



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA LEAN SIX
SIGMA EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN, PARA EL MEJORAMIENTO EN LA
EMPRESA PROVEATYMI. CIA. LTDA.**

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

Autor:

Nasimba Guallichico Jean Pierre

Tutor:

Ing. MSc. Tello Córdor Ángel Marcelo

LATACUNGA – ECUADOR

2023



DECLARACIÓN DE AUTORIA

Yo, **Nasimba Guallichico Jean Pierre**, con número de cédula **172653898-4**, declaro ser autor del presente proyecto de investigación: **“PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA LEAN SIX SIGMA EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN, PARA EL MEJORAMIENTO EN LA EMPRESA PROVEATYMI. CIA. LTDA”**, siendo el Ing. MSc. Ángel Marcelo Tello Córdor, tutor del presente trabajo investigativo; 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, es de mi exclusiva responsabilidad.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Nasimba Guallichico Jean Pierre', is written over a horizontal line.

Nasimba Guallichico Jean Pierre

C.C. 172653898-4



AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

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

“PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA LEAN SIX SIGMA EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN, PARA EL MEJORAMIENTO EN LA EMPRESA PROVEATYMI. CIA. LTDA” de Nasimba Guallichico Jean Pierre, de la carrera de Ingeniería Industrial, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, febrero de 2023.

Ing. MSc. Ángel Marcelo Tello Condor

C.C: 0501518559



APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

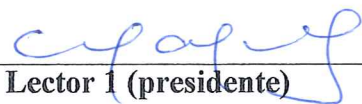
En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la FACULTAD de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, el o los postulantes: Nasimba Guallichico Jean Pierre, con el título de Proyecto de titulación: “**PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA LEAN SIX SIGMA EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN, PARA EL MEJORAMIENTO EN LA EMPRESA PROVEATYML. CIA. LTDA**”, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, febrero del 2023.

Para constancia firman:

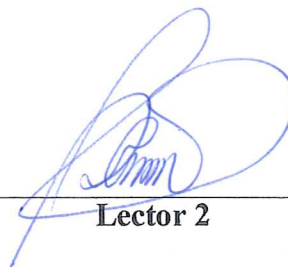
Atentamente,



Lector 1 (presidente)

Ing. Jaime Hernán Acurio Masabanda

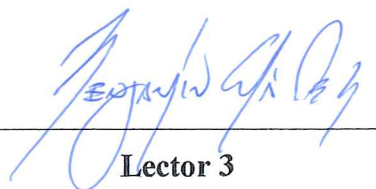
C.C: 050257424-7



Lector 2

Ing. Milton Eduardo Herrera Tapia

C.C: 050150331-2



Lector 3

Ing. Msc. Benjamín Belisario Chávez Ríos

C.C: 171676037-4



AVAL DE LA EMPRESA



Sangolquí, 09 de febrero del 2023

Jean Pierre Nasimba Guallichico
Estudiante de Ingeniería Industrial
Presente.-

AVAL DE LA EMPRESA

En calidad de Gerente General y Representante Legal de la empresa Proveatymi Cía. Ltda., avalo su proyecto investigativo con el título: **PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA LEAN SIX SIGMA, PARA EL MEJORAMIENTO EN LA EMPRESA PROVEATYMI CIA. LTDA.**, del autor de la propuesta al estudiante **Jean Pierre Nasimba Guallichico**, portador de la cedula de identidad número **1726538984**, aspirante al título de Ingeniero Industrial, en la prestigiosa Universidad Técnica de Cotopaxi, cumple con los aportes que requiere la empresa y autoriza la realización de una investigación en las instalaciones de la empresa.

Sin más que agregar, reciban la bienvenida a nuestra empresa.

Atentamente,

PROVEATYMI CÍA. LTDA.
AISLAMIENTO TÉRMICO Y MONTAJES INDUSTRIALES

SR. AMAGUA CRIOLLO JULIO GUSTAVO
GERENTE GENERAL / REPRESENTANTE LEGAL
PROVEATYMI CÍA. LTDA.
C.C. 1710726371

Quito: Barrio el Carmen, Av. Samborondon Lt-8 y Pasaje Remache detrás de FV Ecuacobre.
Teléf.: (02) 2093928 (02) 2093076 Cel.: 0999206018 / 0995427294
Email: servicio.atymi@gmail.com / ingenieria_proyectos@atymi.com.ec / info@atymi.com.ec
Página Web: www.atymi.com



AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme salud, fuerzas y muchas bendiciones para alcanzar una meta más en mi vida.

A mis padres Fabian y María por ser mi pilar fundamental, darme su ejemplo de humildad y honradez; por su apoyo incondicional a lo largo de mi formación académica y por nunca dejarme solo en los momentos más difíciles de mi vida, gracias por todo su amor infinito.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi por haberme permitido ser parte de su entorno y a cada uno de los docentes por brindarme su conocimiento y experiencia.

Por último, agradezco a mi tutor de tesis Ing. Marcelo Tello quien me guio en el transcurso del desarrollo de mi proyecto de investigación, por la paciencia y el conocimiento brindado.

DEDICATORIA

Dedico este esfuerzo a mis padres, quienes han sido el motor, la guía y el camino para poder llegar a este punto de mi carrera, han dado todo su esfuerzo para que yo ahora este culminando esta etapa de mi vida.

Les doy las gracias por el apoyo incondicional que me han brindado en todo momento, con el esfuerzo de ellos y mi esfuerzo ahora puedo ser un profesional.

ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORIA	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iv
AVAL DE LA EMPRESA	v
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA.....	vi
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INFORMACIÓN GENERAL	4
1.INTRODUCCIÓN.....	5
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	5
1.2. EL PROBLEMA.....	5
1.2.1. Planteamiento del problema	5
1.2.2. Formulación del problema.....	6
1.3. BENEFICIARIOS.....	6
1.4. JUSTIFICACIÓN	7
1.5. HIPÓTESIS.....	8
1.6. OBJETIVOS	8
1.6.1. General.....	8
1.6.2. Específicos.....	9
1.7. SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	9
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	10
2.1. ANTECEDENTES	10
2.2. MARCO REFERENCIAL/ESTADO DEL ARTE.....	13
2.2.1. Definición Six Sigma.....	13
2.2.2. Origen del Six Sigma.....	13
2.2.3. Objetivos del Six Sigma	14
2.2.3.1. Objetivos Operativos.....	15
2.2.3.2. Objetivos Estratégicos	15

2.2.4.	Características de Six Sigma	15
2.2.5.	Principios del Six Sigma.....	16
2.2.6.	Niveles Sigma.....	16
2.2.7.	Estructura del Six Sigma	17
2.2.7.2.	Leader (Líder)	18
2.2.7.3.	Champions (Campeones).....	18
2.2.7.4.	Master Black Belt (Maestro Cinturón Negro)	18
2.2.7.5.	Black Belt (Cinturón Negro).....	18
2.2.7.6.	Green Belt (Cinturón Verde)	19
2.2.7.7.	Yellow Belt (Cinturón amarillo).....	19
2.2.7.8.	White Belt (Cinturón Blanco).....	19
2.2.8.	Lean Manufacturing	19
2.2.9.	Objetivos del Lean.....	19
2.2.10.	Principios fundamentales del Lean.....	20
2.2.10.1.	Especificación de valor	21
2.2.10.2.	Flujo	21
2.2.10.3.	Perfección y calidad	21
2.2.10.4.	Pull	21
2.2.10.5.	Identificación de la cadena de valor/ reducción de desperdicios	21
2.2.11.	Herramientas Lean	22
2.2.12.	Las 5S.....	22
2.2.12.1.	Eliminar (Seiri).....	22
2.2.12.2.	Ordenar (Seiton).....	22
2.2.12.3.	Limpieza e inspección (Seiso).....	23
2.2.12.4.	Estandarizar (Seiketsu).....	23
2.2.12.5.	Disciplina (Shitsuke).....	23
2.2.13.	SMED	25
2.2.13.1.	Pasos para la aplicación de la técnica SMED:	25
2.2.14.	Estandarización.....	26
2.2.15.	Mantenimiento Productivo Total TPM.....	26
2.2.16.	Control visual	27
2.2.17.	Jidoka.....	28
2.2.18.	Técnicas de calidad.....	29
2.2.19.	Sistemas de participación del personal (SPP).....	29

2.2.20.	Heijunka.....	29
2.2.21.	Kanban.....	30
2.2.22.	Beneficios del Lean y Six Sigma.....	31
2.2.23.	Metodología Lean Six Sigma	32
2.2.24.	Ventajas de la implementación Lean Six Sigma	33
2.2.25.	Fases de la metodología Lean Six Sigma	34
2.2.25.1.	Definir (D).....	34
2.2.25.2.	Medir (M).....	35
2.2.25.3.	Analizar (A).....	35
2.2.25.4.	Mejorar (I).....	35
2.2.25.5.	Controlar (C)	36
2.2.26.	Productividad.....	36
2.2.27.	El aislamiento térmico en la industria	37
2.2.28.	Aislamiento.....	37
2.2.29.	Materiales propiedades y campo de aplicación	38
2.2.30.	Requisitos de la instalación previos al montaje del aislamiento	38
2.2.31.	Temperaturas	39
2.2.32.	Montaje de Aislamiento en Tuberías.....	39
2.2.32.1.	Las tuberías horizontales	39
2.2.32.2.	Tuberías verticales.....	40
2.2.32.3.	Revisión de la instalación del aislamiento: criterios de aceptación	40
3.	DESARROLLO DE LA PROPUESTA	41
3.1.	METODOLOGÍA	41
3.1.1.	Tipo de investigación	41
3.1.2.	Técnicas.....	41
3.1.3.	Instrumentos	42
3.1.3.1.	Recolección de datos.....	42
3.1.3.2.	Diagrama de procesos	42
3.2.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	42
3.2.1.	FASE DEFINIR	42
3.2.1.1.	Caracterización general de la empresa	42
3.2.1.2.	Layout.....	44
3.2.1.3.	Identificación de cada una de las áreas	45
3.2.1.4.	Almacenamiento de materia prima	45

3.2.1.5. Área de producción	46
3.2.1.6. Área de montaje	46
3.2.1.7. Área comercial	47
3.2.1.8. Diagrama de proceso	48
3.2.1.9. Diagrama de flujo	49
3.2.1.10. Diagrama de flujo del proceso	50
3.2.1.11. Procesos Operativos	51
3.2.1.12. Inspección de los materiales previa colocación	51
3.2.1.13. Identificación de las características críticas	52
3.2.2. FASE MEDIR	52
3.2.2.1. Simbología del diagrama de flujo	53
3.2.2.2. Evaluación del proceso.....	53
3.2.2.3. Evaluación de la calidad de los materiales como materia prima.....	55
3.2.2.4. Lana mineral de roca	55
3.2.2.5. Lana de vidrio.....	55
3.2.2.6. Poliuretano	56
3.2.2.7. Fibra cerámica	56
3.2.2.8. Perlita expandida	56
3.2.2.9. Láminas de aluminio	56
3.2.2.10. Identificación de los equipos, máquinas y herramientas en el proceso.....	56
3.2.2.11. Personal calificado para el trabajo	57
3.2.3. FASE ANALIZAR.....	58
3.2.3.1. Análisis de las causas potenciales de los problemas identificados	58
3.2.3.2. Diagrama causa-efecto	58
3.2.3.3. Análisis del diagrama causa-efecto	60
3.2.4. FASE MEJORAR	62
3.2.4.1. Desarrollo de la metodología para la mejora del proceso	63
3.2.4.2. Plan de capacitación al personal de la empresa “PROVEATYMI”	63
3.2.4.3. Plan de mejoras en las maquinarias.....	68
3.2.4.4. Planificación del mantenimiento preventivo.....	68
3.2.5. FASE CONTROLAR.....	69
3.3. ANÁLISIS DE IMPACTOS	73
3.3.1. Impacto técnico	73
3.3.2. Impacto económico	74

4. CONCLUSIONES DEL PROYECTO	75
4.1. CONCLUSIONES	75
4.2. RECOMENDACIONES	77
5. BIBLIOGRAFÍA.....	78
ANEXOS	82

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1: Beneficiarios del proyecto.....	7
Tabla 1.2: Actividades relacionadas con los objetivos planteados.....	9
Tabla 2.1: Niveles Sigma [14].....	17
Tabla 2.2: Resumen de la técnica 5S [21]	24
Tabla 2.3: Beneficios de ambos enfoques [20].....	31
Tabla 2.4: Temperaturas en materiales aislantes	39
Tabla 2.5: Modelo para tuberías [40]	40
Tabla 3.1: Distribución de áreas	45
Tabla 3.2: Materiales para aislamiento térmico [43].....	51
Tabla 3.3: Simbología del diagrama de flujo [1].....	53
Tabla 3.4: Diagrama de análisis de proceso	54
Tabla 3.5: Máquinas-equipos-herramientas	57
Tabla 3.6: Proceso de gestión de proyectos.....	63
Tabla 3.7: Personal de la empresa PROVEATYMI	64
Tabla 3.8: Plan de capacitación al personal de producción.....	65
Tabla 3.9: Plan de capacitación al personal de prefabricación.....	66
Tabla 3.10: Plan de capacitación al personal de instalación.....	67
Tabla 3.11: Plan de mantenimiento	68
Tabla 3.12: Plan de mantenimiento preventivo	69
Tabla 3.13: Plan de control.....	70
Tabla 3.14: Cuadro comparativo	71
Tabla 3.15: Estrategias para mejorar la calidad.....	73

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Principios Six Sigma [9]	16
Figura 2.2: Estructura Six Sigma [15]	17
Figura 2.3: Principios de la metodología Lean [20]	20
Figura 2.4: Tipos de control visual	27
Figura 2.5: Tarjeta Kanba [21]	31
Figura 2.6: Metodología DMAIC	34
Figura 3.1: Layout	44
Figura 3.2: Almacenamiento de la materia prima	45
Figura 3.3: Área de producción	46
Figura 3.4: Área de montaje	47
Figura 3.5: Área comercial	47
Figura 3.6: Diagrama de procesos [43]	48
Figura 3.7: Diagrama de flujo	49
Figura 3.8: Diagrama de flujo del proceso	50
Figura 3.9: Diagrama causa-efecto	59

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TÍTULO: “PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA LEAN SIX SIGMA EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN, PARA EL MEJORAMIENTO EN LA EMPRESA PROVEATYMI. CIA. LTDA”

Autor: Nasimba Guallichico Jean Pierre

RESUMEN

El presente proyecto de investigación tiene como objetivo desarrollar una propuesta de implementación de la metodología Lean Six Sigma, para el mejoramiento de la empresa “PROVEATYMI”. La metodología utilizada es de tipo descriptiva ya que se hizo un análisis sobre la problemática a tratar. En tal virtud, se comienza con una investigación bibliográfica donde se recabó información relevante sobre el tema de estudio y se aplicó el proceso correspondiente del método DMAIC que es primordial dentro de la metodología Lean Six Sigma, la cual se enfoca en reducir fallos y mejorar los procesos. El método empleado en la propuesta está conformado por cinco fases, la primera es definir, se inició con el levantamiento de la información tomando los datos de la empresa Proveatymi, se estableció la situación actual de la empresa, el problema y los objetivos a alcanzar. En la fase medir, se realiza una descripción minuciosa del proceso y se evalúa su rendimiento; para la fase analizar se usó el diagrama de Ishikawa que permitió distinguir las causas que origina los problemas. Mejorar es una fase en donde se estableció un plan de mejora en los procesos que brinde una solución efectiva a los problemas, finalmente en la fase de controlar se generó un plan de control que contribuya a preservar las medidas adoptadas. La propuesta de implementación de la metodología Lean Six Sigma permitirá a la empresa mejorar la calidad del servicio, beneficiando así al representante legal, sus trabajadores y sus clientes.

Palabras clave: Lean Six Sigma, mejoramiento, procesos, método DMAIC.

COTOPAXI TECHNICAL UNIVERSITY

FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES

TOPIC: "PROPOSAL FOR THE IMPLEMENTATION OF THE LEAN SIX SIGMA METHODOLOGY IN THE PRODUCTION AREA, FOR THE IMPROVEMENT OF THE COMPANY PROVEATYMI. CIA. LTDA".

Author: Nasimba Guallichico Jean Pierre

ABSTRACT

The objective of this research project is to develop a proposal for the implementation of the Lean Six Sigma methodology for the improvement of the company "PROVEATYMI". The methodology used is descriptive, since an analysis of the problem to be addressed was made. In such virtue, it begins with a bibliographic research where relevant information was collected on the subject of study and the corresponding process of the DMAIC method was applied, which is essential within the Lean Six Sigma methodology, which focuses on reducing failures and improving processes. The method used in the proposal is made up of five phases, the first is to define, which began with the collection of information by taking data from the Proveatymi company, establishing the current situation of the company, the problem and the objectives to be achieved. In the measure phase, a detailed description of the process is made and its performance is evaluated; for the analyze phase, the Ishikawa diagram was used to distinguish the causes that originate the problems. Improve is a phase in which a process improvement plan was established to provide an effective solution to the problems; finally, in the control phase, a control plan was generated to help preserve the measures adopted. The proposed implementation of the Lean Six Sigma methodology will allow the company to improve the quality of service, thus benefiting the legal representative, its employees and customers.

Key words: Lean Six Sigma, improvement, processes, DMAIC method.



UNIVERSIDAD
TÉCNICA DE
COTOPAXI



CENTRO
DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **“PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA LEAN SIX SIGMA EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN, PARA EL MEJORAMIENTO EN LA EMPRESA PROVEATYMI. CIA. LTDA.”** presentado por: **Nasimba Guallichico Jean Pierre** egresado de la Carrera de: **Ingeniería Industrial** perteneciente a la **Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

Latacunga, Febrero del 2023.

Atentamente,



CENTRO
DE IDIOMAS

Msc. Vladimir Sandoval Vizuite

DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC

CI: 05021042190

INFORMACIÓN GENERAL

Título del proyecto:

Propuesta de implementación de la metodología Lean Six Sigma en el área de producción, para el mejoramiento en la empresa PROVEATYMI. CIA. LTDA.

Fecha de inicio: octubre 2022

Fecha de finalización: marzo 2023

Lugar de ejecución: La propuesta se implementará en la empresa Proveatymi. Cia. Ltda. Ubicada en la ciudad de Sangolquí.

Facultad que auspicia: Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas (CIYA)

Carrera que auspicia: Ingeniería Industrial

Proyecto de investigación vinculado: Proyecto Formativo

Autor:

Investigador:

- Jean Pierre Nasimba Guallichico

Tutor:

- Ing. MsC Ángel Marcelo Tello Córdor

Área de Conocimiento:

07 Ingeniería, Industria y Construcción/ 071 Ingeniería y profesiones afines/seguridad.

Línea de investigación:

Procesos industriales

Sub línea de investigación de la Carrera:

Calidad, diseño de procesos productivos e Ingeniería de métodos.

1.INTRODUCCIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La empresa de aislamientos térmicos y montajes industriales PROVEATYMI cuenta con una infraestructura propia, trabajan cualidades empresariales tales como la operatividad y la proactividad. Sin embargo, existen algunos equipos inadecuados y falta de capacitación al personal para realizar los diferentes tipos de trabajo, es por ello que el servicio que se ofrece tiene algunos incumplimientos de estándares de calidad y no satisface la necesidad de los clientes.

La empresa desea implementar un sistema de control de calidad en el proceso, ya que se han detectado varios aspectos importantes que están causando inconvenientes dentro del proceso, puesto que al encontrarse dentro de un mercado competitivo la empresa necesita soluciones efectivas para así mejorar el proceso y brindar un mejor servicio.

En tal virtud, el presente trabajo de investigación tiene como objetivo elaborar una propuesta para la implementación de la metodología Lean Six Sigma en el proceso dentro de la empresa PROVEATYMI para el mejoramiento.

Se desea plantear una propuesta que sea viable, que beneficie a la empresa y asegure la calidad del servicio desde que empieza hasta que el proceso culmine. Finalmente se adoptará planes de mejora, los cuales permitirán a la empresa a tener un buen manejo del servicio y poder satisfacer las exigencias de los clientes.

1.2.EL PROBLEMA

1.2.1. Planteamiento del problema

En la actualidad, vivimos en un mundo globalizado en el cual los clientes cada día se vuelven más exigentes al momento que adquirir un producto o servicio, es por ello que diversas empresas buscan innovar e implementar nuevas metodologías que les permita solucionar problemas de manera óptima y mejorar los procesos en cuanto a producción.

En el Ecuador, las empresas industriales no cuentan con una metodología que permitan mejorar sus procesos de producción, por ende, algunos trabajos se han visto afectados tanto para el personal como para los clientes, porque no cuentan con las especificaciones requeridas y no cumplen con las necesidades.

Proveatymi, es una empresa ecuatoriana que se dedica a abastecer productos y servicios técnicos industriales de suministro, diseño, instalación y montaje de todo tipo de materiales de aislamiento térmico en procesos de frío y caliente, además realiza la fabricación e instalación de sistemas de extracción de aire y mantenimiento de los mismos tipos de instalaciones que nos permitieron efectuar este proyecto.

La compañía trabaja con una alta operatividad y proactividad satisfaciendo las necesidades de los clientes. No obstante, se ha observado que en el área de producción existen algunas falencias como: la empresa cuenta con un deficiente sistema de control de calidad, existe poca capacitación del personal sobre la manipulación adecuada de todos los materiales a utilizarse, falta de orden y limpieza, falta de organización y planificación en las diferentes áreas. lo cual causa una gran cantidad de desperdicios del material que representa una pérdida de costos significativa.

El trabajo de investigación está orientado en una propuesta de implementación de la metodología Lean Six Sigma, misma que generara una mejora continua en el proceso de aislamientos y montajes industriales, de esta manera cumplir con los estándares de calidad exigidos por los clientes.

1.2.2. Formulación del problema

¿Cómo aportaría con la propuesta de implementación de la metodología Lean Six sigma, al mejoramiento de la empresa “PROVEATYMI”?

1.3. BENEFICIARIOS

Los principales beneficiarios de este proyecto sobre la propuesta de implementación de la metodología Lean Six Sigma en el área de producción en la empresa PROVEATYMI son los siguientes:

Tabla 1.1: Beneficiarios del proyecto

	Cargo	N° de personas
Beneficiarios directos	Propietario de la empresa	1
	Trabajadores	6
	Total	7
Beneficiarios indirectos	Clientes	20
	Proveedores	30

1.4. JUSTIFICACIÓN

Debido a la necesidad que se presentan en la mayoría de las empresas en su anhelo de perfeccionar sus procesos, siempre existirá una alta demanda de realizar mejoras. Por ende, el presente proyecto sobre la propuesta de implementación metodológica Six Sigma, será de gran importancia para la empresa PROVEATYMI, ya que ha venido presentando constantes problemas al momento de efectuar el aislamiento y montaje en las estructuras; el tiempo de entrega, el factor ambiente y el desconocimiento del personal sobre la correcta ejecución del trabajo.

Una vez presentado los motivos que nos llevaron a efectuar este proyecto, se pretende desarrollar una propuesta de mejoramiento dentro del área, con la finalidad de conocer, medir y analizar las causas principales, por el cual dicho proceso está teniendo problemas que generan pérdidas para la empresa tanto en el ámbito competitivo como económico.

En el Ecuador, la metodología Lean Six Sigma es un término poco escuchado, por lo que todo su potencial no ha sido visto en su totalidad. La metodología Six sigma establece herramientas innovadoras que ayuda a los procesos a ser controlados, generando mayor valor, por con secuencia se perfeccionan las actividades logrando llegar a generar mayor utilidad.

Con lo antes mencionado, se ha procedido a analizar el proceso mediante lean Six Sigma debido a su capacidad para medir el impacto de un problema y el alcance de las mejoras,

hacen posible su aplicación en este caso en donde existen altos aspectos en la línea de producción con una alta variación y en donde se traza como objetivo la mejora del proceso y la respectiva satisfacción del cliente [1].

Una correcta implementación de la metodología Six Sigma permite generar eficiencias en los procesos de hasta un 99,9996%, es decir, el desempeño del proceso será mejor tal que se puede generar ahorros significativos, en donde se verán beneficiados directamente el representante legal de la empresa, porque al tomar las medidas de mejoramiento para ofrecer servicios que cumplan con los estándares de calidad, además se verán beneficiados los trabajadores y los clientes [1].

Asimismo, la propuesta de implementación de la metodología Lean Six Sigma que se elabora servirá para tomar referencia e implementar en otras empresas que presenten problemas similares.

1.5. HIPÓTESIS

La implementación de la metodología Lean Six Sigma permitirá a la empresa Proveatymi obtener un mejor desempeño laboral, garantizando trabajos de calidad a sus clientes.

Variable independiente

Propuesta de implementación de la metodología Lean Six sigma en el área de producción para el mejoramiento de la empresa.

Variable dependiente

Mejoramiento de calidad en el área de producción.

1.6.OBJETIVOS

1.6.1. General

- Desarrollar una propuesta de implementación de la metodología Lean Six Sigma, para el mejoramiento de la empresa “PROVEATYMI”.

1.6.2. Específicos

- Determinar las bases teóricas que fundamenten la realización del presente trabajo, sobre la propuesta de la implementación de la metodología Lean Six Sigma.
- Elaborar un diagnóstico de la situación actual de la empresa para la identificación de su problemática.
- Diseñar una propuesta de mejoramiento utilizando la metodología Lean Six Sigma.

1.7.SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 1.2: Actividades relacionadas con los objetivos planteados

Objetivos específicos	Actividades	Resultado de la actividad	Descripción de la actividad
Determinar las bases teóricas que fundamenten la realización del presente trabajo, sobre la propuesta de la implementación de la metodología Lean Six Sigma.	Recopilación información sobre el tema a tratar en diferentes fuentes como: libros, revistas, artículos científicos.	Selección de fuentes de información más relevantes y actuales sobre la metodología Lean Six Sigma.	Información bibliográfica
			Técnica de lectura crítica
Elaborar un diagnóstico de la situación actual de la empresa para la identificación de su problemática.	Identificación de cada una de las áreas existentes dentro de la empresa PROVEATYMI.	Listado de todas las áreas de la empresa.	Observación de campo e imágenes descriptivas
	Examinación del estado en el que se encuentra el área de producción.	Análisis de problemas encontrados en la empresa.	Diagrama de causa-efecto
Diseñar una propuesta de mejoramiento utilizando la	Proponer la implementación de la	Concluir la mejor propuesta que	Descripción y análisis

metodología Lean Six Sigma.	metodología Lean Six Sigma.	conlleve ventajas para la empresa.	
	Utilización de la metodología Lean Six Sigma	Elegir puntos estratégicos que sean factibles para el mejoramiento de la empresa.	Información bibliográfica y de la empresa.
	Desarrollo de la metodología para la mejora de la productividad.	Apreciación del mejoramiento dentro del área de producción	Tablas de propuestas de mejoramiento

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES

El tema a tratar, ha sido indagado en distintas investigaciones que se pueden visualizar mediante artículos académicos, revistas científicas y repositorios digitales de diferentes instituciones y universidades, a nivel nacional como internacional. Es por ello que después de una búsqueda de información minuciosa se han encontrado algunas investigaciones que se relacionan con las variables del presente trabajo. A continuación, se destacan los aspectos más sobresalientes de las siguientes investigaciones:

Una investigación efectuada por Flores (2017), denominada: Implementación de la herramienta Six Sigma para mejorar la calidad del área de mecanizado en la empresa Fusión Mecánica Industrial Sac, 2017, en la Universidad Cesar Vallejo de Lima. Se indaga diversas teorías sobre la calidad Six Sigma y la toma de decisiones en la manera de instaurar acciones favorables que traigan ventajas a largo plazo en la empresa. La conclusión a la que llega la autora y guarda relación con la variable independiente de la investigación es:

La implementación de la herramienta Six Sigma mejora calidad en el área de mecanizado de la empresa Fusión Mecánica Industrial S.A.C., (...) es decir antes de la mejora y el desarrollo de la propuesta el proceso no cumplía con las especificaciones y se generaba sobrecosto a través de reproceso y productos defectuosos. [2, p. 110]

Acorde a lo expuesto por la autora se puede mencionar que al poner en práctica la herramienta Six Sigma se detectaron algunos inconvenientes, así también se logró alcanzar una notable mejora en la capacidad y el rendimiento de procesos mismos que contribuirán a alcanzar una mejor calidad en el producto final.

En el repositorio de la Universidad Técnica del Norte, se halla alojada la investigación de Benalcázar (2021) denominada: Propuesta de aplicación de la metodología Lean Six Sigma para mejorar la eficiencia de los procesos productivos en la Empresa “Tejidos Parwall”. En el estudio, a través de un análisis conjuntamente con una matriz de priorización se identificó los principales problemas las áreas de corte y confección. En cuanto a metodología se utilizó una investigación de campo con un enfoque cuali-cuantitativo ya que se recoge datos directos de la empresa mismas que se usaron para realizar un diagnóstico para la aplicación de la metodología.

La conclusión a la que se llegó al término del trabajo fue que al utilizar las tres primeras fases de la metodología definir, medir y analizar se pudo distinguir la situación actual de la empresa. Posteriormente se delimitó el proyecto, medir por medio de la aplicación de gráficas de control de medias y rangos, así también se aplicó el diagrama de Pareto para manifestar los problemas de mayor importancia. Finalmente, las fases de mejorar y controlar se ven evidenciadas en las propuestas de mejoras de los procesos, planes de mantenimiento para la maquinarias y capacitaciones a los trabajadores de la empresa; con lo que se demuestra la factibilidad de aplicar la metodología Lean Six Sigma. [3]

El trabajo investigativo realizado por Aroca y Pacheco (2017), con el tema: Diseño de un modelo de mejoramiento de la productividad basado en herramientas Lean Six Sigma para 4 empresas PYME del sector cuero, calzado y marroquinería en la ciudad de Cali. La investigación se da con la finalidad de adquirir un modelo que responda a las necesidades actuales de dichas organizaciones, así como aumentar los niveles de satisfacción y servicio al cliente. Lo que se puede destacar del presente estudio es que:

Al realizar un diagnóstico inicial, se observó el poco uso de las herramientas del Six Sigma en las pymes, esto se debe a la baja estandarización de los procesos y por otro lado la formación de los colaboradores de las compañías, de igual manera se halló que en su mayoría las empresas muestran problemas de productividad, desorganización en los puestos de trabajo, incumplimiento en pedidos, falta de control en los inventarios y malas condiciones que no se ajustan a las exigencias de los colaboradores[4].

En base a lo expuesto por los autores se puede mencionar que al implementar el modelo Lean Six Sigma mediante distintas herramientas de gestión posibilita una mejora sustancial en la productividad y competitividad. Asimismo, se da una generación de valor dentro del proceso productivo y por ende la oportunidad de una mejora continua que aporten soluciones a los problemas que pueden presentarse.

En la Universidad Autónoma de Perú se encuentra efectuada una investigación de Florian en 2020, llamada: Metodología Six Sigma y productividad en la Empresa Dominion Perú-Chorrillos. El estudio tiene como objetivo determinar la relación que existe entre la metodología Six Sigma y productividad de la empresa, es por este motivo que el tipo de investigación que se utiliza es de carácter descriptiva basada en un diseño descriptivo correlacional, de esta manera se logra describir variables y analizar su relación.

El aporte de este trabajo se centra en presentar una propuesta para mejorar el proceso despacho de materiales, utilizando la metodología Six Sigma en la empresa Dominion Perú, de esta manera se minimizarán los defectos en el despacho. De igual manera, se propone averiguar sobre el control que se efectúa en el área de almacén, esto con el fin de visibilizar si existe responsabilidad en el despacho de los materiales, de esta forma se conseguirá la optimización de la productividad empresa[5].

Por último, es importante destacar que al término de la investigación como resultado se encontró que si existe una relación entre la metodología Six Sigma y productividad dentro de la empresa Dominion. Por lo tanto, es aconsejable expandir la aplicación de metodología Six Sigma hacia las otras áreas de la empresa para que se mejore la rentabilidad asegurando la calidad del producto, pero reflejando menores costos de operación en los procesos.

En el repositorio digital de la Universidad Técnica de Ambato se encuentra un trabajo efectuado por Pilla en 2019, la cual se titula: Mejora de calidad en los procesos productivos aplicando la metodología Seis Sigma en la empresa metálicas Pillapa, dicho trabajo posee como objetivo “evaluar los niveles de calidad sigma de los procesos de producción de armado de estructura y forrado exterior de la empresa Metálicas Pillapa” mediante la aplicación de la metodología DMAIC [6].

De dicha investigación se puede destacar la importancia de la metodología Six Sigma puesto que, después de su aplicación los resultados revelaron alrededor de cincuenta y tres tipos de fallas dentro del área productiva por ende un nivel de calidad sigma muy bajo que afecta en el

rendimiento de la empresa. En tal virtud se puede mencionar que esta metodología es de gran utilidad para el control de calidad, además se puede emplear en cualquier tipo de empresa ya que ayudara a mejorar y controlar los procesos en el área de producción.

2.2. MARCO REFERENCIAL/ESTADO DEL ARTE

2.2.1. Definición Six Sigma

Se denominada Six Sigma a un sistema de calidad encaminado a mejorar la satisfacción del cliente, reducir tanto los niveles de defecto como el tiempo total de ciclo; de esta manera es factible cumplir con los objetivos organizacionales establecidos, lo cual deja como resultado mejores niveles de rendimientos sobre la inversión. Six Sigma presenta en su nomenclatura letra griega (σ), por lo tanto, también es una medida estadística ya que mide el nivel de desempeño en un determinado producto u proceso [7].

El Six Sigma puede definirse por niveles: gerencial y operacional. El nivel gerencial se encarga de analizar los procesos utilizados por los trabajadores para aumentar la calidad de los productos, servicios y procesos de una empresa. Por otra parte, dentro del nivel operacional se emplean herramientas estadísticas para elaborar la medición de variables de los procesos industriales con el fin de detectar los defectos, el 6 sigma tiene un rango de 3.4 defectos por cada millón [8].

Six Sigma es una metodología revolucionara que reduce la variabilidad, cuantifica e incrementa la productividad y calidad en las empresas que se aplican. Su finalidad es satisfacer todas las exigencias y requerimientos de los consumidores alcanzando niveles casi perfectos a través de diversas estrategias y una continua mejora en el desempeño.

2.2.2. Origen del Six Sigma

El Six Sigma es una filosofía que surgió en Estados Unidos, alrededor de los años ochenta gracias al ingeniero Mikel Harry, quien realizó una evaluación y análisis sobre la variación de los procesos en la empresa Motorola, que fue la primera en implementar esta metodología como una estrategia de mercado y de mejoramiento de la calidad. Debido a la globalización, algunas empresas del sector comercial e industrial comenzaron a desarrollar técnicas para perfeccionar los procesos y mejorar en cuanto a productividad y competitividad [9].

La novedosa iniciativa de mejoramiento motivó al director Lawrence Bossidy del conglomerado Allied Signal en 1991, a transformarla de una empresa con dificultades económicas a una organización exitosa, esto fue posible al expandir las ventas de una forma extraordinaria mediante la indagación de la variación en sus procesos bajo los conceptos de Deming. El modelo también fue reproducido por Texas Instruments, obteniendo éxitos resultados al implementarla como herramienta de trabajo [10].

Jack Welch a su vez, asumió el cargo de General Electric se adjudicó como el primer pregonero en reconocer la influencia del Six Sigma, para mejorar los procesos y el desempeño tanto en la fabricación, como en los aspectos de: finanzas, recursos humanos, negocio y soporte al cliente [10]. El éxito en General Electric generó resultados impactantes sobre el potencial de su enfoque, difundiéndolas a nivel internacional por casi todas las grandes corporaciones norteamericanas [11].

En base a los conceptos estadísticos de Taguchi, Shewart, Juran y Deming, el Six Sigma aporta soluciones a corto plazo de problemas repetitivos, ya que está conformado por un diseño robusto además de establecer parámetros para definir la calidad de un producto antes de salir al mercado [9].

Las empresas o compañías que entendieron e implementaron correctamente el Six Sigma, alcanzaron mejoras en los resultados de calidad. No obstante, las empresas que tomaron de manera banal la aplicación de esta metodología no lograron los resultados ansiados y generaron pérdidas.

2.2.3. Objetivos del Six Sigma

Uno de los objetivos más relevantes del Six Sigma es aumentar la capacidad de los procesos, en donde se generen los mínimos defectos por millón de las unidades producidas. Además de que las fallas tienen que ser imperceptibles a la vista del cliente.

Six sigma articula los objetivos del negocio, propone la sistematización de las mejoras en toda la organización, siendo esto clave para una empresa o negocio. La metodología guía adecuadamente la estructura organizativa y fortalece a los recursos humanos mediante la formación de especialistas en mejora continua. Según Carlos Rozen citado en Vásquez [12] los objetivos del Six sigma pueden ser:

2.2.3.1. Objetivos Operativos

Los objetivos operativos de Six Sigma son:

- Mejorar el promedio del proceso.
- Reducir la variación del proceso.
- Romper la cultura de “Sigmas bajos” y alinear la organización con la cultura de altos Sigmas (todos trabajando para conseguir esta meta) [12, p. 35].

2.2.3.2. Objetivos Estratégicos

Los promotores de esta filosofía de trabajo se centran en la mejor combinación de las siguientes variables críticas de éxito organizacional:

- Mayor retorno financiero.
- Reducción de costos.
- Mejoramiento productivo.
- Incremento de la satisfacción del cliente.
- Reducción de defectos y tiempo de ciclo.
- Maximizar el éxito en el desarrollo de nuevos productos y servicios [12, p. 35].

2.2.4. Características de Six Sigma

Six Sigma es un método que busca una mejora continua en la gestión de calidad, es decir pretende reducir o evitar que en lo posible los productos no presenten defectos, fallas y la cantidad de variaciones en un proceso. Es por ello que presenta varias características como:

- Liderazgo comprometido de arriba hacia abajo [13].
- Six Sigma se apoya en una estructura directiva que incluye gente de tiempo completo [13].
- Six Sigma se dirige con procesos [13].
- Orientada al cliente y con enfoque a los procesos [13].
- Seis Sigma se apoya en una metodología robusta [13].

- Se apoya en entrenamiento para todos [13].
- Los proyectos realmente generan ahorros o aumento en ventas [13].

2.2.5. Principios del Six Sigma

Six Sigma es una metodología de trabajo que se implementan en las empresas para la mejora de procesos, medir la eficiencia y en la resolución de problemas.

Uno de los principios del Six Sigma es el enfoque orientado al cliente, lo cual significa lograr altos niveles de satisfacción en los consumidores. De igual manera esta metodología es estructurada y centrada en los procesos, factible para aplicarse en los distintos proyectos de una empresa [9].

Es por este motivo que este método se basa en cinco principios fundamentales, que se muestran a continuación:



Figura 2.1:Principios Six Sigma [9]

2.2.6. Niveles Sigma

El Six Sigma trae beneficios como: la mejora de la rentabilidad y la productividad. A continuación, se presenta una tabla en la que se muestra la relación entre nivel de Six Sigma, los DPMO y la eficacia del proceso.

Tabla 2.1: Niveles Sigma [14]

NIVEL SIGMA	DPMO	EFICIENCIA
1sigma	690.000	31%
2sigma	308.538	69%
3sigma	66.807	93,3%
4sigma	6.210	99,38%
5sigma	233	99,977%
6sigma	3,4	99,99966%

En la tabla 2.1 se puede visualizar que el Six Sigma tiene como objetivo lograr que los defectos por millón de oportunidades resulten menores a 3,4 DPMO, lo cual representa un defecto o error en cada 294.117 transacciones. Ciertamente es un propósito bastante complejo y ambicioso pero que si se aplica correctamente es factible.

2.2.7. Estructura del Six Sigma

Un factor imprescindible en el Six Sigma es la estructura humana, es decir el equipo de trabajo que se encarga de aplicar de manera efectiva el método Six Sigma. La organización está establecida por jerarquías, tal y como se puede observar en la figura 2.2.

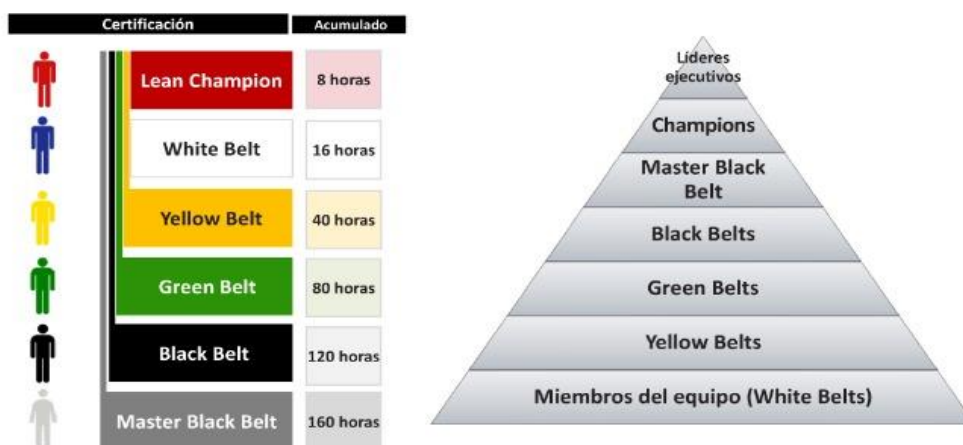


Figura 2.2: Estructura Six Sigma [15]

En la estructura de Six Sigma intervienen distintas personas como: los líderes ejecutivos, los campeones, el Master Black Belt (Maestro Cinturón Negro), Black Belt (Cinturón Negro), Green Belt (Cinturón Verde), Yellow Belts y miembros del equipo (White Belts). Cada una de estas personas son indispensables ya que cumplen un rol específico que un buen funcionamiento del Six Sigma.

2.2.7.2. Leader (Líder)

Es la persona que apoya los proyectos de mejora Six Sigma, ayuda a adquirir los recursos necesarios y elimina las dificultades que obstruyen el éxito del proyecto. Son aquellos que pertenecen a la alta gerencia o forman parte de la junta directiva. Incluye participación en revisión y asegura que se desarrolle correctamente la metodología Seis Sigma [16].

2.2.7.3. Champions (Campeones)

Son los creadores de la visión Six Sigma, encargados de diseñar la estrategia de expansión en la aplicación y organización. De igual manera se ocupan de la dirección estratégica del proyecto; el campeón tiene que ser una persona entusiasta, pero sobre todo conocer a profundidad la metodología Six Sigma. Entre sus funciones principales están: dirigir el cumplimiento de los cambios y aportes de los recursos, supervisar que los Black Belts realicen sus labores, mantener informado al líder sobre todas las actividades y finalmente son los encargados de elogiar de los empleados [16].

2.2.7.4. Master Black Belt (Maestro Cinturón Negro)

Son expertos a tiempo completo, altamente capacitados en cuanto a las herramientas y técnicas del Six Sigma, son los encargados del desarrollo y ejecución de la filosofía Six Sigma. El maestro cinturón negro será el jefe de producción, puesto que es el indicado para transferir las ideas del líder o del campeón, al equipo de trabajo [16].

2.2.7.5. Black Belt (Cinturón Negro)

Son líderes de los equipos responsables de medir, analizar, mejorar y controlar procesos que afectan la satisfacción del cliente, la productividad y calidad. Son quienes observan la realidad del proyecto de mejora y determinan las herramientas a utilizar; lideran y dirigen directamente a los cinturones verdes. Los cinturones negros son los ingenieros que conforman el departamento de calidad [16].

2.2.7.6. Green Belt (Cinturón Verde)

Son los asistentes de los Black Belt, tienen conocimiento de las herramientas y tácticas para la mejora Seis Sigma; son quienes toman los datos del proceso, que serán usados necesarios para poner en marcha filosofía Seis Sigma. Son los analistas del proceso o las personas que continuamente llevan las labores de toma de tiempos y movimientos en la producción [16].

2.2.7.7. Yellow Belt (Cinturón amarillo)

Es un experto implementador de herramientas para elevar la productividad y la calidad de los procesos dentro de las empresas. Participa como un líder de eventos cuando se trata de mejorar dichos procesos específicos. Son aquellos que se orientan en tratar la relación causa-efecto en las diferentes áreas de trabajo.

2.2.7.8. White Belt (Cinturón Blanco)

El cinturón blanco recibe una formación básica, es decir una visión general sobre la metodología Six Sigma, que se da a los miembros del personal auxiliar dentro de una organización y quienes a su vez proporcionan información a los equipos de trabajo. De igual manera, la formación dada se vincula a los procesos de selección de proyecto y revisión de empleados, además se la puede utilizar en todos los niveles de empleados cuándo se pretende implementar en las organizaciones o empresas un Six Sigma cultura [17].

2.2.8. Lean Manufacturing

El Lean Manufacturing es un modelo de gestión para la minimización de las pérdidas en el proceso de producción y maximización de valor para el cliente final, generando mayor velocidad a los procesos de producción [18]. Su objetivo primordial es la eliminación del despilfarro y utilizar solo las actividades que añadan valor agregado desde la perspectiva del cliente, al producto o servicio final mediante el empleo de varias herramientas [19]. Lean es un método que se encarga en organizar el trabajo, se centra en mejorar y optimizar continuamente los procesos de producción mediante la eliminación de desperdicios.

2.2.9. Objetivos del Lean

El lean manufacturing presenta varios objetivos como:

- Eliminar o minimizar los defectos o desperdicios [19].

- Defectos o desperdicios: Eliminar cualquier característica innecesaria del producto. Suprimir el exceso de materias primas y costos de producción [19].
- Tiempos de ciclo: Simplificar los plazos de entrega de la producción, disminuyendo el tiempo de espera, de preparación o reparación [19].
- Niveles de inventario: Minimizar inventarios del producto terminado y la materia prima, en todos los períodos de producción [19].
- Productividad laboral: Descenso del tiempo de ocioso de los empleados. Se busca una mejora continua en el trabajo, que sea satisfactorio y con excelentes resultados [19].
- Utilización de equipos y de espacio: Usarlos de manera eficiente para eliminar cuellos de botella/restricciones. Maximizar la velocidad y el flujo de producción; disminuyendo el tiempo de inactividad del equipo y maquinaria existente [19].
- Resultado: En la medida que se acorta el tiempo de etapas, aumenta la productividad laboral, se gestionan adecuadamente los cuellos de botella y restricciones. Alcanzando costos de producción menores, empleo eficaz del espacio y la maquinaria [19].

2.2.10. Principios fundamentales del Lean

Lean es una metodología de mejora continua, Aziz y Hafez citado por Vargas [20], mencionan que es la más antigua, y surgió en la década de 1950. En la figura 2.3 se muestra que el método Lean presenta cinco principios fundamentales que se describen a continuación:

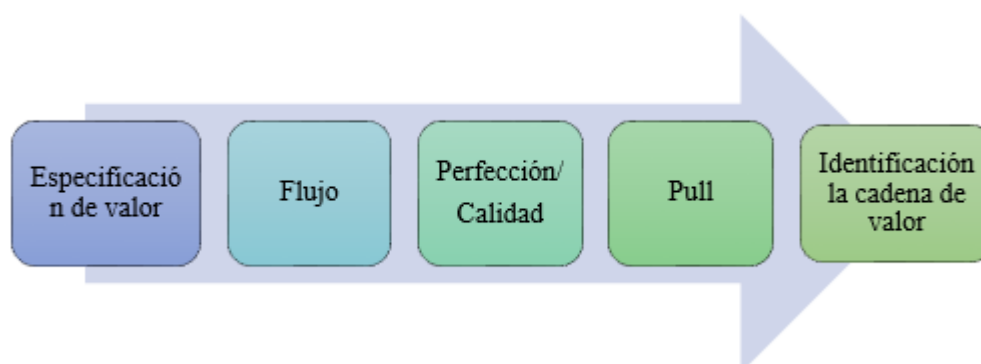


Figura 2.3: Principios de la metodología Lean [20]

2.2.10.1. Especificación de valor

Este principio hace referencia a la identificación de las actividades que generan valor al producto final [20, p. 10].

2.2.10.2. Flujo

Hay que asegurarse de que haya un flujo continuo en la cadena de proceso y de valor, centrándose en la cadena de suministro. El foco tiene que estar en el proceso y no en el producto final [20, p. 11].

2.2.10.3. Perfección y calidad

Tiene como objetivo buscar la perfección y mejora continua. Entregar un producto que esté a la altura de las necesidades y expectativas dentro de los tiempos acordados y en perfecto estado, sin errores ni defectos. Entre las maneras de conseguir esta perfección está una comunicación estrecha con el cliente, con los directivos y con los empleados [20, p. 11].

2.2.10.4. Pull

El uso del concepto de pull en el proceso significa producir exactamente lo que quiere el cliente en el momento en que lo necesita y estar preparado para los posibles cambios que haya en el mercado. La idea es reducir la producción innecesaria y utilizar la herramienta de gestión “Just In Time” como sistema de organización de producción para aumentar la productividad [20, p. 11].

2.2.10.5. Identificación de la cadena de valor/ reducción de desperdicios

Identificar la cadena de valor mediante la eliminación de todo lo que no genera valor al producto final. Esto es, detener la producción cuando algo no está funcionando bien y cambiarlo inmediatamente. Entre los procesos que se deben evitar están la sobreproducción (repetición de la producción del mismo tipo de producto), almacenamiento de materiales y procesos innecesarios, transporte de materiales, movimiento de mano de obra y finalmente, la producción de productos que no cumplen con las expectativas de los clientes [20, p. 10].

2.2.11. Herramientas Lean

El Lean Manufacturing se plasma mediante la aplicación de varias técnicas que, si bien son diferentes unas de otras, pueden complementarse perfectamente y dar resultados fructíferos dentro de una empresa. Es importante tomar en cuenta que antes de ejecutar cualquier técnica debe realizar un diagnóstico preliminar para garantizar su efectividad.

Las técnicas usadas en el Lean según Hernández & Vizán [21] se agrupan en tres grupos. En el primer grupo se encuentran las técnicas que presentan las características de posibilidad y claridad real de la aplicación en cualquier producto, empresa u organización. Dentro de este grupo se encuentran:

2.2.12. Las 5S

La técnica 5S corresponden a la adaptación sistemática de los principios de orden y limpieza en el puesto de trabajo. El objetivo “es desarrollar un ambiente de trabajo agradable, eficiente, seguro, ordenado, que permita desempeñar eficientemente las operaciones diarias, logrando así estándares de calidad de los servicios requeridos” [22]. El acrónimo 5S corresponde a las iniciales en japonés de las palabras que inician con “S”: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke, que significan, respectivamente: eliminar lo innecesario, ordenar, limpiar e inspeccionar, estandarizar y crear hábito.

2.2.12.1. Eliminar (Seiri)

La primera de las 5S significa clasificar y eliminar del área de trabajo todos los elementos innecesarios o inútiles en proceso que se realiza. Se fundamenta en separar lo que se necesita de lo que no y controlar el flujo de cosas para evitar obstáculos y elementos prescindibles que originen despilfarros como el incremento de manipulaciones y transportes, pérdida de tiempo en localizar cosas, elementos o materiales obsoletos, falta de espacio, etc. Es recomendable emplear unas tarjetas rojas para identificar elementos susceptibles de ser prescindibles y posteriormente se decide si hay que considerarlos como desechos [21].

2.2.12.2. Ordenar (Seiton)

Se encarga de organizar los elementos clasificados como necesarios, de tal forma que se encuentren con mayor facilidad, al precisar el lugar de ubicación e identificarlo facilita su búsqueda y el retorno a su posición inicial. La implementación del seiton permite: Marcar los

límites de las áreas de trabajo, almacenaje y zonas de paso; disponer de un lugar adecuado, evitando duplicidades; cada cosa en su lugar y un lugar para cada cosa. Es importante decidir dónde colocar las cosas y cómo ordenarlas teniendo en consideración la frecuencia de uso y bajo criterios de eficacia, seguridad y calidad. Se trata de obtener un nivel de orden preciso para producir así también dotar a los empleados de un ambiente laboral que favorezca la correcta ejecución del trabajo [21].

2.2.12.3. Limpieza e inspección (Seiso)

La palabra Seiso significa limpiar, inspeccionar el entorno para identificar los defectos y eliminarlos, es decir anticiparse para prevenir defectos. Su aplicación pretende: Asumir la limpieza como una tarea de inspección necesaria; integrar la limpieza como parte del trabajo diario; preservar los elementos en condiciones óptimas, lo que significa reponer los elementos que faltan adecuarlos para su uso más eficiente, recuperar aquellos que no funcionan o que están reparados fugazmente; por último, se centra en la eliminación de los focos de suciedad para no tener que hacerlo con frecuencia, puesto que se trata de mantener los equipos en buen estado, optimizando el tiempo de limpieza [21].

2.2.12.4. Estandarizar (Seiketsu)

Es seguir un método para elaborar un determinado procedimiento, en donde la organización y el orden sean elementos esenciales. Un estándar es la manera, más práctica y fácil de trabajar para todos. El principal enemigo del seiketsu es una conducta errática, cuando se hace “hoy sí y mañana no”, lo más probable es que los días de incumplimiento se multipliquen. Algunas ventajas que tiene esta fase son: Mantener los niveles conseguidos con las tres primeras “S”, transmitir a todo el personal la idea de la importancia de aplicar los estándares, evitar errores en la limpieza, finalmente elaborar y cumplir estándares de limpieza para que se apliquen correctamente [21].

2.2.12.5. Disciplina (Shitsuke)

El objetivo transformar en hábito el uso de los métodos estandarizados. Su aplicación se relaciona estrechamente al desarrollo de una cultura de autodisciplina para hacer perdurable el proyecto de las 5S. En esta fase puede considerarse como una de la más fácil y difícil a la vez; la más fácil porque reside en emplear regularmente las normas establecidas y mantener

el estado de las cosas. La más difícil porque su aplicación depende del grado de asunción del espíritu de las 5S a lo largo del proyecto de implantación [21].

Los beneficios que se alcanzan al ejecutar correctamente las 5S son: Adquirir autodisciplina, resalta los diferentes desperdicios en el lugar de trabajo, apoyo en el mejoramiento de los procesos ergonómicos, optimizar espacios laborales, mejorar la eficiencia en el trabajo y reducir costos operativos [22].

Tabla 2.2: Resumen de la técnica 5S [21]

Las 5S	SEIRI	SEITON	SEIDO	SEIKETSU	SHITSUKI
¿Qué significa?	Eliminar	Ordenar	Limpieza e inspección	Estandarizar	Disciplina
Características	<ul style="list-style-type: none"> -Separar los artículos necesarios de los no necesarios. -Dejar solo los artículos necesarios en el lugar de trabajo. -Eliminar los elementos no necesarios. -Verificar periódicamente que no haya elementos no necesarios. 	<ul style="list-style-type: none"> -Identificar los artículos necesarios. -Marcar áreas en el suelo para elementos y actividades. -Poner todos los artículos en su lugar definido. -Verificar que haya “un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar” 	<ul style="list-style-type: none"> -Proceso diario de limpieza. -Limpiar cuando se ensucia. -Limpiar periódicamente. -Limpiar sistemáticamente -Verificar sistemáticamente la limpieza de los puestos de trabajo. 	<ul style="list-style-type: none"> -Definir métodos de orden y limpieza. -Aplicar el método general en todos los puestos de trabajo. -Desarrollar un estándar específico por puesto de trabajo. -Verificar que exista un estándar actualizado en cada puesto de trabajo. -Dar seguimiento de los primeros 3 pasos. 	<ul style="list-style-type: none"> -Formar a los operarios de cada puesto para que hagan orden y limpieza. -Actualizar la formación de los operarios cuando hay cambios. -Crear un sistema de auditoría permanente de planta visual y 5s -Construir el hábito

La técnica de las 5S es fundamental aplicarlo dentro de cualquier empresa u organización, ya que rompe con los antiguos y caducos procedimientos utilizados. Es una estrategia vanguardista que pretende incluir una visión de limpieza, orden, higiene y la seguridad como un factor primordial dentro del proceso productivo, de la calidad y de los objetivos generales de la organización.

2.2.13. SMED

SMED por sus siglas en inglés: Single -Minute Exchange of Dies, es una técnica que se emplea en el Lean Manufacturing su objetivo es “la reducción de los tiempos de preparación de las máquinas. Para su aplicación, se deben analizar las operaciones de alistamiento de la máquina y el tiempo que se tarda en desarrollar cada una de las operaciones” [23, p. 50]. Fue desarrollada por Toyota con la finalidad de consolidar el sistema de producción Just in Time, el cual pretende reducir al mínimo el inventario disminuyendo los lotes, por lo que es imprescindible evitar la pérdida de tiempo al momento preparar la maquinaria.

La reducción en los tiempos de preparación merece especial consideración y es importante porque cuando el tiempo de cambio es alto los lotes de producción serán grandes, por ende, la inversión en inventario será elevada. Por otra parte, cuando el tiempo de cambio es insignificante se puede producir diariamente la cantidad necesaria, eliminando así casi totalmente la necesidad de invertir en inventarios [21].

2.2.13.1. Pasos para la aplicación de la técnica SMED:

1. Observar y comprender el proceso de preparación y cambio

Es una etapa inicial en la que se debe analizar la situación de partida y entender cómo se realizan cada una de las operaciones y, además, añadir los tiempos que se emplean para su realización.

2. Identificar y separar las operaciones internas y externas

Esta segunda etapa consiste en clasificar las operaciones en internas (máquina parada) y externas (máquina en funcionamiento).

3. Convertir las operaciones internas en externas

En esta etapa, el objetivo es convertir operaciones con la máquina parada en operaciones con la máquina en funcionamiento. De esta forma, se consigue un ahorro en los tiempos de preparación de la máquina.

4. Mejora a las operaciones internas y externas.

Etapa final de la técnica SMED en la que se proponen una serie de mejoras para tener más capacidad de funcionamiento de la máquina [23, p. 50].

SMED es una metodología clara y fácil de aplicar, provee que con pequeños cambios se obtenga una mejora positiva en los resultados, no se requiere de una gran inversión para implementarla dentro de la empresa, solo demanda método y constancia para lograr el propósito [23].

2.2.14. Estandarización

Se puede definir como estándares, es decir son descripciones gráficas y escritas ayudan a comprender las técnicas más eficaces y fiables que presenta una empresa. De igual manera, en ellos se estipulan conocimientos precisos sobre personas, métodos, máquinas, materiales, mediciones e información, su objetivo es hacer productos de calidad de modo fiable, seguro, barato y rápidamente [21].

2.2.15. Mantenimiento Productivo Total TPM

El TPM, significa Total Productive Maintenance o Mantenimiento Productivo Total, es una técnica japonesa de mantenimiento industrial desarrollado a partir del concepto de mantenimiento preventivo, el cual fue creado en la industria de los Estados Unidos. Por otra parte, esta metodología se centra en evitar todo tipo de pérdidas durante la vida entera del sistema de producción, maximizando su eficacia e involucrando a todos los departamentos, el personal desde operadores hasta la alta dirección, y orientando sus acciones apoyándose en las actividades en pequeños grupos [24].

El TPM presenta la idea fundamental de mejora y buena conservación de los activos productivos, para la ejecución correcta de esta técnica se debe contar con el apoyo de todo el equipo de trabajo desde los operarios hasta los directivos.

Los beneficios que se pueden alcanzar con la herramienta TPM son:

- Mejor control de las operaciones.
- Mejora de la fiabilidad y disponibilidad de los equipos.
- Reducción de los costes de mantenimiento.
- Mejora de la calidad del producto final.
- Menor coste financiero por recambios [25, p. 120].

2.2.16. Control visual

Las técnicas de control visual son un conjunto de medidas prácticas de comunicación que consisten plasmar, de manera sencilla y visible, la situación del sistema de productivo haciendo énfasis en las anomalías y despilfarros. El control visual se focaliza únicamente en aquella información de alto valor añadido que ponga en evidencia las pérdidas en el sistema y las posibilidades de mejora. Se debe tomar en cuenta que, en muchos casos, las fábricas usan estadísticas, gráficas y cifras de carácter estático y especializado que solo sirven a una pequeña parte de los responsables de la toma de decisión [21].

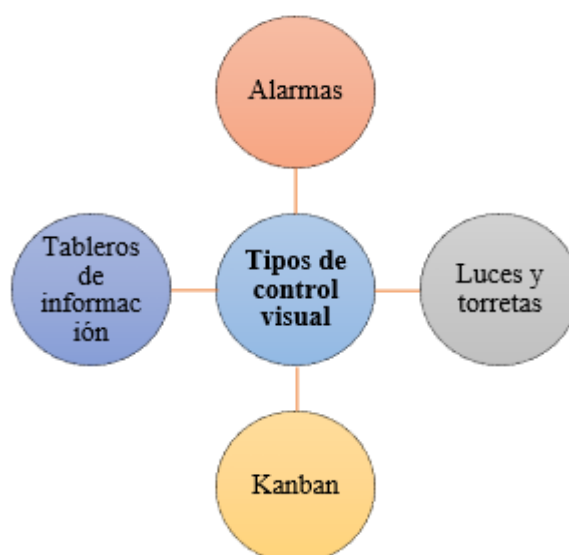


Figura 2.4: Tipos de control visual

El control visual se relaciona con señales visuales y auditivas que se reconocen con facilidad, las señales deben ser autorreguladas, eficientes y las manejan los operadores. Como se muestra en la figura 2.4. Algunos tipos de control visual pueden ser: Las alarmas son una señal de aviso suelen ser usado en situaciones de emergencia y tienen diferentes sonidos; las luces y torretas son empleadas para saber el estado de los equipos o áreas, por lo general se utilizan torretas o banderas de colores que indican un problema en particular. El Kanban por su parte “es un sistema de información visual que indica a los operadores cuando inicia una actividad de producción” [26, p. 146] y los tableros de información son necesarios para realizar un seguimiento automático y continuo al sistema de producción.

Un segundo grupo estaría formado por aquellas técnicas que, si bien son aplicables a cualquier situación, exigen un mayor compromiso y cambio en la cultura de todo el personal de trabajo.

2.2.17. Jidoka

Es un término japonés, que significa automatización con un enfoque humano o autoformación. Bajo la perspectiva Lean, el objetivo radica en que el proceso tenga su propio autocontrol de calidad, de forma que, si existe una anomalía durante el proceso, este se detendrá, ya sea automática o manualmente por el operario, impidiendo que las piezas defectuosas avancen en el proceso [21].

La técnica Jidoka se le atribuye a Sakichi Toyoda, fundador Toyota, pues creó un dispositivo capaz de detener un telar en el momento justo en el que se rompía uno de sus hilos. Asimismo, dispositivo alertaba mediante una señal visual al operador que la máquina se había detenido, disminuyendo así los tiempos perdidos en el proceso.

El método Jidoka consta de los siguientes pasos para su aplicación:

1. **Localización del problema.** El operario o el dispositivo detecta una anomalía [27].
2. **Parada.** La producción se detiene temporalmente para evitar fabricar unidades con defectos [27].
3. **Alerta.** Se emite la señal de alerta para hacer saber de la aparición del problema. Normalmente un sistema de luces para comunicar a todos los intervinientes del proceso [27].
4. **Solución rápida.** Se soluciona momentáneamente el problema para poder seguir produciendo [27].
5. **Investigar y corregir la raíz.** Se descubre la causa del problema y se aplica una solución definitiva. A este paso se le llama también “evento Kaizen” [27].

El definitiva este método se basa en verificar la calidad en el propio proceso de producción contando con sus propios mecanismos de autocontrol, mediante Jidoka los operarios y maquinas se convierten en un interventor de calidad.

2.2.18. Técnicas de calidad

La garantía de alta calidad constituye un pilar fundamental en el Lean manufacturing. La calidad se entiende como el compromiso de la compañía o empresa en hacer las cosas “bien a la primera” en todas las áreas para conseguir la plena satisfacción de los clientes, internos y externos. La aplicación de las técnicas de calidad son la única forma de asegurar que todas las unidades producidas cumplan las especificaciones dadas. Por lo tanto, cada empleado se vuelve en un inspector de calidad, así la reparación de los defectos no se realiza después de un largo tiempo de producción defectuosa, sino después de la localización de un problema [21].

2.2.19. Sistemas de participación del personal (SPP)

Se definen como un conjunto de actividades estructuradas de forma sistemática que permiten encaminar eficientemente las iniciativas que ayudan a aumentar la competitividad de las empresas. Los sistemas tienen como objetivo común la identificación de problemas o de oportunidades de mejora para plantear e implantar acciones que permitan resolverlos [21].

Los sistemas de participación pueden suponer evidentes ventajas para las empresas: La mejora de las relaciones y la comunicación entre los diferentes niveles jerárquicos de la organización; el fomento de la creatividad y de la conciencia de grupo frente a la conciencia individual, lo que supone una mejor integración en la estructura organizativa y el incremento de la motivación del personal [21, p. 67].

Sistemas de participación brindan al personal la oportunidad de expresar sus ideas sobre diferentes aspectos de las actividades desarrolladas en la empresa. Poner en marcha esta técnica no es tarea sencilla, ya que implica la participación del personal de las empresas y por ende su éxito suele ser escaso [21].

En un último grupo se encuentran las técnicas más específicas y avanzadas ya que se emplean diversos recursos especializados que cambian la forma de planificar, programar y controlar los medios de producción y la cadena logística [21].

2.2.20. Heijunka

El Heijunka significa nivelación de la producción, puede definirse como “el conjunto de técnicas que sirven para nivelar la producción con la demanda del cliente tanto en volumen

como en variedad, de tal manera que permita conseguir una producción mediante un flujo continuo pieza a pieza” [28, p. 28].

Es una de las técnicas más importantes dentro de la implementación Lean Manufacturing puesto a que está encaminada a mejorar el flujo de un proceso, lo que significa ajustarse mejor a la demanda del cliente, reducir el desperdicio y minimizar el procesamiento por lotes. Antes de su aplicación es imprescindible tener buen conocimiento de la demanda de los clientes y los efectos de la misma dentro de los procesos, igualmente requiere de una estricta atención en cuanto a los principios de estabilización y estandarización [28].

Para efectuar Heijunka es preciso utilizar una serie de herramientas como: Usar células de trabajo, el flujo continuo pieza a pieza, producir respecto al Takt time (tiempo de ritmo), por último, nivelar el mix y el volumen de producción [21]. Las cuales nos permitirán lograr un flujo nivelado y constante, por otra parte, tiene ventajas significativas, por ejemplo: la optimización de mano de obra, minimización de inventarios y tiempos de respuesta al cliente.

2.2.21. Kanban

Kanban proviene de una palabra japonesa que significa tarjeta o señal, esta técnica se desarrolló en Toyota y principalmente se usa para controlar el avance del trabajo, dentro del proceso productivo [25]. Su función es el control de los materiales para obtener que el inventario de producto semiterminado transite toda la cadena de suministro desde el cliente hasta los proveedores.

Es importante tomar en consideración que para su aplicación la empresa deberá contar con un sistema de control de producción tipo Pull, el cual plantea llevar a cabo la producción en función de la demanda es decir solo lo que el cliente solicite [29].

Se distinguen dos tipos de kanbans:

- El kanban de producción, que indica qué y cuánto hay que fabricar para el proceso posterior.
- El kanban de transporte, que indica qué y cuánto material se retirará del proceso anterior [21].

KANBAN	
CÓDIGO Art. 63 10 2200	
DESCRIPCIÓN PLA 63x10x2200	
Cantidad a fabricar	Consumo promedio
50	100
Cantidad de Tarjetas KANBAN	
2 de 2	
Almacén Estante:	
A 02	
Material:	
63x11	

Figura 2.5: Tarjeta Kanba [21]

Las tarjetas Kanban son un mecanismo de comunicación de las órdenes de fabricación se adjuntan en los envases o contenedores de los productos, la función principal de las tarjetas es recoger información relevante como: nombre, cantidad, código de la pieza, maquina, descripción de la pieza, lugar de fabricación y almacenamiento de los productos elaborados, entre otros [21].

El Lean Manufacturing y el Six Sigma son metodologías que se enfocan en la mejora continua de los procesos, en la actualidad son muy utilizadas por las empresas dando como resultado satisfacción del cliente, calidad y eficiencia; algunos beneficios que presentan estos dos enfoques son:

2.2.22. Beneficios del Lean y Six Sigma

Tabla 2.3: Beneficios de ambos enfoques [20]

Lean	Six Sigma
Establece una metodología de mejora	Metodología de desarrollo de política
Se centra en flujo de valor al cliente	Medición de los requerimientos del cliente, gestión transversal
Se basa en una implementación de proyectos	Habilidades de gerenciamiento de proyectos
Entiende las condiciones actuales	Consecución de conocimiento
Documenta el diseño y flujo actual	Recolección de información y herramientas de análisis

Tiempo de proceso	Mapeo de procesos y diagramas de flujo
Calcula la capacidad del proceso	Recolección de información y técnicas
Crea formatos estándar de combinación de trabajo	Planeación de control de procesos
Evalúa opciones	Causa y efecto
Pruebas de confirmación de mejora	Métodos estadísticos para comparación
Planea nuevos diseños	Habilidades de equipo, gerenciamiento de proyectos
Reduce tiempo de ciclos, defecto de productos, cambios de tiempo, fallas de equipos, etc.	Siete herramientas de gestión, siete herramientas de control, diseño de experimentos

2.2.23. Metodología Lean Six Sigma

Lean Six Sigma puede considerarse como una filosofía y metodología que combina la manufactura esbelta con seis sigma, y establece cómo mejorar los procesos en una forma que involucra los costos de la mala calidad, procesos fuera de control, el desperdicio y los factores críticos de los requerimientos de los clientes [30, p. 28]

La integración de ambas metodologías Lean y Six Sigma son estrategias de calidad empleadas para aumentar el rendimiento en los procesos, de tal forma que las empresas logren superar sus debilidades y obtengan un producto final de alta calidad que sea satisfactorio para el cliente. [3] Es importante destacar que Lean Six Sigma “se centra en la eliminación de desperdicios, reducción de la variación para lograr la satisfacción del cliente y la mejora financiera en los resultados del negocio con respecto a la calidad, la entrega y el costo” [31, p. 24].

Ambas filosofías de trabajo se integran de la siguiente forma:

- La filosofía Lean no reconoce el impacto de la variabilidad en los procesos, por ende, no emplea herramientas para su dirección y análisis [30].
- Six sigma por sí solo no puede mejorar la velocidad de proceso [30].

- La reducción de defectos a través de six sigma se logra más rápido con la eliminación de desperdicios y actividades que no agregan valor [30].
- Lean no define una metodología y no enlaza a las personas con el logro de resultados [30].

En relación a lo expresado anteriormente, se puede mencionar que esta metodología es una combinación que permite intensificar la velocidad y calidad; además de lograr que los procesos dentro de una empresa sean más ágiles y rentables por medio del uso de métodos y herramientas que ayuden a eliminar los desperdicios, generando un ahorro en los costos.

2.2.24. Ventajas de la implementación Lean Six Sigma

La metodología Lean Six Sigma es la más importante y eficaz siempre y cuando se efectúe de forma correcta, en tal virtud traería grandes beneficios y ventajas como:

- Clientes más satisfechos
- Mayor retorno de la inversión (ROI)
- Menores inversiones y costos
- Plantilla comprometida y motivada
- Disminución significativa de los riesgos
- Reducción del impacto ambiental
- Entrega más rápida de productos o servicios
- Aumento de la competitividad en el mercado global
- Reducción significativa del inventario
- Mejora de la calidad de los productos y los servicios
- Fuerte apoyo a la industria 4.0
- Recomendaciones del cliente

- Implicación de toda la empresa, incluidos los departamentos, niveles y procesos jerárquicos [32, p. 46].

2.2.25. Fases de la metodología Lean Six Sigma

La utilización conjunta de estas metodologías posibilita obtener dobles beneficios por parte de las empresas, por un lado, se combinan las mejoras en la calidad y la disminución de la variabilidad obtenidas con Six Sigma, con las mejoras de velocidad y disminución de desperdicios obtenidas con Lean Manufacturing [33].

A continuación, en la figura 2.6 se pueden observar las siguientes fases de la metodología DMAIC:

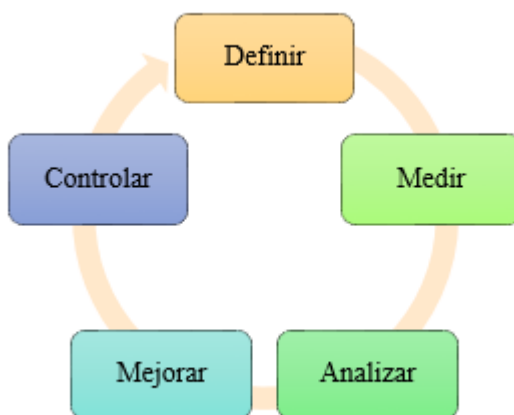


Figura 2.6: Metodología DMAIC

Es importante tomar en consideración que una correcta implementación de Lean Six Sigma, conlleva la utilización de la metodología DMAIC que en inglés sus siglas significan (Define, Measure, Analyze, Improve y Control), la cual consiste en seis fases o etapas:

2.2.25.1. Definir (D)

La primera fase es donde se identifican los posibles proyectos, el objetivo de esta etapa “es determinar el campo donde se aplicarán las acciones de mejora. El análisis comenzará con el estudio de los requisitos del cliente, el cual será utilizado como línea base para verificar si el proceso actual ha alineado sus procesos” [34, p. 28]. Es decir, se debe realizar un análisis actual de la empresa, en el cual se reflejarán los problemas existentes, para ello es necesario plantearse las siguientes interrogantes: ¿Qué se pretende lograr?, ¿Cuáles serían los

beneficios?, ¿Por qué es importante resolver el problema?, ¿Cuál es flujo de proceso?, ¿Cómo se va a desarrollar el proyecto? etc. Una vez socializado y seleccionado el proyecto se procede a escoger al equipo de trabajo y asignarles sus funciones.

2.2.25.2. Medir (M)

En esencia es una descripción detallada del proceso, esta etapa consiste en detallar las características del proceso que identifican los requisitos claves del producto o servicio denominadas variables de resultado y los parámetros o variables de entrada que intervienen en el funcionamiento del proceso [35].

De igual manera en esta fase contiene el registro y la medición de los datos recabados que servirán para una evaluación completa de los procesos. En definitiva, mide la capacidad del proceso mediante el uso de técnicas de recolección de la información sobre el desempeño de los actuales sistemas, para conocer si se están cumpliendo las perspectivas del cliente.

2.2.25.3. Analizar (A)

En la tercera fase se explora de forma minuciosa cada una de las actividades del proceso, apoyado en las estadísticas obtenidas de la etapa anterior, de manera que se puedan diferenciar las actividades que contribuyen como un valor añadido y posteriormente serán una ayuda para sacar conclusiones [18].

En otras palabras, se trata de analizar los datos obtenidos de en la fase de medir con el fin de detectar las causas del problema dentro de los procesos, es por este motivo que se deben aplicar herramientas de análisis para los datos previos recolectados como: matriz de relación, muestreo, diagrama de causa-efecto, correlación y regresión. Mediante esta etapa se identifican las formas de disminuir la brecha existente entre la meta propuesta y la situación actual de la empresa.

2.2.25.4. Mejorar (I)

Es la etapa de combatir las causas raíz, mediante la implementación de las soluciones que conduzcan a resultados que logren cumplir con las expectativas de los clientes, mismas que deberán ser comprobadas a través de un pilotaje que servirá para ratificar la validez de la solución planteada. Durante esta fase se pueden manejar una gama extensa de herramientas como los flujogramas, el diseño a prueba de errores (Mistake-proofing), los diseños de

experimento empleados en los procesos reales, para establecer los factores que inciden en el resultado [36].

En la cuarta etapa se establece la relación causa-efecto, se comprueba la mutabilidad de los procesos, finalmente se comprueba la viabilidad de la propuesta a implementar alcance las metas, y así perfeccionar el buen funcionamiento del proceso, para así obtener buenos resultados dentro de la empresa en la cual sea implementada la propuesta.

2.2.25.5. Controlar (C)

La última etapa de la metodología es controlar, en la cual se procede a la institucionalización de la mejora a través de la implementación de controles al proceso, para asegurar que el cambio no sea temporal, o que se desvíe del camino planteado. Esta institucionalización, se la realiza con documentación de los nuevos procesos, de los planes de monitoreo [36, p. 10]. En esta fase es vital utilizar gráficos de control, para garantizar la eficiencia del sistema implantado alcance el nivel deseado y se mantenga dentro del plazo acordado.

2.2.26. Productividad

La medición de la productividad a nivel de las empresas o cadenas productivas, resulta ser un elemento indispensable para la innovación, la evaluación de su desempeño y la definición de sus métodos empresariales. Hablar sobre productividad en la actualidad, se ha vuelto fundamental dentro de las empresas, puesto que una alta productividad conjuntamente con una correcta estrategia permite el aumento de la competitividad y por ende lograr el éxito a nivel nacional e internacional [37].

Productividad puede definirse como “la relación existente entre el volumen total de producción y los recursos utilizados para alcanzar dicho nivel de producción, es decir la razón entre las salidas y las entradas” [38, p. 50]. Es decir, la productividad es una relación insumo-producto que lleva a cabo todo tipo de empresa, el objetivo principal es medir la eficiencia en la producción. Algunos factores que intervienen dentro de la productividad son: el trabajo, las inversiones, capital, normas gubernamentales, los costos, el capital humano, la maquinaria, investigación científica y desarrollo científico. La productividad es un elemento sustancial para el crecimiento económico.

2.2.27. El aislamiento térmico en la industria

El aislamiento térmico se emplea en la industria desde el inicio de la era industrial, no obstante, su desarrollo a mayor escala se produjo a partir de la segunda década del siglo XX.

Las razones para la utilización del aislamiento térmico son:

- a) Necesidades de proceso, ya que deben evitarse transferencias térmicas que disfuncionen el proceso por diferencias de temperaturas no admisibles [39].
- b) Seguridad de las personas y bienes. Si no existe aislamiento térmico suficiente, las temperaturas superficiales externas pueden ser elevadas y provocar lesiones y accidentes en las personas. En el límite, producir efectos de combustión e incendio en materiales combustibles próximos a estas superficies [39].
- c) El aislamiento térmico reduce las pérdidas energéticas, de tal modo que éstas pueden llegar a ser un 2-3% de las pérdidas energéticas sin aislamiento [39].

El aislamiento térmico tiene como finalidad reducir las prominentes pérdidas térmicas mediante el cerramiento de los depósitos, tuberías y equipos que debido a las sollicitaciones mecánicas o elevadas temperaturas, se deben construir de materiales metálicos con altas conductividades térmicas. La disminución del flujo de calor aportada por el aislamiento, se convierte en un ahorro importante en lo que corresponde al costo energético y el que posibilita el correcto desarrollo de los diferentes procesos industriales.

2.2.28. Aislamiento

Un correcto montaje de material aislante es lo que asegura que las pérdidas térmicas reales sean las previstas en fase de diseño y que se conservaran fijos durante la vida normal de la instalación. Todo material de aislamiento, distribuido por los fabricantes en paneles flexibles, mantas o coquillas se coloca en una o varias capas hasta lograr la densidad requerida.

El instalador debe cerciorarse que en cada capa de aislamiento se: recubra por completo la superficie a aislar, que los materiales queden perfectamente fijados a la capa anterior o a la superficie a aislar, no dejar espacios vacíos o zonas sin material de aislamiento, que las

diferentes piezas se ajusten por complete unas a otras y finalmente, tener precaución en el remate de los extremos de aislamiento para evitar posibles grietas [40].

El instalador debe cumplir al pie de la letra los procedimientos del proceso para así lograr cumplir con las exigencias que tienen los clientes.

2.2.29. Materiales propiedades y campo de aplicación

La calidad funcional de un material aislante depende de las propiedades del producto elegido y del montaje. Debido a que los materiales aislantes se definen como una propiedad física que enuncia dificultad o facilidad con que el calor atraviesa el material (conductividad térmica) misma que es muy similar para toda la oferta, las diferencias en el resultado final son debidas a los distintos sistemas de montaje. El montaje debe tener en cuenta el comportamiento del material a:

- Contracciones y dilataciones.
- Acción de disolventes y agentes atmosféricos.
- Solicitaciones mecánicas.
- Temperatura (máxima de empleo) [39].

2.2.30. Requisitos de la instalación previos al montaje del aislamiento

- El elemento a aislar tiene que haber superado todas sus pruebas de correcto funcionamiento. Se dará comienzo al montaje del aislamiento sobre cada una de las superficies a aislar cuando el cliente haya notificado al instalador que la totalidad de la línea/ equipo/instalación está mecánicamente acabada y las pruebas o tests requeridos se han realizado satisfactoriamente, para poder realizar la instalación del aislamiento de forma continua [40].
- Las superficies a aislar estarán secas, libres de suciedad, aceite, grasa o cualquier materia extraña, como preparación mínima y deberán haber recibido un tratamiento anti corrosión compatible con el sistema de aislamiento a aplicar si el cliente lo considera necesario [40].

- Todo el material de aislamiento y accesorios será nuevo y sin deterioro [40, p. 34].

2.2.31. Temperaturas

Las temperaturas máximas utilizadas para los diversos materiales aislantes son:

Tabla 2.4: Temperaturas en materiales aislantes

Materiales aislantes		Temperaturas
Minerales	Lana de Vidrio	Con encolado, 250 °C Sin encolado, 500 °C
	Lana de Roca	Hasta 750 °C
	Fibra Cerámica	Hasta 1.500 °C
Plástico	Poliestireno	Expandido, 70 °C Extrusionado, 85 °C
	Poliuretano	100 °C

2.2.32. Montaje de Aislamiento en Tuberías

2.2.32.1. Las tuberías horizontales

Materiales de aislamiento flexibles y recubrimiento metálico: Se emplean cuando el aislamiento no es lo bastante rígido para sostener el peso del cerramiento. En función de un determinado diámetro de tubería es aconsejable instalar distanciadores de acero que a la vez cuenten con rotura de puente térmico incorporado, que apoyen en la parte superior de la tubería a aislar y soporten el peso del material de recubrimiento [40].

Materiales de aislamiento rígidos y recubrimiento metálico: En el caso de tuberías horizontales y materiales de aislamiento rígidos (coquillas, etc.), el material de recubrimiento apoya directamente sobre el aislamiento y por lo general no es necesario instalar distanciadores [40, p. 36].

En este tipo de tuberías se requiere utilizar materiales de alta calidad para que tengan una buena conductibilidad.

2.2.32.2. Tuberías verticales

Materiales de aislamiento rígido: El material de aislamiento es autoportante, es decir son los suficientemente capaces de soportar todo el peso, por esta razón no es necesario instalar soportes de aislamiento. Se sugiere utilizar un soporte de aislamiento en caso de tramos verticales rectos de gran longitud [40].

2.2.32.3. Revisión de la instalación del aislamiento: criterios de aceptación

En la ejecución de los trabajos de aislamiento térmico, se aconseja al cliente que supervise constantemente el proyecto para constatar que la obra realizada alcance la calidad necesaria, como se acordó en el contrato. Después que el instalador del aislamiento haya dado a conocer al cliente sobre la terminación de todo el trabajo, se llevara a cabo una revisión conjunta de los mismos, verificando todos los puntos que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 2.5: Modelo para tuberías [40]

	PUNTOS DE INSPECCIÓN	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN
Soporte del aislamiento	Colocación de los distanciadores, si procede (altura y separación)	950 mm \pm 30 mm
Material aislante	Tipo y espesor de aislamiento teórico	Corresponde con las especificaciones
	Espesor final del aislamiento	Igual o mayor al especificado
	La sujeción será lazada de alambre	Distancia máxima 300 mm
Protección metálica	Tipo y espesor del material. Ejecución de bordones y solapes	Según especificaciones
	Fijación por tornillos / remaches POP	Aprox. cada 250 mm
Montaje	Correcta instalación y sellado frente al agua	Ok
Acabado final	No presenta golpes ni daños	Ok

3. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

3.1. METODOLOGÍA

3.1.1. Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo descriptiva, su finalidad es analizar a profundidad las características primordiales de una población o fenómeno de estudio, es decir se describen todos los aspectos relacionados con el problema planteado. La recopilación de datos mediante este tipo de investigación puede ser medibles, es por esta razón que se pueden emplear diversos métodos como: la encuesta, la observación y estudios de caso; de esta forma la información obtenida contribuirá a que se arrojen resultados verídicos.

3.1.2. Técnicas

3.1.2.1. Observación

Es una técnica que se basa en observar personas, objetos, situaciones y fenómenos con el propósito de recabar información relevante y que a la vez sea apropiada para la investigación. La técnica implica observar con detenimiento, además se debe llevar un registro sistemático que posteriormente permite ordenar y analizar la información para comprobar si una determinada hipótesis o planteamiento es certera o falsa. En el presente trabajo se utilizó la observación de tipo directa, puesto que el investigador mantiene contacto con el lugar o situación de estudio.

3.1.2.2. Lectura crítica

La lectura crítica tiene como objetivo primordial que el lector después de leer cualquier tipo de documento alcance una comprensión total y pueda emitir de forma crítica su opinión. En esta técnica, el investigador debe aplicar el modo de lectura literal y de lectura inferencial. En definitiva, es efectuar una interpretación adecuada del texto, que surge de la comprensión o estudio del documento.

3.1.2.3. Análisis de texto

Es una técnica que se basa en la estrategia de la literatura científica, consiste en desarrollar capacidades de análisis y argumentación; las cuales se verán reflejadas al momento de la sistematización de los datos o documentos recolectados de las distintas fuentes primarias o

secundarias dentro de una investigación. En el análisis de texto es fundamental conservar una estructura sintáctica pertinente, es decir ideas claras y organizadas.

3.1.3. Instrumentos

3.1.3.1. Recolección de datos

Al iniciar la investigación se procedió en primera instancia a la búsqueda y recolección de información referente a la empresa, es decir se indagó sobre: la ubicación, actividad o servicio al que se dedica, misión, visión, contactos, visión, su estructura organizativa y el mapeo del proceso el cual refleja los procesos y sus interacciones.

3.1.3.2. Diagrama de procesos

El diagrama de procesos o de flujo puede definirse como una representación gráfica de las principales actividades que se ejecutan dentro de una empresa. Indican la interacción y la secuencia de las actividades de un proceso mediante distintos símbolos gráficos, además permiten visualizar y comprender de manera sencilla todo el desarrollo del funcionamiento del proceso, reconocer los puntos de mejora y eliminar los problemas que puedan afectar los resultados.

3.2. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Para el desarrollo de este proyecto se emplea el método DMAIC, que es parte de la metodología Lean Six Sigma, en donde se analizan las causas de los problemas identificados, proponiendo acciones correctivas para mejorar la productividad dentro de la empresa.

3.2.1. FASE DEFINIR

3.2.1.1. Caracterización general de la empresa

PROVEATYMI. CÍA. LTDA es una empresa ecuatoriana que cuenta con profesionales especializados en el área de Ingeniería Mecánica e Ingeniería Industrial para su dirección, diseño, supervisión, ejecución y control de calidad, para cada una de la línea de servicios industriales.

Fue creada fruto de una larga trayectoria empírica de brindar servicios industriales especializados de suministro, diseño e instalación de aislamientos térmicos industriales, fabricación e instalación de extractores eólicos como también de brindar servicios integrales de Ingeniería y Metalmecánica [41, pp. 1,2].

Misión

Somos una compañía Ecuatoriana, proveedores de productos y servicios técnicos Industriales especializados de diseño, suministro, instalación y montaje de todo tipo de materiales de aislamiento térmico industriales para procesos en frío y caliente, fabricación venta e instalación de sistemas de extracción tales como equipos ecológicos extractores eólicos, campanas, ductos, mantenimiento y fabricación de trabajos en Metal mecánica, Laboramos con cualidades empresariales de alto contenido humano y profesional tales como la operatividad y la pro actividad, para satisfacer las necesidades de nuestros clientes [42].

Visión

Brindar servicios industriales a nivel a través de pilares fundamentales competitividad, innovación y capacidad de respuesta inmediata con personal técnico especializado en el área de la ingeniería industrial [42].

PROVEATYMI es una empresa ecuatoriana, con más de 15 años de experiencia sirviendo al sector industrial, cuya misión es ofrecer servicios industriales garantizados.

La primera fase del método DMAIC, que es definir consiste en describir y analizar el comportamiento del proceso dentro de la empresa PROVEATYMI, para así reconocer a los clientes y sus exigencias, diagramas de flujo del proceso, expresión del cliente para conocer sobre las necesidades y expectativas del mismo.

PROVEATYMI es una empresa que se dedica a brindar servicios industriales especializados en el suministro, diseño, instalación y montaje de aislamientos térmicos industriales para líneas de tubería y equipos de proceso en caliente o frío, a su vez en la fabricación e instalación de extractores eólicos, además ofrece servicios integrales de Ingeniería Industrial y metalmecánica. Conscientes de que su servicio no es único en el mercado toman la iniciativa de implementar una metodología de mejora que en este caso es el Lean Six Sigma en el área de producción, para lograr ser más competitivos dentro del mercado nacional, lo cual beneficiara a la empresa en su crecimiento y reconocimiento en el país [42].

La empresa tiene como objetivo llegar a ofrecer un servicio que cumpla con los estándares de calidad, obteniendo una reducción de sus costos y logrando aumentar sus ingresos. Con la implementación del Lean Six Sigma y la aplicación del método DMAIC se identificarán los problemas encontrados en el área de producción a los cuales se debe generar soluciones rápidas para así lograr los objetivos propuestos.

3.2.1.2. Layout

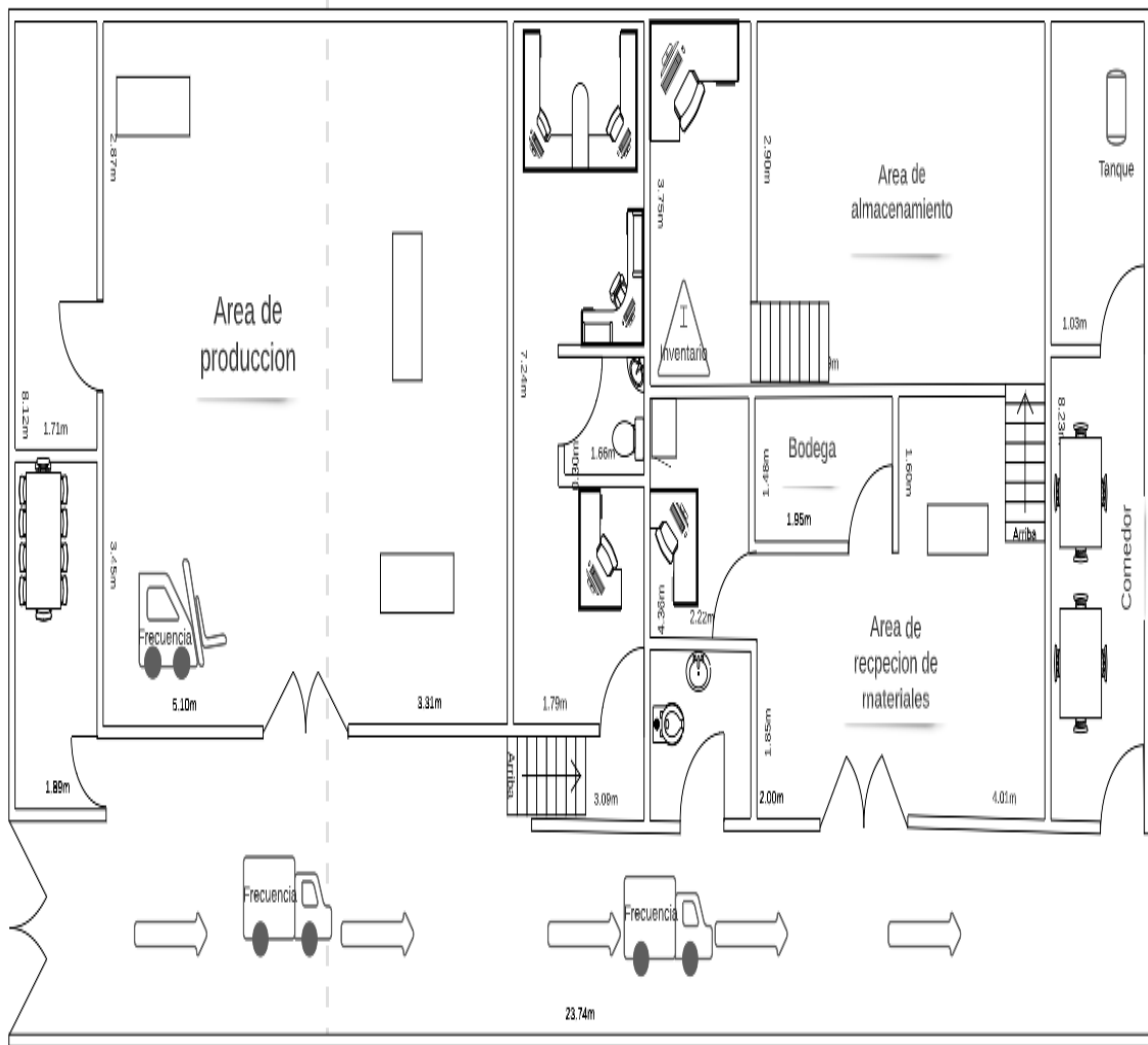


Figura 3.1: Layout

3.2.1.3. Identificación de cada una de las áreas

Tabla 3.1: Distribución de áreas

Distribución de áreas	Descripción
Almacenamiento de materia prima	Donde se reciben todos los materiales
Área de producción	Donde se realiza la prefabricación del material para la respectiva instalación
Área de montaje	Montaje del material prefabricado
Área comercial	Ventas e información del servicio
Bodega	Almacenamiento de equipos y herramientas

3.2.1.4. Almacenamiento de materia prima

En esta área se recibe y se almacena toda la materia prima como: lana de vidrios, lana de roca, cañuelas, perlita expandida, telas aislantes, entre otras; las cuales serán usadas para el recubrimiento de las tuberías para el respectivo aislamiento. Dentro de esta área se verifica que la materia prima entregada por los proveedores no tenga ninguna falla o defecto. Estos materiales se encuentran en un lugar estratégico bajo una cubierta, con una temperatura adecuada para evitar la pérdida de sus propiedades y eludir su deterioro.



Figura 3.2: Almacenamiento de la materia prima

3.2.1.5. Área de producción

El área de producción es la más importante dentro de la empresa ya que en ella se realiza la selección y preparación de las lanas a utilizarse según el requerimiento del cliente, además se efectúa la prefabricación del material para luego llevarlas a su respectivo montaje y aislamiento, utilizando diferentes maquinarias como la cizalla que se encarga de cortar las láminas de aluminio a la medida solicitada, a continuación pasa por la roladora eléctrica en donde se le da la forma redonda de una tubería, por último se realiza sus respectivos biseles para el reforzamiento del material en la biseladora.



Figura 3.3: Área de producción

3.2.1.6. Área de montaje

En el área de montaje se lleva a cabo el siguiente procedimiento:

En primer lugar, se procede a la instalación de la lana de vidrio o lana de roca en las tuberías de frío o caliente, las cuales tienen que cubrir por completo toda la tubería, seguidamente está el recubrimiento con neoprenos de aluminio que debe ajustarse a la medida de la tubería, esto con el fin de conservar la temperatura adecuada de la tubería y que además se pueda conservar sus propiedades. Luego se continúa con el siliconado en los biseles empleando una silicona de alta presión que soporte fuertes temperaturas, con este paso se desea prevenir que el agua de la lluvia se impregne en la lana de vidrio o roca y que eso a su vez ocasione estropear todo el proceso antes elaborado. El paso final es retirar el plástico protector que tiene el aluminio, para que el cliente pueda apreciar de mejor manera el diseño y la calidad del trabajo terminado.



Figura 3.4: Área de montaje

3.2.1.7. Área comercial

En esta área la función principal es vender los productos y servicios que comercializa la empresa, además es la encargada de relacionarse directamente con el cliente mediante la utilización estrategias publicitarias, mostrando ideas innovadoras para implementar en los diferentes proyectos.



Figura 3.5: Área comercial

3.2.1.8. Diagrama de proceso

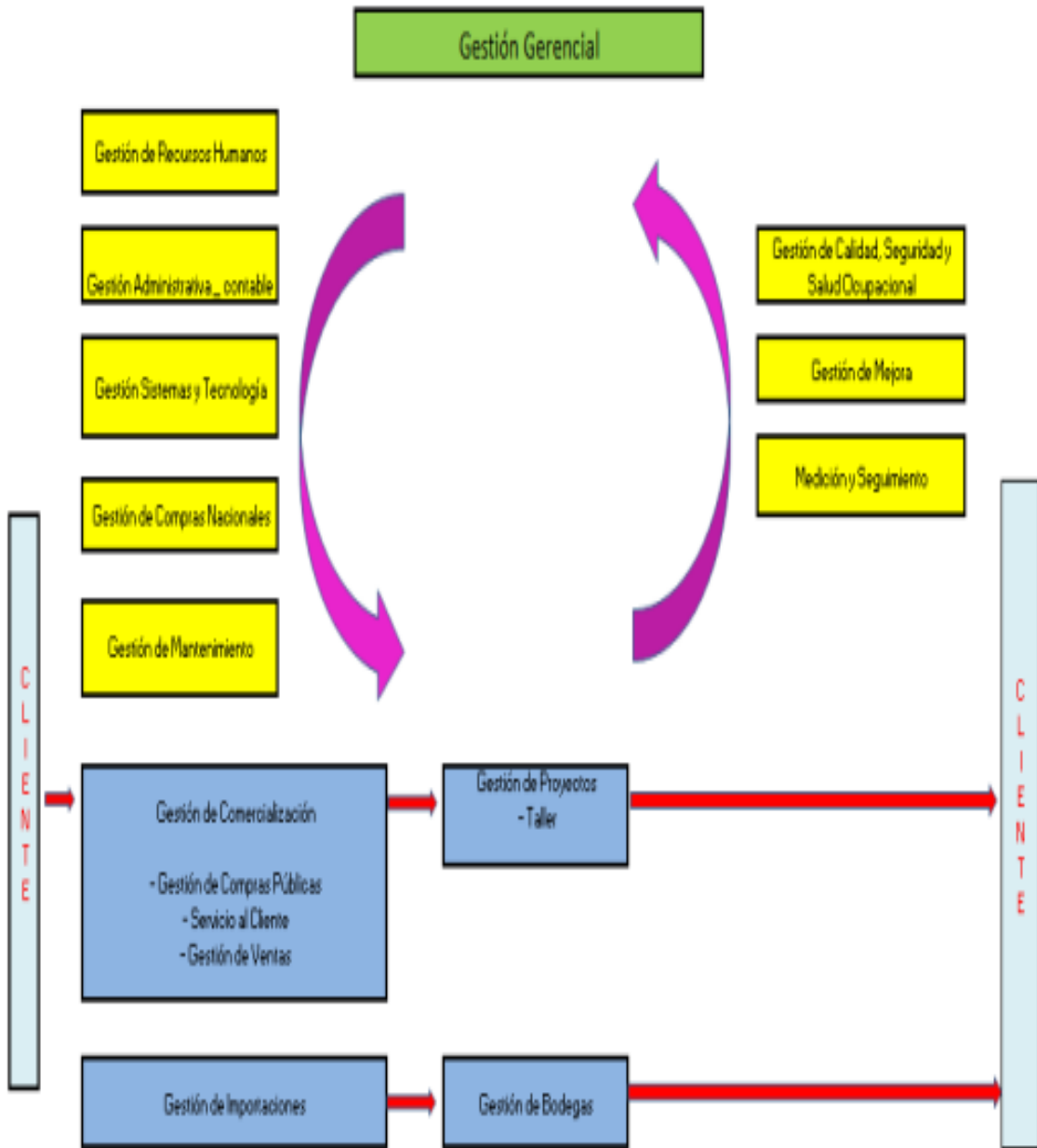


Figura 3.6: Diagrama de procesos [43]

3.2.1.9. Diagrama de flujo

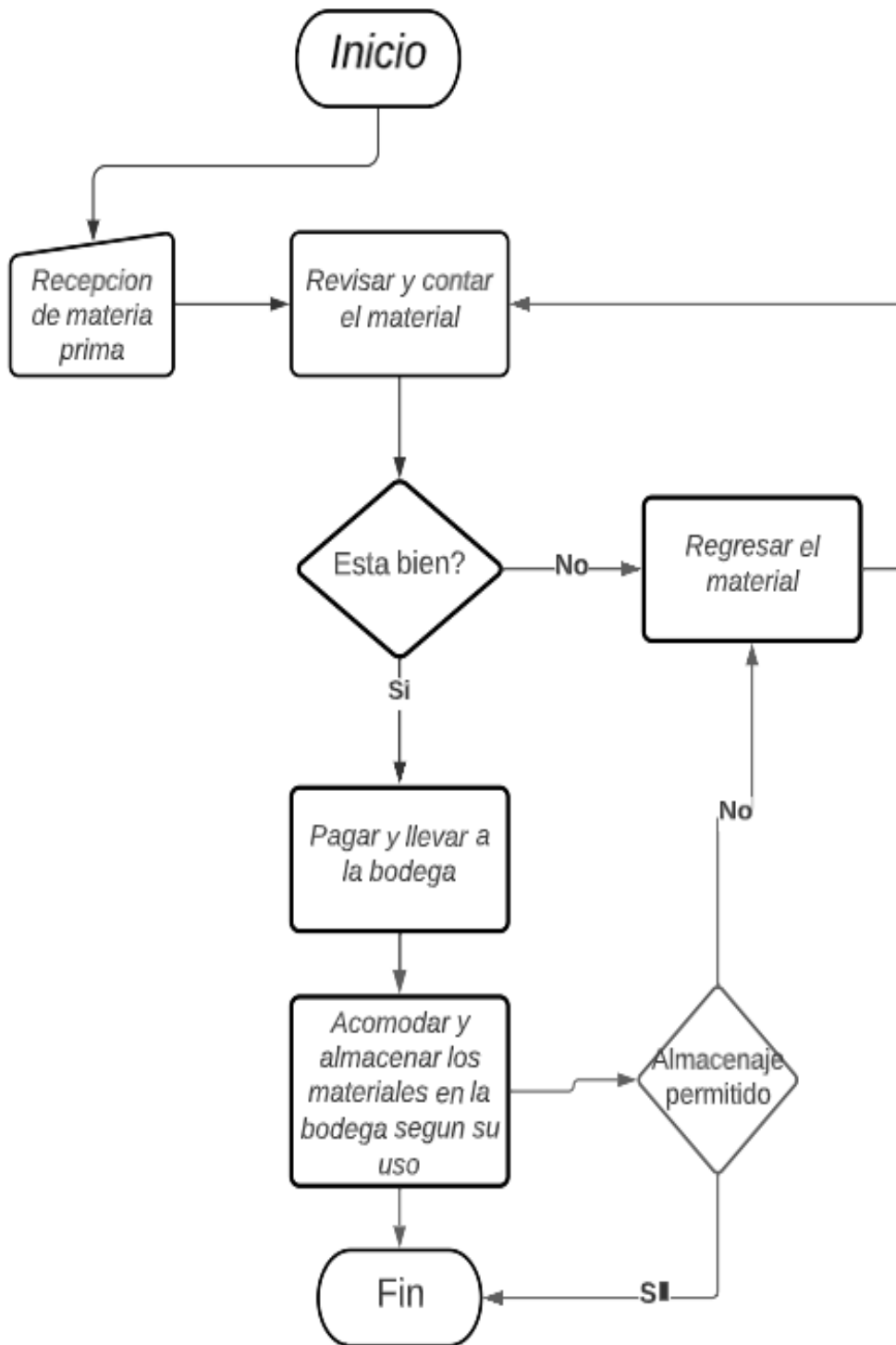


Figura 3.7: Diagrama de flujo

3.2.1.10. Diagrama de flujo del proceso

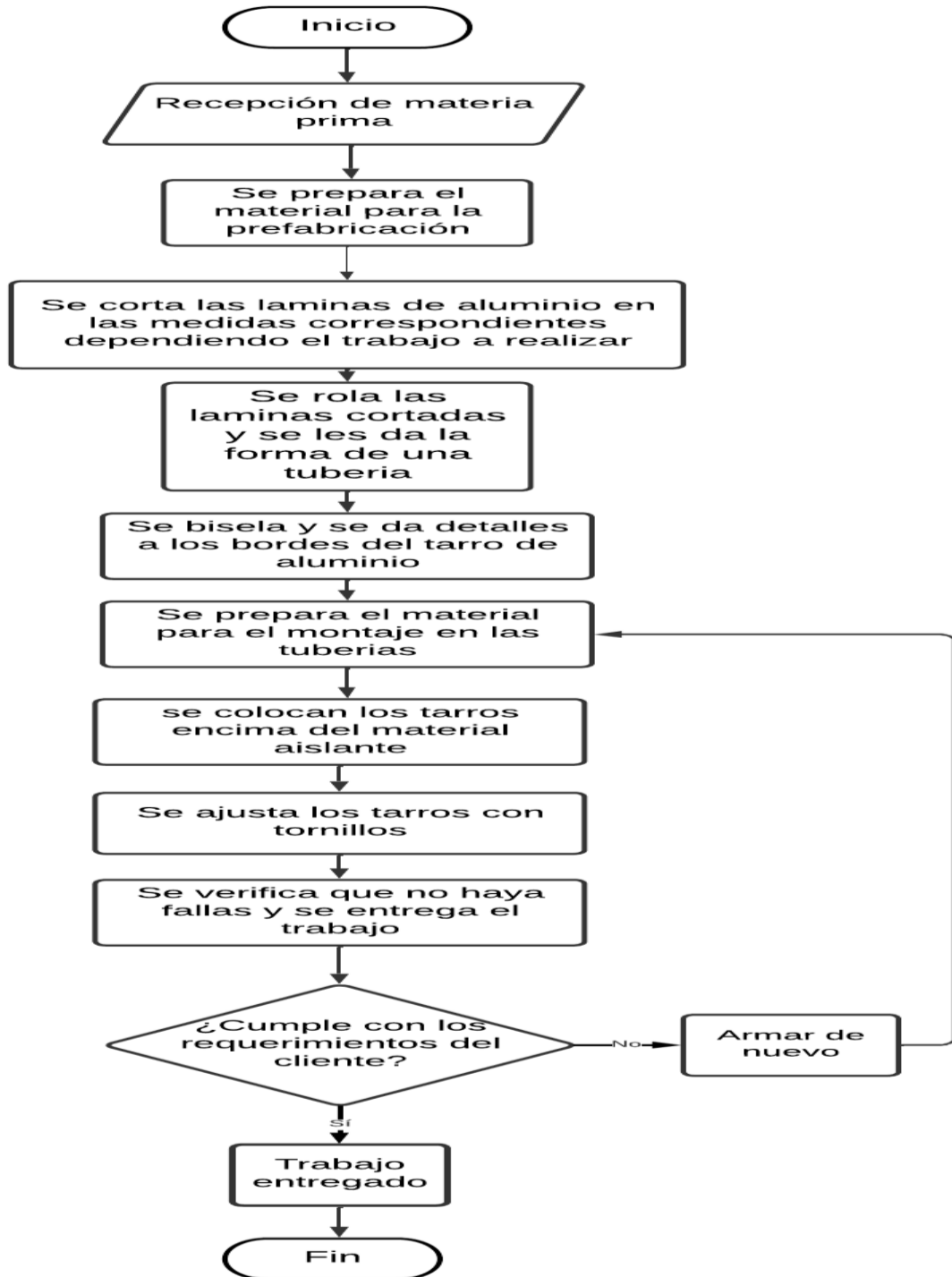


Figura 3.8: Diagrama de flujo del proceso

3.2.1.11. Procesos Operativos

Los proyectos de instalación de Aislamiento Térmico, se desarrollan dentro de las siguientes fases:

- Inspección de los materiales previa colocación
- Montaje del aislamiento térmico
- Control de calidad de las instalaciones del aislamiento térmico

3.2.1.12. Inspección de los materiales previa colocación

Para poder garantizar la calidad del aislamiento, se debe revisar que los materiales realmente sean los solicitados por el cliente y que estén acordes a las condiciones de la instalación. Estas actividades de inspección son:

- Requerir un certificado de la calidad de todos los materiales
- Constatar que las dimensiones de los materiales estén acorde a los requerimientos y especificaciones del cliente
- Verificar la cantidad del material
- Revisar que los materiales se encuentren en buen estado

Tabla 3.2: Materiales para aislamiento térmico [43]

Material	Tipo genérico	Forma de presentación
Lana Mineral de Roca	Fibras Minerales	Placas, Mantas, Preformados
Perlita Expandida	Granulares	Placas preformadas
Flexin (tela fibra de vidrio, tela siliconada y sílice recubiertas de malla metálica)	Fibras textiles + recubrimiento metálico	Manta Reutilizable
Poliuretano	Poliosoles	Espuma

Se debe examinar que el material aislante no presente fracturas que puedan condicionar su conductividad térmica, de igual manera es fundamental chequear que los materiales a utilizarse no muestren ningún tipo de deterioro.

3.2.1.13. Identificación de las características críticas

Dentro de la empresa existe variabilidad del personal que se encarga de brindar el servicio de aislamiento térmico y montaje industrial, no obstante, algunos operarios no poseen las destrezas necesarias al momento de realizar el trabajo y lo ejecutan en base a la experiencia que han ido adquiriendo durante los años, es por tal motivo que no cumplen con las disposiciones, es decir no utilizan el equipo de protección correspondiente.

Asimismo, se percibe que existe un deficiente sistema de control de calidad en la empresa, esto se puede evidenciar al momento de receptor la materia prima pues no se está verificando de manera correcta si los materiales que son entregados por el proveedor están en buen estado o si presentan alguna falla. Lo cual da como resultado que, al momento de realizar el montaje, el material no cumpliría con los estándares de calidad requerido.

Por otra parte, se ha observado que no hay una adecuada manipulación de los materiales que se emplean en el proceso, ya que existen un gran número de desperdicio del material, principalmente al realizar los trazos en las láminas de aluminio, los trabajadores no utilizan las medidas correctas o no miden adecuadamente el diámetro de la tubería o equipo, por ende, al momento de cortarlos se desperdicia el material en gran cantidad; esto se debe a la poca capacitación que reciben los operarios sobre el proceso, además coexiste una falta de planificación para los diferentes proyectos a ejecutarse. Esto se debe a no tener estandarizado las actividades que se realizan en la empresa.

3.2.2. FASE MEDIR




En esta fase se va a describir el comportamiento de las variables de entrada y salida que se requieren ser localizadas y medidas dentro del proceso, la determinación de la calidad de la materia prima, el análisis de los desperdicios que se generan en el área de producción., además es muy importante porque posibilita medir la situación actual para clarificar el punto de partida del proyecto.

En el análisis de las variables se debe tomar en consideración los siguientes aspectos:

- Evaluación de proceso de aislamiento térmico
- Evaluación de la calidad de los materiales como materia prima
- Identificación de equipos en el proceso
- Personal calificado para el trabajo

3.2.2.1. Simbología del diagrama de flujo

Tabla 3.3: Simbología del diagrama de flujo [1]

SÍMBOLO	REPRESENTACIÓN	UTILIZACIÓN
	OPERACIÓN	Indica las principales fases del proceso método o procedimiento.
	INSPECCIÓN	Indica que se verifica la calidad y/o cantidad de algo.
	DESPLAZAMIENTO O TRANSPORTE	Indica el movimiento de los empleados, material y equipo de un lugar a otro.
	DÉPOSITO PROVISIONAL O ESPERA	Indica demora en el desarrollo de los hechos.
	ALMACENAMIENTO PERMANENTE	Indica el depósito de un documento o información dentro de un archivo, o de un objeto cualquiera en un almacén.

3.2.2.2. Evaluación del proceso

Para evaluar la situación actual del área de producción de la empresa PROVEATYMI se realizó el diagrama de análisis del proceso de aislamiento térmico en donde se detalla los pasos a seguir para ejecutar correctamente el aislamiento y montaje.

Tabla 3.4: Diagrama de análisis de proceso

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESO									
EMPRESA: "PROVEATYMI"					PROCESO: AISLAMIENTO TÉRMICO				
PLANTA/ÁREA: PRODUCCIÓN					OBSERVADOR:				
DEPARTAMENTO:					PROYECTO: AISLAMIENTO TÉRMICO				
SECCIÓN: PRODUCCIÓN					FECHA: 06/01/2023				
RESUMEN		METD.ACT	METD	DIFER.	METD. ACT.				
OPERACIONES					METD.MEJ.	X			
INSPECCIÓN		INICIO:							
TRANSPORTE		TERMINO:							
DEMORA						ESTUDIO	HOMBRE	MÁQUINA	
ALMACEN									
N°	ACTIVIDADES	●	■	→	▾	TIEMPO	DISTANCIA	OBSERVACIÓN	
1	Alistar y verificar la materia prima	●	■			5 minutos			
2	Cortar las láminas de aluminio en las medidas correspondientes	●				3 minutos			
3	Prefabricar los neplos de aluminio	●				10 minutos			
4	Rolar el aluminio cortado	●				1 minuto			
5	Biselar los tarros de aluminio	●				1 minuto			
6	Inspeccionar las medidas correspondientes				●	1 minuto			
7	Trasladar el material prefabricado al lugar de instalación				●	10 minutos	500 metros		
8	Recubrir la tubería o equipo con la fibra de vidrio	●				6 minutos			
9	Verificar que la fibra este bien sujeta a la tubería				●	1 minuto			
10	Instalar los tarros de aluminio encima de la fibra de vidrio	●				60 minutos			
11	Sacar el plástico del aluminio ya instalado en la tubería	●				20 minutos			
12	Controlar la calidad de la instalación del servicio				●	3 minutos			

Este diagrama fue establecido con un orden cronológico en donde se detalla todo el proceso de aislamiento térmico con sus respectivos tiempos, se puede visualizar que en el proceso hay ciertas actividades que no generan valor agregado y que pueden ser mejoradas.

3.2.2.3. Evaluación de la calidad de los materiales como materia prima

Para la evaluación de la calidad de la materia prima se escogió los materiales fundamentales que se utilizan dentro del proceso.

A continuación, se detallará las características más importantes de los siguientes materiales más utilizados en el proceso de aislamientos térmicos y montajes industriales.

3.2.2.4. Lana mineral de roca

Es un material que se emplea como aislante térmico en la industria, es un tipo de lana mineral que se origina a partir de roca natural como la basáltica y carbonato de calcio fundidos. Está compuesta de fibras minerales muy delgadas que se unen en forma de colchonetas y paneles. El aislamiento mediante lana de roca es una de las aplicaciones más usuales puesto que es un material resistente a altas temperaturas hasta 800° C, además posee altos coeficientes de aislación y absorción acústica [44].

Además, sirve para el ahorro de energía, combustible, costos de operación y manufactura, se adaptan a cualquier tipo de geometría por irregular que sea y permite que el trabajo sea desarrollado correctamente.

3.2.2.5. Lana de vidrio

Es un material aislante, hecho a partir de la mezcla entre vidrio reciclado y arena fundidos a fuertes temperaturas, es flexible, resistente, no inflamable y reciclable usado en la industria o construcción de paredes, techos y pisos. De igual manera, al ser un material aislante impide que la temperatura del exterior ingrese en el interior ya sea por convección, radiación o conducción [45].

Por otra parte, su elasticidad garantiza llenar completamente todos los espacios con el aislamiento asegurando una alta eficiencia en el funcionamiento de los equipos, para que tenga mayor durabilidad.

3.2.2.6. Poliuretano

El poliuretano es un material plástico, en esencia son polímeros es decir pequeñas moléculas unidas entre sí, que tiene diversas presentaciones y formas por ejemplos en espuma, asimismo, es adaptable dependiendo su uso puede ser elástico o rígido, fácil de aplicar, duradero y con un alto rendimiento. Suele emplear para las impermeabilizaciones de cubierta y obtener un aislamiento de alta eficiencia energética.

3.2.2.7. Fibra cerámica

Es una manta termoaislante formada de fibras de cerámica que se unen para formar una especie de colchón resistente a altas temperaturas desde 538°C hasta 1482°C, ya que es producida con fibras de la más alta calidad con espesores recomendados.

3.2.2.8. Perlita expandida

Está compuesta de partículas de perlita mezclada con una resina inorgánica y fibras de refuerzo diseñadas para proveer buenas características térmicas, ya que posee una excelente protección anticorrosiva, es un material de alta calidad que protege la estructura interna del aislante.

3.2.2.9. Láminas de aluminio

El aluminio es uno de los principales y más utilizados de los materiales en el sector industrial por su versatilidad, bajo peso, maleabilidad, resistencia a la corrosión y alta conductividad eléctrica. Existen una variedad de aleaciones de aluminio, se destaca su utilidad en los procesos de conformación metálica, en especial hacer revestimientos [46].

Los recubrimientos se realizan mediante la elaboración de trazos en láminas de aluminio de varios espesores, dependiendo las necesidades de resistencias mecánicas, esto se hace con el fin de preservar la durabilidad del aislante térmico que se ha usado previamente en las tuberías y equipos industriales.

3.2.2.10. Identificación de los equipos, máquinas y herramientas en el proceso

Es primordial efectuar una evaluación que permita constatar, si la empresa cuenta con los equipos, máquinas y herramientas necesarias, a su vez si se encuentran en óptimas condiciones para su respectivo funcionamiento.

Tabla 3.5: Máquinas-equipos-herramientas

Máquinas-equipos-herramientas	Descripción	Acción correctiva
Cizalla eléctrica	Máquina de corte de material	Orden y limpieza Mantenimiento de equipos Calibración de máquina de corte.
Dobladora manual	Equipo para doblar cualquier material.	
Biseladora	Máquina que realiza detalles en las láminas de aluminio.	
Roladora	Equipo que sirve para rolar las láminas de aluminio.	
Taladro inalámbrico	Máquina que permite realizar agujeros.	
Playo de presión Destornillador Pistola de silicón Tijeras industriales Compas de varas Flexómetro	Herramientas de apoyo para el aislamiento y montaje.	

3.2.2.11. Personal calificado para el trabajo

En las empresas por lo general suele existir constantes variaciones con respecto al personal que labora, es por esta razón que es importante establecer si el equipo de trabajo es idóneo para desenvolverse adecuadamente en su área correspondiente y ejecutar la tarea asignada.

El contar con personal calificado ayudara notablemente a potenciar la productividad de la empresa y elevar aún más el estatus de la misma dentro del mercado. Por otra parte, se puede prevenir gastos superfluos de compensaciones por despidos, capacitaciones ineficaces, trabajos mal hechos, falta de conocimientos de los contratados, enfrentamientos entre los empleados, en fin, un mal clima laboral y por ende un retroceso para la compañía.

En este caso la empresa no cuenta con un proceso regularizado, por lo tanto, los operarios efectúan su trabajo según su parecer, esto puede generar complicaciones al momento de ejecutar

el aislamiento térmico y montaje industrial, ya que el instalador no sabría cómo llevar a cabo este procedimiento.

3.2.3. FASE ANALIZAR

En esta tercera fase de la metodología DMAIC, se lleva a cabo un análisis minucioso de los datos recabados en la etapa de medir. El objetivo primordial dentro de esta fase es reconocer las causas raíz de la problemática planteada, de igual manera, se puede identificar las posibles causas potenciales. El análisis de la información muestra las fuentes de cambio y el desempeño insuficiente en los procesos, que serán útiles al momento de buscar e instituir oportunidades de mejora para el proceso.

3.2.3.1. Análisis de las causas potenciales de los problemas identificados

Uno de los principales factores que causa pérdidas de dinero para la empresa es el déficit de calidad del servicio, mala ejecución del servicio que no cumpla con los parámetros de calidad de exigencia del cliente, esto puede causar una mala imagen hacia la empresa e incluso tener pérdidas de los clientes.

Para transformar estos problemas y brindar un mejor servicio se requiere de una filosofía de calidad que asegure un mejor desenvolvimiento por parte del personal al momento de ejecutar el aislamiento, para que así puedan cumplir con las expectativas de los clientes.

Las principales herramientas empleadas en esta fase son:

3.2.3.2. Diagrama causa-efecto

Conocido también como diagrama de espina de pescado o diagrama de Ishikawa, es usada para comprender de manera lógica y organizada los factores que pueden ocasionar fallas en el proceso de aislamiento térmico y montajes industriales, es decir ayudan a determinar las causas potenciales o efectos que se pueden generar dentro de la cadena de producción el problema de estudio.

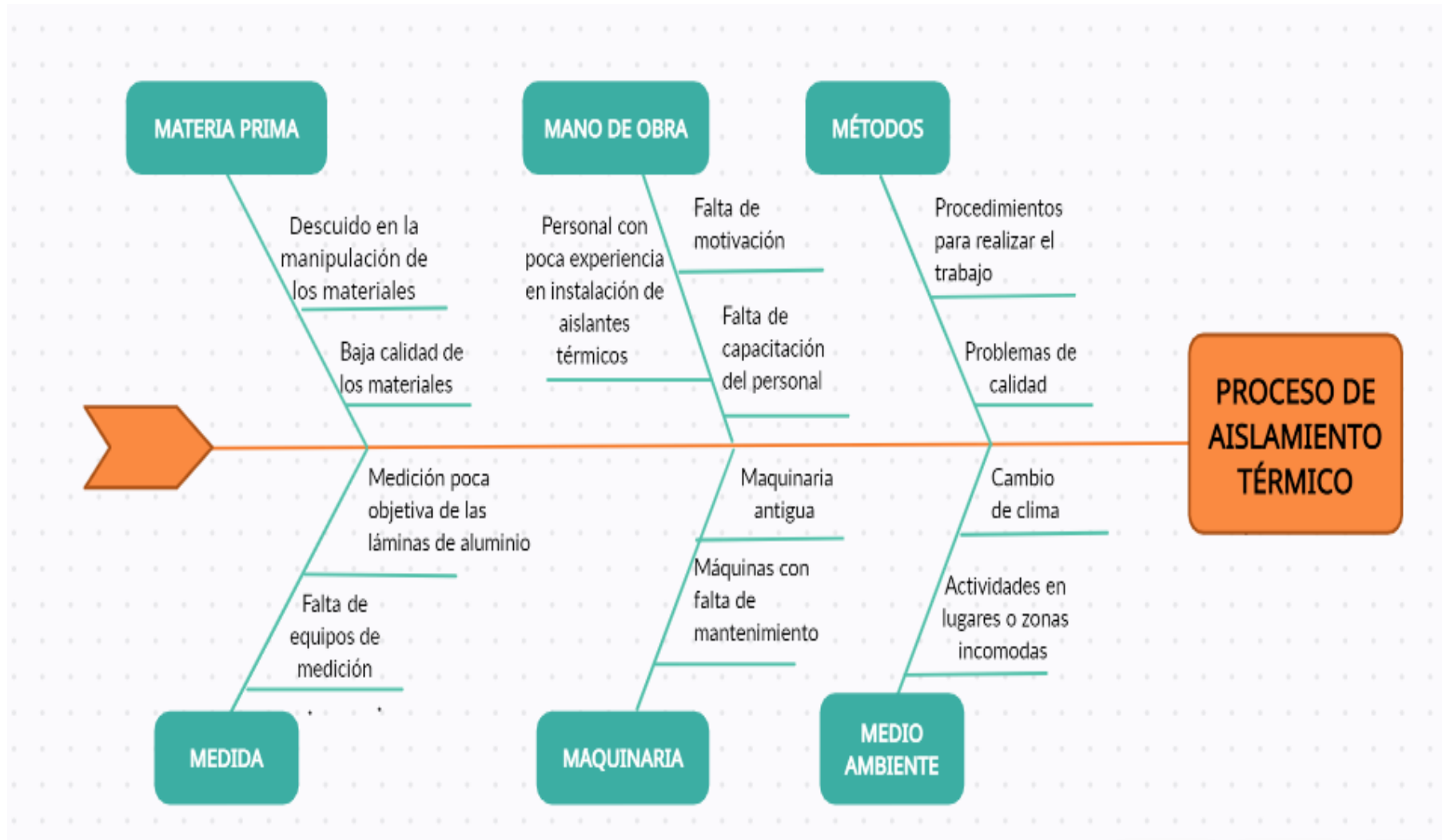


Figura 3.9: Diagrama causa-efecto

3.2.3.3. Análisis del diagrama causa-efecto

1. Materia prima

a) Baja calidad de los materiales

La causa que se identificó es debido a que los diferentes proveedores que facilitan la materia prima, no lo hacen de una forma correcta, ya que en ocasiones entregan materiales de baja calidad o con algún tipo de desperfecto y eso con el pasar del tiempo afectará a todo el recubrimiento realizado, puesto que el trabajo efectuado no resistirá y se deteriorará más rápido.

b) Descuido en la manipulación de los materiales

De igual manera en ocasiones se presentan descuidos por parte del personal en la manipulación de los materiales, debido al desconocimiento de la fragilidad de la materia prima y no tienen la debida precaución.

2. Mano de obra

a) Personal con poca experiencia

El personal encargado de la instalación de los aislamientos térmicos tiene poca experiencia realizando esta actividad, lo cual provoca que el trabajo se retrase y por ende no se cumpla con las exigencias del cliente dentro del contrato.

b) Falta de motivación y capacitación

La falta de motivación del personal se debe varias circunstancias como una mala comunicación entre compañeros, desinterés, la falta de compromiso al realizar las actividades, por otra parte, las capacitaciones para el personal son muy escasas, lo cual es perjudicial para la empresa ya que los operarios necesitan tener conocimientos sólidos sobre el trabajo que van a ejecutar, de igual manera deben recibir información adecuada sobre el protocolo de seguridad en caso de algún accidente.

c) Falta de orden y limpieza

Los trabajadores al no mantener un apropiado el orden y limpieza dentro de sus áreas de trabajo pueden originar una serie de problemas, por lo general no existe un aseo óptimo en los puestos de trabajo y se puede ver reflejado cuando se tienen pisos mojados, materiales desordenados, herramientas fuera de su lugar, acumulación de material y que no utilicen los equipos de

protección personal haciendo de su entorno de trabajo un peligro para el mismo y que puedan sufrir accidentes.

3. Métodos de trabajo

a) Procedimientos para realizar el trabajo

Dentro de la empresa no existe un método de trabajo adecuado para realizar las actividades, existe un inadecuado procedimiento de cada una de las tareas a realizarse esto conlleva a que la entrega del proyecto se demore más del tiempo estipulado.

b) Problemas de calidad

Los problemas de calidad del trabajo se deben a la falta de un manual de procedimientos, a la falta de control por parte del supervisor encargado y a la falta de compromiso por parte de los trabajadores.

4. Medidas

a) Falta de equipos de medición

El personal de la empresa cuenta con un escaso equipo de medición de las láminas de aluminio, esto trae como consecuencia que las medidas de los materiales no sean exactas, por ende, al momento de hacer la instalación del mismo no van a acoplarse correctamente.

b) Medición poca objetiva

Dentro de la empresa se encontraron algunas falencias al momento de prefabricar los materiales para los aislamientos térmicos y montajes industriales que se pudieron evidenciar fueron: al momento de hacer los trazos sobre las láminas de aluminio los operarios no lo hacen con las medidas correctas y lo realizan en base a cálculos mentales o su experiencia y en ocasiones esto genera que se dañe las láminas de aluminio y por ende se desperdicia el material.

5. Maquinaria

a) Maquinarias con falta de mantenimiento

La empresa cuenta con máquinas antiguas y el mantenimiento a las maquinarias no se realiza con frecuencia, por ende, cuando una de las máquinas presente alguna avería mecánica, el arreglarla tomara su tiempo y esto retrasara notablemente el proceso.

6. Medio ambiente

a) Cambio climático

La empresa se encuentra ubicada en una zona con un clima que de repente puede cambiar, si llueve constantemente el agua podría filtrarse y producir humedad que afecte a los materiales. De igual manera, si las condiciones no son favorables ya sea por el clima o por lugares de difícil acceso, el aislamiento y montaje de las tuberías no se podría realizar en el plazo acordado; esto suele molestar y generar conflictos con el cliente ya que el trabajo no se finaliza a tiempo y es probable que no vuelva a solicitar el servicio de la empresa.

3.2.4. FASE MEJORAR

Plan de mejora del proceso

Luego que se han identificado los problemas y sus respectivas causas, el siguiente paso es plantear acciones correctivas que ayuden al mejoramiento de los mismos, en tal virtud dentro de esta fase se implementan, se desarrollan y se validan las alternativas de mejora para el proceso.

Recepción de la materia prima

La adquisición de la materia prima se lo realiza los días lunes, los proveedores deberán entrega la materia prima en cajas correctamente sellados.

Se propone seguir los siguientes pasos al momento de receptar la materia prima:

1. Limpiar el área donde se descargará el material
2. Descargar los materiales en el área seleccionada
3. Verificar el estado de los materiales
4. Aceptar o devolver el material, dependiendo de la calidad
5. Llenar el control de recepción de materiales
6. Llevar el material al área de almacenaje
7. Colocar el material según su uso de trabajo

Es importante tomar en consideración que la descarga de la materia prima se lo deberá realizar con un montacargas para evitar que las cajas sean maltratadas, esto es con el objetivo de tratar de minimizar el esfuerzo y tiempo del trabajador.

3.2.4.1. Desarrollo de la metodología para la mejora del proceso

En esta fase se pretende presentar soluciones que sean efectivas y que ayude a mejorar el proceso que se desarrolla en la empresa “PROVETYMI”, se enfocó en emplear estrategias que involucren al personal, a la maquinaria y a sus puestos de trabajo en beneficio del cliente.

Tabla 3.6: Proceso de gestión de proyectos

PROCESO DE GESTIÓN DE PROYECTOS		
LÍMITES DEL PROCESO	INICIO: A: Identificar las necesidades del cliente. B: Recepción de orden de servicio de los trabajos a realizar C: Elaboración de listado de recursos para el proyecto D: Seguimiento del trabajo solicitado por el cliente externo E: Firma de actas	FIN: A: Oferta aceptada por el cliente B: Envío de orden de servicio firmada de los trabajos a realizar C: Recepción de los recursos para el proyecto D: Terminación de trabajos solicitados E: Pago del cliente
OBJETIVO DEL PROCESO/SUBPROCESO	A: Ganar los trabajos ofertados B: Conocer y garantizar que existe aceptación de las condiciones en las que se realizan el trabajo y los materiales que se utilizaran en el mismo C: Llevar los materiales y herramientas necesarias para la ejecución del proyecto D: Cumplir los tiempos y condiciones establecidas en la cotización, orden de servicio, orden de compra o contrato	
RESTRICCIÓN DEL PROCESO/SUBPROCESO	A: La competencia y ofertas con premios más bajos de lo esperado B: N/A C: Condiciones de trabajo aún no estén listas, se requiere documentación específica, falta de personal técnico calificado para ingresar a realizar los trabajos D: Condiciones climáticas y factores externos de la empresa	
RESPONSABLE DEL PROCESO/SUBPROCESO	A: Gerencia y Coordinación de Proyectos, vendedores B: Gerencia y Coordinación de Proyectos C: Supervisor de Proyectos-Responsable de Bodega D: Supervisor de Proyectos-Asistente de Proyectos E: Supervisor de Proyectos-Gestión administrativa contable	

3.2.4.2. Plan de capacitación al personal de la empresa “PROVEATYMI”

Para llevar a cabo la propuesta de mejoramiento es necesario enfocarse en los temas que más dificultad tengan los operarios, pues serán de gran utilidad en el trabajo que a diario ejercen. Por otro lado, la empresa se beneficiará y brindará un servicio de calidad a los clientes.

Por ende, se propone un plan de capacitación a todo el personal de trabajo con el objetivo de lograr que los trabajadores adquieran los conocimientos y las habilidades necesarias para realizar un trabajo más eficiente y de calidad.

Tabla 3.7: Personal de la empresa PROVEATYMI

N°	Trabajador	Área de trabajo
1	Luis Aules	Producción
2	Luis Lema	Producción
3	Jairo Quinga	Producción
4	David Socasi	Producción
5	David Lema	Producción
6	Julio Amagua	Producción

Teniendo en cuenta lo que hay que mejorar, se ha propuesto capacitar al personal y capacitarlos en los posibles temas que se consideró de suma importancia.

- Presentación de la propuesta de la metodología Lean Six Sigma y las ventajas.
- Manejo del material y herramientas.
- Introducción básica a trazos y medidas.
- Inducción sobre el correcto aislamiento y montaje en las tuberías.
- Mantenimiento preventivo de las máquinas y herramientas.

Tabla 3.8: Plan de capacitación al personal de producción


PLAN DE CAPACITACIÓN AL PERSONAL DE LA EMPRESA “PROVEATYMI”			
Tema	Manejo de material y herramientas para aislamiento		
Información del tema	Dirigido a:	Personal de producción e instaladores.	
	Objetivo:	Obtener conocimientos básicos en el manejo y manipulación del material y herramientas para aislamiento y así evitar accidentes.	
Temáticas	1	Importancia de la correcta manipulación del material	
	2	Manejo de las herramientas	
	3	Introducción al manejo de material y herramientas	
Estrategias	Metodología de trabajo	Clases presenciales y online	
	Materiales de apoyo	Computadora, diapositivas, hojas de control	
	Estrategias de evaluación	Crear un manual de trabajo para el correcto manejo y manipulación de materiales, que contenga gráficos.	
Información adicional	Duración del curso	Participantes	Lugar de capacitación
	20 horas	5	Sala de juntas de la empresa
	Coordinador de capacitación	Ing. Alex Morales	
	Observaciones		

Tabla 3.9: Plan de capacitación al personal de prefabricación


PLAN DE CAPACITACIÓN AL PERSONAL DE LA EMPRESA “PROVEATYMI”			
Tema	Trazos y medidas		
Información del tema	Dirigido a:	Personal encargado de prefabricar el material	
	Objetivo:	Obtener conocimientos que permitan mejorar los trazos en las láminas de aluminio y así obtener unos cortes de calidad.	
Temáticas	1	Importancia de una correcta medida dentro del material	
	2	Conocimiento básico sobre trazos	
	3	Introducción a trazos avanzados sobre el material	
Estrategias	Metodología de trabajo	Clases presenciales y prácticas	
	Materiales de apoyo	Manual de cortes, videos	
	Estrategias de evaluación	Entregar al personal una guía de trazos y además hacer una demostración práctica de cómo se ejecuta.	
Información adicional	Duración del curso	Participantes	Lugar de capacitación
	8 horas	5	Área de producción de la empresa
	Coordinador de capacitación	Ing. David Lema	
	Observaciones		

Tabla 3.10: Plan de capacitación al personal de instalación

PLAN DE CAPACITACIÓN AL PERSONAL DE LA EMPRESA “PROVEATYMI”			
Tema	Aislamiento y montaje		
Información del tema	Dirigido a:	Personal encargado que realiza el aislamiento térmico	
	Objetivo:	Desarrollar un conocimiento básico, en el armado y montaje de aislamientos térmicos, para realizar un trabajo eficiente y de calidad	
Temáticas	1	Conocimiento básico del aislamiento térmico	
	2	Conceptos de eficiencia y calidad	
	3	Introducción a un buen montaje del material	
Estrategias	Metodología de trabajo	Clases presenciales y prácticas	
	Materiales de apoyo	Manual de aislamiento y montaje	
	Estrategias de evaluación	Entregar al personal un manual de aislamiento y montaje, para que puedan desarrollar su trabajo de la manera más eficiente	
Información adicional	Duración del curso	Participantes	Lugar de capacitación
	8 horas	5	Área de montaje del material
	Coordinador de capacitación	Ing. David Lema Coordinador de proyectos	
	Observaciones		

3.2.4.3. Plan de mejoras en las maquinarias

Un factor relevante dentro del proceso de producción son las maquinarias y herramientas que intervienen de manera directa en la fabricación del material para el aislamiento térmico, las cuales que con el pasar el tiempo van presentando desgastes, problemas o fallas lo cual retrasa la ejecución del servicio y la entrega del mismo.

En tal virtud mediante la investigación de campo y con el fin de evitar estos inconvenientes se presenta una propuesta de mejora en los equipos que a diario se utilizan en el proceso de aislamiento térmico.

Se aprecia que, con este plan de mejoras en las maquinarias, facilite la ejecución del proceso de aislamiento térmico.

Tabla 3.11: Plan de mantenimiento

N°	Características	Precio del Mantenimiento
1	Cizalla eléctrica	\$50
2	Roladora	\$25
3	Biseladora	\$32
4	Taladro eléctrico	\$25
5	Dobladora	\$150
TOTAL		\$282

3.2.4.4. Planificación del mantenimiento preventivo

En cuando a la planificación del mantenimiento preventivo se llevará a cabo la preparación adecuada del personal y la identificación de las fallas que presentan las maquinas del proceso, antes de la implementación, la empresa debe concienciar a los trabajadores de la participación necesaria de todos para poner en marcha el plan. Se necesita identificar las acciones a realizar en las máquinas.

Las acciones a efectuarse serán las siguientes:

- Limpieza interna y externa de las máquinas.
- Lubricación y engrase de las piezas internas de la máquina.

- Ajuste de pernos y estructura de las máquinas

A continuación, en la tabla 3.11, se especifica las acciones planificadas para el mantenimiento preventivo de las máquinas que se utilizan en la empresa, con la frecuencia y responsables. De igual manera se presentará una ficha técnica que sirva para dar seguimiento del mantenimiento que se realizó en la máquina. Ver anexo 6.

Tabla 3.12: Plan de mantenimiento preventivo

PROVEATYMI					
ESTADO DE MÁQUINA					
N°	TIPO	N° DE MÁQUINAS	ACCIONES	FRECUENCIA	RESPONSABLE
1	Cizalla Eléctrica	1	Limpieza	semanal	Operarios
			Ajuste	semanal	Operarios
2	Roladora	2	Limpieza	semanal	Operarios
			Ajuste	semanal	Operarios
3	Biseladora	2	Limpieza	semanal	Operarios
			Ajuste	semanal	Operarios
4	Taladro eléctrico	2	Limpieza	semanal	Operarios
			Ajuste	semanal	Operarios
5	Pistola Neumática	1	Limpieza	semanal	Operarios
			Ajuste	semanal	Operarios
			Lubricación	mensual	Operarios
6	Dobladora	1	Limpieza	semanal	Operarios
			Ajuste	semanal	Operarios
			Lubricación	mensual	Operarios

3.2.5. FASE CONTROLAR

La última fase de la metodología DMAIC consiste en conservar las mejoras propuestas, para ello se desarrolla un plan de control para asegurarse que los problemas detectados estén controlados.

Tabla 3.13: Plan de control

N°	¿Qué se va a controlar?	¿Cómo?	Frecuencia de medición	Documentos	Acciones en caso de incumplimiento de mejora
1	Recepción de la materia prima	Verificando que la materia prima no presente fallas o daños	Días lunes y miércoles	Hojas de control	El encargado de bodega verificará que la materia prima se encuentre en buen estado, en caso de alguna inconsistencia deberá reportar el problema inmediatamente.
2	Equipos adecuados para el proceso	Calibración, ajuste y mantenimiento de máquinas, equipos y herramientas.	Mensual	Reporte de mantenimiento de cada maquina	El encargado verificará que los equipos se encuentren aptos para su uso, en caso de la falta de mantenimiento deberá reportar y contactarse inmediatamente con el personal responsable.
3	Capacitaciones continuas y supervisión al personal	El representante legal contratara los servicios de una persona apta para capacitar al personal	Días necesarios de capacitación	Hojas de asistencia	Los trabajadores deberán asistir obligatoriamente a las capacitaciones dispuestas por la empresa, se deberá dictar los temas mencionados.
4	Orden y limpieza	El personal deberá revisar que todos las máquinas, herramientas y materiales se encuentren en lugares apropiados	Todos los días	Instructivo de limpieza Instructivo de ingreso del personal interno y externo	El encargado revisara que todas las máquinas, herramientas y materiales se encuentren en los lugares destinados, si este inconveniente persiste se dará aviso inmediato al jefe encargado para que haga un llamado de atención al personal.

Tabla 3.14: Cuadro comparativo

Aspectos	Antes	Después
MATERIA PRIMA	Baja calidad de los materiales <ul style="list-style-type: none"> • Proveedores que facilitan la materia prima, no lo hacen de una forma correcta, ya que en ocasiones entregan materiales de baja calidad o con algún tipo de desperfecto. 	Se establecieron una serie de pasos que se deben seguir adecuadamente al momento de receptor la materia prima.
	Manipulación de los materiales <ul style="list-style-type: none"> • Descuidos por parte del personal en la manipulación de los materiales, no tienen la debida precaución. 	La descarga de la materia prima se lo deberá realizar con un montacargas para evitar que las cajas sean maltratadas. Capacitación con el tema: Manejo de material y herramientas para aislamiento
MAQUINARIA	Maquinarias con falta de mantenimiento. <ul style="list-style-type: none"> • La empresa cuenta con máquinas antiguas y el mantenimiento a las maquinarias no se realiza con frecuencia. • Cuando las máquinas presenten alguna avería mecánica, el arreglarla tomara su tiempo y esto retrasara notablemente el proceso. 	Plan de mantenimiento preventivo
MANO DE OBRA	Personal con poca experiencia <ul style="list-style-type: none"> • El personal encargado de la instalación de los aislamientos térmicos tiene poca experiencia realizando esta actividad, lo cual provoca que el trabajo se retrase. 	Capacitación al personal encargado de realizar el aislamiento térmico, sobre el tema: Aislamiento y montaje
	Falta de motivación y capacitación <ul style="list-style-type: none"> • Se da debido a una mala comunicación entre compañeros, desinterés, la falta de compromiso al 	Capacitaciones continuas y supervisión al personal

	realizar las actividades, capacitaciones al personal son muy escasas.	
	<p>Falta de orden y limpieza</p> <ul style="list-style-type: none"> Los trabajadores no mantienen un apropiado orden y limpieza dentro de sus áreas de trabajo, se encuentran materiales desordenados, herramientas fuera de su lugar, acumulación de material, etc. 	Plan de revisión de orden y limpieza.
MEDIDA	<p>Falta de equipos de medición</p> <ul style="list-style-type: none"> Escaso equipo de medición de las láminas de aluminio, como consecuencia las medidas de los materiales no son exactas y al momento de hacer la instalación no encajan correctamente. 	Capacitación teórica y práctica al personal encargado de prefabricar el material sobre el tema: Trazos y medidas.
	<p>Medición poca objetiva</p> <ul style="list-style-type: none"> Al momento de hacer los trazos sobre las láminas de aluminio los operarios no lo hacen con las medidas correctas y lo realizan en base a cálculos mentales o su experiencia. Lo cual genera que se dañe las láminas de aluminio y por ende se desperdicia el material. 	

Tabla 3.15: Estrategias para mejorar la calidad

Estrategias para mejorar la calidad	
Puntos a tener en cuenta	Detalles
Mejora del proceso	Evitar duplicidad de tareas. Análisis mejora y optimización de las actividades. Mejora de las metodologías de trabajo. Optimización de los recursos.
Inspeccionar la materia prima constantemente	Control de la entrega y almacenamiento de la materia prima.
Reestructuración de recursos	Análisis de la adecuación de los recursos humanos, materiales y económicos.
Mejora en el rendimiento del personal	Definir equipos de trabajo. Realizar capacitaciones sobre las actividades de la empresa. Realizar verificaciones periódicas del desempeño de los trabajadores
Análisis profundo de la empresa	Implementar estrategias para el mejoramiento. Análisis estado actual y proyecciones a futuro.
Analizar la relación con el cliente	Identificar las necesidades y exigencias del cliente. Agilizar la comunicación con los clientes.
Analizar las herramientas y maquinarias	Elaborar un plan de limpieza periódica y mantenimiento preventivo.

3.3. ANÁLISIS DE IMPACTOS

3.3.1. Impacto técnico

¿Cuál ha sido el impacto que tendrá la metodología Lean Six Sigma en la empresa PROVEATYMI?

Una vez realizado el análisis de la información obtenida en el trabajo de investigación, con la propuesta de implementación de la metodología Lean Six Sigma hay un impacto en las siguientes variables:

Reducción en los costos operativos que se derivan de las mejoras realizadas al proceso y servicio, principalmente en la optimización de los recursos y la eliminación de desperdicios.

3.3.2. Impacto económico

La implementación de la metodología Lean Six Sigma se hace con el fin de buscar nuevas oportunidades de reducción de costos en la materia prima y demostrar el impacto financiero que conllevan estas decisiones en el proceso, además se enfoca en la mejora continua de acuerdo a la filosofía DMAIC y Six Sigma.

Beneficios que puede obtener la empresa PROVEATYMI es:

- Reducir costos de materia prima
- Reducir tiempos del proceso
- Mejorar la calidad en el proceso
- Reducir los desperdicios

4. CONCLUSIONES DEL PROYECTO

4.1. CONCLUSIONES

- La información documental recabada permitió establecer las bases teóricas de la investigación sobre la metodología Lean Six Sigma, el procesamiento de datos empezó con una revisión inicial de la literatura en diversas fuentes como: libros, informes, revistas científicas, manuales, artículos académicos entre otros. Posteriormente, mediante una lectura crítica se escogió los documentos que tenían relación con el tema de estudio, se analizaron con más rigurosidad y se seleccionó la información pertinente para la investigación. De esta manera se logró obtener una literatura adecuada que sirvió para fundamentar el marco teórico y también se recopiló información general sobre la empresa Proveatymi, lo cual posibilita el sustento de la presente propuesta.

- Al efectuar un diagnóstico dentro de la empresa se logró identificar diversos problemas o situaciones que afectan de manera directa al proceso dentro de las áreas de almacenamiento y producción. Algunos problemas detectados tienen relación con la materia prima, se pudo establecer que existe una baja calidad de los materiales y descuido en su manipulación; con respecto a la mano de obra el personal tiene poca experiencia, falta de capacitación, motivación, orden y limpieza. La maquinaria por su parte no cuenta con un adecuado mantenimiento, por último, se halló algunos errores en la prefabricación de materiales para los aislamientos térmicos y montajes industriales pues los trazos en las láminas de aluminio no se hacen con las medidas correspondientes, esto ocasiona daños a las láminas de aluminio y desperdicio del material. Todo lo antes mencionado ha ocasionado pérdidas económicas en la empresa.

- En el diseño de la propuesta de implementación del Lean Six Sigma se aplicó la metodología DMAIC que consta de 5 etapas: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar. Las primeras tres fases permitieron definir el problema, los alcances, objetivos, medir el proceso y su ejecución; además reconocer la situación actual de la empresa, en el cual se encontraron varios incidentes para esto se utilizó el diagrama

causa-efecto que ayudó a determinar las causas principales que afectan al proceso y así proponer posibles soluciones. La siguiente fase mejorar hace referencia a la propuesta de mejora que se planteó en la empresa Proveatymi como: planes de capacitación para todo el personal y planes de mantenimiento preventivo en las máquinas. Finalmente, en la fase controlar se generó un plan de control que aportará en preservación de las medidas implantadas que permitirá a la empresa mejorar la calidad del servicio, beneficiando así al representante legal, sus trabajadores y sus clientes.

4.2. RECOMENDACIONES

- Es fundamental aplicar de forma correcta la metodología DMAIC que este parte de la filosofía Lean Six Sigma, para poder identificar los problemas y tomar acciones correctivas inmediatas dentro de la empresa PROVEATYMI.
- Se recomienda realizar un seguimiento continuo a las propuestas planteadas dentro del proceso de aislamientos térmicos y montajes industriales, ya que permiten establecer mejoras de manera inmediata para eliminar y reducir los desperdicios, con esto permitirá una mejora continua a la empresa y un desarrollo óptimo de los trabajadores.
- Se sugiere continuar con el plan de capacitación y plan de mantenimiento referente a la metodología DMAIC, y así establecer un mayor compromiso con los trabajadores para desarrollar responsablemente el proceso de aislamiento térmico y montaje industrial, lo cual genere resultados favorables para la empresa.

5. BIBLIOGRAFÍA

- [1] M. Freire y J. Panchez, «Propuesta de una metodología Lean Six Sigma para el proceso de fabricación de quesos frescos en la empresa láctea APRODEMAG,» Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga-Ecuador, 2020.
- [2] J. Flores, «Implementación de la herramienta Six Sigma para mejorar la calidad del área de mecanizado en la empresa Fusión Mecánica Industrial Sac, 2017,» Universidad César Vallejo, Lima-Perú, 2017.
- [3] A. Benalcázar, «Propuesta de aplicación de la metodología Lean Six Sigma para mejorar la eficiencia de los procesos productivos en la Empresa “Tejidos Parwall”. Ubicada en Atuntaqui.,» Universidad Técnica del Norte, Ibarra-Ecuador, 2021.
- [4] S. Aroca y L. Pacheco, «Diseño de un modelo de mejoramiento de la productividad basado en herramientas Lean Six Sigma para 4 empresas PYME del sector cuero, calzado y marroquinería en la ciudad de Cali.,» Universidad Autónoma de Occidente, Santiago de Cali-Colombia, 2017.
- [5] A. Florian, «Metodología Six Sigma y productividad en la Empresa Dominion Perú-Chorrillo, 2020.,» Universidad Autónoma del Perú, Lima-Perú, 2020.
- [6] O. Pilla, «Mejora de calidad en los procesos productivos aplicando la metodología Seis Sigma en la Empresa metálicas Pillapa,» Universidad Técnica de Ambato, Ambato-Ecuador, 2019.
- [7] M. Hidalgo, «Aplicación de la Metodología Seis Sigma en la Empresa Industrias Mushee S.A.,» Pontificia Universidad Católica del Ecuador , Quito, 2014.
- [8] E. Navarro y V. Gisbert, «METODOLOGÍA E IMPLEMENTACIÓN DE SIX SIGMA,» *3C Empresa: investigación y pensamiento crítico*, vol. 6, nº 5, pp. 2-3, 2017.
- [9] E. Navarro, V. Gisbert y A. Pérez, «Metodología e implementación de Six Sigma,» *3C Empresa : Investigación y pensamiento crítico*, vol. 6, nº 5, pp. 73-80, 2017.
- [10] C. Cacuango, «Análisis de Fallas mediante Metodología Six Sigma en el Proceso Productivo de lavado y tinturado de prendas de vestir en la Empresa El Laboratorio del Denim Ecuador Ldeec CIA. LTDA.,» Universidad Técnica de Ambato, Ambato-Ecuador, 2020.
- [11] S. Luis, L. Garcia y F. Villarreal, «Six Sigma: Factores y conceptos claves,» *Escuela de Perfeccionamiento en Investigación Operativa* , vol. 22, nº 36, pp. 100-113, 2014.
- [12] A. Vásquez, «Propuesta de Aplicación de la Metodología Six Sigma para el Proceso de Envasado de la Leche en Funda. Caso: Lácteos San Antonio C.A. Sucursal Cuenca,» Universidad de Cuenca, Cuenca-Ecuador, 2015.

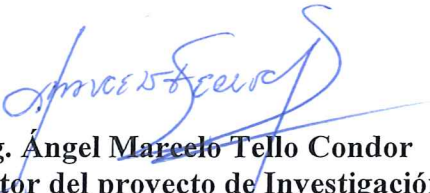
- [13] R. D. I. Vara y H. Guitiérrez, Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma, México: McGraw-Hill, 2013.
- [14] A. Nieto, «Implementación de la Metodología Seis Sigma para el Mejoramiento Continuo del Proceso de Venta de Servicios Tecnológicos y Comunicacionales En Ecuadortelem S. A.,» Universidad Politécnica Salesiana , Guayaquil-Ecuador, 2014.
- [15] L. Socconini, Lean six sigma green belt, Barcelona-España: Marge Books, 2020.
- [16] M. Pérez, Seis sigma: Guía didáctica para Pymes, Ibagué-Colombia: Universidad de Ibagué, 2013.
- [17] M. Freire y J. Pánchez, «Propuesta de una Metodología Lean Six Sigma para el Proceso de Fabricación de Quesos Frescos en la Empresa Láctea Aprodemag.,» Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga-Ecuador, 2020.
- [18] J. Ramírez, V. López, S. Hernández y M. Morejón, «LEAN SIX SIGMA E INDUSTRIA 4.0, UNA REVISIÓN DESDE LA ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES PARA LA MEJORA CONTINUA DE LAS ORGANIZACIONES,» *Multidisciplinaria*, vol. 5, nº 4, pp. 151-168, 2021.
- [19] M. Añaguari y V. Gisbert, «Lean Manufacturing como herramienta de competitividad en las PYMES españolas,» *3C Tecnología: glosas de innovación aplicadas a la pyme*, vol. 5, nº 3, pp. 20-29, 2016.
- [20] J. Vargas, «Análisis de Metodologías de Mejoramiento de Procesos y su Aplicabilidad en la Mejora de los Niveles de Inventario en la Industria del Retail,» Universidad EAFIT, Medellín-Colombia, 2016.
- [21] J. Hernández y A. Vizán, Lean Manufacturing: Conceptos, técnicas y implatación., Madrid: Fundación EOI, 2013.
- [22] M. Jara, «El Método de las 5S: su aplicación,» *Res Non Verba*, vol. 7, nº 1, pp. 167-179, 2017.
- [23] F. Nacio, «Implantación de la Técnica SMED en la Empresa Quatro Etiquetas S.L.,» Universidad de Jaén, Andalucía-España, 2019.
- [24] E. Fernández, «Gestión de Mantenimiento: Lean Maintenance y TPM,» Universidad de Oviedo, Oviedo-España, 2018.
- [25] A. Rojas y V. Gisbert, «Lean manufacturing: herramienta para mejorar la productividad en las empresas,» *3C Empresa: investigación y pensamiento crítico*, vol. Edición especial, p. 116 – 124, 2017.
- [26] L. Socconini, Lean Manufacturing: paso a paso, Barcelona -España: Marge Books, 2019.

- [27] Eurofins Envira Ingenieros Asesores, «Herramientas del método Lean Manufacturing: el Método Jidoka,» 2021. [En línea]. Available: <https://envira.es/es/herramientas-lean-manufacturing-metodo-jidoka/>.
- [28] D. Blasco, «Implementación de la metodología Lean Manufacturing en un taller de mecanizados y calderería,» Universidad de Valladolid, Valladolid, 2020.
- [29] L. Castellano, «Kanban. Metodología para aumentar la eficiencia de los procesos,» *3C Tecnología. Glosas de innovación aplicadas a la pyme*, vol. 8, nº 1, pp. 30-41, 2019.
- [30] O. Mantilla y J. Sánchez, «Modelo tecnológico para el desarrollo de proyectos logísticos usando Lean Six Sigma,» *Estudios Gerenciales*, vol. 28, nº 124, pp. 23-43, 2012.
- [31] R. Aizaga y A. Arreaga, «Diseño e Implementación de Six Sigma para la mejora del Proceso de secado la Empresa Secado y Tratado de Madera CIA. LTDA.,» Universidad Politécnica Salesiana , Guayaquil-Ecuador, 2021.
- [32] L. Socconini y C. Reato, «Lean Six Sigma: Sistema de Gestión para Liderar Empresas,» Marge Books, Valencia, 2019.
- [33] I. B. d. Silva, M. G. Filho, O. L. Agostinho y O. F. L. Junior, «A new Lean Six Sigma framework for improving competitiveness,» *Acta Sci Technol*, vol. 41, nº 1, p. e37327, 2019.
- [34] J. Villafuerte, «Mejora del proceso productivo lácteo mediante,» Universidad de Las Américas, Quito, 2019.
- [35] E. Escobedo y L. Socconini, *Lean Six Sigma Gren Belt: paso a paso*, Madrid- España: Marge Books, 2021.
- [36] E. Saglimbeni, «Aplicación de Metodología Dmaic (Six Sigma) para la Reducción de Reproceso de Información Estadística de Control Nutricional,» Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil-Ecuador, 2015.
- [37] C. Morales y A. Masis, «La medición de la Productividad del valor agregado: una aplicación empírica en una cooperativa agroalimentaria de Costa Rica.,» *Tec Empresarial*, vol. 8, nº 2, pp. 41-49, 2014.
- [38] T. Fontalvo, E. D. L. Hoz y J. Morelos, «La Productividad y sus factores: Incidencia en el Mejoramiento Organizacional,» *Dimensión Empresarial*, vol. 15, nº 2, pp. 47-60, 2017.
- [39] Mercaillement S.L., *Manual de aislamiento en la industria*, España : Isover saint-gobain .
- [40] AFELMA - ANDIMAI, *Guía de buenas prácticas en el aislamiento industrial*, Madrid-España: Gráficas Arias Montano, S. A, 2017.
- [41] PROVEATYMI, «Aislamientos térmicos y montajes industriales,» Sangolquí-Ecuador.

- [42] PROVEATYMI, «Aislamiento Térmico y Montajes Industriales,» s.f. [En línea]. Available: <https://www.atymi.com.ec/nosotros.html>.
- [43] M. Bohórquez, «Elaboración del manual de seguridad a los instaladores de aislamiento térmico en la empresa DISETEC CIA.LTDA,» Universidad de Guayaquil, Guayaquil-Ecuador, 2017.
- [44] AISLAHOME, «Lan de roca, ¿Qué és? ¿Cuáles son sus propiedades y aplicaciones?,» 20 Diciembre 2018. [En línea]. Available: <https://aislahome.es/lana-de-roca/>.
- [45] G. Lesnik, «Construcción en seco,» Lana de Vidrio: ¿Qué es? Propiedades y peligros, 15 enero 2021. [En línea]. Available: <https://construccionenseco.net/materiales/lana-de-vidrio/>.
- [46] J. Lema, P. Moreno y E. Llanes, «Características del proceso de conformado en láminas de aluminio de la serie 6000,» *Polo del conocimiento*, vol. 5, nº 9, pp. 3-21, 2020.



ANEXO 1. INFORME ANTI PLAGIO PROYECTO DE TITULACIÓN













Facultad:	Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas												
Carrera:	Ingeniería Industrial												
Nombre del docente evaluador que emite el informe:	Ing. Cristian Xavier Espín												
Documento evaluado:	Propuesta de implementación de la metodología Lean Six Sigma en el área de producción, para el mejoramiento en la empresa Proveatymi. Cia. Ltda.												
Autor del documento:	Sr. Jean Pierre Nasimba Guallichico												
Programa de similitud utilizado:	Sistema URKUND												
Programa de similitud según el programa utilizado:	7%												
Observaciones: Calificación de originalidad atendiendo a los siguientes criterios: <ul style="list-style-type: none"> • El documento cumple criterios de originalidad, sin observaciones. • El documento cumple criterios de originalidad, sin observaciones. • El documento cumple criterios de originalidad, sin observaciones. 	-X-												
Fecha de realización del informe:	15/02/2023 22:10:00 PM												
Captura de pantalla del documento analizado: <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>Document Information</p> <hr/> <table> <tr> <td>Analyzed document</td> <td>TESIS-FINAL-NASIMBA-JEAN-PIERRE.pdf (D158736424)</td> </tr> <tr> <td>Submitted</td> <td>2023-02-15 22:10:00</td> </tr> <tr> <td>Submitted by</td> <td>Cristian Espin</td> </tr> <tr> <td>Submitter email</td> <td>cristian.espin@utc.edu.ec</td> </tr> <tr> <td>Similarity</td> <td>7%</td> </tr> <tr> <td>Analysis address</td> <td>cristian.espin.utc@analysis.arkund.com</td> </tr> </table> </div>		Analyzed document	TESIS-FINAL-NASIMBA-JEAN-PIERRE.pdf (D158736424)	Submitted	2023-02-15 22:10:00	Submitted by	Cristian Espin	Submitter email	cristian.espin@utc.edu.ec	Similarity	7%	Analysis address	cristian.espin.utc@analysis.arkund.com
Analyzed document	TESIS-FINAL-NASIMBA-JEAN-PIERRE.pdf (D158736424)												
Submitted	2023-02-15 22:10:00												
Submitted by	Cristian Espin												
Submitter email	cristian.espin@utc.edu.ec												
Similarity	7%												
Analysis address	cristian.espin.utc@analysis.arkund.com												
 Ing. Ángel Marcelo Tello Condor Director del proyecto de Investigación													

ANEXO 2: INFORME URKUND

Document Information

Analyzed document	TESIS-FINAL-NASIMBA-JEAN-PIERRE.pdf (D158736424)
Submitted	2023-02-15 22:10:00
Submitted by	Cristian Espin
Submitter email	cristian.espin@utc.edu.ec
Similarity	7%
Analysis address	cristian.espin.utc@analysis.orkund.com

Sources included in the report

W	URL: https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/6979/1/6122828-2018-II-GC.pdf Fetched: 2020-07-30 09:51:57	 2
W	URL: https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/3706/T037_73056196_T%20.pdf?sequ... Fetched: 2022-12-26 05:19:00	 2
SA	FINAL_VASQUEZ.docx Document FINAL_VASQUEZ.docx (D151251437)	 1
SA	TFG Mª Cristina Calvo_Parte1.pdf Document TFG Mª Cristina Calvo_Parte1.pdf (D21552172)	 4
SA	Gestión de Mantenimiento. Lean Maintenance y TPM.odt Document Gestión de Mantenimiento. Lean Maintenance y TPM.odt (D40501774)	 14
SA	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN-PROTOCOLO.docx Document PROYECTO DE INVESTIGACIÓN-PROTOCOLO.docx (D110184806)	 3
SA	LEAN MANUFACTURING - GRUPO 4.docx Document LEAN MANUFACTURING - GRUPO 4.docx (D136004484)	 4
SA	Gestión de Mantenimiento.pdf Document Gestión de Mantenimiento.pdf (D40501849)	 1
SA	TFM_InésdelaOrden_21_06_30.docx Document TFM_InésdelaOrden_21_06_30.docx (D110001832)	 2
W	URL: https://envira.es/es/herramientas-lean-manufacturing- Fetched: 2023 02-15 22:10:00	 4
SA	1484798189_213__T%2525C3%252589CNICAS%252BLEAN.pptx Document 1484798189_213__T%2525C3%252589CNICAS%252BLEAN.pptx (D25106523)	 4
W	URL: https://aislahome.es/lana-de-roca/ Fetched: 2023 02-15 22:10:00	 2

ANEXO 3: MODELO DE PLAN DE CAPACITACIÓN AL PERSONAL

PLAN DE CAPACITACIÓN AL PERSONAL DE LA EMPRESA "PROVEATYMI"			
Tema			
Información del tema	Dirigido a:		
	Objetivo:		
Temáticas	1		
	2		
	3		
Estrategias	Metodología de trabajo		
	Materiales de apoyo		
	Estrategias de evaluación		
Información adicional	Duración del curso	Participantes	Lugar de capacitación
	Coordinador de capacitación		
	Observaciones		

ANEXO 4: REGISTRO DE RECEPCIÓN DE MATERIALES, PRODUCTOS Y EQUIPOS

	CONTROL DE CALIDAD					Revisión:	0
	REGISTRO DE RECEPCIÓN DE MATERIALES, PRODUCTOS Y EQUIPOS					Fecha:	
						Página:	1
DATOS GENERALES							
PRODUCTO:					REGISTRO:		
CLIENTE:					FECHA:		
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:					NÚMERO:		
INSPECCIÓN							
ITEM	FECHA DE RECEPCIÓN	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CANTIDAD	PROVEEDOR	CERTIFICADO DE CALIDAD	ORDEN DE COMPRA	RESULTADO FINAL
1							
2							
3							
4							
5							
OBSERVACIONES							
APROBACIÓN FINAL							
Aprobado Por:			Aprobado por:			Aprobado por:	

ANEXO 6: FICHA DE MANTENIMIENTO

EMPRESA “PROVEATYMI”		 <p>PROVE ATYMI CIA LTDA. AISLAMIENTO TÉRMICO Y MONTAJES INDUSTRIALES</p>	
FICHA DE MANTENIMIENTO			
Realizado por:		Fecha:	
Máquina o equipo:		Ubicación:	
Modelo:		Peso:	
Marca:		Potencia:	
Lubricante utilizado:			
Revisiones	1.- 2.- 3.- 4.- 5.-		
Reparaciones	1.- 2.- 3.- 4.- 5.-		
Observaciones			
	Posible causa del problema	Descripción	
1			
2			
3			
4			

ANEXO 7: MATRIZ DE SATISFACCIÓN DE CLIENTES


MATRIZ DE SATISFACCIÓN DE CLIENTES PROVEATYMI									
Indicación: Marque con un (X)									
Pésimo (1)		Malo (2)		Regular (3)		Satisfactorio (4)		Excelente (5)	
Criterios		Niveles de satisfacción							
		1	2	3	4	5			
Entrega del servicio en el tiempo acordado.									
Condiciones del aislamiento									
Atención y trato del personal									
Calidad del aislamiento									
Aprobado por: <div style="text-align: center;"> Supervisor </div>									

ANEXO 8: HOJA DE ASISTENCIA A CAPACITACIONES

		CONTROL DE ASISTENCIA A LAS CAPACITACIONES	
Fecha:		Lugar:	
Hora de inicio:		Hora de finalización:	
Taller Curso Charla		Duración en horas:	Facilitador
			Nombre:
Tema de la capacitación:			Firma:
No.	NOMBRES	ÁREA DE TRABAJO	FIRMA
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			

ANEXO 9: PLAN DE REVISIÓN DE ORDEN Y LIMPIEZA


<p>PLAN DE REVISIÓN DE ORDEN Y LIMPIEZA</p>				
<p>Área:</p>	<p>Fecha de revisión:</p>			
<p>Revisión realiza por:</p>	<p>Hora:</p>			
<p>ACTIVIDAD</p>	<p>No procede</p>	<p>No</p>	<p>A veces</p>	<p>Si</p>
<p>INSTALACIONES</p>				
<p>Las escaleras están limpias, en buen estado y libre de obstáculos.</p>				
<p>Las ventanas están limpias sin impedir la entrada de luz natural.</p>				
<p>El sistema de iluminación está en buenas condiciones, limpio y eficiente.</p>				
<p>Las señales de seguridad están visibles y correctamente distribuidas.</p>				
<p>Los extintores están en su lugar de ubicación y visibles.</p>				
<p>PISOS Y PASILLOS</p>				
<p>Los pisos están limpios, secos, sin desperdicios ni material innecesario.</p>				
<p>Las vías de circulación de personas y vehículos están diferenciadas.</p>				
<p>Los pasillos y zonas de tránsito están libres de obstáculos.</p>				
<p>ALMACENAJE</p>				
<p>Los materiales se acomodan o cargan de manera segura, limpia y ordenada.</p>				
<p>MAQUINARIA Y EQUIPOS</p>				
<p>Se encuentran limpios y libres en su entorno de todo material innecesario.</p>				
<p>Poseen las protecciones adecuadas y los dispositivos de seguridad en funcionamiento.</p>				
<p>Herramientas ordenadas en espacios, cajas o paneles adecuados</p>				
<p>Los equipos y herramientas se guardan limpias de aceite y grasa.</p>				
<p>Las maquinarias eléctricas tienen el cableado y las conexiones en buen estado</p>				
<p>Están en condiciones seguras para el trabajo, no defectuosas u oxidadas.</p>				

	PROYECTO: AISLAMIENTO TERMICO	Fecha: 01-02-2023
	PROCEDIMIENTO DE INSTALACION AISLAMIENTO TERMICO	Rev. 1
		Página 1 de 6

ANEXO 10: MANUAL DE PROCEDIMIENTO

ÍNDICE

- 1. ALCANCE**
- 2. DEFINICIONES**
- 3. RECOMENDACIONES GENERALES**
- 4. NORMAS APLICABLES**
- 5. MATERIALES**
 - 5.1. AISLANTE TÉRMICO**
 - 5.2. PROTECCIÓN DE AISLANTE TÉRMICO**
 - 5.3. SUJECIÓN DEL AISLAMIENTO TÉRMICO**
- 6. INSTALACION DEL AISLAMIENTO TÉRMICO**
 - 6.1. AISLAMIENTO EN LÍNEA DE TUBERIAS**
- 7. INFORMACIÓN PREVIA AL AISLAMIENTO**

	PROYECTO: AISLAMIENTO TERMICO	Fecha: 01-02-2023
	PROCEDIMIENTO DE INSTALACION AISLAMIENTO TERMICO	Rev. 1
		Página 2 de 6

1. ALCANCE

El presente documento hace referencia a las recomendaciones y lineamientos generales para los materiales del Suministro Diseño e Instalación del Aislamiento Térmico; Perlita Expandida para líneas de tuberías.

2. DEFINICIONES

Como requerimiento general, se debe aislar térmicamente las líneas de tubería, para garantizar una óptima estabilización de la temperatura. El servicio en tubería caliente se aplicará a temperaturas de operación iguales o superiores a 65° C.

3. RECOMENDACIONES GENERALES.

- Todos los materiales deben estar completamente nuevos, al momento de ser almacenado debe ser protegido de la lluvia y del clima.
- No se aplicará aislamiento térmico en las tuberías hasta que el mismo no haya sido inspeccionado, probado y aprobado para el servicio que están destinados.
- Todas las superficies para ser aisladas serán limpiadas de toda suciedad, grasa y polvo, además deberá secarse antes de que el aislamiento sea aplicado.

4. NORMAS APLICABLES


Se cumple con todas las leyes, normas y regulaciones ecuatorianas pertinentes. La última revisión de los siguientes códigos, normas se podrán consultar como referencia.

Ver principalmente

- “AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS” ASTM
- C-168, C 411, C- 449, C- 533, C-547, C-552, C-592, C-612, C-795.
- OSHA, NTP, IARC.
- ASTM C-610- C-356 - C-177 - C- 421- C-692 // C-795

5. MATERIALES

5.1. Aislamiento térmico:

	PROYECTO: AISLAMIENTO TERMICO	Fecha: 01-02-2023
	PROCEDIMIENTO DE INSTALACION AISLAMIENTO TERMICO	Rev. 1
		Página 3 de 6

- Aislante Térmico con 1.5” de Espesor para línea de tuberías y accesorios.
- Sellador de juntas cemento Perlifix: Permite el pegado de las piezas del aislante y cubrir las juntas.
- Sujeción con Bandas de Fleje de acero inoxidable de 1½”x 0.020” Espesor.
- Recubrimiento completo de las superficies y tan uniformes como sea posible.
- Materiales del aislamiento deben quedar correctamente fijados y sujetos.

5.2. Protección y Sellado

- Lamina de Aluminio de 25 kg, 0.70 mm (0.024).
- Silicón de alta temperatura y temperatura normal.

5.3. Sujeción del aislamiento térmico.

Se debe sujetar con:

- Tornillos de acero inoxidable # 8 x ½.
- Bandas (zuncho) de acero inoxidable de ½”x0.020”, en cada extremo colocados longitudinalmente al aluminio tipo encamisado.


5.4. Lamina de aluminio

Instalación

- Diámetro exterior con aislamiento hasta 300 mm, recubrimiento mínimo de 0,6 mm.
- Diámetro exterior con aislamiento de 301 a 800 mm, recubrimiento mínimo de 0,8 mm.
- Diámetro exterior con aislamiento más de 801 mm, recubrimiento mínimo de 1 mm.

Características


- Es un metal ligero, cuya densidad es de 2.700 kg/m³
- Resistente a la corrosión
- Posee brillo, con buenas propiedades ópticas y un alto poder de reflexión de radiaciones luminosas y térmicas.

	PROYECTO: AISLAMIENTO TERMICO	Fecha: 01-02-2023
	PROCEDIMIENTO DE INSTALACION AISLAMIENTO TERMICO	Rev. 1
		Página 4 de 6

6. INSTALACION DEL AISLAMIENTO TÉRMICO

En la ejecución de los trabajos de aislamiento se ha de tener en cuenta lo siguiente:

- a) El aislamiento no se instalará en tiempo lluvioso, a menos que se tomen las medidas oportunas para mantener seco el material. Se protege el aislamiento que todavía no haya sido instalado de la lluvia, humedad ambiental o de fluidos de la planta; el aislamiento que se moja o se daña accidentalmente debe reemplazarse antes de colocar la cubierta definitiva.
- b) Antes de instalar el aislamiento, las superficies deben estar secas y limpias de suciedad, óxidos, incrustaciones, aceites, etc.
- c) El elemento a aislar tiene que haber superado todas sus pruebas de correcto funcionamiento. Se dará comienzo al montaje del aislamiento sobre cada una de las superficies a aislar cuando el cliente haya notificado al instalador que la totalidad de las líneas de tuberías están mecánicamente acabadas y las pruebas se hayan realizado satisfactoriamente, para poder realizar la instalación del aislamiento de forma continua.
- d) Todo el material de aislamiento y accesorios será nuevo y sin deterioro.
- e) No se colocará el aislamiento hasta que no se haya completado todas las pruebas de construcción.
- f) Todos los agujeros y juntas, en las Placas de aislamiento que se apliquen en superficies irregulares, se rellenarán con cemento aislante Perlifix.
- g) Debe existir un espacio libre alrededor de la instalación aislada, para que permita una correcta manipulación de las partes desmontables.
- h) Las separaciones entre las partes a aislar y las paredes, o entre las partes a aislar o el suelo/techo, deben tener en cuenta un espesor de aislamiento diseñado y las tolerancias de montaje del mismo.
- i) Las tuberías en acero inoxidable y las que tengan una temperatura de servicio superior a 400° C, se aislarán con manta armada con malla y cosido en acero inoxidable.
- j) Cuando el espesor del aislamiento sea superior a 100 mm o cuando las temperaturas sean superiores a 300 grados se aconseja utilizar varias capas de aislamiento.

	PROYECTO: AISLAMIENTO TERMICO	Fecha: 01-02-2023
	PROCEDIMIENTO DE INSTALACION AISLAMIENTO TERMICO	Rev. 1
		Página 5 de 6

6.1. AISLAMIENTO LINEAS DE TUBERIAS.

a) Las líneas de Tuberías serán recubiertas de material aislante térmico Perlita Expandida de 1.5” de espesor determinado en los planos de construcción; será afianzado con bandas de acero inoxidable de 0.020” x ½” ; los agujeros y juntas serán sellados con cemento aislante Perlifix.


b) El recubrimiento mecánico exterior se realizara mediante laminas prefabricadas de aluminio, asegurado con tornillos de acero inoxidable # 8 x ½“ con una distancia máxima entre centros de 6” , dichas laminas serán cilindradas y Boceladas en el taller, y se instalara en las líneas de tubería, sujetándolo con materiales apropiados para que no quede holgura entre el aislamiento y el propio recubrimiento, los boceles transversales, siempre que haya sido posible, serán colocados en contra del agua para que esta no entre en el aislamiento.

c) En las terminaciones y/o interrupciones del aislamiento, como bocas de salidas de tuberías, bridas, válvulas embridadas, elementos de control, etc. se diseñará una tapa reducción, tapa plana, sombrero chino prefabricado en lámina de aluminio para su posterior instalación de tal forma que quede espacio suficiente para desmontar los pernos o cualquier otro elemento sin que dañe el aislamiento.

d) En la instalación del recubrimiento mecánico, por existencia de soportes de tubos, placas de características, etc., se realizará un corte en la lámina de aluminio de acuerdo al requerimiento, sin tocar el elemento de que se trate, interponiendo el correspondiente sellante

de impermeabilización silicón de alta temperatura en las bocas y salidas de tubos es decir entre la chapa de aluminio y el entorno del tubo.

e) El recubrimiento en los codos será realizado mediante segmentos casquetes prediseñados en chapa de aluminio, enganchadas entre sí. Estos segmentos serán diseñados y prefabricados en el taller, y serán instalados en los codos, de tal manera que el recubrimiento mecánico proteja el aislante instalado en el codo.

	PROYECTO: AISLAMIENTO TERMICO	Fecha: 01-02-2023
	PROCEDIMIENTO DE INSTALACION AISLAMIENTO TERMICO	Rev. 1
		Página 6 de 6

f) Se ha puesto especial atención en el diseño de los bordones, para que, una vez engatillados los elementos contiguos, no puedan desintegrarse.

g) Se debe colocar silicona en la salida de mirillas y tubos de inspección con el afán de sellar las juntas y agujeros de las chaquetas de aluminio para asegurar la hermeticidad necesaria.

h) Una vez concluida la instalación del material aislante, realizar los respectivos controles de calidad, para que no existan fallas mecánicas dentro del mismo.

7. INFORMACIÓN PREVIA AL AISLAMIENTO

Previo al comienzo del aislamiento, el cliente debe facilitar a la empresa instaladora información mínima:

- El objeto del aislamiento (conservación de calor, protección personal).
- Espesores de aislamiento requeridos.
- Relación de superficies a aislar.
- Planos de las superficies a aislar.
- Las temperaturas de operación.
- Las condiciones ambientales.
- Especificaciones de aislamiento.
- Requisitos específicos en cuanto a las características de la instalación mecánica.

ANEXO 8: CERTIFICADOS DE CALIDAD DE MATERIALES



6810 Cochran Rd. • Solon OH 44139

(800) 874-1748
(440) 914-1122
Fax: (440) 914-1133

www.gltproducts.com
info@gltproducts.com

MATERIAL CERTIFICATION of CONFORMANCE

Customer: PROVEATYMI CIA. LTDA.
QUITO: AUT.SANGOLGUI-AMAGUANA KM 4 1/2
SANGOLGUI, EL CARMEN.
PICHINCHA, ECUADOR
Phone: +593 2-209-3928

Products: 3" X 12" (18) FLAT SPROULE PERLITE BLOCK Production: 1776830,
Material No: 90021729
81-27 Fibrous Adhesive - Brush/Trowel (2 Gallon Pail). Lot: 4970929149
EJQUPIN212S - 12 Ga. 2½" Stainless Steel Quilting Pin (1000 per box) =
4 boxes.

Ship date: 07/27/2018
Customer PO #: 402

The material referenced above, which was supplied by GLT Products and conforms to the material ordered as per the above mentioned purchase order.

Sincerely,

Javier Marcano
GLT Products

BUREAU VERITAS
Certification



BAND-IT-IDEX INC

4799 DAHLIA STREET
DENVER, CO, 80216 USA

Bureau Veritas Certification certifies that the Management System of the above organization has been audited and found to be in accordance with the requirements of the management system standards detailed below

Standards

ISO 14001:2004

Scope of certification

The design, manufacture, and distribution of band clamping systems, application tools and accessories

Certification cycle start date: **27 March 2013**

Subject to the continued satisfactory operation of the organization's Management System, this certificate expires on: **26 March 2016**

Original certification date: **22 December 1994**

Certificate No. **US005695-1**


Certification Authority

Local office: Bureau Veritas Certification North America, Inc.
390 Benmar Drive, Houston, Texas, USA
www.us.bureauveritas.com/bvc



Further clarifications regarding the scope of this certificate and the applicability of the management system requirements may be obtained by consulting the organization. To check this certificate validity please call **+(800) 937-9311**.



ANEXO 11: EXTRACTO REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES

REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES

Decreto Ejecutivo 2393

Registro Oficial 565 de 17-

nov. 1986 Última

modificación: 21-feb.-2003

Estado: Reformado

Extracto

LEON FEBRES CORDERO RIVADENEIRA

Presidente Constitucional de la

República Considerando:

Que es deber del Estado precautelar la seguridad y fomentar el bienestar de los trabajadores;

Que la incidencia de los riesgos de trabajo conlleva graves perjuicios a la salud de los trabajadores ya la economía general del país;

Que es necesario adoptar normas mínimas de seguridad e higiene capaces de prevenir, disminuir o eliminar los riesgos profesionales, así como también para fomentar el mejoramiento del medioambiente de trabajo;

En uso de las facultades que le confieren el literal c) del Art. 78 de la Constitución Política de la República, y de conformidad con el Art. 5 de la Ley de Régimen Administrativo.

Decreta:

TITULO I

DISPOSICIONES GENERALES

Art. 1.- AMBITO DE APLICACION

Las disposiciones del presente Reglamento se aplicarán a toda actividad laboral y en todo centro de trabajo, tendiendo como objetivo la prevención, disminución o eliminación de los riesgos del trabajo y el mejoramiento del medio ambiente de trabajo.

Art. 2.- DEL COMITE INTERINSTITUCIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE DEL TRABAJO.

Existirá un Comité Interinstitucional de Seguridad e Higiene del Trabajo que tendrá como función principal coordinar las acciones ejecutivas de todos los organismos del sector público con atribuciones en materia de prevención de riesgos del trabajo; cumplir con las atribuciones que le señalen las leyes y reglamentos; y, en particular, ejecutar y vigilar el cumplimiento del presente Reglamento. Para ello, todos los Organismos antes referidos se someterán a las directrices del Comité Interinstitucional.

Para el correcto cumplimiento de sus funciones, el Comité Interinstitucional efectuará, entre otras, las acciones siguientes:

Colaborar en la elaboración de los planes y programas del Ministerio de Trabajo, Ministerio de Salud y demás Organismos del sector público, en materia de seguridad e higiene del trabajo y mejoramiento del medio ambiente de trabajo.

Elevar a consideración del Ejecutivo los proyectos de modificación que estime necesarios al presente Reglamento y dictar las normas necesarias para su funcionamiento.

Programar y evaluar la ejecución de las normas vigentes en materia de prevención de riesgos del trabajo y expedir las regulaciones especiales en la materia, para determinadas actividades sean peligrosas.

- a) Confeccionar y publicar estadísticas de accidentalidad y enfermedades profesionales a través de la información que a tal efecto facilitará el Ministerio de Trabajo, el Ministerio de Salud y el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social.
- b) Llevar el control de las sanciones que hayan sido impuestas por el Ministerio de Trabajo, IESS o Portafolio correspondiente, respecto a las infracciones cometidas por empresarios o trabajadores, en materia de prevención de riesgos profesionales.
- c) Recopilar los reglamentos aprobados por el Ministerio de Trabajo y Recursos Humanos y el Consejo Superior del IESS en materia de Seguridad e Higiene del Trabajo.
- d) Impulsar las acciones formativas y divulgadoras, de las regulaciones sobre seguridad e higiene del trabajo.

e) Propender a la investigación de las enfermedades profesionales en nuestro medio y a la divulgación obligatoria de sus estudios.

1. El Comité Interinstitucional de Seguridad e Higiene del Trabajo está compuesto por:

a) El Jefe del Departamento de Seguridad e Higiene del Trabajo, en representación del Ministerio de Trabajo.

b) Un delegado de la Dirección Nacional de Control Ambiental, del IEOS, en representación del Ministerio de Salud.

c) El Jefe de la División de Riesgos del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, en representación de dicha Institución.

Por cada representante principal, las instituciones públicas o con finalidad social, designarán un suplente.

d) Tres delegados por el sector empleador.

e) Tres delegados por el sector laboral.

Asistirá a las sesiones, con derecho a voz, un representante del Consejo Nacional de Discapacidades.

Los delegados del sector empleador serán designados cada dos años por las Federaciones de Cámaras de Industrias, Comercio, Agricultura, Pequeña Industria y Construcción; y, los del sector laboral serán designados por igual período por las centrales sindicales legalmente reconocidas. Por cada delegado principal será designado al mismo tiempo y en la misma forma, un delegado suplente.

Este Comité contará con un secretario técnico, el mismo que será nominado por el IESS, de entre sus abogados especializados en esta rama; y, un Asesor especializado en Medicina e Higiene del Trabajo, quien será designado por el ministro de Trabajo y Recursos Humanos.

2. Todos los programas formativos que se impartan en materia de prevención de riesgos del trabajo, deberán ser aprobados por el Comité Interinstitucional, en un plazo de tres meses, contados desde la fecha de su presentación, máximo hasta el treinta de septiembre de cada año. Si el Comité no adoptare ninguna resolución en el plazo indicado, se considerará aprobado de hecho el programa presentado y tendrá plena validez legal. Cualquier programa

formativo que se desarrolle al margen de este Reglamento, carecerá de validez legal a los efectos del mismo.

3. Para la ejecución de sus funciones el Comité Interinstitucional podría recabar la colaboración de cualquier Ministerio, Organismo o Institución del sector público, los cuales estarán obligados, en tal supuesto, a enviar el representante o aportar el apoyo técnico o científico necesario que se les solicite.

4. El funcionamiento del Comité Interinstitucional se regirá por las siguientes normas.

a) Tendrá su sede en la ciudad de Quito y será responsabilidad del Ministerio de Trabajo dotarlo de los elementos necesarios para su funcionamiento; así como del presupuesto correspondiente.

b) La presidencia del mismo la ejercerá en forma rotativa y anual cada uno de los representantes del sector público.

c) Se reunirá en forma ordinaria al menos una vez cada mes y en casos emergentes a petición de cualquiera de sus miembros. El quórum se hará con cinco de sus miembros.

d) Las resoluciones se adoptarán con el voto conforme de la mitad más uno de los miembros presentes en la sesión.

Art. 3.- DEL MINISTERIO DE TRABAJO.

Corresponde a este Ministerio, en materia de Seguridad e Higiene en el Trabajo, las facultades siguientes:

1. Participar por intermedio de la Jefatura del Departamento de Seguridad e Higiene del Trabajo como miembro nato en el Comité Interinstitucional.

2. Recolectar datos a nivel nacional respecto a composición y número de la población laboral, horarios de trabajo y número de accidentes y enfermedades profesionales, sus causas y consecuencias. Tales datos serán regularmente remitidos al Comité Interinstitucional a efectos de elaborar la estadística respectiva.

3. Mantener relaciones con Organismos Internacionales y con los otros países en materias de prevención de riesgos del trabajo y mejoramiento de las condiciones del medio ambiente laboral.

4. Impulsar, realizar y participar en estudios e investigaciones sobre la prevención de riesgos y mejoramiento del medio ambiente laboral; y, de manera especial en el diagnóstico de

enfermedades profesionales en nuestro medio.

5. Promover, realizar o contribuir a la formación y perfeccionamiento de especialistas en seguridad industrial (Ingenieros de Seguridad) e Higiene Industrial (Medicina e Higiene del Trabajo).
6. Informar e instruir a las empresas y trabajadores sobre métodos y sistemas a adoptar para evitar siniestros y daños profesionales.
7. Vigilar el cumplimiento de las normas legales vigentes, relativas a Seguridad y Salud de los Trabajadores.
8. Ordenar la suspensión o paralización de los trabajos, actividades u operaciones que impliquen riesgos para los trabajadores.
9. Determinar las responsabilidades que se deriven del incumplimiento de las obligaciones impuestas en este Reglamento, imponiendo las sanciones (sic) que correspondan a las personas naturales o jurídicas que por acción u omisión infrinjan sus disposiciones, comunicando periódicamente al Comité Interinstitucional los datos relativos a tales sanciones.
10. Analizar y aprobar en su caso los Reglamentos Internos de Seguridad e Higiene de las empresas e informar de los mismos al Comité Interinstitucional.
11. Sugerir las normas de seguridad e higiene del trabajo que deben de aplicarse en empresas a instalarse en el futuro.

Art. 4.- DEL MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y DEL INSTITUTO ECUATORIANO DE OBRAS SANITARIAS

Son funciones del Ministerio de Salud Pública, relacionadas con la Seguridad e Higiene del Trabajo, las siguientes:

1. Participar como miembro en el Comité Interinstitucional, por intermedio de la Dirección Nacional de Control Ambiental del Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias.
2. Coordinar a través del Comité Interinstitucional las acciones en materia de prevención de riesgos, control y prevención de la contaminación ambiental.
3. Definir normas sobre la seguridad e higiene del trabajo en el proyecto y en la instalación de futuras empresas.
4. Recopilar datos sobre accidentes de trabajo y enfermedades profesionales que aportará al Comité Interinstitucional.

5. Realizar estudios epidemiológicos referentes a enfermedades profesionales.

CAPITULO II EDIFICIOS Y LOCALES

Art. 21.- SEGURIDAD ESTRUCTURAL.

1. Todos los edificios, tanto permanentes como provisionales, serán de construcción sólida, para evitar riesgos de desplome y los derivados de los agentes atmosféricos.
2. Los cimientos, pisos y demás elementos de los edificios ofrecerán resistencia suficiente para sostener con seguridad las cargas a que serán sometidos.
3. En los locales que deban sostener pesos importantes, se indicará por medio de rótulos o inscripciones visibles, las cargas máximas que puedan soportar o suspender, prohibiéndose expresamente el sobrepasar tales límites.

Art. 22.- SUPERFICIE Y UBICACIÓN EN LOS LOCALES Y PUESTOS DE TRABAJO.

Nota: Título sustituido por Decreto Ejecutivo No. 4217, publicado en Registro Oficial 997 de 10 de agosto de 1988.

1. Los locales de trabajo reunirán las siguientes condiciones mínimas:
 - a) Los locales de trabajo tendrán tres metros de altura del piso al techo como mínimo.
 - b) Dos metros cuadrados de superficie por cada trabajador;
 - c) Seis metros cúbicos de volumen por cada trabajador.
2. Los puestos de trabajo en dichos locales tendrán:
 - a) Dos metros cuadrados de superficie por cada trabajador; y,
 - b) Seis metros cúbicos de volumen para cada trabajador.
3. No obstante, en los establecimientos comerciales, de servicio y locales destinados a oficinas y despachos, en general, y en cualquiera otros en que por alguna circunstancia resulte imposible cumplir lo dispuesto en el apartado a) anterior, la altura podrá quedar reducida a 2,30 metros, pero respetando la cubicación por trabajador que se establece en el apartado c), y siempre que se garantice un sistema suficiente de renovación del aire.
4. Para el cálculo de superficie y volumen, se deducirá del total, el ocupado por máquinas, aparatos, instalaciones y materiales.

Art. 34.- LIMPIEZA DE LOCALES.

1. Los locales de trabajo y dependencias anexas deberán mantenerse siempre en buen estado de limpieza.
2. En los locales susceptibles de que se produzca polvo, la limpieza se efectuará

preferentemente por medios húmedos o mediante aspiración en seco, cuando aquella no fuera posible o resultare peligrosa.

3. Todos los locales deberán limpiarse perfectamente, fuera de las horas de trabajo, con la antelación precisa para que puedan ser ventilados durante media hora, al menos, antes de la entrada al trabajo.
4. Cuando el trabajo sea continuo, se extremarán las precauciones para evitar los efectos desagradables o nocivos del polvo o residuos, así como los entorpecimientos que la misma limpieza pueda causar en el trabajo.
5. Las operaciones de limpieza se realizarán con mayor esmero en las inmediaciones de los lugares ocupados por máquinas, aparatos o dispositivos, cuya utilización ofrezca mayor peligro. El pavimento estará encharcado y se conservará limpio de aceite, grasa y otras materias resbaladizas.
6. Los aparatos, máquinas, instalaciones, herramientas e instrumentos, deberán mantenerse siempre en buen estado de limpieza.
7. Se evacuarán los residuos de materias primas o de fabricación, bien directamente por medio de tuberías o acumulándolos en recipientes adecuados que serán incombustibles y cerrados con tapa si los residuos resultan molestos o fácilmente combustibles.
8. Igualmente, se eliminarán las aguas residuales y las emanaciones molestas o peligrosas por procedimientos eficaces.
9. Como líquido de limpieza o desengrasado se emplearán preferentemente detergentes. En los casos que sea imprescindible limpiar o desengrasar con gasolina y otros derivados del petróleo, se extremarán las medidas de prevención de incendios.
10. La limpieza de ventanas y tragaluces se efectuará, con la regularidad e intensidad necesaria.
11. Para las operaciones de limpieza se dotará al personal de herramientas y ropa de trabajo adecuadas y, en su caso, equipo de protección personal.

CAPÍTULO I

INSTALACIONES DE MÁQUINAS FIJAS

Art. 73.- UBICACIÓN.

En la instalación de máquinas fijas se observarán las siguientes normas:

1. Las máquinas estarán situadas en áreas de amplitud suficiente que permita su correcto montaje y una ejecución segura de las operaciones.

2. Se ubicarán sobre suelos o pisos de resistencia suficiente para soportar las cargas estáticas y dinámicas previsibles.

Su anclaje será tal que asegure la estabilidad de la máquina y que las vibraciones que puedan producirse no afecten a la estructura del edificio, ni importen riesgos para los trabajadores.

3. Las máquinas que, por la naturaleza de las operaciones que realizan, sean fuente de riesgo, para la salud, se protegerán debidamente para evitarlos o reducirlos. Si ello no es posible, se instalarán en lugares aislantes o apartados del resto del proceso productivo.

El personal encargado de su manejo utilizará el tipo de protección personal correspondiente a los riesgos a que esté expuesto.

4. Los motores principales de las turbinas que impliquen un riesgo potencial se emplazarán en locales aislados o en recintos cerrados, prohibiéndose el acceso a los mismos del personal ajeno a su servicio y señalizando tal prohibición.

Nota: Artículo reformado por Decreto Ejecutivo No. 4217, publicado en Registro Oficial 997 de 10 de agosto de 1988.