importancia de la ingeniería de métodos**

Es vital debido a que busca mejorar el funcionamiento de todo lo que ocurre en las actividades que realiza la empresa, aplicando habilidades y destrezas de ingeniería para mejorar los procesos de trabajo y el rendimiento del trabajador. [8]

### **3.14 Estandarización**

En un mundo empresarial caracterizado por tener una creciente competencia y evolución constante, la eficiencia operativa se ha convertido a ser un factor importante para obtener el éxito sostenible de las organizaciones. En este contexto, La empresa de pagos electrónicos, como líder en el sector financiero y servicios, comprende la necesidad e importancia de optimizar los procesos internos con el fin de seguir ofreciendo a sus clientes un servicio de alta calidad y mantener su posición en el mercado. [13]

Con el crecimiento de las actividades toda empresa industrial tiene la necesidad de hacer cambios en el sistema productivo, debido a la grande competencia en el mercado y las demandas de los clientes, es por ello que toda organización impulsa una iniciativa a la innovación con beneficio a la productividad, promoviendo el desarrollo de nuevas habilidades y destrezas de cada uno de sus trabajadores, con la ayuda de herramientas que mejoran el área de producción, evitando movimientos innecesarios de materia prima e insumos, tiempos muertos, cuellos de botella y reduciendo la fatiga y el desgaste físico de los trabajadores, lo que genera un desarrollo productivo y as eficiente. [14]

### **3.15 Diagrama de flujo o flujograma**

Es una representación gráfica para ilustrar un algoritmo. Se fundamentan en el uso de varios símbolos para ilustrar operaciones concretas, o sea, es la representación visual de las diferentes operaciones que se deben llevar a cabo para solucionar un problema, especificando el orden lógico en el que deben llevarse a cabo. Se denominan diagramas de flujo debido a que los símbolos empleados se vinculan a través de flechas para señalar la secuencia de funcionamiento. Para que los diagramas sean entendibles para todos, los símbolos son sometidos a una normalización; esto es, se convirtieron en símbolos casi

universales. Esto se debe a que, inicialmente, cada usuario podría poseer sus propios símbolos para ilustrar sus procesos en un Diagrama de flujo. [15]

A continuación, en la Figura 3.18 se presenta las simbologías de las herramientas Bizagi.

PASOS	DESCRIPCIÓN/USO	SÍMBOLO	ACTIVIDAD
1	Representa un participante en el proceso. Un participante puede ser una entidad de negocio específico (por ejemplo una compañía) o puede ser un rol de negocio más general (por ejemplo un comprador, vendedor o producto)		POOL
2	Es un sub participante dentro del Pool		Lane
3	El evento de inicio indica donde un proceso comenzará		Inicio
4	Es una actividad usada cuando el trabajo en el proceso es simple o atómica		Tarea simple
	Es una tarea que usa algún tipo de servicio, que podría ser un servicio Web o una aplicación automática		Tarea servicio
	Es una tarea simple para que llegue un mensaje. Una vez el mensaje sea recibido, la tarea es completada		Tarea de recepción
	Es una tarea simple que es designada para enviar un mensaje a un proceso o caso específico		Tarea de envío
	Es una tarea que se espera que sea realizada sin la ayuda de algún motor de ejecución de negocios. Un ejemplo puede ser una secretaria archivando documentos físicos		Tarea manual
5	Es una actividad que contiene otras actividades (un proceso). Es un proceso dentro del proceso padre		Subproceso
6	La compuerta exclusiva es ubicada dentro del proceso de negocio donde un flujo de secuencia puede tomar 2 o más caminos alternativos.		Compuertas
7	Es utilizado para mostrar el orden en que las actividades serán ejecutadas en un proceso. Cada flujo tiene un solo origen y un solo destino.		Flujo de secuencia
	Es usado para mostrar el flujo de mensajes entre dos entidades que están separadas para enviarlo y recibirlo. Pools separados en el diagrama pueden separar las dos entidades.		Flujo de mensaje
	Usado para asociar información (anotaciones) y artefactos (documentos)		Asociación
8	Proveen información acerca del documento, datos y otros objetos utilizados durante el proceso		Documentos
	Las anotaciones de texto son un mecanismo para que un modelador provea información adicional o más		Anotación
9	Es donde un proceso termina. En términos de flujo de secuencia		Evento de Fin

Figura 3.18. Representación de la simbología de la herramienta Bizagi. [16]

### 3.16 Importancia de los diagramas de flujo

Los diagramas de flujo son esenciales ya que nos permiten visualizar visualmente el flujo de datos a través de un sistema de tratamiento de información. En este, llevamos a cabo un análisis de los procesos o procedimientos necesarios para llevar a cabo un programa o un objetivo. El diagrama de flujo es uno de los instrumentos clave para llevar a cabo cualquier método o sistema, ya que facilita la visualización de las tareas innecesarias y comprobar si la repartición del trabajo está balanceada. [15]

### 3.17 Diagrama de causa y efecto (Diagrama de Ishikawa)

El Diagrama de Ishikawa es una técnica usada para identificar las posibles causas de un problema central, esta es una de las herramientas esenciales en las acciones de la disminución de problemas, esto llegar a ser un elemento indispensable, el cual posibilita determinar los elementos que afectan en la calidad del producto por medio de una interacción de causa y efecto, para realizar se debe tener en cuenta las 5 variables conocida como las 5M, como se presenta en la Figura 3.19. [17]

- Materias primas
- Maquinaria
- Métodos de trabajo
- Mano de obra
- Medio ambiente

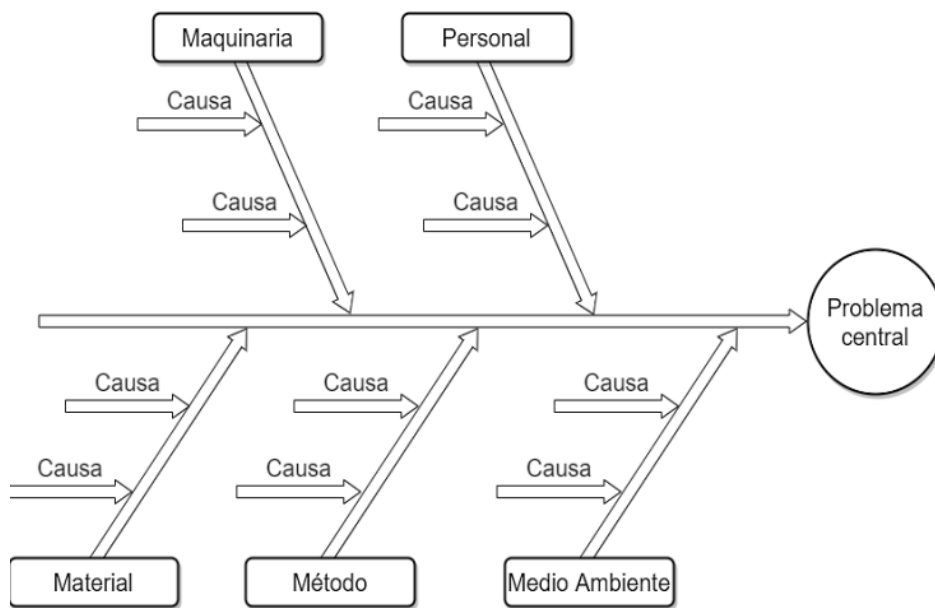


Figura 3.19. Diagrama causa y efecto Ishikawa. [17]

### 3.18 Proceso de producción del cemento

#### 3.18.1 Cemento

El cemento, un material básico para la construcción, una de sus principales propiedades es la de formar masas resistentes y durable que al entrar en contacto con el agua se hidrata; e inicia una serie de reacciones químicas que lo convierten en una pasta moldeable con buenas propiedades de adherencia. A medida que pasa el tiempo, el cemento inicia con un proceso

de fraguado, continuando por un endurecimiento progresivo el cual le permite al cemento adquirir una consistencia similar al de una piedra.

Este comportamiento, lo convierte en un producto muy importante para la construcción, siendo uno de los conglomerantes más económicos y versátiles disponibles en la industria de la construcción.

Además de tener la capacidad de adquirir fuerza en poco tiempo lo cual lo hace fundamental para estructuras que requieren de resistencia y estabilidad, por tal motivo el cemento es la base en muchas construcciones, desde lo más simple hasta complejas edificaciones. [18]

### **3.19 Principales materia prima para el cemento.**

#### **3.19.1 Clinker**

El Clinker es un insumo sintético, resultado de una cocción a una temperatura de aproximadamente 1400 °C de varias materias primas como naturales calcáreas y arcillas ferrugina [19].

El clinker está compuesto por minerales como el silicato tricálcico (C3S) comúnmente llamado Alita, el silicato bicálcico (C2S), aluminato tricálcico (C3A) y ferroaluminato tetracálcico (C4AF). El principal constituyente es el C3S el cual contiene un 73% de cal y 26% de ácido silícico. Este mineral presenta formas prismáticas rectangulares o hexagonales bien conformadas, con tamaños que oscilan de 15 – a 50 µm, su formación se completa cuando alcanza una temperatura suficientemente durante un tiempo adecuado.

El segundo mineral es importante es el C2S o silicato bicálcico, constituido por un 65 % de cal y un 34 % de ácido silícico; presenta cristales redondeados y anchos de entre 30 a 50 µm. Aunque el desarrollo de su resistencia es lento, con el pasar del tiempo es capaz de alcanzar resistencias comparables como la alita. [20].

#### **3.19.2 Yeso**

El yeso es una roca de compuesto químico, formada por el mineral que lleva su mismo nombre, ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ). Su formación inicia por la precipitación de iones que están disueltas en aguas saladas o salmueras. Este proceso ocurre por la precipitación de sales evaporativas en cuencas limitadas, por debajo de climas áridas en las que la pérdida de agua supera es superior al ingreso.

El yeso es una sal que llega a tener su forma por la precipitación en ambientes sedimentarios superficiales conocido como el proceso eogénesis, con presencia de texturas que podemos distinguir como primarias o deposicionales. Este mineral cuando se entierra a una mayor profundidad sea por la mayor acumulación sedimentos o por el origen de la actividad de las placas tectónicas, conocido en el entorno diagénético como mesogénesis el cual sufre una deshidratación y se transforma en anhidrita ( $\text{CaSO}_4$ ).

En el caso de que esta anhidrita vuelva a condiciones cercanas a las superficiales sea por erosión de los materiales o por movimientos tectónicos, puede hidratarse y transformarse nuevamente en yeso, al que se denomina en este caso como yeso secundario [21].

## **4. METODOLOGÍA**

### **4.1 Enfoque de la investigación**

Se analizaron cualitativamente los tiempos, movimientos y flujos de los procesos de almacenamiento de materia prima. La técnica de recolección de datos fue cuantitativa porque se obtuvieron datos numéricos a través de cronómetros digitales y listas de verificación para registrar cada paso del proceso. Se registraron los tiempos de recepción, transporte y almacenamiento tanto de yeso natural como sintético, identificando actividades que producían tiempos muertos o movimientos innecesarios. Se realizaron observaciones metódicas de las instalaciones, junto con un registro de los flujos de materiales; las imágenes de flujo mostraron comportamientos cíclicos que conducían a ineficiencias productivas.

Se utilizaron herramientas estadísticas en Microsoft Excel para analizar los datos recopilados y detectar tendencias y áreas que necesitaban mejora. Estos resultados cuantitativos fueron clave para establecer una línea base del rendimiento actual del proceso. Esto mejoró la capacidad de identificar cuellos de botella dentro de las etapas individuales de almacenamiento, lo que formó la base para la formulación de propuestas que facilitarían la optimización de las operaciones y el uso eficiente de los recursos.

### **4.2 Investigación descriptiva**

Se llevó a cabo una investigación descriptiva con el fin de establecer las características del proceso actual de almacenamiento de materia prima. Durante esta etapa del proceso, cada paso fue escrupulosamente registrado, desde la recepción de la materia prima hasta su

destino final. Luego se crearon mapas de procesos y diagramas de flujo analíticos para ilustrar las secuencias operativas, descubriendo interdependencias entre acciones y resaltando posibles mejoras.

El análisis descriptivo también incluyó la evaluación de los recursos técnicos y humanos utilizados en el almacenamiento. Al hacerlo, permitió clasificar las actividades según el impacto que tenían en la eficiencia general del proceso. Se estipularon factores que influían en el tiempo de operación, incluyendo cuánto podía soportar el equipo y el entorno del área de almacenamiento. En un paso consecuente, se evaluó el estado actual aplicando una forma estructurada para proporcionar una base sólida e imparcial para delinear patrones de mejora.

### **4.3 Modalidad de la investigación**

#### **4.3.1. Bibliográfica documental**

Se realizó una revisión exhaustiva de documentos corporativos, como manuales de operación, informes de gestión y diagramas de procesos, para analizar la situación actual del almacenamiento de materias primas. Estos documentos permitieron conocer las políticas y procedimientos existentes y proporcionaron pautas técnicas para la gestión del yeso natural y sintético. Se revisaron las regulaciones y estándares relacionados con el proceso de almacenamiento, asegurando el cumplimiento de los estándares de calidad y seguridad alimentaria.

La justificación, por otro lado, formó la base del análisis documental. Se llevó a cabo una revisión de la literatura académica y de investigación técnica relacionada con la optimización de procesos logísticos y gestión de materiales en la industria del cemento. Esto permitió enmarcar los hallazgos internos con un trasfondo teórico más amplio que permite identificar mejores prácticas y estrategias que se puedan exportar a un contexto particular de la Planta Latacunga de Holcim Ecuador S.A.

Al proporcionar un análisis de sus operaciones basado en sus propios manuales, el análisis documental también destacó discrepancias entre las prácticas operativas y las pautas de operación indicadas en los manuales. Tales datos fueron críticos para identificar oportunidades de mejora, formular propuestas estandarizadas, y asegurar que las soluciones propuestas fueran factibles y alineadas con los objetivos organizacionales.

### **4.3.2. De Campo**

Investigación de campo a través de la observación directa de las actividades desarrolladas en las instalaciones de la Planta Latacunga de Holcim Ecuador S.A. Esto implicó documentar en detalle cada paso en el proceso de almacenamiento, desde la recepción de la materia prima hasta su colocación en el área de almacenamiento. Las condiciones del proceso se registraron mediante una lista de verificación, en la cual se identificaron desviaciones operativas y puntos críticos que afectaban negativamente la eficiencia.

Estas actividades incluyeron el seguimiento del flujo de material y la interacción entre humanos y equipos durante el almacenamiento. Esto facilitó la identificación de movimientos innecesarios, inactividad y posibles cuellos de botella que ralentizaban el proceso. El estado de los equipos y las condiciones de infraestructura se registraron y analizaron en el rendimiento del proceso.

Los datos de campo se analizaron comparativamente con los procedimientos documentados y las mejores prácticas destacadas en la revisión bibliográfica. Esto permitió la validación de los hallazgos, una visión más completa del proceso y la fundamentación de propuestas para la estandarización del almacenamiento de materia prima.

## **4.4. Recolección de información**

### **4.4.1. Observación directa**

La observación directa fue un método para recolectar detalles precisos y completos sobre las operaciones realizadas en el procedimiento de almacenamiento de materia prima. Todos los movimientos de personal y equipo en la Planta Latacunga de Holcim Ecuador S.A., incluidos la recepción del yeso y el almacenamiento final, fueron registrados durante visitas a las instalaciones respectivas.

Esto incluyó la observación del flujo de trabajo e identificación de movimientos redundantes, desarrollando el comportamiento operador-máquina. Se consultó una serie de listas de verificación estándar que cubrían cada etapa del proceso para asegurar la recopilación sistemática de datos. Los criterios incluían cuánto tiempo se dedicaba a cada actividad realizada, cuándo las personas pasaban de una actividad a otra, así como las condiciones de uso del equipo.

Esto permitió una captura sistemática de desviaciones y oportunidades de mejora en el flujo. Además, la observación directa permitió la identificación de cuellos de botella y puntos que requerían atención dentro de las operaciones, como tiempos inactivos y redundancias en la cadena logística.

Se puso particular énfasis en las actividades manuales que, en ausencia de estandarización, podrían llevar a inconsistencias operativas. Usando esta técnica, se analizó todo el ambiente de trabajo y operación y se evaluaron factores externos que podrían impactar potencialmente el rendimiento, incluidos el diseño de los almacenes y sus áreas vecinas.

#### **4.4.2. Medición de tiempo**

La medición temporal fue una de las herramientas centrales para especificar y cuantificar la efectividad del proceso de almacenamiento de materia prima. Se utilizó un cronómetro digital de alta precisión para el registro preciso de los tiempos finales para cada acción realizada.

La recolección de datos incluyó mediciones en diferentes turnos y días para generar variaciones en los tiempos basadas en factores como el volumen de carga de trabajo, condiciones climáticas y disponibilidad de recursos. Las mediciones se correlacionaron para buscar tendencias y anomalías.

El análisis se profundizó con las diferencias en los tiempos de operación entre los turnos diurnos y nocturnos, que proporcionan ideas sobre el equilibrio de carga laboral y la planificación operativa. El análisis detallado de los tiempos permitió calcular los indicadores clave de rendimiento: eficiencia promedio de cada fase del proceso, tiempo total desde la recepción hasta el almacenamiento final.

#### **4.4.3. Documentos internos**

La revisión de documentos internos es una fuente valiosa de información que complementa los datos recolectados en el campo para obtener una comprensión general del proceso de almacenamiento. Se revisaron manuales de procedimientos que incluían políticas y estándares establecidos alrededor de la gestión de materias primas, junto con informes operativos redactados por el personal en diferentes períodos de tiempo.

Estos documentos contenían información sobre la capacidad del almacén, volúmenes gestionados, así como el historial operativo. El análisis abarcó registros de inventario, incluida información sobre la entrada y salida de material, niveles de existencias y pérdidas reportadas debido a deterioro o exposición a condiciones ambientales desfavorables.

Esto permitió evaluar la efectividad del control de inventarios y la capacidad de respuesta del sistema a las demandas de producción. La comparación de estos registros con los resultados de observaciones y mediciones de tiempo subrayó diferencias e insuficiencias de la documentación y la funcionalidad de las operaciones de control y seguimiento.

La incorporación de este conocimiento documental también permitió la evaluación de los procedimientos existentes y la detección de brechas en la perspectiva organizada versus operacional. Los informes operativos, las visitas de campo y las mediciones recolectadas fueron incongruentes (falsos negativos y falsos positivos), indicando la necesidad de fortalecer el monitoreo de personas autorizadas.

A través de este análisis, los representantes nos preparamos para asegurar que dichas propuestas de mejora estuvieran en consonancia con el interno y reflejaran las aspiraciones de la empresa.

## **4.5. Procesamiento y análisis de datos**

### **4.5.1. Herramientas**

Los datos recopilados fueron analizados utilizando Microsoft Excel y software estadístico básico, que se usaron para categorizar y evaluar la información. Los datos recopilados fueron tabulados y procesados a través de Microsoft Excel, que creó hojas de cálculo en las que se podían calcular indicadores clave como promedios, tiempos máximos y mínimos, y tasas de eficiencia en actividades operativas.

Las funciones de Excel (incluyendo gráficos dinámicos y fórmulas avanzadas) permitieron una evaluación holística y gráfica de las tendencias observadas en torno al proceso de almacenamiento por tiempo y movimiento. Se delinearon las desviaciones y puntos críticos del proceso y se gestionó la comparación entre diferentes fases del proceso en Excel. Se implementaron gráficos de dispersión y de barras para ayudar en la interpretación de datos y resaltar áreas de oportunidad.

Estos fueron críticos para evaluar cómo las actividades influenciaban la eficiencia del sistema de almacenamiento en general y sirvieron como base para la toma de decisiones estratégicas de optimización. El enfoque en lo práctico y accesible resultó en resultados que los miembros del equipo podían entender y replicar fácilmente en sus propios aspectos del proyecto. La simplicidad y generalidad de Excel permitieron que los datos recopilados en el campo se combinaran con hallazgos documentales para producir reportes claros con fuerte evidencia cuantitativa que respalda propuestas de mejora.

#### **4.5.2. Visualización**

La importancia de la visualización de datos fue la necesidad de un paso exploratorio en el procesamiento de información, donde fue posible ilustrar gráficamente los resultados y también comunicar cómo se detectaron las deficiencias del proceso de almacenamiento.

Cada paso en el proceso, desde la recepción del yeso hasta su colocación en el almacén, fue representado secuencialmente con diagramas de flujo detallados. Estas representaciones gráficas permitieron la identificación de flujo roto y puntos de acumulación de demoras. Los cuadros también fueron analíticos, incluyendo datos cuantitativos sobre la duración y frecuencia de las actividades.

La naturaleza visual de estos diagramas enfatizaba tareas cruciales y aquellas que no añadían valor al proceso, permitiendo la priorización de ciertas áreas para la implementación de mejoras. Esto fue acompañado por retrasos significativos durante la fase de transporte interno, representados como lagunas en la continuidad del flujo. La integración de tales elementos visuales en los reportes y presentaciones fue la esencia de comunicar efectivamente los hallazgos al personal operativo y a los tomadores de decisiones.

#### **4.6 Método estadístico OIT**

El método estadístico se usa para saber con certeza el cierto número de observaciones que se requiere, este análisis tiene el objetivo de calcular cuantas muestras o datos que se necesita para realizar el estudio de tiempos de una actividad para obtener este dato ( $n'$ ), se hace uso de la siguiente fórmula. [8]

$$n = \left( \frac{40\sqrt{n'\Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}}{\Sigma x} \right)^2 \quad (4.1)$$

**Siendo:**

- $n$  = tamaño de la muestra que deseamos calcular (número de observaciones)
- $n'$  = número de observaciones del estudio preliminar
- $\Sigma$  = suma de los valores
- $x$  = Valor de las observaciones.
- 40 = Constante para un nivel de confianza de 94.45%

#### 4.7 Desviación estándar

Es una medida que presenta la centralización o dispersión para variables de razón e intervalo, misma que es de gran utilidad en la estadística descriptiva. Se define como la raíz cuadrada de la varianza y actúa como una medida cuadrática que informa de la medida de distancias que tienen los datos respecto de su media aritmética, expresándose en las mismas unidades que la variable. [8]

Siendo:

$$Ds = \sqrt{\frac{\Sigma(x - \bar{X})^2}{n - 1}} \quad (4.2)$$

**Ds** = Desviación estándar.

$\Sigma$  = Suma de un conjunto de datos.

$\bar{X}$  = Media aritmética de un conjunto de datos.

**Xi** = Valor de un conjunto de datos.

**N** = Numero de datos.

#### 4.8 Cálculo tiempo normal

Se define como el tiempo mínimo irreducible que se calcula a partir de los tiempos del conjunto de actividades necesarias para completar un proceso. Cada tarea está compuesta de varios movimientos elementales. El tiempo normal que es el que se tarda en efectuar un elemento de trabajo al ritmo tipo, como se muestra en la ecuación. [12]

$$T_n = T_p * FC \quad (4.3)$$

Donde:

- $T_n$ = Tiempo Normal
- $T_p$ = Tiempo Observado Promedio
- $FC$ = Factor de Calificación

#### 4.9 Cálculo tiempo estándar

Se encuentra mediante la suma del tiempo normal más ciertas necesidades personales (descansos para ir al baño o tomar café), demoras inevitables (descomposturas del equipo o falta de materiales) y fatiga del trabajador (física o mental). [22]

$$T_s = T_n (1 + \text{suplementos}) \quad (4.4)$$

Donde:

- $T_s$ = Tiempo Estándar
- $T_n$ = Tiempo Normal

#### 4.10 Materiales

En la siguiente Tabla 4.1 se presentan la lista de materiales utilizados para el desarrollo del proyecto de investigación.

Tabla 4.1. Materiales usados en el proyecto.

	<p>Materiales usados en el proyecto</p>	
Material	Imagen	Descripción
<p>Ficha de tiempos</p>		<p>Matriz empleada para el registro de los tiempos en cada una de las actividades del proceso de almacenamiento de yeso.</p>
<p>Teléfono celular -cámara</p>		<p>Dispositivo utilizado para la toma de evidencias y videos de las actividades ejecutadas durante el proceso de almacenamiento yeso.</p>
<p>Laptop</p>		<p>Equipo empleado para la recopilación de información y almacenamiento para el desarrollo y presentación del proyecto.</p>
<p>Cronometro digital</p>		<p>Dispositivo digital utilizado para la toma de tiempos en cada una de las actividades.</p>
<p>Bizagi Modeler</p>		<p>Software empleado para la creación de diagramas de flujo del proceso de almacenamiento yeso.</p>
<p>Microsoft Word</p>		<p>Software utilizado para el procesamiento de información y presentación del proyecto.</p>
<p>Microsoft Excel</p>		<p>Software empleado para el procesamiento de datos cuantitativos, desarrollo de tablas y gestión de resultados.</p>

#### 4.11 Interpretación método estadístico

Para realizar los siguientes cálculos se hará uso del método estadístico, para así saber con exactitud el número de muestras se necesita para realizar el análisis a cada una de las actividades, este método se basa en la campana de Gauss, ya que asume que los datos se distribuyen de manera asimétrica por la media, por lo que se da entender que los datos más confiables y representativos son lo que se encuentran en la parte baja de la curva o cerca de la media, por lo contrario los datos que se encuentran a sus extremos presentan cierta desviación . Como se muestra en la Figura 4.1.

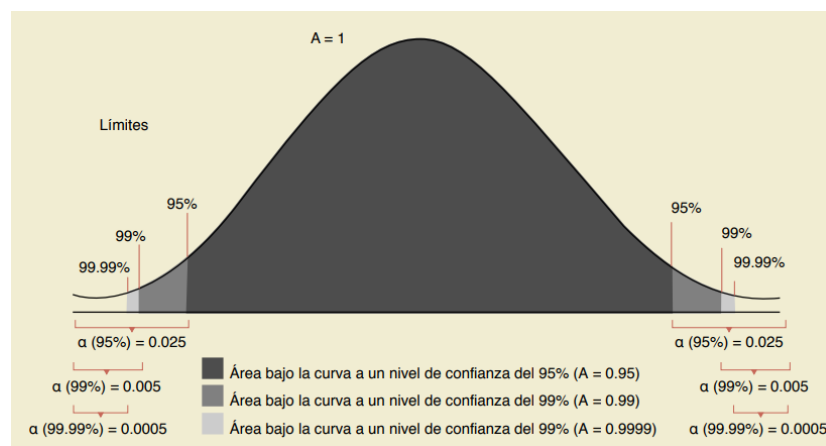


Figura 4.1. Campana de Gauss. [23]

#### 4.12 Análisis diagrama Ishikawa

Con el análisis del diagrama de Ishikawa se identifica las posibles causas del problema, aplicando la metodología de las 5 M's (Materiales, Métodos, Mano de obra, Maquinaria y Medio ambiente). La ineficiencia en la recepción del yeso dentro de la empresa se debe a múltiples factores que están conectados. Para entender y estudiar el asunto de manera más clara, se aplicó el Diagrama de Causa-Efecto (Ishikawa), herramienta que facilita la organización y la visualización de los elementos que afectan en esta problemática.

La aplicación de esta herramienta nos ayuda a reconocer y categorizar las causas raíz del problema, haciendo más sencillo el desarrollo de tácticas para mejorar la recepción de la materia prima yeso. A partir de estos datos, el estudio se centra en el método de trabajo para mejorar la recepción de yeso estandarizando tiempos para el aumento de la eficiencia y la capacidad de producción. Como se muestra en la Figura 4.2.

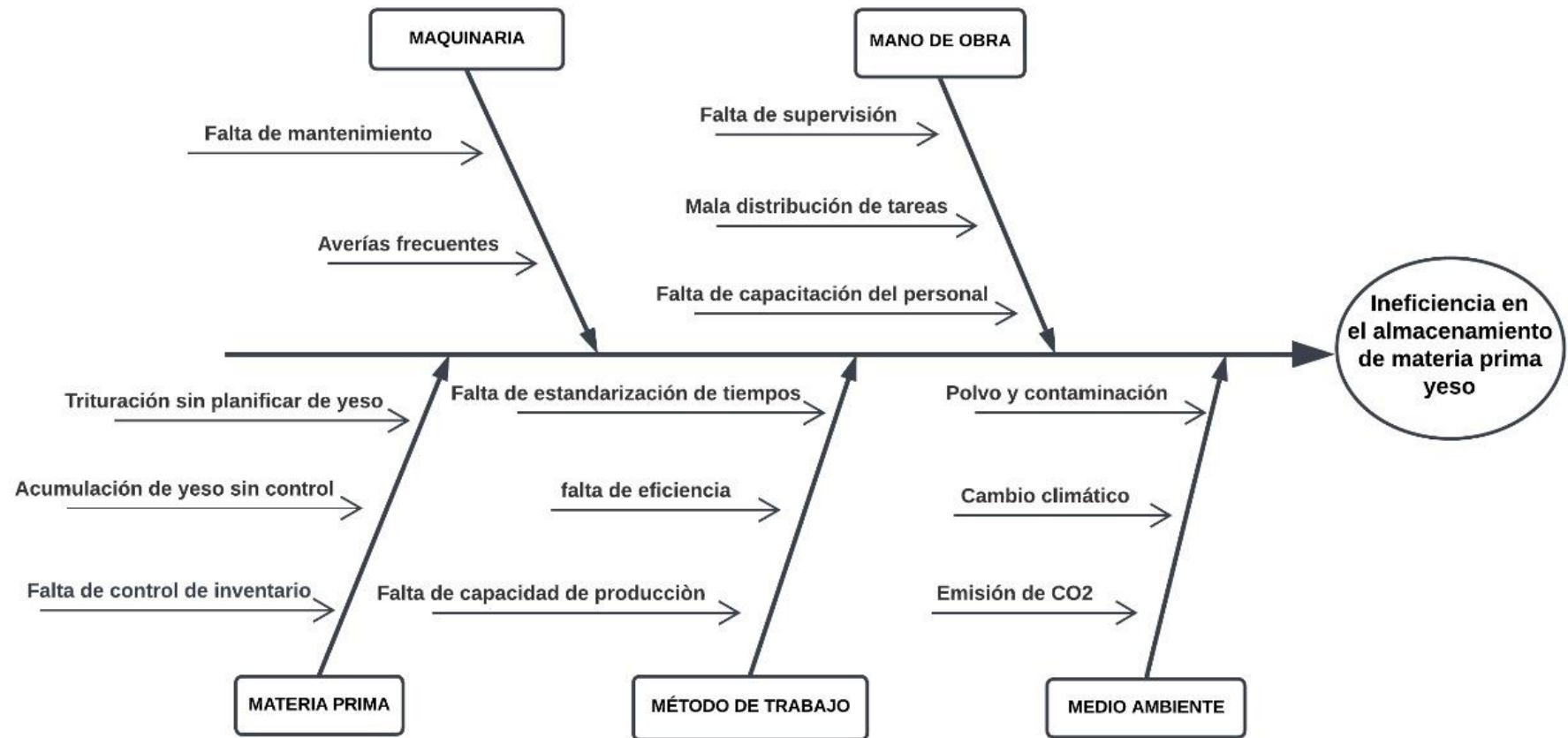


Figura 4.2. Diagrama Ishikawa.

## **5. ANÁLISIS DE RESULTADOS**

La siguiente investigación tiene como objetivo realizar un análisis actual de la planta en el proceso de almacenamiento de materia prima, por medio de este estudio se busca identificar posibles cuellos de botella que afectan de manera directa a la eficiencia operativa en el área de estudio, con la aspiración de proponer mejoras para el incremento de la productividad, para ello se realizará un levantamiento detallado del proceso vigente, incluyendo la historia, misión, visión etc. De esta manera para el desarrollo se centrará con el primer objetivo establecido a continuación.

### **OBJETIVO ESPECÍFICO N.º 1**

Diagnosticar un estudio del proceso actual del proceso de almacenamiento para la identificación de la problemática dentro de la planta.

#### **5.1 Historia de la empresa**

##### **Holcim Ecuador S.A. Planta Latacunga**

Holcim Ecuador S.A. Planta Latacunga es filial del grupo empresarial internacional Lafarge Holcim, 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 [24].

## 5.2 Organigrama estructural

En la siguiente Figura 5.1 se muestra la estructura organizacional de la empresa Holcim Ecuador S.A. Planta Latacunga.

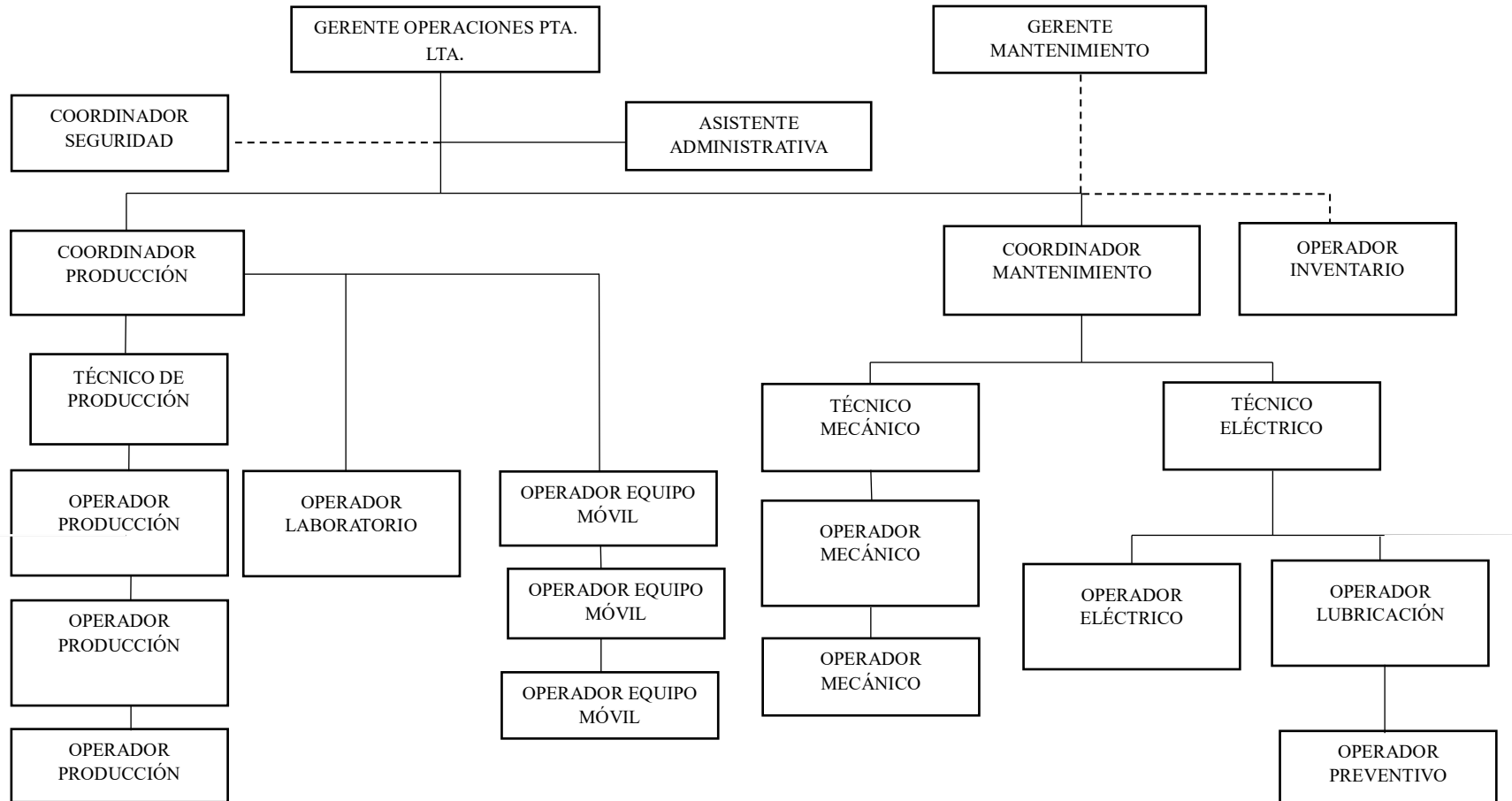


Figura 5.1. Organigrama de Holcim Ecuador S.A. [1]

### 5.3 Mapa de procesos

A continuación, se presenta en la Figura 5.2 el mapa de procesos de la empresa Holcim Ecuador S.A.

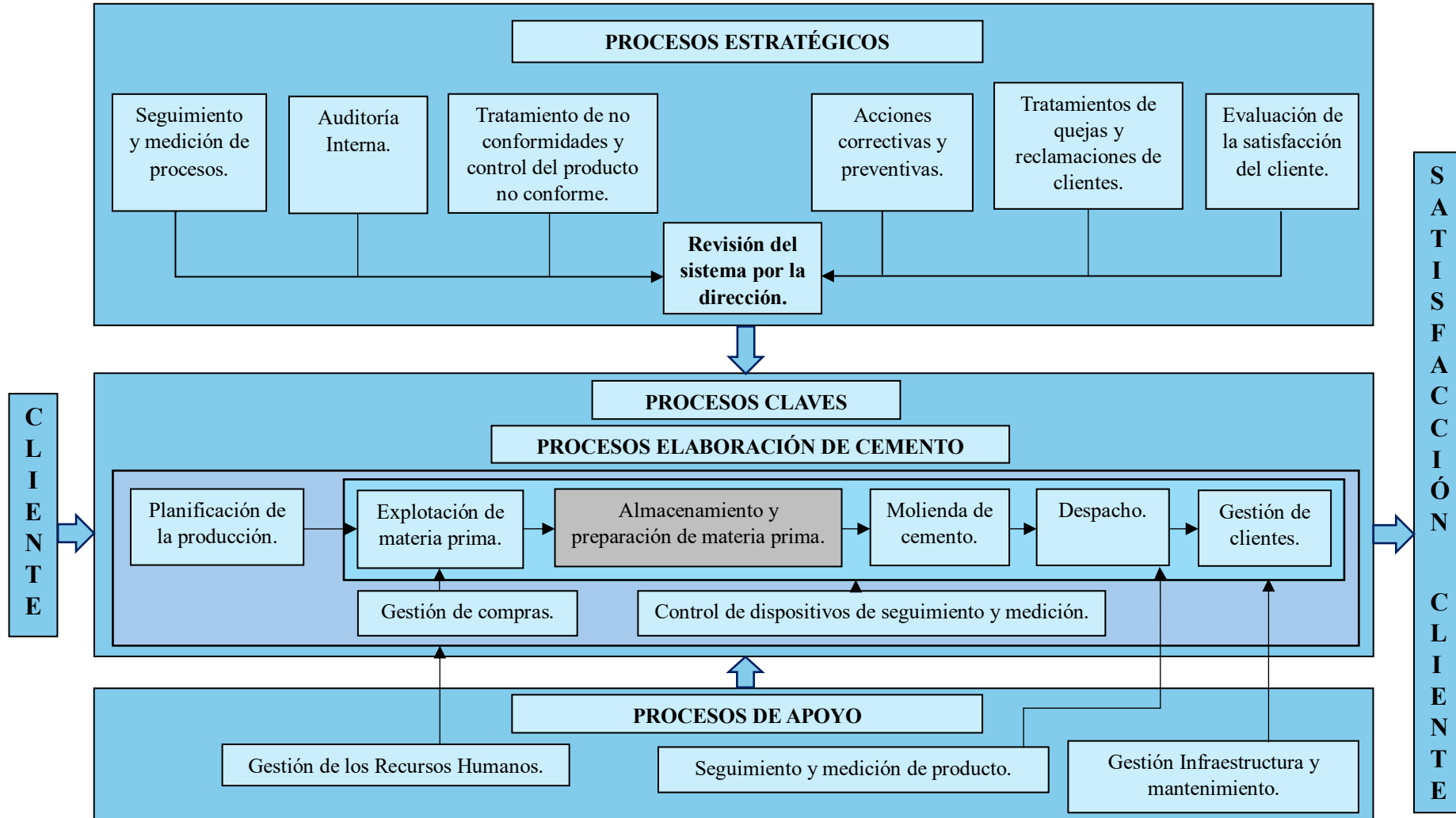


Figura 5.2. Mapa de procesos Holcim Ecuador S.A.

#### 5.4 Diagrama de flujo de elaboración de cemento

En la siguiente Figura 5.3 se presenta el diagrama de flujo de elaboración de cemento.

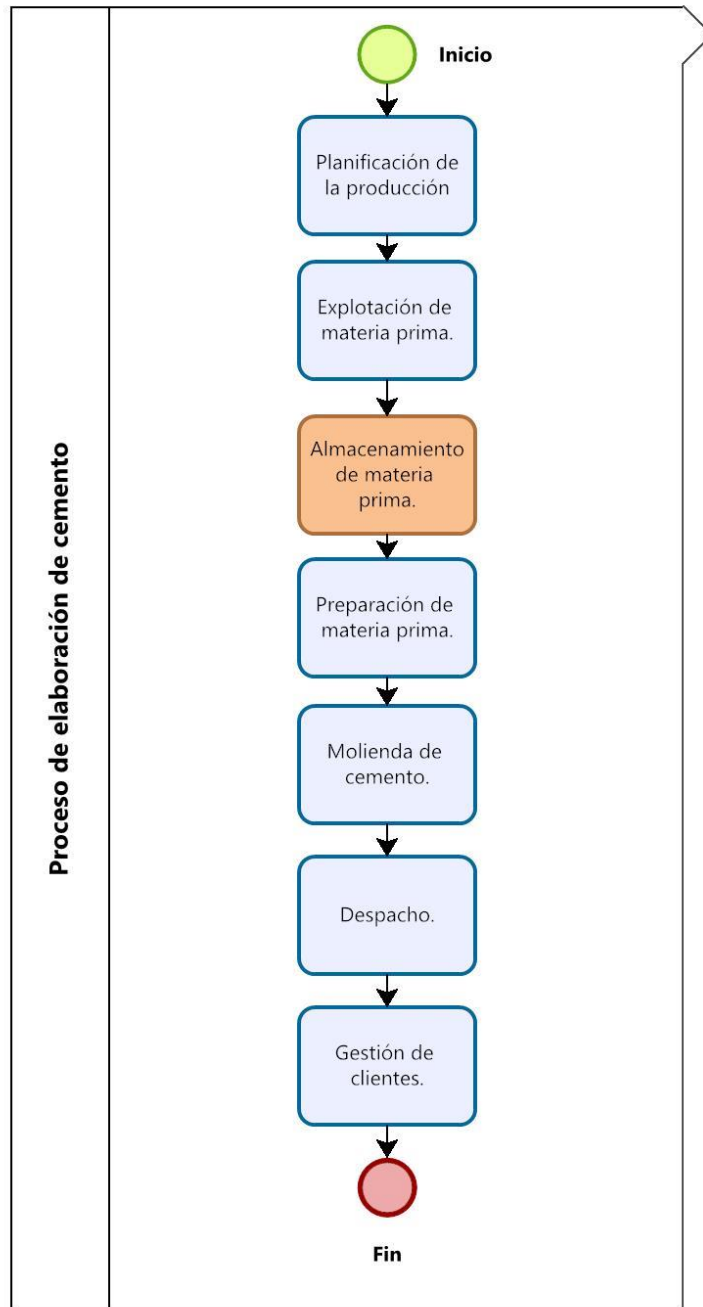


Figura 5.3. Diagrama de flujo para elaborar cemento.

## 5.5 Layout actual Holcim Ecuador S. A. Planta Latacunga

En la siguiente Figura 5.4 se presenta el layout, que incluye zonas específicas claramente de la planta.



Figura 5.4. Layout de Holcim Ecuador S.A. [1]

## 5.6 Diagrama de recorrido Holcim Ecuador S. A. Planta Latacunga

A continuación, se presenta en la Figura 5.5 el diagrama de recorrido actual de la empresa.

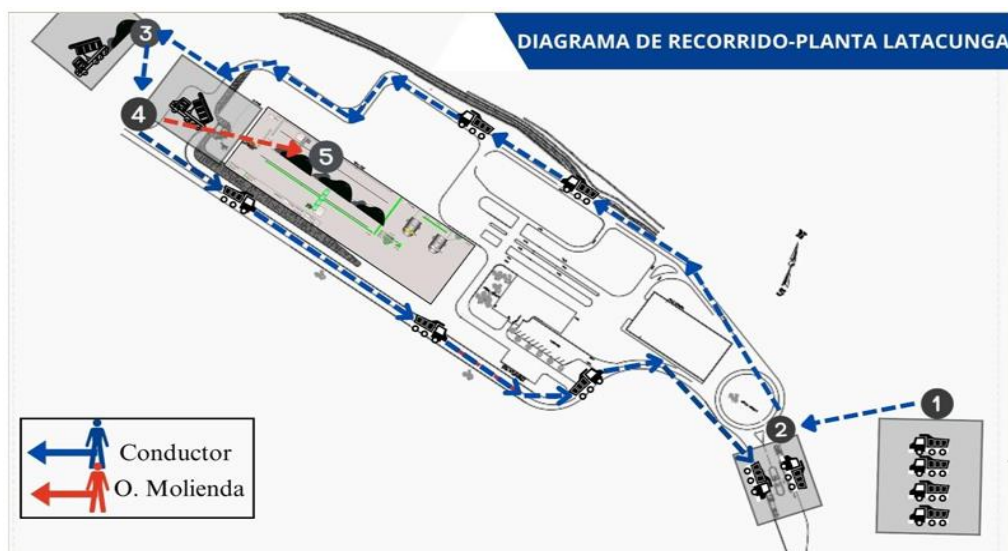


Figura 5.5. Diagrama de recorrido Holcim Ecuador S.A. [1]

## 5.7 Enfoque al problema de estudio

Por el diagnóstico realizado de todo el proceso de elaboración de cemento dentro de la planta se pudo evidenciar algunos problemas, sin embargo, con la entrevista realizada al gerente y nuestro tutor encargado, se ha enfocado al área de almacenamiento donde se va a realizar la propuesta de estandarización, teniendo en cuenta que se almacena dos materias primas como el yeso y clinker. De tal manera nuestro enfoque se dirigirá a la materia prima que es el yeso, para así obtener el mejoramiento en el área de almacenamiento.

Posterior a la visita en las instalaciones de Holcim Ecuador S.A. Planta Latacunga, se ha logrado identificar los lugares destinados para la recepción de las materias primas. De acuerdo al layout y diagrama de recorrido proporcionado por la planta que se puede visualizar en la Figura 5.4 y 5.5, se distingue de manera clara y sencilla de cómo se lleva a cabo las actividades para el transporte, recepción y almacenamiento del producto, siendo la encargada de este proceso el departamento logístico.

## 5.8 Almacenamiento dentro de la sala

La sala de almacenamiento es una nave completamente cubierta con techo diseñado para resistir las condiciones climáticas, la función de la sala es almacenar la materia prima que ingresa, como el clinker y el yeso, la nave cuenta con tres compartimentos iniciando de izquierda a derecha, cada uno con su respectiva capacidad en toneladas. La distribución y capacidad se muestra en la siguiente Figura 5.6.

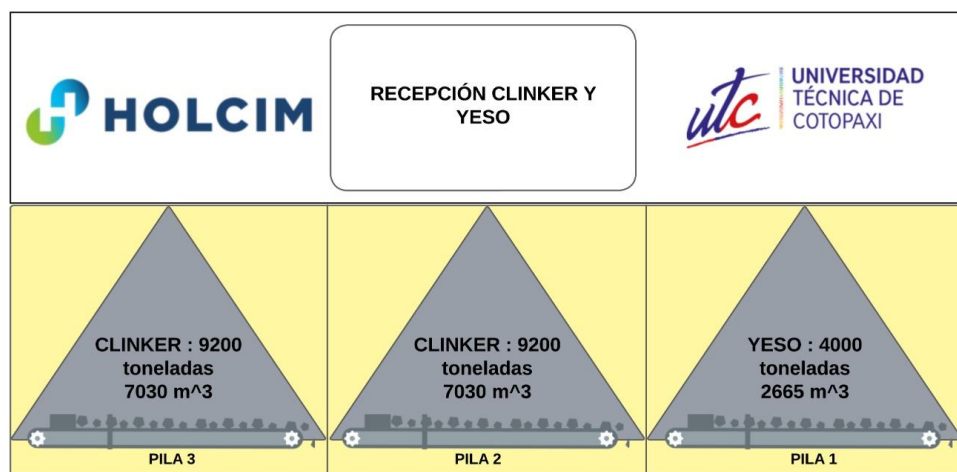


Figura 5.6. Almacenamiento de la sala. [1]

## 5.9 Yeso Natural y Sintético

Dentro de la elaboración del cemento la empresa, hace uso del yeso como una de sus principales materias primas que suele ser extraída de canteras. La empresa al ser uno de los líderes en la industria de la construcción y estar comprometida con la sostenibilidad del medio ambiente, toma la decisión de reducir porcentualmente el uso de este material, priorizando tanto factores económicos como la protección del entorno natural.



### 5.9.1 Yeso Natural

El yeso es una roca de compuesto químico, formada por el mineral que lleva su mismo nombre,  $(\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O})$ . Su formación inicia por la precipitación de iones que están disueltas en aguas saladas o salmueras. Este proceso ocurre por la precipitación de sales evaporativas en cuencas limitadas, por debajo de climas áridas en las que la pérdida de agua supera es superior al ingreso. [21]

### 5.9.2 Yeso Sintético

Posterior a estudios que evaluaron costos y consideraciones ambientales, se determinó que el yeso sintético es una alternativa factible para el uso y elaboración del cemento, ya que presenta las mismas características que el yeso natural. Esta materia prima se obtiene como residuo de empresas que se dedican a la producción de cerámica y de baterías. Es por ello que Holcim Ecuador S.A. Planta Latacunga, ha establecido contratos a proveedores de este producto, como se describe en la siguiente Tabla 5.1.







Tabla 5.1. Proveedores y compañías de transporte. [1]

	<b>Tabla de proveedores y compañías de transporte</b>		 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b>
<b>Materia Prima</b>	<b>Proveedor</b>	<b>Ubicación</b>	<b>Compañías de transporte</b>
yeso natural	Holcim Ecuador S.A.	Guayaquil	Mamut Andino C.A.
			Puzzo Trans.
yeso sintético	Baterías Ecuador	Sangolquí	Holcim Ecuador S.A.
	FV. Area Andina S.A.		
	Edesa S.A.	Quito	

## 5.10 Equipos área de almacenamiento

En la siguiente Tabla 5.2 se presenta los equipos que usa actualmente la planta para procesar la materia prima yeso.

Tabla 5.2. Equipos de uso área de almacenamiento. [1]

	Equipos área de almacenamiento			
Nombre	Imagen	Nº de serie	Estado	
Cargadora frontal		SR-211-4F1	s/n	
Máquina trituradora		SR-211-TX1	s/n	
Separador de metales		SR-511-SM2	s/n	
Stacker		SR-511-CY1	s/n	

### 5.11 Diagrama de flujo de procesos área de almacenamiento

En la siguiente Figura 5.7 se muestra el flujo de las operaciones por el cual pasa la materia prima yeso hasta su almacenamiento final en sala.

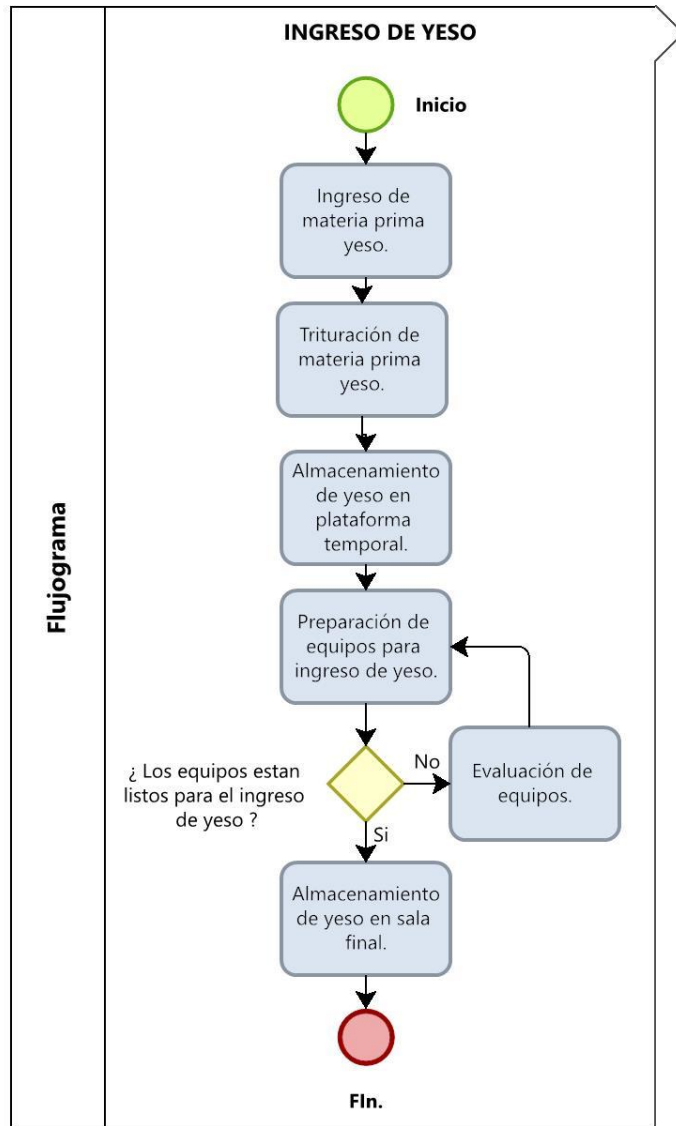


Figura 5.7. Diagrama de flujo de procesos área de almacenamiento.

### 5.12 Descripción de las diferentes actividades para el almacenamiento de yeso

En la siguiente Tabla 5.3 se presenta la descripción de las diferentes actividades realizadas, en el almacenamiento de yeso.

Tabla 5.3. Descripción de las diferentes actividades para el almacenamiento de yeso.

<b>Subproceso: Ingreso de Materia Prima</b>		
<b>N°</b>	<b>Actividades</b>	<b>Responsables</b>
1	Notificación de la llegada de volquete con yeso a Pta.Lta	Guardia de turno
2	Toma de turno	Conductor de volquete
3	Pesaje y registro de volquete con yeso en la balanza	
4	Recorrido de volquete con yeso a la cantera	
5	Descarga de yeso en plataforma temporal cantera	
<b>Subproceso: Trituración de yeso</b>		
<b>N°</b>	<b>Actividades</b>	<b>Responsables</b>
1	Limpieza de equipos	Operador
2	Calibración de la máquina trituradora y la compuerta	
3	Notificación a control central para el cambio de compuerta y encendido de equipos	Técnico de control central
4	Carga de yeso a triturar con la cargadora frontal	Operador de equipo pesado
5	Recorrido de la cargadora frontal hacia máquina trituradora	
7	Descarga de yeso en tolva de máquina trituradora	
8	Recorrido de vuelta de la cargadora frontal a cargar yeso	
<b>Subproceso: Almacenamiento de yeso en plataforma temporal.</b>		
<b>N°</b>	<b>Actividades</b>	<b>Responsables</b>
1	Carga de yeso en volqueta / Piso	Operador
2	Recorrido de volquete cantera - plataforma temporal de almacenamiento	
3	Posicionamiento de volquete para descargar yeso.	
4	Descarga de yeso en plataforma	
5	Recorrido de volquete vacía a cantera	
<b>Subproceso: Preparación de equipos</b>		
<b>N°</b>	<b>Actividades</b>	<b>Responsables</b>
1	Notificación al operador de molienda de ingreso de yeso hacia recepción	Técnico de control central
2	Limpieza de la línea	Operador
3	Ubicación de apilador en la pila 1 para el almacenamiento de yeso	Técnico de control central
4	Arranque de equipos de recepción de yeso	
<b>Subproceso: Almacenamiento de yeso en sala final fam</b>		
<b>N°</b>	<b>Actividades</b>	<b>Responsables</b>
1	Carga de yeso triturado con la cargadora frontal	Operador de equipo pesado
2	Recorrido de la cargadora frontal hacia la tolva	
3	Descarga de yeso en la tolva	
4	Salida de la cargadora frontal de la zona de descarga	

### 5.13 Cursograma analítico de almacenamiento de yeso.

En la siguiente Tabla 5.4 se presenta el cursograma analítico de las diferentes actividades realizadas, en el almacenamiento de yeso.

Tabla 5.4. Cursograma analítico de almacenamiento de yeso.

CURSOGRAMA ANALITICO				ELABORACIÓN DE CEMENTO				
Identificación de actividades	C	D (m)	T (min)	SIMBOLO				
Descripción								
<b>Subproceso: Ingreso de Materia Prima</b>								
Notificación de la llegada de volquete con yeso a Pta.Lta.		-	0,083				•	
Toma de turno.		-	0,083			•		
Pesaje y registro de volquete con yeso en la balanza.		-	0,200	•				
Recorrido de volquete con yeso a la cantera.		2000	13,590		•			
Descarga de yeso en plataforma temporal cantera.		-	0,883	•				
<b>Subproceso: Trituración de yeso</b>								
Limpieza de equipos.		-	20,793	•				
Calibración de la máquina trituradora y la compuerta.		-	1,150	•				
Notificación a control central para el cambio de compuerta y encendido de equipos.		-	2,825				•	
Carga de yeso a triturar con la cargadora frontal.		-	0,058	•				
Recorrido de la cargadora frontal hacia máquina trituradora.		30	0,750		•			
Descarga de yeso en tolva de máquina trituradora.		-	0,100	•				
Recorrido de vuelta de la cargadora frontal a cargar yeso.		30	0,416		•			
<b>Subproceso: Almacenamiento de yeso en plataforma temporal</b>								
Carga de yeso en volqueta / piso.		-	2,150	•				
Recorrido de volquete a cantera - plataforma temporal de almacenamiento.		2000	9,739		•			
Posicionamiento de volquete para descargar yeso.		-	0,816	•				
Descarga de yeso en plataforma.		-	0,800	•				
Recorrido de volquete vacía a cantera.		2000	7,958		•			
<b>Subproceso: Preparación de equipos</b>								
Notificación al operador de molienda de ingreso de yeso hacia recepción.		-	2,100				•	

Limpieza de la línea.		-	10,124	•				
Ubicación de apilador en la pila 1 para el almacenamiento de yeso.		-	26,215	•				
Arranque de equipos de recepción de yeso.		-	1,300	•				
<b>Subproceso: Almacenamiento de yeso en sala final fam</b>								
Carga de yeso triturado con la cargadora frontal.		-	0,083	•				
Recorrido de la cargadora frontal hacia la tolva.		60	0,716		•			
Descarga de yeso en la tolva.		-	3,990	•				
Salida de la cargadora frontal de la zona de descarga.		60	5,583		•			

## 5.14 Muestras tomadas para el estudio

### 5.14.1 Ingreso de materia prima

En la siguiente Tabla 5.5 se presenta las muestras tomadas para el subproceso ingreso de materia prima.

Tabla 5.5. Tiempos ingreso de materia prima.

MUESTRAS											
Estudio N°:	1	Observado por	Diego Jami - Daniel Vaca		Método						
Subproceso:	Ingreso de Materia Prima		Actual								
N°	Descripción	Ciclos tomados en minutos									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Notificación de la llegada de volquete con yeso a Pta.Lta.	0,083	0,100	0,083	0,066	0,083	0,066	0,083	0,083	0,066	0,100
2	Toma de turno.	0,083	0,083	0,100	0,116	0,083	0,066	0,083	0,083	0,133	0,083
3	Pesaje y registro de volquete con yeso en la balanza.	0,200	0,216	0,183	0,200	0,166	0,183	0,216	0,183	0,200	0,200
4	Recorrido de volquete con yeso a la cantera.	13,590	14,632	13,325	13,054	13,693	13,840	13,650	13,582	13,461	12,946
5	Descarga de yeso en plataforma temporal cantera.	0,883	0,916	0,833	0,883	0,916	0,916	0,750	0,833	0,866	0,800

En la siguiente Figura 5.8 se presenta las actividades del ingreso de materia prima en bizagi.

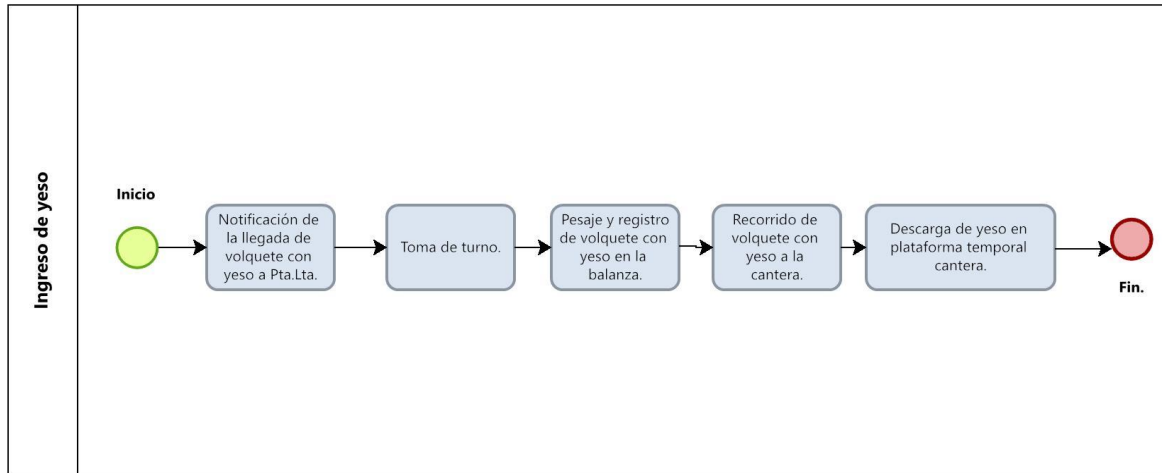


Figura 5.8. Diagrama del ingreso de materia prima en bizagi.

### 5.14.2 Trituración de yeso

En la siguiente Tabla 5.6 se presenta las muestras tomadas para el subproceso trituración de yeso.

Tabla 5.6. Tiempos trituración de yeso.

MUESTRAS											
Estudio N:	1	Observado por	Diego Jami - Daniel Vaca		Método						
Subproceso:	Trituración de yeso		Actual								
Nº	Descripción	Ciclos tomados en minutos									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Limpieza de equipos.	20,793	19,999	19,760	18,878	19,569	19,560	18,852	19,794	20,481	20,475
2	Calibración de la máquina trituradora y la compuerta.	1,150	1,370	1,150	1,440	1,200	1,450	1,250	1,030	1,100	1,350
3	Notificación a control central para el cambio de compuerta y encendido de equipos.	2,825	3,040	3,409	2,989	2,369	2,566	3,018	2,542	3,114	3,323
4	Carga de yeso a triturar con la cargadora frontal.	0,058	0,054	0,072	0,050	0,055	0,062	0,068	0,062	0,054	0,058
5	Recorrido de la cargadora frontal hacia máquina trituradora.	0,750	0,616	0,600	0,583	0,666	0,716	0,750	0,733	0,583	0,616
6	Descarga de yeso en tolva de máquina trituradora.	0,100	0,100	0,083	0,116	0,066	0,100	0,116	0,116	0,100	0,100
7	Recorrido de vuelta de la cargadora frontal a cargar yeso.	0,416	0,433	0,366	0,383	0,416	0,416	0,333	0,366	0,400	0,416

En la siguiente Figura 5.9 se presenta las actividades de trituración de yeso en bizagi.

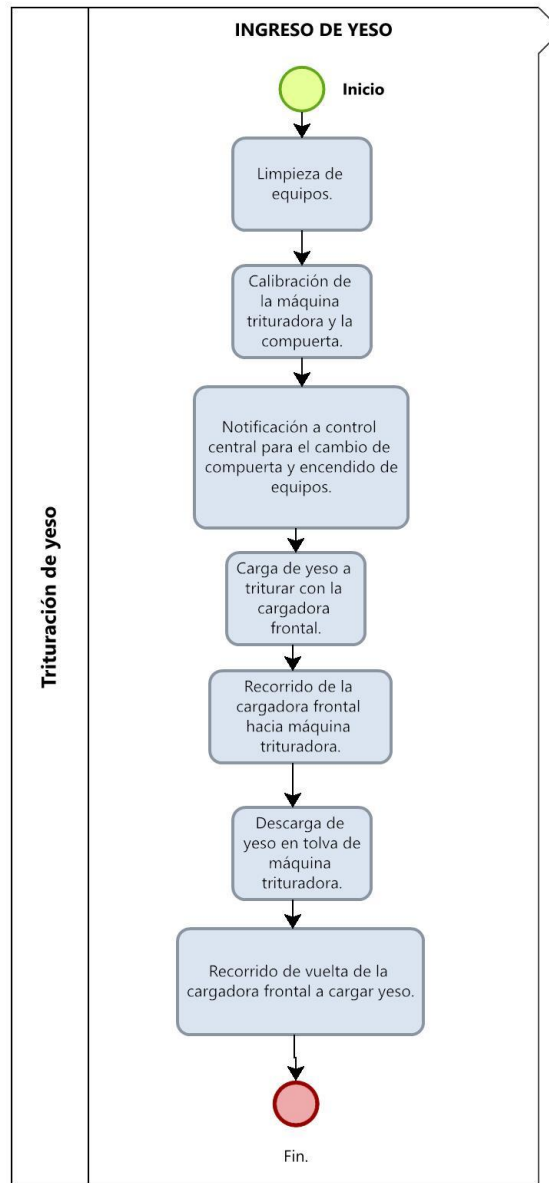


Figura 5.9. Diagrama de trituración de yeso en bizagi.

### 5.14.3 Almacenamiento de yeso en plataforma temporal

En la siguiente Tabla 5.7 se presenta las muestras tomadas para el subproceso almacenamiento de yeso en plataforma temporal.

Tabla 5.7. Tiempos almacenamiento de yeso en plataforma temporal.

MUESTRAS											
Estudio N:	1		Observado por	Diego Jami - Daniel Vaca		Método					
Subproceso:	Almacenamiento de yeso en plataforma temporal			Actual							
N°	Descripción	Ciclos tomados en minutos									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Carga de yeso en volquete / piso.	2,150	2,175	2,143	2,180	2,185	2,142	2,155	2,171	2,165	2,183
2	Recorrido de volquete cantera - plataforma temporal de almacenamiento.	9,739	10,170	10,457	9,821	10,684	11,065	9,371	10,178	10,015	9,213
3	Posicionamiento de volquete para descargar yeso.	0,816	0,833	0,800	0,666	0,916	0,966	0,700	0,883	0,866	0,750
4	Descarga de yeso en plataforma.	0,800	0,916	0,700	0,750	0,716	0,833	0,783	0,866	0,716	0,833
5	Recorrido de volquete vacía a cantera.	7,958	8,032	6,246	7,050	7,441	6,942	7,540	6,675	7,141	7,313

En la siguiente Figura 5.10 se presenta las actividades de almacenamiento de yeso en plataforma temporal en bizagi.

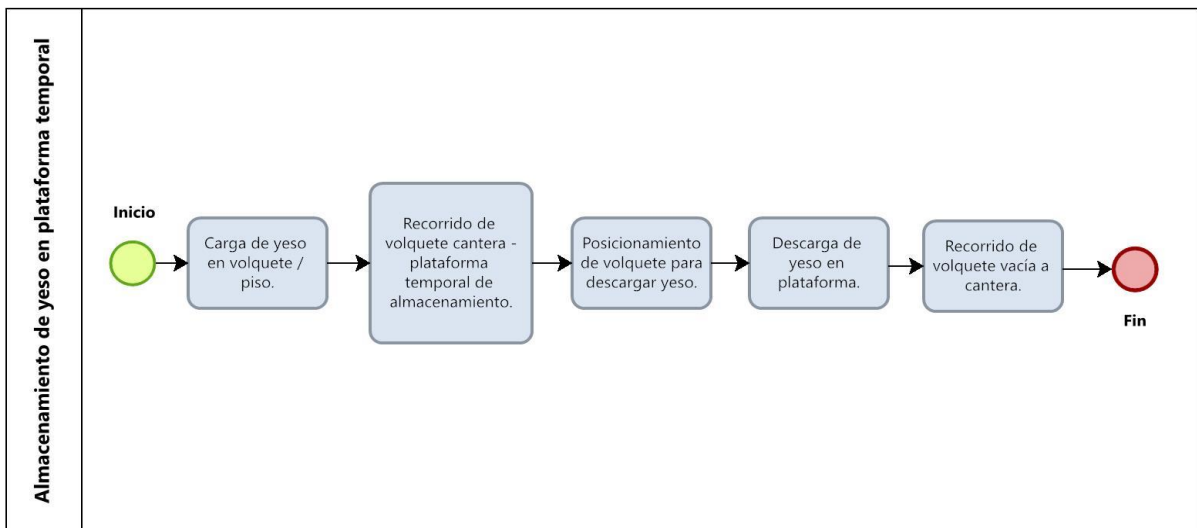


Figura 5.10. Diagrama de almacenamiento de yeso en plataforma temporal en bizagi.

### 5.14.4 Preparación de equipos

En la siguiente Tabla 5.8 se presenta las muestras tomadas para el subproceso preparación de equipos.

Tabla 5.8. Tiempos preparación de equipos.

MUESTRAS												
Estudio N°:		1	Observado por		Diego Jami - Daniel Vaca		Método					
Subproceso:		Preparación de equipos	Ciclos tomados en minutos					Actual				
N°	Descripción	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Notificación al operador de molienda de ingreso de yeso hacia recepción.	2,100	2,150	2,200	2,050	2,250	2,300	2,280	2,350	2,380	2,400	
2	Limpieza de la línea.	10,124	9,868	10,601	9,997	10,290	9,978	10,121	9,989	9,686	10,086	
3	Ubicación de apilador en la pila 1 para el almacenamiento de yeso.	26,215	25,700	24,557	25,417	25,311	24,332	25,192	25,611	26,507	24,689	
4	Arranque de equipos de recepción de yeso.	1,300	1,100	1,250	1,400	1,450	1,200	1,350	1,450	1,280	1,370	

En la siguiente Figura 5.11 se presenta las actividades de preparación de equipos en bizagi.

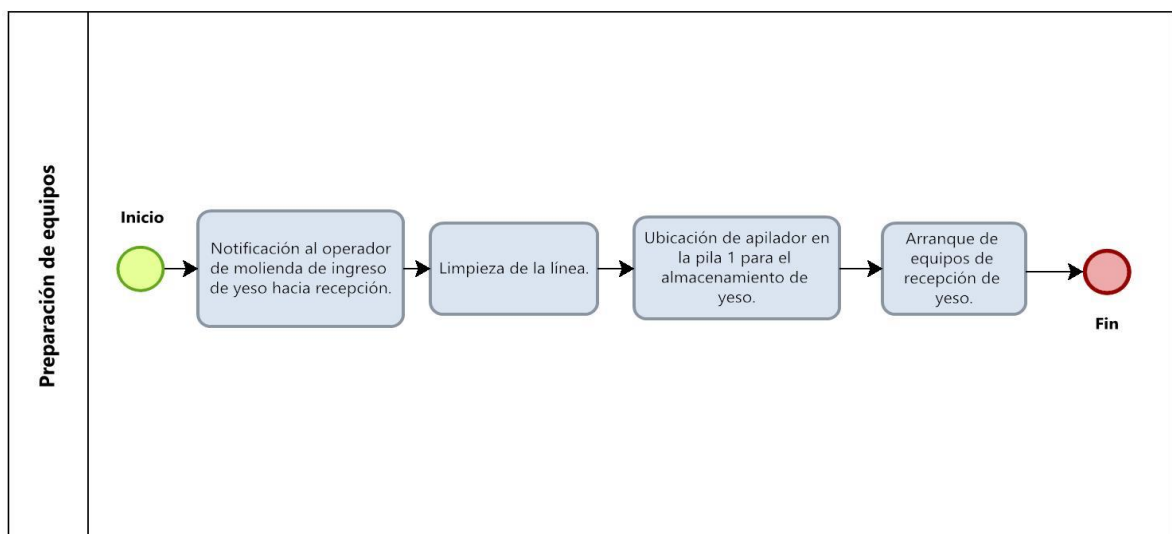


Figura 5.11. Diagrama de preparación de equipos en bizagi.

### 5.14.5 Almacenamiento de yeso en la sala final fam

En la siguiente Tabla 5.9 se presenta las muestras tomadas para el almacenamiento de yeso en la sala final fam.

Tabla 5.9. Tiempos almacenamiento de yeso en la sala final fam.

MUESTRAS											
Estudio N:	1	Observado por	Diego Jami - Daniel Vaca	Método							
Subproceso:	Almacenamiento de yeso en sala final fam.			Actual							
N°	Descripción	Ciclos tomados en minutos									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Carga de yeso triturado con cargadora frontal.	0,083	0,100	0,083	0,066	0,083	0,066	0,083	0,083	0,066	0,100
2	Recorrido de cargadora frontal hacia la tolva.	0,716	0,683	0,783	0,733	0,766	0,716	0,733	0,766	0,716	0,750
3	Descarga de yeso en la tolva.	3,990	4,100	3,800	4,000	4,050	3,980	4,050	3,980	3,990	4,100
4	Salida de cargadora de la zona de descarga.	0,583	0,750	0,516	0,500	0,550	0,500	0,583	0,500	0,566	0,550

En la siguiente Figura 5.12 se presenta las actividades de almacenamiento de yeso en la sala final fam en bizagi.

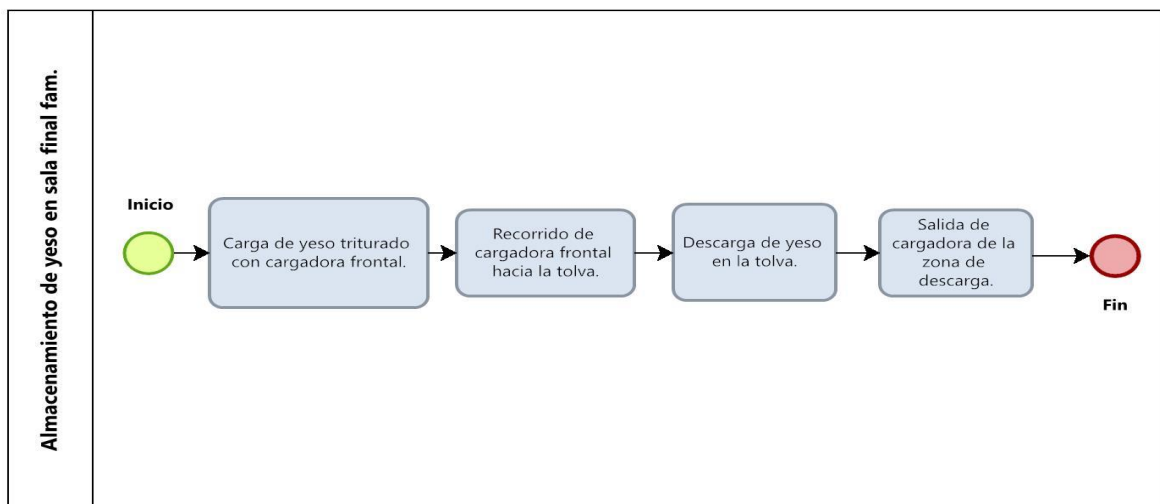


Figura 5.12. Diagrama de almacenamiento de yeso en la sala final fam en bizagi.

## **OBJETIVO ESPECÍFICO N. °2**

Desarrollar un análisis de actividades y tiempos de operación del proceso de almacenaje para la determinación del tiempo estándar y cuellos de botella para cada operación.

### **5.15 Fase a medir**

Esta fase tiene como objetivo medir de cerca los tiempos empleados en todos los subprocesos de almacenamiento desde la recepción del material hasta la disposición final y así atender las oportunidades de mejora. Además de solo medir cuánto tiempo toman las actividades, este análisis tiene como objetivo identificar cuellos de botella y movimientos innecesarios que impactan la productividad general del sistema.

La metodología utilizada incluye el uso de cronómetros digitales para técnicas de medición directa y la observación estructurada de flujos operativos para proporcionar datos confiables y representativos de las condiciones operativas reales.

Este estudio no solo proporcionará una línea base donde cada subproceso sea encuestado y analizado, sino que también mantendrá una visión general de la cadena de actividades interrelacionadas que llevarán a estrategias de mejora acorde a retrasos, tiempos de espera excedentes, recursos, procesos de almacenamiento y aumentar la productividad en el área de almacenamiento. Esto debería permitirnos pasar del conocimiento general sobre estandarización que obtenemos aquí a la creación de una propuesta sólida y sostenible de estandarización que está alineada con los objetivos estratégicos de la organización.

#### **5.15.1 Cursograma analítico del Subproceso: Ingreso de Materia Prima.**

El diagrama de flujo analítico actual muestra las acciones realizadas en el subproceso de entrada de materia prima para esa planta. Esto también permite una visualización estructurada de cada etapa en el flujo de operaciones, identificando los tiempos de ejecución y los tipos de actividades realizadas.

La utilización de símbolos estandarizados facilita la interpretación de operaciones, transporte, inspección, demoras y almacenamiento. Asegura una mejor optimización de los recursos y mejora en la eficiencia del proceso.

La Tabla 5.10 presenta un desglose de actividades desde la notificación de llegada del camión hasta la descarga de yeso en cantera. Las actividades se representan con tiempo (en minutos), tipo (taxonomía/bitácoras) e iconografía.

Las operaciones realizadas, el tiempo total empleado y las observaciones pertinentes, que permiten ver claramente el desempeño operativo y sus posibles mejoras, se sintetizan luego. Este análisis constituye una base para la propuesta de estandarización y mejora del proceso logístico.

Tabla 5.10. Cursograma Analítico del Subproceso: Ingreso de Materia Prima.











CURSOGRAMA ANALITICO				Subproceso: Ingreso de Materia Prima				
Identificación de actividades	C	D (m)	T (min)	SIMBOLO				
Descripción								
Notificación de la llegada de volquete con yeso a Pta.lta.		-	0,096				.	
Toma de turno.		-	0,108			.		
Pesaje y registro de volquete con yeso en la balanza.		-	0,231	.				
Recorrido de volquete con yeso a la cantera.		<b>2000</b>	16,100		.			
Descarga de yeso en plataforma temporal cantera.		-	1,019	.				
RESUMEN								
ACTIVIDAD		ACTUAL		TIEMPO (min)		17,555		
OPERACIÓN		2		DISTANCIA(m)		0		
TRANSPORTE		1		OBSERVACIONES GENERALES				
INSPECCION		1						
DEMORA		1						
ALMACENAJE		0						
TOTAL		5						

Tabla 5.11. Estudio de Tiempos para el Subproceso: Ingreso de Materia Prima.

ESTUDIO DE TIEMPOS ACTUAL																			
Estudio	1			Observado por		Diego Jami - Daniel Vaca		Método											
Subproceso	Ingreso de Materia Prima							Actual											
Descripción	Ciclos tomados en minutos										$\bar{X}$	DVT	VMÁX	VMIN	Id	TN	S	TS	n
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10									
Notificación de la llegada de volquete con yeso a Pta.Lta.	0,083	0,100	0,083	0,066	0,083	0,066	0,083	0,083	0,066	0,100	0,081	0,013	0,094	0,069	0,980	0,080	1,21	0,096	0,003
Toma de turno.	0,083	0,083	0,100	0,116	0,083	0,066	0,083	0,083	0,133	0,083	0,091	0,020	0,111	0,072	0,980	0,089	1,21	0,108	7,758
Pesaje y registro de volquete con yeso en la balanza.	0,200	0,216	0,183	0,200	0,166	0,183	0,216	0,183	0,200	0,200	0,195	0,016	0,211	0,179	0,980	0,191	1,21	0,231	3,049
Recorrido de volquete con yeso a la cantera.	13,590	14,632	13,325	13,054	13,693	13,840	13,650	13,582	13,461	12,946	13,577	0,465	14,043	13,112	0,980	13,306	1,21	16,100	0,202
Descarga de yeso en plataforma temporal cantera.	0,883	0,916	0,833	0,883	0,916	0,916	0,750	0,833	0,866	0,800	0,860	0,055	0,915	0,804	0,980	0,842	1,21	1,019	1,105
																TS (min)		17,555	
Nota: T=Total, $\bar{X}$ =Promedio, DVT= Desviación estándar, VMÁX= Valor máximo, VMIN= Valor mínimo, TN: Tiempo normal, TS: Tiempo estándar, Id: Índice de desempeño, S: suplementos																			

### 5.15.2 Ejemplo de los valores calculados en el subproceso ingreso de materia prima.

En la tabla 5.12 se muestra el cálculo de los valores máximos, mínimo, promedio desviación estándar etc. Para el subproceso de ingreso de materia prima, a continuación, se presenta un ejemplo de cómo se obtuvo los valores, para ello se hará uso de la actividad con mayor desviación estándar y que se identificó como un cuello de botella.

Tabla 5.12. Tiempos recorridos de volqueta con yeso a la cantera.

Ciclos tomados en minutos									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
13,590	14,632	13,325	13,054	13,693	13,840	13,650	13,582	13,461	12,946

**Valor máximo:**

$$max = \bar{X} + DVT \quad (5.1)$$

$$vmax = 13,577 + 0,465 = 14,043$$

**Valor mínimo:**

$$vmini = \bar{X} - DVT \quad (5.2)$$

$$vmin = 13,577 - 0,465 = 13,112$$

**Calculo promedio:**

$$TE = \frac{\Sigma \text{Tiempos Observados}}{\text{N}^\circ \text{ de Observaciones}} \quad (5.3)$$

$$\bar{X} = \frac{13,590 + 14,632 + 13,325 + 13,054 + 13,693 + 13,840 + 13,650 + 13,582 + 13,461 + 12,946}{10}$$

$$\bar{X} = 13,577$$

**Calculo desviación estándar:**

$$Ds = \sqrt{\frac{\Sigma(x - \bar{X})^2}{n - 1}} \quad (5.4)$$

**Paso 1:**

**Cálculo del promedio:**

$$\bar{X} = \frac{13,590 + 14,632 + 13,325 + 13,054 + 13,693 + 13,840 + 13,650 + 13,582 + 13,461 + 12,946}{10}$$

$$\bar{X} = 13,577$$

**Paso 2:** Calculamos  $(X - \bar{X})$ , es decir la diferencia del elemento menos la media aritmética o promedio esto se debe hacer para cada una de las actividades del subproceso de la tabla, es decir la distancia a la media para cada dato como se muestra en la Tabla 5.13.

Tabla 5.13. Calculo para la desviación estándar.

X	(-)	$\bar{X}$	Total
13,590	(-)	13,577	0,013
14,632	(-)	13,577	1,055
13,325	(-)	13,577	-0,252
13,054	(-)	13,577	-0,523
13,693	(-)	13,577	0,116
13,840	(-)	13,577	0,263
13,650	(-)	13,577	0,073
13,582	(-)	13,577	0,005
13,461	(-)	13,577	-0,116
12,946	(-)	13,577	-0,631

**Paso 3:** Elevar los valores que se obtuvo en el paso 2 al cuadrado para obtener el total, como presenta en la Tabla 5.14.

Tabla 5.14. Sumatorio total para la desviación estándar.

X <sup>2</sup>	Total
0,013	0,000
1,055	1,112
-0,252	0,063
-0,523	0,274
0,116	0,013
0,263	0,069
0,073	0,005
0,005	0,000
-0,116	0,013
-0,631	0,398
Suma	1,949

**Paso 4:** Se reemplaza los datos en la fórmula, donde n es el número total de elementos en este caso 10 y sacamos la raíz cuadrada.

$$Ds = \sqrt{\frac{\Sigma(x - \bar{X})^2}{n - 1}} \quad ( 5.5 )$$

$$Ds = \sqrt{\frac{1,949}{10 - 1}}$$

$$Ds = \sqrt{\frac{1,949}{9}}$$

$$Ds = 0,465$$

**Cálculo tiempo normal:**

Tabla 5.15. Datos para el tiempo normal.

<p><b>Te:</b> Identificar el valor de tiempo promedio, igualmente este paso será realizado para cada una de las actividades y posteriormente reemplazamos en la fórmula del tiempo normal.</p>	<p>Te = 13,577</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------

Para determinar el tiempo normal se estableció el cálculo del índice de desempeño conforme al proceso del trabajo, como se muestra en la siguiente Tabla 5.16.

Tabla 5.16. Factores Westinghouse.

Valoración del ritmo de trabajo			
Proceso		Ingreso de materia prima	
Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencias
D	D	D	E
0	0	0	-0,02

Conforme a las evaluaciones realizadas en cada uno de los parámetros del índice de desempeño se suman los valores.

$$Id = 0 + 0 + 0 + (-0.02)$$

$$Id = -0.02$$

$$TN = \bar{X} * (1 + id) \quad (5.6)$$

$$TN = 13,577 * (1 + (-0.02))$$

$$TN = 13,577 * (0.98)$$

$$TN = 13,306 \text{ min}$$

### Cálculo tiempo estándar:

El valor de los suplementos será agregado para todas las actividades, se determina en función de la tabla de la OIT de suplementos para las actividades y para el proceso de Ingreso de Materia Prima, lo suplementos determinados se presentan en la Tabla 5.17.

Tabla 5.17. Suplementos.

<b>Sistema de suplementos por descanso</b>	
<b>Suplementos Constantes</b>	<b>Hombre</b>
Necesidades personales	5
Básico por fatiga	4
<b>Suplementos Variable</b>	
a) Trabajo de pie	2
b) Postura normal	2
c) Uso de la fuerza o energía muscular	2
d) Iluminación	0
e) Condiciones Atmosféricas	0
f) Tensión visual	2
g) Ruido	0
h) Tensión mental	1
i) Monotonía mental	1
j) Monotonía Física	2
<b>TOTAL</b>	<b>21</b>

$$TS = Tn * (1 + Suplementos) \quad (5.7)$$

$$TS = 13,306 * (1,21)$$

$$TS = 16,100$$

Las evaluaciones del factor de desempeño y suplemento de cada uno de los procesos se describen en el Anexo 1.

**Cálculo número de muestras método estadístico:**

$$n = \left( \frac{40\sqrt{n'\Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}}{\Sigma x} \right)^2 \quad ( 5.8 )$$

Este método será aplicado de igual manera para todas las actividades del subproceso así el resultado presentara si los datos actuales son concisos o no, esta fórmula de igual manera nos permite identificar el número de muestras que se necesita para la actividad en estudio para ello de detalla a continuación los pasos:

**Paso1:** Calcular la sumatoria de X posterior a los datos eliminados del valor máximo y mínimo. Tabla 5.18.

Tabla 5.18. Sumatoria de x método estadístico.

Nª	X
1	13,590
2	13,325
3	13,693
4	13,840
5	13,650
6	13,582
7	13,461
<b>Total Σ</b>	95,142

**Paso 2:** Elevar al cuadrado los datos del paso 1 y posterior sacar la sumatoria. Tabla 5.19.

Tabla 5.19. Valor de x al cuadrado.

Nª	X	X <sup>2</sup>
1	13,590	184,688
2	13,325	177,559
3	13,693	187,498
4	13,840	191,555
5	13,650	186,313
6	13,582	184,478
7	13,461	181,209
<b>Total Σ</b>	95,142	1293,299

**Paso 3:** Elevar al cuadrado el sumatorio total de X. Tabla 5.20.

Tabla 5.20. Sumatoria de x al cuadrado.

N <sup>o</sup>	X	X <sup>2</sup>
1	13,590	184,688
2	13,325	177,559
3	13,693	187,498
4	13,840	191,555
5	13,650	186,313
6	13,582	184,478
7	13,461	181,209
<b>Total Σ</b>	95,142	1293,299
<b>Datos</b>	<b>(X)<sup>2</sup></b>	9051,948
	<b>n'</b>	7
	<b>n</b>	0,202

**Paso 4:** Reemplazamos los datos en la formula teniendo en cuenta que n es los valores actuales en la tabla posterior a la eliminación de datos en este caso son 7,

$$n = \left( \frac{40\sqrt{n'\Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}}{\Sigma x} \right)^2 \quad (5.9)$$

$$n = \left( \frac{40\sqrt{7(1293,299) - (9051,948)}}{95,142} \right)^2$$

$$n = 0,202$$

Posterior al cálculo en la formula se obtiene un valor en n de 0,202 este valor nos indica que, si es conciso para las 10 muestras tomadas, por lo que se concluye que los datos son suficientes para esta actividad.

El cuello de botella destacado en este subproceso es la "volqueta de yeso a la cantera", que mide el tiempo total más largo de todas las actividades analizadas. El tiempo extra podría deberse a largas distancias entre puntos, condiciones del terreno, velocidad de operación del volquete e ineficiencias en la logística de transporte.

Es importante optimizar esta actividad, porque la forma en que dura es global, es decir, transmite demoras acumulativas en pasos superiores del subproceso. Se sugiere altamente una mejor observación de esta operación, teniendo en cuenta opciones como reevaluar dispositivos, mejoras en equipos de transporte o rediseño de la metástasis.

### 5.15.3 Cursograma analítico del Subproceso: Trituración de yeso.

Esto permite describir en detalle las operaciones realizadas en el subproceso de trituración de yeso, estableciendo una correspondencia directa entre las operaciones individuales y el tiempo necesario para completar cada una de ellas. Esto permite la identificación de actividades que son sensibles al tiempo, que afectan la duración total y al mismo tiempo afectan el rendimiento del subproceso. La Tabla 5.21 muestra las actividades desde la limpieza del equipo hasta el movimiento de regreso de la pala mecánica con símbolos que representan las diferentes categorías de actividades: operaciones, transporte, inspección, demora y almacenamiento. El tiempo total utilizado en este subproceso es de 29,821 min, y la operación donde se gasta más tiempo es la "limpieza del equipo", que toma 23,450 min; parece que es necesario analizar la demora en este subproceso y si hay alguna mejora que podría implementarse para disminuir la influencia de esta etapa en el proceso general.

Tabla 5.21. Cursograma Analítico Subproceso: Trituración de yeso.






CURSOGRAMA ANALITICO				Subproceso: Trituración de yeso				
Identificación de actividades	C	D (m)	T (min)	SIMBOLO				
Descripción								
Limpieza de equipos.		-	23,450	•				
Calibración de la máquina trituradora y la compuerta.		-	1,478	•				
Notificación a control central para el cambio de compuerta y encendido de equipos.		-	3,455				•	
Carga de yeso a triturar con la cargadora frontal.		-	0,070	•				
Recorrido de la cargadora frontal hacia máquina trituradora		30	0,783		•			
Descarga de yeso en tolva de máquina trituradora		-	0,118	•				
Recorrido de vuelta de la cargadora frontal a cargar yeso.		30	0,467		•			
RESUMEN								
ACTIVIDAD		ACTUAL		TIEMPO (min)		29,821		
OPERACIÓN		4		DISTANCIA(m)		0		
TRANSPORTE		2		OBSERVACIONES GENERALES				
INSPECCION		0						
DEMORA		1						
ALMACENAJE		0						
TOTAL		7						

Tabla 5.22. Estudio de Tiempos Subproceso: Trituración de yeso.

ESTUDIO DE TIEMPOS ACTUAL																				
Estudio	1										Diego Jami - Daniel Vaca		Método							
Subproceso	Trituración de yeso										Observado por		Actual							
Descripción	Ciclos tomados en minutos										$\bar{X}$	DVT	VMÁX	VMIN	Id	TN	S	TS	n	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10										
Limpieza de equipos,	20,793	19,999	19,760	18,878	19,569	19,560	18,852	19,794	20,481	20,475	19,816	0,650	20,466	19,166	0,97	19,222	1,22	23,450	0,108	
Calibración de la máquina trituradora y la compuerta.	1,150	1,370	1,150	1,440	1,200	1,450	1,250	1,030	1,100	1,350	1,249	0,147	1,396	1,102	0,97	1,212	1,22	1,478	8,533	
Notificación a control central para el cambio de compuerta y encendido de equipos.	2,825	3,040	3,409	2,989	2,369	2,566	3,018	2,542	3,114	3,323	2,919	0,341	3,261	2,578	0,97	2,832	1,22	3,455	1,624	
Carga de yeso a triturar con la cargadora frontal	0,058	0,054	0,072	0,050	0,055	0,062	0,068	0,062	0,054	0,058	0,059	0,007	0,066	0,052	0,97	0,058	1,22	0,070	5,160	
Recorrido de la cargadora frontal hacia máquina trituradora.	0,750	0,616	0,600	0,583	0,666	0,716	0,750	0,733	0,583	0,616	0,661	0,070	0,731	0,591	0,97	0,641	1,22	0,783	7,098	
Descarga de yeso en tolva de máquina trituradora.	0,100	0,100	0,083	0,116	0,066	0,100	0,116	0,116	0,100	0,100	0,100	0,016	0,115	0,084	0,97	0,097	1,22	0,118	6,802	
Recorrido de vuelta de la cargadora frontal a cargar yeso.	0,416	0,433	0,366	0,383	0,416	0,416	0,333	0,366	0,400	0,416	0,395	0,031	0,426	0,363	0,97	0,383	1,22	0,467	4,521	
																TS (min)		29,821		
Nota: T=Total, $\bar{X}$ =Promedio, DVT= Desviación estándar, VMÁX= Valor máximo, VMIN= Valor mínimo, TN: Tiempo normal, TS: Tiempo estándar, Id: Índice de desempeño, S: suplementos																				

En la Tabla 5.22 muestra los tiempos organizados para cada una de las siete actividades que pertenecen a este subproceso, revelando que la limpieza de equipos es el cuello de botella de este subproceso con una desviación estándar del tiempo igual a 0.650 minutos. Como tal, esta repetición es la que más tiempo consume de este subproceso, limitando la capacidad operativa. El período prolongado podría resultar de condiciones como metodología de mantenimiento o condiciones del equipo. Para asegurar opciones de mejora que mitiguen el impacto negativo de aspectos como el aumento de la eficiencia de la limpieza o la programación del mantenimiento durante períodos de baja demanda, es aconsejable realizar un análisis funcional de este procedimiento. Esto llevará a una mejora significativa en el rendimiento del subproceso de trituración.

### Índice de desempeño

El factor del índice de rendimiento se determina por cuatro factores, y se añade un valor de 0.97 para corregir el cálculo. Para obtener este valor, se evaluaron los elementos de habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia en la ejecución del proceso, a los cuales se asignaron los valores de habilidad (0), esfuerzo (0.02), condiciones (-0.03) y consistencia (-0.02).

Usando esta fórmula, se introducen variaciones con el objetivo de representar el rendimiento de cada trabajador en condiciones naturales, de modo que la asignación de tiempos estándar, posibles respecto a las capacidades de los trabajadores y las características del proceso operativo solicitado, pueda funcionar. Como se muestra en la Tabla 5.23.

Tabla 5.23. Factor de desempeño - Trituración de yeso.

Valoración del ritmo de trabajo			
Proceso		Trituración de yeso	
Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencias
D	C2	E	E
0	0,02	-0,03	-0,02
1+0,02+0-0,03-0,02			
0,97			

### Suplementos:

En la siguiente Tabla 5.24 se muestra la distribución de los suplementos usados en nuestro estudio en función de las exigencias del sistema de descanso para el trabajador. Por lo que se asigna los siguientes valores extraídos de la tabla de suplementos OIT, un 5% para necesidades personales y un 4% para fatiga básica. En los suplementos variables, destacan la postura normal con (2%), la tensión visual (5%), y el ruido (2%). Por otro lado, la tensión

mental y la monotonía física exhiben cada una un incremento del 1%. Los demás elementos evaluados, como la actividad laboral a pie, el empleo de fuerza, la iluminación y las condiciones atmosféricas, no producen suplementos de relevancia con un valor del (0%). En suma, estos valores representan un total del 22%, lo que constituye un ajuste holístico a los tiempos estándar que toma en cuenta las condiciones ergonómicas del trabajador, ambientales y cognitivas del empleado, fomentando así un rendimiento más eficiente y seguro.

Tabla 5.24. Suplementos - Trituración de yeso.

<b>Sistema de suplementos por descanso</b>	
<b>Suplementos Constantes</b>	<b>Hombre</b>
Necesidades personales	5
Básico por fatiga	4
<b>Suplementos Variable</b>	
a) Trabajo de pie	0
b) Postura normal	2
c) Uso de la fuerza o energía muscular	0
d) Iluminación	0
e) Condiciones Atmosféricas	0
f) Tensión visual	5
g) Ruido	2
h) Tensión mental	1
i) Monotonía mental	1
j) Monotonía Física	2
<b>TOTAL</b>	<b>22</b>

En siguiente la Tabla 5.25 se muestra el estudio del método estadístico del subproceso de trituración de yeso, este cálculo se realizó a la actividad con mayor desviación e identificándola como cuello de botella, de tal manera da como resultado 0,108 que indica que las muestras son suficientes para su estudio.

Tabla 5.25. Calculo método estadístico.

<b>N<sup>a</sup></b>	<b>X</b>	<b>X<sup>2</sup></b>
<b>1</b>	19,999	399,941
<b>2</b>	19,760	390,467
<b>3</b>	19,569	382,954
<b>4</b>	19,560	382,585
<b>5</b>	19,794	391,817
<b>Total Σ</b>	98,682	1947,763
<b>Datos</b>	<b>(X)<sup>2</sup></b>	9738,158
	<b>n'</b>	5
	<b>n</b>	0,108

#### 5.15.4 Cursograma analítico del Subproceso: Almacenamiento plataforma temporal.

El análisis de este subproceso se centra en los tiempos y actividades relacionados con el transporte, posicionamiento y almacenamiento de yeso en una plataforma temporal. Este estudio busca resaltar las dinámicas específicas de las operaciones involucradas, con un enfoque en identificar áreas de optimización.

En la siguiente La Tabla 5.26 a continuación, se detallan las cinco actividades que son parte de este subproceso, y el “viaje del camión cantera - plataforma de almacenamiento temporal” con un valor de tiempo total igual a 12.862 minutos es reconocido como un cuello de botella del subproceso.

Considerando la distancia y la condición del camino de acceso, un gran porcentaje del tiempo se gasta en esta actividad. Si mejoramos esta ruta, significa que permite una buena reducción en todo el tiempo, que se imprime aquí: 26.925 minutos.

Tabla 5.26. Cursograma Analítico Subproceso: Almacenamiento de yeso en plataforma temporal.











CURSOGRAMA ANALITICO				Subproceso: Almacenamiento de yeso en plataforma temporal.				
Identificación de actividades	C	D (m)	T (min)	SIMBOLO				
Descripción								
Carga de yeso en volqueta / piso		-	2,767	•				
Recorrido de volquete cantera - plataforma temporal de almacenamiento		2000	12,862		•			
Posicionamiento de volquete para descargar yeso.		-	1,047	•				
Descarga de yeso en plataforma		-	1,011	•				
Recorrido de volquete vacía a cantera		2000	9,238		•			
RESUMEN								
ACTIVIDAD			ACTUAL	TIEMPO (min)		26,925		
OPERACIÓN			3					
TRANSPORTE			2	DISTANCIA(m)		0		
INSPECCION			0	OBSERVACIONES GENERALES				
DEMORA			0					
ALMACENAJE			0					
TOTAL			5					

Tabla 5.27. Estudio de Tiempos Subproceso: Almacenamiento de yeso en plataforma temporal.

ESTUDIO DE TIEMPOS ACTUAL																				
Estudio	1										Observado por		Método							
Subproceso	Almacenamiento de yeso en plataforma temporal										Diego Jami - Daniel Vaca		Actual							
Descripción	Ciclos tomados en minutos										$\bar{X}$	DVT	VMÁX	VMIN	Id	TN	S	TS	n	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10										
Carga de yeso en volquete / Piso.	2,150	2,175	2,143	2,180	2,185	2,142	2,155	2,171	2,165	2,183	2,167	0,016	2,183	2,150	0,99	2,145	1,29	2,767	0,045	
Recorrido de volquete cantera - plataforma temporal de almacenamiento.	9,739	10,170	10,457	9,821	10,684	11,065	9,371	10,178	10,015	9,213	10,071	0,571	10,643	9,500	0,99	9,971	1,29	12,862	0,911	
Posicionamiento de volquete para descargar yeso.	0,816	0,833	0,800	0,666	0,916	0,966	0,700	0,883	0,866	0,750	0,820	0,094	0,914	0,725	0,99	0,811	1,29	1,047	4,486	
Descarga de yeso en plataforma.	0,800	0,916	0,700	0,750	0,716	0,833	0,783	0,866	0,716	0,833	0,791	0,072	0,863	0,720	0,99	0,783	1,29	1,011	5,695	
Recorrido de volquete vacía a cantera.	7,958	8,032	6,246	7,050	7,441	6,942	7,540	6,675	7,141	7,313	7,234	0,550	7,784	6,684	0,99	7,162	1,29	9,238	1,375	
																TS (min)		26,925		
Nota: T=Total, $\bar{X}$ =Promedio, DVT= Desviación estándar, VMÁX= Valor máximo, VMIN= Valor mínimo, N= Datos, TN: Tiempo normal, TS: Tiempo estándar, Id: Índice de desempeño, S: suplementos																				

El siguiente Tabla 5.27 a continuación identifica el cuello de botella de este subproceso como la actividad “viaje del camión cantera - plataforma de almacenamiento temporal”, con un tiempo de desviación estándar total de 0.571 minutos.

Este tiempo puede deberse a la distancia recorrida, la condición del camino. Es crítico mitigar esta actividad, con un tiempo total del subproceso igual a 26.925 min. Para disminuir el tiempo en esta actividad crítica, es aconsejable evaluar el sistema logístico, considerar diferentes rutas o tener un mantenimiento adecuado de los vehículos

### Índice de desempeño

El índice de rendimiento de un subproceso (por ejemplo, subproceso: almacenamiento de yeso en plataforma temporal) ajusta realizado con calificaciones de 0,99. Esta cifra surge de la evaluación de las dimensiones de competencia (0), esfuerzo (0,02), condiciones (-0,03) y consistencia (0), de acuerdo con la ecuación:  $0 + 0,02 - 0,03 + 0$ . Este es un valor de rendimiento casi óptimo y, por lo tanto, permite establecer estándares que se ajusten a las capacidades y condiciones del trabajador. Este análisis es indispensable para mejorar el rendimiento operativo, garantizando un balance del proceso y las habilidades, como se muestra en la Tabla 5.28.

Tabla 5.28. Factor de desempeño - Almacenamiento de yeso en plataforma temporal.

Valoración del ritmo de trabajo			
Proceso		Almacenamiento de yeso en plataforma temporal	
Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencias
D	C2	E	D
0	0,02	-0,03	0
$1+0+0,02-0,03+0$			
0,99			

### Suplementos:

En la siguiente Tabla 5.29 exhibida representa los suplementos implementados en el sistema de descanso en el marco del proceso evaluado. Con respecto a los suplementos constantes, se asigna un 5% para satisfacer las necesidades individuales y un 4% para la fatiga básica, teniendo en cuenta las exigencias fisiológicas y ergonómicas fundamentales. Dentro de los suplementos variables, sobresalen los valores vinculados a la actividad laboral de pie (2%), la postura normal (2%), la utilización de fuerza muscular (2%) y la tensión visual (2%). Además, elementos como el ruido (5%), la tensión mental (4%), la monotonía física (2%)

y la monotonía mental (1%) también desempeñan un papel significativo en la configuración total de los suplementos. Factores tales como la iluminación y las condiciones atmosféricas no propician modificaciones de relevancia. En suma, el 29% correspondiente a suplementos representa un enfoque holístico que integra las condiciones humanas y operativas, ajustando los tiempos estándar para garantizar una mayor exactitud y seguridad en las actividades laborales.

Tabla 5.29. Suplementos - Almacenamiento de yeso en plataforma temporal.

<b>Sistema de suplementos por descanso</b>	
<b>Suplementos Constantes</b>	<b>Hombre</b>
Necesidades personales	5
Básico por fatiga	4
<b>Suplementos Variable</b>	
a) Trabajo de pie	2
b) Postura normal	2
c) Uso de la fuerza o energía muscular	2
d) Iluminación	0
e) Condiciones Atmosféricas	0
f) Tensión visual	2
g) Ruido	5
h) Tensión mental	4
i) Monotonía mental	1
j) Monotonía Física	2
<b>TOTAL</b>	<b>29</b>

El siguiente cálculo que se muestra en la Tabla 5.30 se encuentra el estudio del método estadístico del subproceso de almacenamiento de yeso en la plataforma temporal en base a la actividad que genera el cuello de botella para la elaboración del cemento, de tal manera da como resultado 0,911 que indica que las muestras son concisas para su estudio.

Tabla 5.30. Calculo método estadístico.

<b>N<sup>a</sup></b>	<b>X</b>	<b>X<sup>2</sup></b>
<b>1</b>	9,739	94,847
<b>2</b>	10,170	103,420
<b>3</b>	10,457	109,352
<b>4</b>	9,821	96,454
<b>5</b>	10,178	103,602
<b>6</b>	10,015	100,307
<b>Total Σ</b>	60,381	607,982
<b>Datos</b>	<b>(X)<sup>2</sup></b>	3645,814
	<b>n'</b>	6
	<b>n</b>	0,911

### 5.15.5 Cursograma analítico del Subproceso: Preparación de equipos.

El análisis de este subproceso se enfoca en las actividades clave relacionadas con la preparación y disposición de equipos para el manejo del yeso. El objetivo es identificar los elementos que influyen significativamente en el tiempo total del subproceso y proponer mejoras.

El análisis de la Tabla 5.31 que se evidencia que la actividad "ubicación de apilador en la pila 1 para el almacenamiento de yeso" constituye el cuello de botella del subproceso, con un tiempo total de 30,931 minutos. Este tiempo representa más del 60% del tiempo total del subproceso, que asciende a 47,565 minutos. La duración elevada puede deberse a la complejidad del posicionamiento, la coordinación requerida y las condiciones del terreno.

Tabla 5.31. Cursograma Analítico Subproceso: Preparación de equipos.

CURSOGRAMA ANALITICO				Subproceso: Preparación de equipos				
Identificación de actividades	C	D (m)	T (min)	SIMBOLO				
Descripción								
Notificación al operador de molienda de ingreso de yeso hacia recepción.		-	2,740				•	
Limpieza de la línea.		-	12,290	•				
Ubicación de apilador en la pila 1 para el almacenamiento de yeso.		-	30,931	•				
Arranque de equipos de recepción de yeso.		-	1,604	•				
RESUMEN								
ACTIVIDAD		ACTUAL		TIEMPO (min)		47,565		
OPERACIÓN		3		DISTANCIA(m)		0		
TRANSPORTE		0		OBSERVACIONES GENERALES				
INSPECCION		0						
DEMORA		1						
ALMACENAJE		0						
TOTAL		4						

Tabla 5.32. Estudio de Tiempos Subproceso: Preparación de equipos.

ESTUDIO DE TIEMPOS ACTUAL																				
Estudio	1										Observado por	Diego Jami - Daniel Vaca								Método
Subproceso	Preparación de equipos										Actual									
Descripción	Ciclos tomados en minutos										$\bar{X}$	DVT	VMÁX	VMIN	Id	TN	S	TS	n	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10										
Notificación al operador de molienda de ingreso de yeso hacia recepción.	2,100	2,150	2,200	2,050	2,250	2,300	2,280	2,350	2,380	2,400	2,25	0,119	2,365	2,13	1,00	2,246	1,22	2,740	1,350	
Limpieza de la línea.	10,124	9,868	10,601	9,997	10,290	9,978	10,121	9,989	9,686	10,086	10,074	0,246	10,320	9,828	1,00	10,074	1,22	12,290	0,225	
Ubicación de apilador en la pila 1 para el almacenamiento de yeso.	26,215	25,700	24,557	25,417	25,311	24,332	25,192	25,611	26,507	24,689	25,353	0,700	26,053	24,653	1,00	25,353	1,22	30,931	0,272	
Arranque de equipos de recepción de yeso.	1,300	1,100	1,250	1,400	1,450	1,200	1,350	1,450	1,280	1,370	1,315	0,112	1,427	1,203	1,00	1,315	1,22	1,604	4,006	
																TS (min)	47,565			
Nota: T=Total, $\bar{X}$ =Promedio, DVT= Desviación estándar, VMÁX= Valor máximo, VMIN= Valor mínimo, N= Datos, TN: Tiempo normal, TS: Tiempo estándar, Id: Índice de desempeño, S: suplementos																				

En la Tabla 5.32 La actividad la "colocación de apilador en pila 1 para almacenamiento de yeso," como un cuello de botella del subproceso con un tiempo total de 0,700 en su desviación estándar minutos. Esto indica que es una cantidad significativa del tiempo total del subproceso; por lo tanto, es un proceso complejo o ineficiente. El tiempo extra podría verse afectado por factores como: La capacidad del equipo para navegar por el sitio, diseño del área de trabajo, coordinación de los diversos operadores,

Al optimizar esta actividad, ya sea a través de, la implementación de tecnologías más eficientes, el rediseño de flujos de tareas. Será posible reducir drásticamente el tiempo dedicado al subproceso, considerando que tiene un tiempo total de 47.565 minutos, mejorando así la productividad del proceso en general.

### Índice de desempeño

La corrección del ritmo de trabajo en la evaluación de un proceso que está siendo evaluado considerará el componente de rendimiento que se está ajustando (1). Ese valor proviene de la ecuación anterior y de los componentes individuales de habilidad (0), esfuerzo (0.02), condiciones (0) y consistencia (-0.02):  $1+0+0.02+0-0.02 = 1$ . Este hallazgo mostró que el ritmo de trabajo está en un rango normal, lo que significa que las actividades se realizan de acuerdo con las mejores prácticas, asegurando así una buena planificación operativa y el uso adecuado de los recursos laborales, como se ilustra en la tabla 5.33.

Tabla 5.33. Factor de desempeño – preparación de equipos.

Valoración del ritmo de trabajo			
Proceso		Preparación de equipos	
Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencias
D	C2	D	E
0	0,02	0	-0,02
$1+0+0,02+0-0,02$			
1			

### Suplementos:

Los suplementos empleados en el sistema de descansos de trabajo, considerando los factores constantes y variables del entorno de trabajo, se presentan en la Tabla 5.34. En el grupo de suplementos constantes, se dedicó un 5% a necesidades personales, mientras que el 4% restante a fatiga básica, lo que indica que se deben tener en cuenta los requisitos fisiológicos del empleado (19). En el caso de los aditivos variables, se puede ver una tensión visual del

5%, postura normal 2%, ruido 2% y monotonía física 2%. Factores como la tensión mental y el aburrimiento mental son factores que contribuyen. El 22% del total calculado de suplementos evidencia un equilibrio en los tiempos estándar, al integrar variables ergonómicas, físicas y cognitivas, esenciales para una operación eficaz y segura.

Tabla 5.34. Suplementos – preparación de equipos.

<b>Sistema de suplementos por descanso</b>	
<b>Suplementos Constantes</b>	<b>Hombre</b>
Necesidades personales	5
Básico por fatiga	4
<b>Suplementos Variable</b>	
a) Trabajo de pie	0
b) Postura normal	2
c) Uso de la fuerza o energía muscular	0
d) Iluminación	0
e) Condiciones Atmosféricas	0
f) Tensión visual	5
g) Ruido	2
h) Tensión mental	1
i) Monotonía mental	1
j) Monotonía Física	2
<b>TOTAL</b>	<b>22</b>

En el siguiente cálculo que se muestra en la Tabla 5.35 se encuentra el estudio del método estadístico de subproceso de preparación de equipos en la actividad con mayor desviación e identificada como cuello de botella, de tal manera da como resultado 0,272 representando que el valor si es conciso para el estudio.

Tabla 5.35. Calculo método estadístico.

<b>Nª</b>	<b>X</b>	<b>X<sup>2</sup></b>
<b>1</b>	25,700	660,491
<b>2</b>	25,417	646,047
<b>3</b>	25,311	640,628
<b>4</b>	25,192	634,652
<b>5</b>	25,611	655,906
<b>6</b>	24,689	609,536
<b>Total Σ</b>	151,920	3847,260
<b>Datos</b>	<b>(X)<sup>2</sup></b>	23079,639
	<b>n'</b>	6
	<b>n</b>	0,272

### 5.15.6 Cursograma analítico del Subproceso: Almacenamiento yeso en sala final fam.

Este análisis se enfoca en las actividades relacionadas con el almacenamiento de yeso en la sala final, proporcionando datos esenciales para evaluar la eficiencia operativa del subproceso y detectar áreas críticas que impactan en el tiempo total.

La actividad (descarga en tolva) de este subproceso se considera un cuello de botella en la Tabla 5.36. El tiempo total es igual a 5,165 minutos. Esta actividad representa un gran porcentaje del tiempo total: 6,942 minutos en total, lo que indica posibles ineficiencias que pueden ser causadas por el equipo, diseño de la tolva, o procedimientos utilizados. Si se puede condensar el tiempo de esta actividad, eso podría traer una gran mejora en la productividad del subproceso. Necesitamos revisar el diseño y la capacidad de la tolva y utilizar tecnologías que aceleren la descarga. Esto resultará en una mejor asignación del tiempo y un uso productivo de los recursos operativos.

Tabla 5.36. Cursograma Analítico Subproceso: Almacenamiento de yeso en la sala final fam.







CURSOGRAMA ANALITICO				Subproceso: Almacenamiento de yeso en sala final fam				
Identificación de actividades	C	D (m)	T (min)	SIMBOLO				
Descripción								
Carga de yeso triturado la con cargadora frontal.			0,105	•				
Recorrido de cargadora frontal hacia la tolva.		60	0,950		•			
Descarga de yeso en la tolva			5,165	•				
Salida de la cargadora frontal de la zona de descarga,		60	0,722		•			
RESUMEN								
ACTIVIDAD		ACTUAL		TIEMPO (min)		6,942		
OPERACIÓN		2		DISTANCIA(m)		0		
TRANSPORTE		2		OBSERVACIONES GENERALES				
INSPECCION		0						
DEMORA		0						
ALMACENAJE		0						
TOTAL		4						

Tabla 5.37. Estudio de Tiempos Subproceso: Almacenamiento de yeso en sala final fam.

ESTUDIO DE TIEMPOS ACTUAL																			
Estudio	1										Observado por		Método						
Subproceso	Almacenamiento de yeso en sala final fam.										Diego Jami - Daniel Vaca		Actual						
Descripción	Ciclos tomados en minutos										$\bar{X}$	DVT	VMÁX	VMIN	Id	TN	S	TS	n
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10									
Carga de yeso triturado con la cargadora frontal.	0,083	0,100	0,083	0,066	0,083	0,066	0,083	0,083	0,066	0,100	0,081	0,013	0,094	0,069	1,00	0,081	1,29	0,105	0,000
Recorrido de la cargadora frontal hacia la tolva.	0,716	0,683	0,783	0,733	0,766	0,716	0,733	0,766	0,716	0,750	0,736	0,030	0,766	0,706	1,00	0,736	1,29	0,950	1,180
Descarga de yeso en la tolva.	3,990	4,100	3,800	4,000	4,050	3,980	4,050	3,980	3,990	4,100	4,004	0,086	4,090	3,918	1,00	4,004	1,29	5,165	0,082
Salida de cargadora frontal de la zona de descarga.	0,583	0,750	0,516	0,500	0,550	0,500	0,583	0,500	0,566	0,550	0,560	0,075	0,634	0,485	1,00	0,560	1,29	0,722	6,086
																<b>TS (min)</b>		<b>6,942</b>	
Nota: T=Total, $\bar{X}$ =Promedio, DVT= Desviación estándar, VMÁX= Valor máximo, VMIN= Valor mínimo, N= Datos, TN: Tiempo normal, TS: Tiempo estándar, Id: Índice de desempeño, S: suplementos																			

Un resultado similar se encuentra en la Tabla 5.37, donde el cuello de botella del subproceso es, nuevamente, la descarga de yeso en la tolva con un tiempo total de 0,086 minutos en su desviación estándar. Esta duración representa una gran parte del tiempo total del subproceso de 6,942 minutos. El tiempo incrementado podría resultar de limitaciones en el volumen de la tolva, procedimientos manuales lentos, o restricciones en el diseño del sistema de descarga. Una evaluación exhaustiva de esta actividad debería ser un esfuerzo por hacer mejoras tecnológicas, automatizar la tarea, o rediseñar la instalación para tomar el máximo tiempo posible y maximizar el flujo operativo.

### Índice de desempeño

La tasa de trabajo, habilidad (0), esfuerzo (0.02), condiciones (0) y consistencia (-0.02) pueden calcularse para dar un factor de desempeño. La ecuación utilizada es  $1 + 0 + 0.02 + 0 - 0.02 = 1$ . El análisis en la Tabla 5.38 muestra que este hallazgo significa que el rendimiento de las tareas en el trabajo se mantendrá funcional, para no interrumpir la ejecución del trabajo, y al mismo tiempo habrá tiempo y espacio para llevar a cabo el proceso de evaluación.

Tabla 5.38. Factor de desempeño – Almacenamiento de yeso en sala final fam.

Valoración del ritmo de trabajo			
Proceso		Almacenamiento de yeso en sala final fam.	
Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencias
D	C2	D	E
0	0,02	0	-0,02
1+0+0,02+0-0,02			
1			

### Suplementos:

La Tabla 5.39 detalla los suplementos incorporados en el sistema de descanso laboral. En los suplementos constantes, se asigna un 5% para las necesidades personales y un 4% para la fatiga básica, considerando las exigencias físicas fundamentales del trabajador. En lo que respecta a los suplementos variables, los factores que presentan una mayor incidencia son el ruido con un 5%, tensión mental con un 4%, trabajo de pie con un 2%, postura normal con un 2%, uso de la fuerza de energía muscular con un 2%, la tensión visual con un 2%, la monotonía física con un 2%, la y la monotonía mental con 1%. Otros elementos, tales como la iluminación y condiciones atmosféricas, no propician modificaciones adicionales.

El 29% restante de suplementos calculados permite ajustar los tiempos estándar al tener en cuenta tanto las condiciones físicas como las cognitivas del ambiente laboral, fomentando una planificación más exacta y ergonómicamente apropiada.

Tabla 5.39. Suplementos – Almacenamiento de yeso en la sala final fam.

<b>Sistema de suplementos por descanso</b>	
<b>Suplementos Constantes</b>	<b>Hombre</b>
Necesidades personales	5
Básico por fatiga	4
<b>Suplementos Variable</b>	
a) Trabajo de pie	2
b) Postura normal	2
c) Uso de la fuerza o energía muscular	2
d) Iluminación	0
e) Condiciones Atmosféricas	0
f) Tensión visual	2
g) Ruido	5
h) Tensión mental	4
i) Monotonía mental	1
j) Monotonía Física	2
<b>TOTAL</b>	<b>29</b>

El siguiente cálculo que se muestra en la Tabla 5.40 se encuentra el estudio del método estadístico de subproceso de preparación de equipos en la actividad con mayor desviación, e identificada como el cuello de botella, de tal manera da como resultado 0,551 muestras el cual indica que los datos son concisos y suficientes para su estudio.

Tabla 5.40. Calculo método estadístico.

<b>N<sup>a</sup></b>	<b>X</b>	<b>X<sup>2</sup></b>
<b>1</b>	3,990	15,920
<b>2</b>	4,000	16,000
<b>3</b>	4,050	16,403
<b>4</b>	3,980	15,840
<b>5</b>	4,050	16,403
<b>6</b>	3,980	15,840
<b>7</b>	3,990	15,920
<b>Total Σ</b>	28,040	112,326
<b>Datos</b>	(X) <sup>2</sup>	786,242
	<b>n'</b>	7
	<b>n</b>	0,082

## Resumen de resultados:

En el análisis desarrollado para los subprocesos de la operación, se identificaron los cuellos de botella que representan las actividades más críticas en términos de tiempo y que limitan la eficiencia global del proceso. Estos cuellos de botella destacan debido a su duración significativamente alta en comparación con el tiempo total del subproceso. A continuación, se detallan los principales hallazgos, en la Tabla 5.41.

- 1. Ingreso de materia prima:** El recorrido del volquete con yeso hacia la cantera es el cuello de botella, con 16,100 minutos. Esto se debe principalmente a las distancias involucradas y posibles retrasos en el transporte.
- 2. Trituración de yeso:** La limpieza de equipos presenta el tiempo más alto, con 23,450 minutos. Este cuello de botella podría estar relacionado con procedimientos manuales extensivos o frecuencia elevada de limpieza.
- 3. Almacenamiento de yeso en plataforma temporal:** El recorrido del volquete desde la cantera a la plataforma es crítico, con 12,862 minutos, reflejando ineficiencias logísticas o distancias significativas.
- 4. Preparación de equipos:** La ubicación del apilador en la pila 1 es el mayor desafío, con 30,931 minutos, representando el cuello de botella más significativo en todo el análisis. Este tiempo elevado podría deberse a la maniobrabilidad limitada o falta de automatización en esta tarea.
- 5. Almacenamiento de yeso en sala final fam:** La descarga de yeso en la tolva representa 5,165 minutos, señalando posibles limitaciones en la capacidad de la tolva o en el diseño del sistema de descarga.

Tabla 5.41. Resumen de actividades con mayor tiempo final.

Subproceso	Actividad Crítica	Tiempo total (min)
<b>Ingreso de materia prima.</b>	Recorrido de volquete con yeso a la cantera.	16,100
<b>Trituración de yeso.</b>	Limpieza de equipos.	23,450
<b>Almacenamiento de yeso en plataforma temporal.</b>	Recorrido de volquete cantera - plataforma temporal de almacenamiento.	12,862
<b>Preparación de equipos.</b>	Ubicación de apilador en la pila 1 para el almacenamiento de yeso.	30,931
<b>Almacenamiento de yeso en sala final fam.</b>	Descarga de yeso en la tolva.	5,165

### OBJETIVO ESPECÍFICO N.º 3

Proponer un plan de mejoramiento con tiempos estandarizados para la determinación de la eficiencia en el área de almacenamiento.

#### 5.16 Tabla de criterios para la evaluación de actividades

Tabla 5.42. Criterios para la evaluación de actividades.

Tabla de criterios para la evaluación de actividades		
Nº	Criterio de evaluación	Descripción y justificación
1	Ver la actividad	Se analiza cada actividad dentro del proceso productivo para identificar su función y propósito.
2	¿Transforma el producto?	Se verifica si la actividad cambia la forma, composición o funcionalidad del producto (yeso). Si sí, entonces agrega valor.
3	¿El cliente pagaría por ello?	Se pregunta si el cliente está dispuesto a pagar por la actividad como parte del producto final. Si no, no agrega valor.
5	¿Es necesario por seguridad, calidad o regulación?	Se evalúa si la actividad es obligatoria para cumplir normas de seguridad, calidad o requisitos operativos. Si sí, aunque no agregue valor directo, es necesaria.
6	Clasificación	Según las respuestas anteriores, se determina si la actividad: Agrega Valor (VA), No Agrega Valor, pero es Necesaria (NVA).
7	Criterio	Se justifica por qué la actividad cae en la categoría seleccionada.

#### 5.17. Análisis de actividades que agregan valor

El análisis de las actividades que son capaces de agregar valor determina las tareas que la empresa debe ejecutar para lograr sus objetivos operativos y generar resultados que satisfagan bien a un cliente o un producto final. Estas actividades son positivas para la eficiencia, calidad y productividad porque se utilizan para convertir insumos en productos o servicios útiles o valiosos. En un estudio se realiza el análisis de operaciones, inspecciones, movimientos con el fin de establecer si son relevantes o no para la cadena de valor y descontarlas en el inventario si son de tipo desperdicio, que no aportan valor al proceso. Este análisis es necesario para hacer un uso eficiente de los recursos disponibles, minimizar los tiempos improductivos y establecer una programación acorde a las metas de productividad y mejora continua, como se muestra en la Tabla 5.43.

Tabla 5.43. Análisis de actividades que agregan valor.

Proceso	#	Descripción	Agrega Valor		No Agrega Valor		Solución		
			Necesario	No necesario	Necesario	No necesario	Reducir	Eliminar	Mejorar
Ingreso de materia prima	1	Notificación de la llegada de volquete con yeso a Pta.Lta.			X		X		
	2	Toma de turno.			X		X		
	3	Pesaje y registro de volquete con yeso en la balanza.	X						X
	4	Recorrido de volquete con yeso a la cantera.			X				X
	5	Descarga de yeso en plataforma temporal cantera.		X					X
Trituración de yeso	1	Limpieza de equipos,			X				X
	2	Calibración de la máquina trituradora y la compuerta.		X			X		
	3	Notificación a control central para el cambio de compuerta y encendido de equipos.			X				X
	4	Carga de yeso a triturar con la cargadora frontal.			X		X		
	5	Recorrido de la cargadora frontal hacia máquina trituradora.		X					X
	6	Descarga de yeso en tolva de máquina trituradora.		X					X
	7	Recorrido de vuelta de la cargadora frontal a cargar yeso.			X		X		
Almacenamiento de yeso en plataforma temporal	1	Carga de yeso en volqueta / piso.							
	2	Recorrido de volquete cantera - plataforma temporal de almacenamiento.		X					X
	3	Posicionamiento de volquete para descargar yeso.			X		X		
	4	Descarga de yeso en plataforma.			X				X
	5	Recorrido de volquete vacía a cantera.			X				X

Proceso	#	Descripción	Agrega Valor		No Agrega Valor		Solución		
			Necesario	No necesario	Necesario	No necesario	Reducir	Eliminar	Mejorar
Preparación de equipos	1	Notificación al operador de molienda de ingreso de yeso hacia recepción.			X		X		
	2	Limpieza de la línea.			X		X		
	3	Ubicación de apilador en la pila 1 para el almacenamiento de yeso.		X					X
	4	Arranque de equipos de recepción de yeso.			X				X
Almacenamiento de yeso en sala final fam.	1	Carga de yeso triturado con la cargadora frontal.		X					X
	2	Recorrido de la cargadora frontal hacia la tolva.			X				X
	3	Descarga de yeso en la tolva.			X		X		
	4	Salida de la cargadora frontal de la zona de descarga.		X					X

### 5.18 Tiempos mejorados

Una vez finalizado el estudio de tiempos en cada uno de los subprocesos para el almacenamiento de la materia prima, a continuación, se presenta el estudio de tiempos mejorados para cada una de las actividades.

$$TSM = \bar{X} + (DVT * S) \quad ( 5.10 )$$

#### 5.18.1 Ingreso de materia prima

En la siguiente Tabla 5.44 se presenta el tiempo estándar mejorado para cada una de las actividades en el subproceso de ingreso de materia prima.

Tabla 5.44. Estudio de Tiempos mejorados para el Subproceso: Ingreso de materia prima.

<b>ESTUDIO DE TIEMPOS ACTUAL</b>																	
<b>Estudio N:</b>		2				<b>Observado por</b>			Diego Jami - Daniel Vaca			<b>Método</b>					
<b>Subproceso:</b>		Ingreso de Materia Prima										<b>Mejorado</b>					
<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Ciclos tomados en minutos</b>										$\bar{X}$	<b>DVT</b>	<b>Id</b>	<b>TN</b>	<b>S</b>	<b>TSM</b>
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>						
<b>1</b>	Notificación de la llegada de volquete con yeso a Pta.Lta.	0,083	0,100	0,083	0,066	0,083	0,066	0,083	0,083	0,066	0,100	0,081	0,013	0,98	0,080	1,21	0,096
<b>2</b>	Toma de turno.	0,083	0,083	0,100	0,116	0,083	0,066	0,083	0,083	0,133	0,083	0,091	0,020	0,98	0,089	1,21	0,115
<b>3</b>	Pesaje y registro de volquete con yeso en la balanza.	0,200	0,216	0,183	0,200	0,166	0,183	0,216	0,183	0,200	0,200	0,195	0,016	0,98	0,191	1,21	0,214
<b>4</b>	Recorrido de volquete con yeso a la cantera.	13,590	14,632	13,325	13,054	13,693	13,840	13,650	13,582	13,461	12,946	13,577	0,465	0,98	13,306	1,21	14,140
<b>5</b>	Descarga de yeso en plataforma temporal cantera.	0,883	0,916	0,833	0,883	0,916	0,916	0,750	0,833	0,866	0,800	0,860	0,055	0,98	0,842	1,21	0,927
															<b>TS (min)</b>		<b>15,492</b>
<b>Nota: T=Total, <math>\bar{X}</math> =Promedio, DVT= Desviación estándar, VMÁX= Valor máximo, VMIN= Valor mínimo, TSM: Tiempo estándar mejorado</b>																	

### 5.18.2 Trituración de yeso

En la siguiente Tabla 5.45 se muestra el estudio de nuevos tiempos con la estandarización necesaria para cada una de las actividades, con la diferencia que se unió dos actividades la limpieza de equipo y la calibración ya que estas se pueden realizar simultáneamente.

Tabla 5.45. Estudio de Tiempos mejorados para el Subproceso: Trituración de yeso.

ESTUDIO DE TIEMPOS ACTUAL																		
Estudio N:	1				Observado por	Diego Jami - Daniel Vaca						Método						
Subproceso:	Trituración de yeso																Mejorado	
N°	Descripción	Ciclos tomados en minutos										$\bar{X}$	DVT	Id	TN	S	TSM	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10							
1	Limpieza de equipos y calibración.	10,972	10,684	10,455	10,159	10,385	10,505	10,051	10,412	10,790	10,912	10,533	0,306	0,97	10,217	1,22	10,905	
2	Notificación a control central para el cambio de compuerta y encendido de equipos.	2,825	3,040	3,409	2,989	2,369	2,566	3,018	2,542	3,114	3,323	2,919	0,341	0,97	2,832	1,22	3,336	
3	Carga de yeso a triturar con la cargadora frontal.	0,058	0,054	0,072	0,050	0,055	0,062	0,068	0,062	0,054	0,058	0,059	0,007	0,97	0,058	1,22	0,068	
4	Recorrido de cargadora frontal hacia máquina trituradora.	0,750	0,616	0,600	0,583	0,666	0,716	0,750	0,733	0,583	0,616	0,661	0,070	0,97	0,641	1,22	0,747	
5	Descarga de yeso en tolva de máquina trituradora.	0,100	0,100	0,083	0,116	0,066	0,100	0,116	0,116	0,100	0,100	0,100	0,016	0,97	0,097	1,22	0,119	
6	Recorrido de vuelta de la cargadora frontal a cargar yeso.	0,416	0,433	0,366	0,383	0,416	0,416	0,333	0,366	0,400	0,416	0,395	0,031	0,97	0,383	1,22	0,433	
															<b>TS (min)</b>		<b>15,607</b>	
Nota: T=Total, $\bar{X}$ =Promedio, DVT= Desviación estándar, VMÁX= Valor máximo, VMIN= Valor mínimo, TSM: Tiempo estándar mejorado																		

### 5.18.3 Almacenamiento de yeso en plataforma temporal

En la siguiente Tabla 5.46 se muestra la combinación de dos actividades el posicionamiento y la descarga ya que son actividades consecuentes.

Tabla 5.46. Estudio de Tiempos mejorados para el Subproceso: Almacenamiento de yeso en plataforma temporal.

ESTUDIO DE TIEMPOS ACTUAL																	
Estudio N:		2				Observado por		Diego Jami - Daniel Vaca				Método					
Subproceso:		Almacenamiento de yeso en plataforma temporal										Mejorado					
N°	Descripción	Ciclos tomados en minutos										$\bar{X}$	DVT	Id	TN	S	TSM
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
1	Carga de yeso en volquete / Piso.	2,150	2,175	2,143	2,180	2,185	2,142	2,155	2,171	2,165	2,183	2,165	0,016	0,99	2,143	1,29	2,186
2	Recorrido de volquete cantera - plataforma temporal de almacenamiento.	9,739	10,170	10,457	9,821	10,684	11,065	9,371	10,178	10,015	9,213	10,071	0,571	0,99	9,971	1,29	10,808
3	Posicionamiento de volquete y descarga de yeso.	0,808	0,875	0,750	0,708	0,816	0,900	0,742	0,875	0,791	0,792	0,806	0,063	0,99	0,798	1,29	0,887
4	Recorrido de volquete vacía a cantera.	7,958	8,032	6,246	7,050	7,441	6,942	7,540	6,675	7,141	7,313	7,234	0,550	0,99	7,162	1,29	7,943
															TS (min)		21,824
Nota: T=Total, $\bar{X}$ =Promedio, DVT= Desviación estándar, VMÁX= Valor máximo, VMIN= Valor mínimo, TSM: Tiempo estándar mejorado																	

### 5.18.4 Preparación de equipos

En la siguiente Tabla 5.47 se muestra el estudio de nuevos tiempos con la estandarización necesaria para cada una de las actividades.

Tabla 5.47. Estudio de Tiempos mejorados para el Subproceso: Preparación de equipos.

ESTUDIO DE TIEMPOS ACTUAL																	
Estudio N°:	2				Observado por			Diego Jami - Daniel Vaca			Método						
Subproceso:	Preparación de equipos										Mejorado						
N°	Descripción	Ciclos tomados en minutos										X̄	DVT	Id	TN	S	TSM
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
1	Notificación al operador de molienda de ingreso de yeso hacia recepción.	2,100	2,150	2,200	2,050	2,250	2,300	2,280	2,350	2,380	2,400	2,25	0,119	1,00	2,246	1,22	2,391
2	Limpieza de la línea.	10,124	9,868	10,601	9,997	10,290	9,978	10,121	9,989	9,686	10,086	10,074	0,246	1,00	10,074	1,22	10,374
3	Ubicación de apilador en la pila 1 para el almacenamiento de yeso.	26,215	25,700	24,557	25,417	25,311	24,332	25,192	25,611	26,507	24,689	25,353	0,700	1,00	25,353	1,22	26,207
4	Arranque de equipos de recepción de yeso.	1,300	1,100	1,250	1,400	1,450	1,200	1,350	1,450	1,280	1,370	1,315	0,112	1,00	1,315	1,22	1,452
															TS (min)		40,424
Nota: T=Total, X̄ =Promedio, DVT= Desviación estándar, VMÁX= Valor máximo, VMIN= Valor mínimo, TSM: Tiempo estándar mejorado																	

### 5.18.5 Almacenamiento de yeso en la sala final fam

En la siguiente Tabla 5.48 se muestra el estudio de nuevos tiempos con la estandarización necesaria para cada una de las actividades.

Tabla 5.48. Estudio de Tiempos mejorados para el Subproceso: Almacenamiento de yeso en la sala final fam.

ESTUDIO DE TIEMPOS ACTUAL																	
Estudio N:		2				Observado por			Diego Jami - Daniel Vaca			Método					
Subproceso:		Almacenamiento de yeso en sala final fam.										Mejorado					
N°	Descripción	Ciclos tomados en minutos										$\bar{X}$	DVT	Id	TN	S	TSM
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
1	Carga de yeso triturado con la cargadora frontal.	0,083	0,100	0,083	0,066	0,083	0,066	0,083	0,083	0,066	0,100	0,081	0,012	1,00	0,081	1,29	0,097
2	Recorrido de cargadora frontal hacia la tolva.	0,716	0,683	0,783	0,733	0,766	0,716	0,733	0,766	0,716	0,750	0,736	0,030	1,00	0,736	1,29	0,775
3	Descarga de yeso en la tolva.	3,990	4,100	3,800	4,000	4,050	3,980	4,050	3,980	3,990	4,100	4,004	0,085	1,00	4,004	1,29	4,114
4	Salida de cargadora frontal de la zona de descarga.	0,583	0,750	0,516	0,500	0,550	0,500	0,583	0,500	0,566	0,550	0,560	0,074	1,00	0,560	1,29	0,656
															<b>TS (min)</b>		<b>5,643</b>
<b>Nota: T=Total, <math>\bar{X}</math> =Promedio, DVT= Desviación estándar, VMÁX= Valor máximo, VMIN= Valor mínimo, TSM: Tiempo estándar mejorado</b>																	

## 5.19 Comparación de tiempos

En la siguiente Tabla 5.49 se presenta el tiempo actual y el mejorado dando a conocer una mejora en cada una de las actividades.

Tabla 5.49. Comparación de tiempos actuales y mejorados de cada una de las actividades.

Subproceso	#	Actividades	Tiempo (min)	Actividades	Tiempo mejorado (min)
<b>Ingreso de Materia Prima</b>	1	Notificación de la llegada de volquete con yeso a Pta.Lta.	0,096	Notificación de la llegada de volquete con Yeso a Pta.Lta.	0,096
	2	Toma de turno.	0,108	Toma de turno.	0,115
	3	Pesaje y registro de volquete con yeso en la balanza.	0,231	Pesaje y registro de volquete con yeso en la balanza.	0,214
	4	Recorrido de volquete con yeso a la cantera.	16,100	Recorrido de volquete con yeso a la cantera.	14,140
	5	Descarga de yeso en plataforma temporal cantera.	1,019	Descarga de yeso en plataforma temporal cantera.	0,927
<b>TOTAL</b>			<b>17,555</b>	<b>TOTAL</b>	<b>15,492</b>
<b>Trituración de yeso</b>	1	Limpieza de equipos,	23,450	Limpieza de equipos y calibración	10,905
	2	Calibración de la máquina trituradora y la compuerta.	1,478		
	3	Notificación a control central para el cambio de compuerta y encendido de equipos.	3,455	Notificación a control central para el cambio de compuerta y encendido de equipos.	3,336
	4	Carga de yeso a triturar con la cargadora frontal.	0,070	Carga de yeso a triturar con la cargadora frontal.	0,068
	5	Recorrido de la cargadora frontal hacia máquina trituradora.	0,783	Recorrido de la cargadora frontal hacia máquina trituradora.	0,747
	6	Descarga de yeso en tolva de máquina trituradora.	0,118	Descarga de yeso en tolva de máquina trituradora.	0,119
	7	Recorrido de vuelta de la cargadora frontal a cargar yeso.	0,467	Recorrido de vuelta de la cargadora frontal a cargar yeso.	0,433
<b>TOTAL</b>			<b>29,821</b>	<b>TOTAL</b>	<b>15,607</b>
<b>Almacenamiento de yeso en plataforma temporal</b>	1	Carga de yeso en volquete / piso.	2,767	Carga de yeso en volqueta / piso.	2,186
	2	Recorrido de volquete cantera - plataforma temporal de almacenamiento.	12,862	Recorrido de volquete cantera - plataforma temporal de almacenamiento.	10,808
	3	Posicionamiento de volquete para descargar yeso.	1,047	Posicionamiento de volquete y descarga de yeso.	0,887
	4	Descarga de yeso en plataforma.	1,011		
	5	Recorrido de volqueta vacía a cantera.	9,238	Recorrido de volquete vacía a cantera.	7,943

<b>TOTAL</b>			<b>26,925</b>	<b>TOTAL</b>	<b>21,824</b>
<b>Preparación de equipos</b>	<b>1</b>	Notificación al operador de molienda de ingreso de yeso hacia recepción.	2,740	Notificación al operador de molienda de ingreso de yeso hacia recepción.	2,391
	<b>2</b>	Limpieza de la línea.	12,290	Limpieza de la línea.	10,374
	<b>3</b>	Ubicación de apilador en la pila 1 para el almacenamiento de yeso.	30,931	Ubicación de apilador en la pila 1 para el almacenamiento de yeso.	26,207
	<b>4</b>	Arranque de equipos de recepción de yeso.	1,604	Arranque de equipos de recepción de yeso.	1,452
<b>TOTAL</b>			<b>47,565</b>	<b>TOTAL</b>	<b>40,424</b>
<b>Almacenamiento de yeso en sala final</b>	<b>1</b>	Carga de yeso triturado con la cargadora frontal.	0,105	Carga de yeso triturado con la cargadora frontal.	0,097
	<b>2</b>	Recorrido de la cargadora frontal hacia la tolva.	0,950	Recorrido de la cargadora frontal hacia la tolva.	0,775
	<b>3</b>	Descarga de yeso en la tolva.	5,165	Descarga de yeso en la tolva.	4,114
	<b>4</b>	Salida de la cargadora frontal de la zona de descarga.	0,722	Salida de la cargadora frontal de la zona de descarga.	0,656
<b>TOTAL</b>			<b>6,942</b>	<b>TOTAL</b>	<b>5,643</b>

## 5.20 Comparación tiempo global

En la siguiente Tabla 5.50 se muestra la diferencia del tiempo global actual y mejorado.

Tabla 5.50. Comparación del tiempo global actual y mejorado.

<b>Subproceso</b>	<b>#</b>	<b>Actividades</b>	<b>Tiempo (min)</b>	<b>Actividades</b>	<b>Tiempo mejorado (min)</b>
<b>Ingreso de Materia Prima</b>	<b>1</b>	Notificación de la llegada de volquete con yeso a Pta.Lta.	0,096	Notificación de la llegada de volquete con yeso a Pta.Lta.	0,096
	<b>2</b>	Toma de turno.	0,108	Toma de turno.	0,115
	<b>3</b>	Pesaje y registro de volquete con yeso en la balanza.	0,231	Pesaje y registro de volquete con yeso en la balanza.	0,214
	<b>4</b>	Recorrido de volquete con yeso a la cantera.	16,100	Recorrido de volquete con yeso a la cantera.	14,140
	<b>5</b>	Descarga de yeso en plataforma temporal cantera.	1,019	Descarga de yeso en plataforma temporal cantera.	0,927
<b>Trituración de yeso</b>	<b>1</b>	Limpieza de equipos,	23,450	Limpieza de equipos y calibración	10,905
	<b>2</b>	Calibración de la máquina trituradora y la compuerta.	1,478		
	<b>3</b>	Notificación a control central para el cambio de compuerta y encendido de equipos.	3,455	Notificación a control central para el cambio de compuerta y encendido de equipos.	3,336
	<b>4</b>	Carga de yeso a triturar con la cargadora frontal.	0,070	Carga de yeso a triturar con la cargadora frontal.	0,068
	<b>5</b>	Recorrido de la cargadora frontal hacia máquina trituradora.	0,783	Recorrido de la cargadora frontal hacia máquina trituradora.	0,747
	<b>6</b>	Descarga de yeso en tolva de máquina trituradora.	0,118	Descarga de yeso en tolva de máquina trituradora.	0,119
	<b>7</b>	Recorrido de vuelta de la cargadora frontal a cargar yeso.	0,467	Recorrido de vuelta de la cargadora frontal a cargar yeso.	0,433

<b>Almacenamiento de yeso en plataforma temporal</b>	1	Carga de yeso en volquete / piso.	2,767	Carga de yeso en volqueta / piso.	2,186
	2	Recorrido de volquete cantera - plataforma temporal de almacenamiento.	12,862	Recorrido de volquete cantera - plataforma temporal de almacenamiento.	10,808
	3	Posicionamiento de volquete para descargar yeso.	1,047	Posicionamiento de volquete y descarga de yeso.	0,887
	4	Descarga de yeso en plataforma.	1,011		
	5	Recorrido de volquete vacía a cantera.	9,238	Recorrido de volquete vacía a cantera.	7,943
<b>Preparación de equipos</b>	1	Notificación al operador de molienda de ingreso de yeso hacia recepción.	2,740	Notificación al operador de molienda de ingreso de yeso hacia recepción.	2,391
	2	Limpieza de la línea.	12,290	Limpieza de la línea.	10,374
	3	Ubicación de apilador en la pila 1 para el almacenamiento de yeso.	30,931	Ubicación de apilador en la pila 1 para el almacenamiento de yeso.	26,207
	4	Arranque de equipos de recepción de yeso.	1,604	Arranque de equipos de recepción de yeso.	1,452
<b>Almacenamiento de Yeso en sala final</b>	1	Carga de yeso triturado con la cargadora frontal.	0,105	Carga de yeso triturado con la cargadora frontal.	0,097
	2	Recorrido de la cargadora frontal hacia la tolva.	0,950	Recorrido de la cargadora frontal hacia la tolva.	0,775
	3	Descarga de yeso en la tolva.	5,165	Descarga de yeso en la tolva.	4,114
	4	Salida de la cargadora frontal de la zona de descarga.	0,722	Salida de la cargadora frontal de la zona de descarga.	0,656
<b>TOTAL</b>			<b>128,807</b>	<b>TOTAL</b>	<b>97,190</b>

## 5.21 Descripción de mejoramiento para las actividades

En la siguiente Tabla 5.51 se muestra la descripción de mejora para cada una de las actividades.

Tabla 5.51. Descripción de mejora para las actividades.

Proceso	#	Descripción	Tiempo (min)	Descripción	Tiempo propuesto (min)	Descripción de mejora
<b>Ingreso de Materia Prima</b>	1	Notificación de la llegada de volquete con yeso a Pta.Lta.	0,096	Notificación de la llegada de volquete con yeso a Pta.Lta.	0,096	Implementar un sistema de notificación automatizado, como un mensaje de texto o correo electrónico, que se envíe automáticamente al operador cuando el volquete llegue a la planta.
	2	Toma de turno.	0,108	Toma de turno.	0,115	Utilizar un sistema de registro electrónico para el control de turnos
	3	Pesaje y registro de volquete con yeso en la balanza.	0,231	Pesaje y registro de volquete con yeso en la balanza.	0,214	Colocar marcas visibles en la balanza para que el conductor se posicione de manera correcta sin contratiempos.
	4	Recorrido de volquete con yeso a la cantera.	16,100	Recorrido de volquete con yeso a la cantera.	14,140	Propuesta de capacitación a los conductores y realizar mantenimiento preventivo a los equipos de transporte
	5	Descarga de yeso en plataforma temporal cantera.	1,019	Descarga de yeso en plataforma temporal cantera.	0,927	Asegurar que el área de descarga esté bien organizada y señalizada para facilitar las maniobras de los vehículos pesados.
<b>TOTAL</b>			<b>17,555</b>		<b>15,492</b>	

Tabla 5.52. Descripción de mejora para las actividades.

Proceso	#	Descripción	Tiempo (min)	Descripción	Tiempo propuesto (min)	Descripción de mejora
Trituración de Yeso	1	Limpieza de equipos.	23,450	Limpieza y calibración de equipos.	10,905	Estas actividades se pueden realizar conjuntas, ya que son consecuentes, mientras realiza la limpieza se puede realizar la calibración de los mismos equipos.
	2	Calibración de la máquina trituradora y la compuerta.	1,478			
	3	Notificación a control central para el cambio de compuerta y encendido de equipos.	3,455	Notificación a control central para el cambio de compuerta y encendido de equipos.	3,336	Agilizar el tiempo de respuesta en control central realizada desde la cantera.
	4	Carga de yeso a triturar con la cargadora frontal.	0,070	Carga de yeso a triturar con la cargadora frontal.	0,068	Establecer un punto fijo de carga para evitar movimientos adicionales de reposicionamiento de la cargadora.
	5	Recorrido de la cargadora frontal a hacia máquina trituradora.	0,783	Recorrido de la cargadora frontal a hacia máquina trituradora.	0,747	Mantener las vías despejadas y compactadas para que los traslados sean más rápidos y seguros.
	6	Descarga de yeso en tolva de máquina trituradora.	0,118	Descarga de yeso en tolva de máquina trituradora.	0,119	Colocar guías físicas (como topes) que aseguren que la cargadora esté correctamente alineada al descargar el material en la tolva.
	7	Recorrido de vuelta de la cargadora frontal a cargar yeso.	0,467	Recorrido de vuelta de la cargadora frontal a cargar yeso.	0,433	Reorganización del área de trabajo para evitar cruces innecesarios o demoras en el recorrido.
<b>TOTAL</b>			<b>29,821</b>		<b>15,607</b>	
Almacenamiento de Yeso en plataforma temporal	1	Carga de yeso en volqueta / Piso.	2,767	Carga de yeso en volqueta / Piso.	2,186	Realizar la operación más precisa y sin tiempos muertos.
	2	Recorrido de volquete cantera - plataforma temporal de almacenamiento.	12,862	Recorrido de volquete cantera - plataforma temporal de almacenamiento.	10,808	Propuesta de capacitación a los conductores y realizar mantenimiento preventivo a los equipos de transporte.
	3	Posicionamiento de volquete para descargar yeso.	1,047	Posicionamiento y descarga de yeso.	0,887	Asegurar que el área de posicionamiento y descarga esté bien organizada y señalizada para facilitar una maniobra más eficiente.
	4	Descarga de yeso en plataforma.	1,011			
	5	Recorrido de volquete vacía a cantera.	9,238	Recorrido de volquete vacía a cantera.	7,943	Propuesta de capacitación a los conductores y realizar mantenimiento preventivo a los equipos de transporte y avanzar a la velocidad permitida que es 20 km/h.
<b>TOTAL</b>			<b>26,925</b>		<b>21,824</b>	

Tabla 5.53. Descripción de mejora para las actividades.

Proceso	#	Descripción	Tiempo (min)	Descripción	Tiempo propuesto (min)	Descripción de mejora
<b>Preparación de equipos</b>	1	Notificación al operador de molienda de ingreso de yeso hacia recepción.	2,740	Notificación al operador de molienda de ingreso de yeso hacia recepción.	2,391	Agilizar la notificación realizada en control central.
	2	Limpieza de la línea.	12,290	Limpieza de la línea.	10,374	Realizar la limpieza de la línea al terminar la jornada laboral y así dejar lista para el día siguiente para el ingreso de yeso.
	3	Ubicación de apilador en la pila 1 para el almacenamiento de yeso.	30,931	Ubicación de apilador en la pila 1 para el almacenamiento de yeso.	26,207	Realizar la ubicación del apilador correspondiente, al terminar la jornada laboral.
	4	Arranque de equipos de recepción de yeso.	1,604	Arranque de equipos de recepción de yeso.	1,452	Agilizar desde el control central el arranque de equipos.
<b>TOTAL</b>			<b>47,565</b>		<b>40,424</b>	
<b>Almacenamiento de Yeso en sala final</b>	1	Carga de yeso triturado con la cargadora frontal.	0,105	Carga de yeso triturado con la cargadora frontal.	0,097	Instruir al operador en técnicas para cargar y realizar la operación más eficiente.
	2	Recorrido de la cargadora frontal hacia la tolva.	0,950	Recorrido de la cargadora frontal hacia la tolva.	0,775	Mantener las vías despejadas y compactadas para que los traslados sean más rápidos y seguros.
	3	Descarga de yeso en la tolva.	5,165	Descarga de yeso en la tolva.	4,114	Propuesta de malla automática para el fácil ingreso de yeso y evitar el doble trabajo. Usar topes mecánicos simples para guiar el posicionamiento de la cargadora frontal al descargar
	4	Salida de cargadora frontal de la zona de descarga.	0,722	Salida de cargadora frontal de la zona de descarga.	0,656	Señalizar rutas específicas para evitar maniobras innecesarias.
<b>TOTAL</b>			<b>6,942</b>		<b>5,643</b>	

En la siguiente Figura 5.13 se observa de manera clara el mejoramiento de los tiempos en cada una de las actividades.

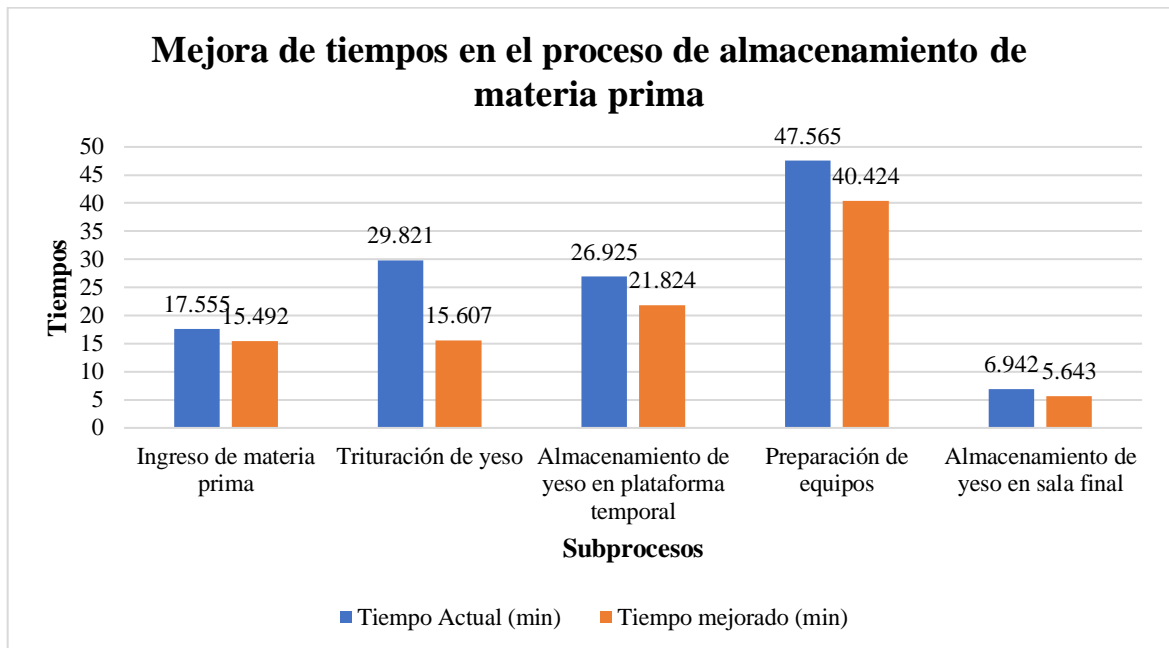


Figura 5.13. Diagrama de mejoramiento de tiempos.

## 5.22 Análisis de la eficiencia

El análisis de la eficiencia tiene como objetivo evaluar hasta qué punto las actividades optimizadas son capaces de cumplir con los objetivos establecidos en relación con el tiempo y las mejoras en los procesos productivos. Esto permite concluir si las estrategias implementadas han mantenido o mejorado los tiempos operativos objetivo, al mismo tiempo que aseguran un uso efectivo de los recursos técnicos y humanos. Este análisis es crucial para garantizar que los cambios aplicados resulten no solo en beneficios a corto plazo, sino también en mejoras a largo plazo que fortalezcan la competitividad de la operación, manteniendo el equilibrio con los objetivos de la organización.

- Tiempo actual: 128,807 min
- Tiempo mejorado: 97,190 min

$$\text{Mejora de eficiencia} = \frac{\text{tiempo actual} - \text{tiempo mejorada}}{\text{tiempo actual}} * 100 \quad ( 5.11 )$$

$$\text{Mejora de eficiencia} = \frac{128,807 \text{ min} - 97,190 \text{ min}}{128,807 \text{ min}} * 100$$

$$\text{Mejora de eficiencia} = 24,55 \%$$

El análisis de los tiempos operativos indica que la eficiencia del proceso productivo ha mejorado sustancialmente, pasando de 128,807 minutos a un tiempo mejorado de 97,190 minutos. Esto conlleva un uso más económico de los recursos y el tiempo en la ejecución de las actividades, que permite un mejor manejo del flujo de trabajo. La mejora de eficiencia, calculada en porcentaje de reducción respecto al tiempo actual, fue del 24,55 %. Este resultado indica que las estrategias que se aplicaron, tales como la eliminación de tiempos ociosos y la mejora en la eficiencia de los movimientos, han dado resultado en el progreso logrado, el cual es más eficiente y sostenible, lo cual eleva la capacidad operativa.

### 5.23 Análisis de la productividad

Para estudiar la productividad, se toman en consideración los tiempos de producción presentes y mejorados, el volumen de procesamiento y los días laborales disponibles. Según los datos proporcionados, se procesan 150 toneladas métricas de material en 3 días, lo que da una producción diaria de:

$$\text{Producción diaria} = \frac{150 \text{ toneladas}}{3 \text{ días}}$$

$$\text{Producción diaria} = 50 \text{ toneladas}$$

### Capacidad de producción con el tiempo actual

$$\text{Tiempos por tonelada (actual)} = \frac{128,807 \text{ minutos}}{50 \text{ toneladas}}$$

$$\text{Tiempos por tonelada (actual)} = 2,576 \frac{\text{min}}{\text{tonelada}}$$

La capacidad de producción en una jornada de 480 minutos

$$\text{Capacidad diaria (actual)} = \frac{480 \text{ minutos}}{2,576 \frac{\text{min}}{\text{tonelada}}}$$

$$\text{Capacidad diaria (actual)} = 186,33 \text{ toneladas}$$

### Capacidad de producción con el tiempo mejorado

$$\text{Tiempo por tonelada (mejora)} = \frac{97,190 \text{ minutos}}{50 \text{ toneladas}}$$

$$\text{Tiempo por tonelada (mejoral)} = 1,943 \frac{\text{min}}{\text{tonelada}}$$

La capacidad de producción en una jornada de 480 minutos

$$\text{Capacidad diaria (mejora)} = \frac{480 \text{ minutos}}{1,943 \frac{\text{min}}{\text{tonelada}}}$$

$$\text{Capacidad diaria (mejora)} = \mathbf{247,04 \text{ toneladas}}$$

### 5.24 Análisis de la capacidad de producción a base de la eficiencia

Para realizar este análisis de la capacidad de producción, se toma los datos de la capacidad de producción actual y la capacidad de producción mejorada para indicar la mejora de la eficiencia dentro del almacenamiento de materia prima.

- Capacidad de producción actual: 186,33 toneladas
- Capacidad de producción mejorada: 247,04 toneladas

$$\begin{aligned} & \mathbf{\text{Capacidad de producción}} \\ & = \frac{\text{productividad mejorada} - \text{productividad actual}}{\text{productividad actual}} * 100 \end{aligned} \quad ( 5.12 )$$

$$\mathbf{\text{Capacidad de producción}} = \frac{247,04 \text{ toneladas} - 186,33 \text{ toneladas}}{186,33 \text{ toneladas}} * 100$$

$$\mathbf{\text{Capacidad de producción}} = \mathbf{32,58\%}$$

A continuación, en la Tabla 5.52, se muestra un resumen para resumir la mejora de la eficiencia y la productividad en la planta, que registró una mejora del 24.55% en la eficiencia del proceso de almacenamiento. Ha proporcionado un aumento en la capacidad de producción, con el tiempo actual se obtienen 186.33 toneladas, y tras el tiempo mejorado, ha dado un valor de 247.04 toneladas, lo cual es un aumento notable dentro de la planta. La capacidad de producción (con la eficiencia mejorada) es del 32.58% una clara disminución en las horas de operación y una actualización de la compañía. Estos resultados indican que las mejoras propuestas en el proceso en el área de almacenamiento influyen positivamente en la productividad general de la empresa.

Tabla 5.54. Análisis de la eficiencia y la productividad.

<b>Análisis de la eficiencia y la productividad</b>		
Mejora de la eficiencia		<b>24,55 %</b>
Capacidad de producción	Actual	<b>186, 33 t</b>
	Mejorada	<b>247, 04 t</b>
Capacidad de producción a base de la eficiencia		<b>32,58 %</b>

## 6. CONCLUSIONES

- Se reconocieron actividades importantes como el camino de la carretilla hacia la cantera y la limpieza de dispositivos a través de un análisis exhaustivo del proceso de almacenamiento de materia prima. Estas etapas forman los principales cuellos de botella cuya optimización permitirá reducir el periodo de tiempo inactivo y maximizar la eficiencia operativa.
- Mediante estudios de tiempo con herramientas metodológicas como análisis estadístico y fórmulas de tiempo normal, se determinaron ineficiencias en cada subproceso para identificar cuellos de botella y definir tiempos estándar. Dichos resultados proporcionan una base sólida para estandarizar operaciones y definir indicadores de desempeño claros.
- Se determinó una estandarización de tiempos de los dos procesos principales, con un plan de mejora que se aplicó para mejorar la eficiencia del proceso del 24.55% y la capacidad de producción de 186.33 toneladas a 247.04 toneladas, demostrando un impacto positivo en la productividad.

## 7. RECOMENDACIONES

- Debe realizarse una fase piloto en la ejecución de propuestas de estandarización en actividades críticas como la ruta de la carretilla y la limpieza del equipo. De este modo, será posible validar la viabilidad de las soluciones bajo condiciones reales y ajustarlas en función de los resultados obtenidos, reforzando una adopción efectiva y sostenible.
- Establecer un sistema de monitoreo para los tiempos operativos segmentados por los procesos definidos en la guía de tiempos, donde se verifique si se cumplen o no los tiempos estándar, e implementar capacitaciones periódicas para los operadores para crear buenas prácticas en el almacenamiento y la metodología de estudio de tiempos, lo que puede asegurar que las tareas se ejecuten correctamente; evitando así la pérdida de tiempo cuando se detectan tiempos que se desvían del desempeño óptimo.
- En vista de las actividades críticas involucradas en la colocación del apilador y la limpieza del equipo, se sugiere explorar tecnologías avanzadas para automatizar estas actividades. Esto implica introducir sistemas apiladores automáticos y protocolos de limpieza más eficientes que ayuden a minimizar los tiempos de inactividad y la intervención humana.

## 8. REFERENCIAS

- [1] Holcim Ecuador S.A., “Holcim Ecuador S.A.,” Holcim Ecuador S.A. Accessed: Jan. 04, 2025. [Online]. Available: <https://www.holcim.com.ec/>
- [2] K. A. Eneque Flores, J. M. Tello Barahona, and M. H. Vásquez Coronado, “GESTIÓN POR PROCESOS PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA ‘COMERCIO INDUSTRIA Y SERVICIOS GMV E.I.R.L.’,” *INGENIERÍA: Ciencia, Tecnología e Innovación*, vol. 7, no. 1, 2020, doi: 10.26495/icti.v7i1.1355.
- [3] H. Cora Cantero, Y. Herrera González, E. Leyva Cardeñosa, and A. Nápoles Vargas, “La gestión por procesos en una empresa Comercializadora del territorio holguinero,” 2021.
- [4] J. Carlos Herrera-Vega, G. Herrera-Vidal, and H. Hernández-Palma, “Cadena Logística en los Procesos de Recepción y Despacho de Contenedores en una empresa Naviera,” *INGECUC*, vol. 17, no. 1, 2021.
- [5] R. Sanchis, “Diagramación de Procesos,” *Universitat Politècnica de València*, vol. 1, 2020.
- [6] D. B. Parra, F. M. Domínguez, and C. A. C. Herrera, “Análisis de tiempos y movimientos en el proceso de producción de vapor de una empresa generadora de energías limpias,” *News.Ge*, vol. 1, no. 1870–9427, 2020.
- [7] C. Cuevas Arteaga, Y. Á. González Montenegro, M. del C. Torres Salazar, and M. G. Valladares Cisneros, “Importancia de un estudio de tiempos y movimientos,” *Inventio*, vol. 16, no. 39, 2020, doi: 10.30973/inventio/2020.16.39/7.
- [8] B. Y. Caiza Criollo and J. R. Jara Ramos, “MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA INDUSTRIA PAPELERA "INDSOL CIA. LTDA " UBICADA EN EL CANTÓN SALCEDO,” Feb. 2023.
- [9] N. Moreira-Mendoza and G. Real-Pérez, “Tiempo estándar en gestión de mantenimiento de matrices de corte,” *Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología e Investigación*, vol. 4, no. 8 Edición especial septiembre, 2021, doi: 10.46296/ig.v4i8edespsep.0027.
- [10] P. Guerrero, R. Guaman, E. C. Morles, and L. Siguenza-Guzman, “Modelo de optimización para el cálculo de tiempos estándar en procesos de ensamblaje,” *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Información*, vol. 11, no. 1, 2020.
- [11] L. JIMÉNEZ, “MÉTODO DE WESTINGHOUSE EN LA EMPRESA AMERICAN SECURITY LOCALIZADA EN EL MUNICIPIO DE CÚCUTA PARA REDUCIR EL TIEMPO DE FABRICACIÓN DE LAS PUERTAS DE SEGURIDAD,” 2016.
- [12] A. S. Espinoza Avalos, “ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS APLICADO A LA PRODUCCIÓN DE CALZADO EN LA EMPRESA RALMA,” Sep. 2022.
- [13] M. ÁVILA SANCHEZ, S. MELO CUELLAR, and S. VARON PENAGOS, “PLANTEAMIENTO DE ESTANDARIZACIÓN DE LA LÍNEA DE PROCESOS DE

GESTIÓN, ROTACIÓN Y ENVÍO DE ACCESORIOS A LA BODEGA PRINCIPAL DE UNA EMPRESA DE PAGOS ELECTRÓNICOS,” 2023.

- [14] O. I. Pamela Hernández-Gallo, Á. I. Guamán-Lozano, and J. Moyano-Alulema III, “Estandarización del proceso productivo de área de postcosecha de las florícolas Standardization of the production process of the post-harvest area of floriculture Padronização do processo produtivo da área de pós-colheita da floricultura Ciencias Técnicas y Aplicadas Artículo de Investigación,” vol. 7, no. 7, pp. 294–310, 2022, doi: 10.23857/pc.v7i7.
- [15] “Diagrama de Flujo.”
- [16] H. P. Sandoval Vásquez, “ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS EN UNA EMPRESA DE LÁCTEOS PARA MEJORAR LA PRODUCCIÓN DE QUESO FRESCO,” 2020.
- [17] D. D. Burgasí Delgado, D. V. Cobo Panchi, K. T. Pérez Salazar, R. L. Pilacuan Pinos, and M. B. Rocha Guano, “EL DIAGRAMA DE ISHIKAWA COMO HERRAMIENTA DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN: UNA REVISIÓN DE LOS ÚLTIMOS 7 AÑOS,” *TAMBARA*, no. 84, Jul. 2021.
- [18] Vidaud, “De la historia del cemento,” *Construcción y Tecnología en concreto*, 2013.
- [19] H. P. Paredes Cabay, B. M. Moposita Toapanta, and E. Á. Medardo Ulloa, “UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI,” Mar. 2024.
- [20] A. G. Flores Huilcapi, L. S. Carrera Almendáriz, and A. A. Rodríguez Pinos, “Análisis microscópico de clinker para optimizar el proceso de clinkerización en una fábrica cementera,” *Ciencia Digital*, vol. 4, no. 1, 2020, doi: 10.33262/cienciadigital.v4i1.1090.
- [21] D. Sanz Arauz and Á. Marín Serna, “PRESERVANDO LA TRADICIÓN Y MEJORANDO LA EFICIENCIA EN LA CONSTRUCCIÓN TRADITIONAL GYPSUM PLASTER REGENERATION: PRESERVING TRADITION AND IMPROVING CONSTRUCTION EFFICIENCY,” 2022.
- [22] L. M. Chasiluisa Unda, “ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS EN EL ÁREA DE CONFECCIÓN PARA MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE LA EMPRESA IMPACTEX,” Jul. 2019.
- [23] F. Padilla-Santamaría, “El valor p: ¿cómo analizarlo para separarse del positivismo extremo e inductivismo ingenuo?,” *Investigacion en Educacion Medica*, vol. 11, no. 44, pp. 105–114, Oct. 2022, doi: 10.22201/fm.20075057e.2022.44.22442.
- [24] A. B. Salvatierra Espinosa, A. Pérez Martínez, and A. Rodríguez Fernández, “Exchange Rate Pass-through: Evidence from Aggregate Japanese Exports,” 1993.

## ANEXOS

### Anexo A

ESTUDIO DE TIEMPOS ACTUAL																						
Estudio N°:		1										Observado por		Método								
Subproceso:		Ingreso de Materia Prima										Diego Jami - Daniel Vaca		Actual-Propuesto								
N°	Descripción	Ciclos tomados en minutos										T	X̄	DVT	VMÁX	VMIN	N	Id	TN	S	TS	n
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10											
1	Notificación de la llegada de volqueta con Yeso a Pta.Lta.	0,083	0,100	0,083	0,066	0,083	0,066	0,083	0,083	0,066	0,100	0,813	0,081	0,013	0,094	0,069	10	0,98	0,080	1,21	0,096	0,003
2	Toma de turno.	0,083	0,083	0,100	0,116	0,083	0,066	0,083	0,083	0,133	0,083	0,913	0,091	0,020	0,111	0,072	10	0,98	0,089	1,21	0,108	7,758
3	Pesaje y registro de volqueta con Yeso en la balanza.	0,200	0,216	0,183	0,200	0,166	0,183	0,216	0,183	0,200	0,200	1,947	0,195	0,016	0,211	0,179	10	0,98	0,191	1,21	0,231	3,049
4	Recorrido de volqueta con yeso a la cantera.	13,590	14,632	13,325	13,054	13,693	13,840	13,650	13,582	13,461	12,946	135,773	13,577	0,465	14,043	13,112	10	0,98	13,306	1,21	16,100	0,202
5	Descarga de Yeso en cantera.	0,883	0,916	0,833	0,883	0,916	0,916	0,750	0,833	0,866	0,800	8,596	0,860	0,055	0,915	0,804	10	0,98	0,842	1,21	1,019	1,105
																			<b>TS (min)</b>		<b>17,555</b>	
Nota: T=Total, X̄=Promedio, DVT= Desviación estándar, VMÁX= Valor máximo, VMIN= Valor mínimo, TN: Tiempo normal, TS: Tiempo estándar, Id: Índice de desempeño, S: suplementos																						

## Anexo B

ESTUDIO DE TIEMPOS ACTUAL																								
Estudio N:		1										Observado por		Diego Jami - Daniel Vaca		Método								
Subproceso:		Trituración de yeso												Actual-Propuesto										
Nº	Descripción	Ciclos tomados en minutos										T	X̄	DVT	VMÁX	VMIN	N	Id	TN	S	TS	n		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10													
1	Limpieza de equipos.	20,793	19,999	19,760	18,878	19,569	19,560	18,852	19,794	20,481	20,475	198,160	19,816	0,650	20,466	19,166	10	0,97	19,222	1,22	23,450	0,108		
2	Calibración de la maquina trituradora y la compuerta.	1,150	1,370	1,150	1,440	1,200	1,450	1,250	1,030	1,100	1,350	12,490	1,249	0,147	1,396	1,102	10	0,97	1,212	1,22	1,478	8,533		
3	Notificación a control central para el cambio de compuerta y encendido de equipos.	2,825	3,040	3,409	2,989	2,369	2,566	3,018	2,542	3,114	3,323	29,194	2,919	0,341	3,261	2,578	10	0,97	2,832	1,22	3,455	1,624		
4	Carga de yeso a triturar con la cargadora frontal.	0,058	0,054	0,072	0,050	0,055	0,062	0,068	0,062	0,054	0,058	0,593	0,059	0,007	0,066	0,052	10	0,97	0,058	1,22	0,070	5,160		
5	Recorrido de la cargadora frontal hacia maquina trituradora.	0,750	0,616	0,600	0,583	0,666	0,716	0,750	0,733	0,583	0,616	6,613	0,661	0,070	0,731	0,591	10	0,97	0,641	1,22	0,783	7,098		
6	Descarga de yeso en tolva de maquina trituradora.	0,100	0,100	0,083	0,116	0,066	0,100	0,116	0,116	0,100	0,100	0,997	0,100	0,016	0,115	0,084	10	0,97	0,097	1,22	0,118	6,802		
7	Recorrido de vuelta de la cargadora frontal a cargar yeso.	0,416	0,433	0,366	0,383	0,416	0,416	0,333	0,366	0,400	0,416	3,945	0,395	0,031	0,426	0,363	10	0,97	0,383	1,22	0,467	4,521		
																			TS (min)		29,821			

Nota: T=Total, X̄ =Promedio, DVT= Desviación estándar, VMÁX= Valor máximo, VMIN= Valor mínimo, N= Datos, TN: Tiempo normal, TS: Tiempo estándar, Id: Índice de desempeño, S: suplementos

## Anexo C

ESTUDIO DE TIEMPOS ACTUAL																																				
Estudio N:		1			Observado por							Diego Jami - Daniel Vaca		Método																						
Subproceso:		Almacenamiento de yeso en plataforma temporal			Ciclos tomados en minutos										T		X̄		DVT		VMÁX		VMIN		N		Id		TN		S		TS		n	
N°	Descripción	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	T	X̄	DVT	VMÁX	VMIN	N	Id	TN	S	TS	n														
1	Carga de yeso en volquete / Piso.	2,150	2,175	2,143	2,180	2,185	2,142	2,155	2,171	2,165	2,183	19,499	2,167	0,016	2,183	2,150	10	0,99	2,145	1,29	2,767	0,045														
2	Recorrido de volquete cantera - plataforma temporal de almacenamiento.	9,739	10,170	10,457	9,821	10,684	11,065	9,371	10,178	10,015	9,213	100,714	10,071	0,571	10,643	9,500	10	0,99	9,971	1,29	12,862	0,911														
3	Posicionamiento de volquete para descargar yeso.	0,816	0,833	0,800	0,666	0,916	0,966	0,700	0,883	0,866	0,750	8,196	0,820	0,094	0,914	0,725	10,000	0,99	0,811	1,29	1,047	4,486														
4	Descarga de yeso en plataforma.	0,800	0,916	0,700	0,750	0,716	0,833	####	0,866	0,716	0,833	7,913	0,791	0,072	0,863	0,720	10	0,99	0,783	1,29	1,011	5,695														
5	Recorrido de volquete vacía a cantera.	7,958	8,032	6,246	7,050	7,441	6,942	7,540	6,675	7,141	7,313	72,339	7,234	0,550	7,784	6,684	10	0,99	7,162	1,29	9,238	1,375														
																				TS (min)		26,925														
Nota: T=Total, X̄=Promedio, DVT= Desviación estándar, VMÁX= Valor máximo, VMIN= Valor mínimo, TN: Tiempo normal, TS: Tiempo estándar, Id: Índice de desempeño, S: suplementos																																				

## Anexo D

ESTUDIO DE TIEMPOS ACTUAL																							
Estudio N:	1											Observado por		Diego Jami - Daniel Vaca		Método							
Subproceso:	Preparación de equipos											Actual-Propuesto											
N°	Descripción	Ciclos tomados en minutos										T	X̄	DVT	VMÁX	VMIN	N	Id	TN	S	TS	n	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10												
1	Notificación al operador de molienda de ingreso de yeso hacia recepción.	2,100	2,150	2,200	2,050	2,250	2,300	2,280	2,350	2,380	2,400	22,46	2,25	0,119	2,365	2,13	10	1,00	2,246	1,22	2,740	1,350	
2	Limpieza de la línea.	10,124	9,868	10,601	9,997	10,290	9,978	10,121	9,989	9,686	10,086	100,741	10,074	0,246	10,320	9,828	10	1,00	10,074	1,22	12,290	0,225	
3	Ubicación de apilador en la pila 1 para el almacenamiento de yeso.	26,215	25,700	24,557	25,417	25,311	24,332	25,192	25,611	26,507	24,689	253,530	25,353	0,700	26,053	24,653	10	1,00	25,353	1,22	30,931	0,272	
4	Arranque de equipos de recepción de yeso.	1,300	1,100	1,250	1,400	1,450	1,200	1,350	1,450	1,280	1,370	13,150	1,315	0,112	1,427	1,203	10	1,00	1,315	1,22	1,604	4,006	
																			TS (min)		47,565		
Nota: T=Total, X̄=Promedio, DVT= Desviación estándar, VMÁX= Valor máximo, VMIN= Valor mínimo, TN: Tiempo normal, TS: Tiempo estándar, Id: Índice de desempeño, S: suplementos																							

## Anexo E

ESTUDIO DE TIEMPOS ACTUAL																						
Estudio N:		1									Observado por		Diego Jami - Daniel Vaca									
Subproceso:		Almacenamiento de yeso en sala final.									Método											
N°	Descripción	Ciclos tomados en minutos										T	$\bar{X}$	DVT	VMÁX	VMIN	N	Id	TN	S	TS	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10											
1	Carga de yeso triturado con la cargadora frontal.	0,083	0,100	0,083	0,066	0,083	0,066	0,083	0,083	0,066	0,100	0,813	0,081	0,0125	0,094	0,069	10	1,00	0,081	1,29	0,105	
2	Recorrido de cargadora frontal hacia la tolva.	0,716	0,683	0,783	0,733	0,766	0,716	0,733	0,766	0,716	0,750	7,362	0,736	0,0302	0,766	0,706	10	1,00	0,736	1,29	0,950	
3	Descarga de yeso en la tolva.	3,990	4,100	3,800	4,000	4,050	3,980	4,050	3,980	3,990	4,100	40,04	4,004	0,0855	4,090	3,918	10	1,00	4,004	1,29	5,165	
4	Salida de cargadora frontal de la zona de descarga.	0,583	0,750	0,516	0,500	0,550	0,500	0,583	0,500	0,566	0,550	5,598	0,560	0,0746	0,634	0,485	10	1,00	0,560	1,29	0,722	
																			TS (min)		6,942	
Nota: T=Total, $\bar{X}$ =Promedio, DVT= Desviación estándar, VMÁX= Valor máximo, VMIN= Valor mínimo, TN: Tiempo normal, TS: Tiempo estándar, Id: Índice de desempeño, S: suplementos																						