

Jorge Mario Lopez Morales

“REINGENIERÍA DE ÁREAS DE TRABAJO EN EL LABORATORIO DE  
PROCESOS DE MANUFACTURA DE ESCUELA DE INGENIERÍA  
MECÁNICA, FACULTAD DE INGENIERÍA, UNIVERSIDAD DE SAN  
CARLOS DE GUATEMALA, GUATEMALA, GUATEMALA.”



Asesor General Metodológico:  
Ing. Msc. Oscar Reynaldo Zuñiga Cambara

Universidad Rural de Guatemala  
Facultad de Ingeniería

Guatemala, junio 2022

Informe final de graduación

“REINGENIERÍA DE ÁREAS DE TRABAJO EN EL LABORATORIO DE  
PROCESOS DE MANUFACTURA DE ESCUELA DE INGENIERÍA  
MECÁNICA, FACULTAD DE INGENIERÍA, UNIVERSIDAD DE SAN  
CARLOS DE GUATEMALA, GUATEMALA, GUATEMALA.”



Presentado al honorable tribunal examinador por:

Jorge Mario Lopez Morales

En el acto de investidura previo a su graduación como Licenciado en Ingeniería  
Industrial con énfasis en Recursos Naturales Renovables

Universidad Rural de Guatemala  
Facultad de Ingeniería

Guatemala, junio 2022

Informe final de graduación

“REINGENIERÍA DE ÁREAS DE TRABAJO EN EL LABORATORIO DE  
PROCESOS DE MANUFACTURA DE ESCUELA DE INGENIERÍA  
MECÁNICA, FACULTAD DE INGENIERÍA, UNIVERSIDAD DE SAN  
CARLOS DE GUATEMALA, GUATEMALA, GUATEMALA.”



Rector de la Universidad:

Doctor Fidel Reyes Lee

Secretario de la Universidad:

Licenciado Mario Santiago Linares García

Decano de la Facultad de Ingeniería:

Ingeniero Luis Adolfo Martínez Díaz

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala, junio 2022

Esta tesis fue presentada por el autor, previo a obtener el título universitario de Licenciado en Ingeniería Industrial con énfasis en Recursos Naturales Renovables.

**F-03-11-2021-05**

**UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA**  
**PROGRAMA DE GRADUACIÓN**  
Experto Metodológico  
**ACUERDO DE ASIGNACIÓN DE PUNTEO**  
**ACUERDO NÚMERO: 30-05-2022-258**

El / La Evaluador(a) Final del Trabajo de Graduación de la  
Universidad Rural de Guatemala,  
**CONSIDERANDO:**

Que el / La Metodólogo(a) en Investigación Científica, ha dado su aprobación preliminar al trabajo de graduación que se especifica en el cuerpo de este instrumento y me ha informado que el documento de mérito cumple con las normas preestablecidas para otorgar título y el grado académico al titular que formuló el mismo; de lo cual deviene procedente asignarle la puntuación correspondiente.

**POR TANTO:**

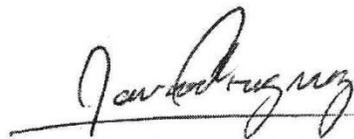
Con base a lo establecido en los Artículos 28 y 31 de los estatutos de la Universidad Rural de Guatemala y el Artículo 28 del Reglamento General de los mismos y demás normativa aplicable,

**ACUERDA:**

Emitir el Acuerdo de Asignación de Punteo al Trabajo de Graduación de mérito, de la manera siguiente:

1. Asignar Sesenta y cinco (65) sobre la base de aprobación de puntos sobre la base de cien sobre cien (100/100) al trabajo de graduación denominado: "REINGENIERÍA DE ÁREAS DE TRABAJO EN EL LABORATORIO DE PROCESOS DE MANUFACTURA DE ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA, FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, GUATEMALA, GUATEMALA.", formulado por Jorge Mario López Morales titular del carné 16-000-1165 inscrito en la Facultad de Ingeniería, de esta universidad.
2. Se ordena imprimir el trabajo de graduación que se especifica en el punto anterior.
3. Trasladar tres copias físicas y un archivo digital del trabajo de graduación a la Presidencia del Consejo Académico, para los efectos subsiguientes.
4. Notifíquese.

Dado en la ciudad de Guatemala el 30 de mayo de 2022.



Ing. Civil. Jairo Francisco Rodríguez Arévalo  
Experto(a) Metodológico (a)

*Jairo Francisco Rodríguez Arévalo*  
INGENIERO CIVIL  
COLEGIAGO No.18078

F-14-04-2020-14  
UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA  
PROGRAMA DE GRADUACIÓN  
Asesoría de tesis  
ACUERDO DE APROBACIÓN PRELIMINAR DE TESIS



El Asesor en Metodología del Programa de Graduación de la  
Universidad Rural de Guatemala,

CONSIDERANDO:

Que he asesorado y firmado el trabajo de graduación que se especifica en el cuerpo de este instrumento; y siendo que a mi criterio dicho documento de mérito cumple con las normas preestablecidas para otorgar título y el grado académico a quien formuló el mismo.

POR TANTO:

Con base a lo establecido en los Artículos 28 y 31 de los estatutos de la Universidad Rural de Guatemala y el Artículo 28 del Reglamento General de los mismos y demás normativa aplicable,

ACUERDA:

Emitir el Acuerdo de Aprobación Preliminar de Trabajo de Graduación, de la manera siguiente:

1. Aprobar en forma preliminar el trabajo graduación denominado: **“REINGENIERÍA DE ÁREAS DE TRABAJO EN EL LABORATORIO DE PROCESOS DE MANUFACTURA DE ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA, FACULTAD DE INGENIERÍA, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, GUATEMALA, GUATEMALA.”**, formulado por **Jorge Mario Lopez Morales**; titular del carné: **16-000-1165**; inscrito en la **Facultad de Ingeniería de ésta Universidad**.
2. Trasladar el expediente al Experto Metodólogo designado para que le confiera la calificación que de acuerdo a los criterios técnicos considere conveniente.
3. Notifíquese.

Dado en la ciudad de Guatemala el 02 de abril de 2022.

Oscar Reynaldo Zuñiga Cambara  
Ingeniero Ambiental,  
Magister in Scientiis en Investigación con énfasis en Proyectos  
Metodólogo

OSCAR REYNALDO ZUÑIGA CAMBARA  
INGENIERO AMBIENTAL  
MAGISTER IN SCIENTIIS EN INVESTIGACIÓN  
CON ÉNFASIS EN PROYECTOS  
COLEGIADO 4277



UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA

F-18-06-2018-01  
Universidad Rural de Guatemala  
Programa de Graduación  
Carta de aprobación  
Asesor General Metodológico  
Poptún, Petén, 02 de abril de 2022

Asunto: Aprobación del informe final  
de graduación y solicitud de conformación  
de Tribunal Examinador.

Señor Coordinador General:

Tengo a honra dirigirme a usted, con la finalidad de informarle que, como Asesor General Metodológico del trabajo denominado: "Reingeniería de áreas de trabajo en el laboratorio de Procesos de Manufactura de Escuela de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala", a cargo del estudiante: Jorge Mario Lopez Morales; Carné: 16-000-1165; perteneciente al grupo: 02-641-000-20; apruebo el informe final de graduación y solicito que se integre El Tribunal Examinador de esta tesis.

Me valgo de la ocasión para presentarle a usted, muestras distinguidas de mi consideración y estima.

Ing. Msc. Oscar Reynaldo Zuñiga Cambara  
Asesor General Metodológico

OSCAR REYNALDO ZUÑIGA CAMBARA  
INGENIERO AMBIENTAL  
MAGISTER IN SCIENTIIS EN INVESTIGACIÓN  
CON ÉNFASIS EN PROYECTOS  
COLEGIADO 4277

C.C. Archivo personal

Señor  
Coordinador General  
Programa de Graduación  
Universidad Rural de Guatemala  
Presente

## DEDICATORIA

- A DIOS: Por darme la vida y estar siempre conmigo guiando mi camino y permitirme lograr todas las metas que me he propuesto.
- A MIS PADRES: Jorge y Tina (QPD), por sus sabios consejos y su apoyo incondicional en la formación de mi vida.
- A MI ESPOSA: Gracias Elda por tu amor, inspiración y apoyo incondicional en cada etapa de este proceso profesional.
- A MIS HIJAS: Helen, Kimberly y Aby gracias por su amor y comprensión, por estar siempre conmigo cuando más las necesite.
- A MI FAMILIA: A mis hermanos, Elsa, Maritza, Víctor, Julio y Mynor, mis primos y mis sobrinos gracias por estar siempre a mi lado.
- A MIS AMIGOS Gracias por apoyarme en todo momento en este proceso profesional.
- A UNIVERSIDAD RURAL Gracias por los conocimientos adquiridos que me han formado en el área profesional.

## **Prólogo**

En cumplimiento con lo que establece la Universidad Rural de Guatemala, como parte del programa de graduación se realizó el trabajo de tesis “Reingeniería de áreas de trabajo en el laboratorio de Procesos de Manufactura de Escuela de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala”, previo a optar al título de Licenciado en Ingeniería Industrial con énfasis en Recursos Naturales Renovables.

El presente trabajo tiene por objetivo proponer la implementación de reingeniería de áreas de trabajo en el laboratorio de procesos de manufactura, que surge para la solución del problema central “Inadecuada distribución de áreas de trabajo en el laboratorio de Procesos de Manufactura de Escuela de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala”, que ha provocado incremento de incidentes y accidentes en los últimos años.

Propiciar al estudiante un mejor ambiente y seguridad en las prácticas de procesos de manufactura en las áreas de trabajo del laboratorio, con la aplicación de las normas de seguridad e higiene industrial.

## **Presentación**

La investigación tiene como objetivo principal, implementar un plan de “Reingeniería de áreas de trabajo en el laboratorio de Procesos de Manufactura de Escuela de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala”, definidos en modelo de investigación: Domino.

La propuesta de reingeniería de áreas de trabajo surge por el problema central inadecuada distribución de áreas de trabajo en el laboratorio de procesos de manufactura, situación que ha provocado incremento de incidentes y accidentes a lo largo de los años.

El propósito principal de la propuesta de reingeniería de áreas de trabajo es la disminución de los incidentes y accidentes en el laboratorio de procesos de manufactura, así mismo crear un mejor ambiente de trabajo para los estudiantes y profesionales.

Como segundo objetivo es poder optar al título de Licenciado en Ingeniería Industrial con énfasis en Recursos Naturales Renovables por la Facultad de Ingeniería Universidad Rural de Guatemala.

## ÍNDICE GENERAL

No.	Contenido	Página
I.	INTRODUCCIÓN .....	1
I.1	Planteamiento del problema.....	2
I.2	Hipótesis causal .....	3
I.2.1	Hipótesis interrogativa.....	3
I.3	Objetivos .....	3
I.3.1	General.....	4
I.3.2	Específico.....	4
I.4	Justificación .....	4
I.5	Metodología.....	5
I.5.1	Métodos .....	5
I.5.2	Técnicas .....	7
I.5.2.1	Técnicas empleadas para la formulación de la hipótesis .....	7
I.5.2.2	Técnicas empleadas para la comprobación de la hipótesis.....	8
II.	MARCO TEÓRICO .....	9
II.1	Incidente .....	9
II.2	Accidente .....	11
II.2.1	Prevención de accidentes.....	12
II.2.2	Clasificación de accidentes.....	12
II.2.3	Causas de accidentes de trabajo .....	15
II.2.4	factores que causan los accidentes .....	16
II.2.5	Consecuencias de los accidentes de trabajo .....	18
II.2.6	Clases de incapacidad.....	19

II.3 Indicadores de incidentes y accidentes.....	19
II.3.1 Indicadores .....	19
II.3.2 Tipos de indicadores.....	20
II.4 Áreas de trabajo.....	21
II.4.1 Condiciones estructurales.....	22
II.4.2 Orden, limpieza y mantenimiento .....	24
II.4.3 Servicios higiénicos y locales de trabajo.....	25
II.4.4 Locales de primeros auxilios .....	25
II.5 Inadecuada distribución de áreas de trabajo.....	25
II.5.1 Mal diseño de los espacios de trabajo .....	27
II.5.2 Riesgos de un mal diseño .....	27
II.6 Áreas de trabajo en laboratorios .....	28
II.6.1 Definición de Laboratorio .....	28
II.6.2 Principales tipos de laboratorios.....	29
II.6.3 Áreas de trabajo de un laboratorio de procesos de manufactura.....	33
II.7 Reingeniería.....	34
II.7.1 Importancia de la reingeniería.....	35
II.7.3 Como hacer reingeniería.....	36
II.8 Laboratorio de procesos de manufactura.....	40
II.8.1 Procesos de manufactura .....	41
II.8.2 Planeación del proceso de manufactura .....	41
II.8.3 Clasificación de los procesos de manufactura.....	41
II.8.4 Máquinas y herramientas en los procesos de manufactura .....	42

II.9 Distribución de espacios físicos de un laboratorio de procesos de manufactura	49
II.9.1 Distribución de áreas de trabajo .....	50
II.9.2 La calculadora de espacio libre disponible.....	51
II.9.3 Métodos de distribución .....	52
II.9.4 Tipos de distribución .....	53
II.10 Reingeniería de áreas de laboratorios.....	54
II.10.1 Técnicas de reingeniería para reestructuración de áreas .....	55
II.10.2 Técnica de calidad total de la reingeniería de laboratorios .....	55
II.10.3 Principios en la Gestión de calidad .....	56
II.11 Base legal.....	58
II.11.1 Constitución política de la república de Guatemala .....	58
II.11.2 Código de trabajo de Guatemala .....	59
II.11.3 Reglamento de Salud y Seguridad Ocupacional .....	60
II.11.4 Normas OHSAS versión 18001:2007 .....	62
II.11.5 Normas de la Organización Internacional de Normalización (ISO) .....	63
III. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	65
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	76
IV.1 Conclusiones.....	76
IV.2 Recomendaciones .....	77

## BIBLIOGRAFÍA

## ANEXOS

## ÍNDICE DE CUADROS

No.	Contenido	Página
1.	Incremento de incidentes y accidentes en el laboratorio de procesos de manufactura.....	66
2.	Tiempo en que incrementó incidentes y accidentes en el laboratorio de procesos de manufactura.....	67
3.	Incremento del número de incidentes y accidentes en el laboratorio de procesos de manufactura en el último año .....	68
4.	Incidentes y accidentes de profesionales en las áreas de trabajo en el laboratorio de procesos de manufactura durante la práctica .....	69
5.	Incremento de incidentes y accidentes debido a la inadecuada distribución de áreas de trabajo en el laboratorio de procesos de manufactura.....	70
6.	Existe reingeniería de áreas de trabajo en el laboratorio de procesos de manufactura.....	71
7.	Necesidad de implementar reingeniería de áreas de trabajo en el laboratorio de procesos de manufactura .....	72
8.	Falta de reingeniería de áreas de trabajo en el laboratorio de procesos de manufactura, afecta las actividades docentes.....	73
9.	El profesional en su planificación tiene previsto la implementación de reingeniería de áreas de trabajo en el laboratorio de procesos de manufactura. ....	74
10.	En la planificación de escuela de Ingeniería Mecánica, se considera la implementación de reingeniería de áreas de trabajo en el laboratorio de procesos de manufactura.....	75

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

No.	Contenido	Pagina
1.	Incremento de incidentes y accidentes en el laboratorio de procesos de manufactura.....	66
2.	Tiempo en que incrementó incidentes y accidentes en el laboratorio de procesos de manufactura.....	67
3.	Incremento del número de incidentes y accidentes en el laboratorio de procesos de manufactura en el último año .....	68
4.	Incidentes y accidentes de profesionales en las áreas de trabajo en el laboratorio de procesos de manufactura durante la practica .....	69
5.	Incremento de incidentes y accidentes debido a la inadecuada distribución de áreas de trabajo en el laboratorio de procesos de manufactura.....	70
6.	Existe reingeniería de áreas de trabajo en el laboratorio de procesos de manufactura.....	71
7.	Necesidad de implementar reingeniería de áreas de trabajo en el laboratorio de procesos de manufactura .....	72
8.	Falta de reingeniería de áreas de trabajo en el laboratorio de procesos de manufactura, afecta las actividades docentes.....	73
9.	El profesional en su planificación tiene previsto la implementación de reingeniería de áreas de trabajo en el laboratorio de procesos de manufactura. ....	74
10.	En la planificación de escuela de Ingeniería Mecánica, se considera la implementación de reingeniería de áreas de trabajo en el laboratorio de procesos de manufactura.....	75

## I. INTRODUCCIÓN

El trabajo de tesis desarrolla el tema “Reingeniería de áreas de trabajo en el laboratorio de Procesos de Manufactura de Escuela de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala”, derivado de un estudio de investigación dividido en dos tomos, determina y define de acuerdo con la hipótesis planteada, “El incremento de incidentes y accidentes en el laboratorio de Procesos de Manufactura de Escuela de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala, durante los últimos 5 años, por inadecuada distribución de áreas de trabajo, es debido a la inexistencia de reingeniería”.

Para el desarrollo de la investigación se divide en dos tomos, el primer tomo se divide en cuatro capítulos identificados con números romanos, que se detallan a continuación:

Capitulo I. Introducción: contiene el planteamiento del problema, hipótesis, objetivos, justificación y metodología.

Capitulo II. Marco Teórico: los términos utilizados en el desarrollo de la tesis se presentan de una manera general para una mejor interpretación y comprensión de los temas desarrollados como; incidentes y accidentes, indicadores, áreas de trabajo, inadecuada distribución de áreas de trabajo, áreas de trabajo en laboratorios, reingeniería, laboratorio de procesos de manufactura, distribución de espacios físicos en un laboratorio, reingeniería de áreas de laboratorio y su base legal.

Capitulo III. Comprobación de la hipótesis: desarrollada por medio de análisis e interpretación de datos.

Capitulo IV. Conclusiones y Recomendaciones.

Bibliografía.

Anexos: modelo de investigación dominó, árbol de problemas, hipótesis, árbol de objetivos, diagrama del medio de solución de la problemática, boletas de investigación para comprobación de causa y efecto, cálculo de la muestra, coeficiente de correlación, proyección del comportamiento de la problemática.

El segundo tomo presenta la tabla de contenidos, resumen de la tesis, conclusiones y recomendaciones, anexos. Distribuidos de la siguiente forma:

Capitulo I. Resumen.

Capitulo II. Conclusiones y Recomendaciones.

Anexos: contiene tres anexos, que se detallan a continuación:

Anexo 1: propuesta para solucionar la problemática con sus resultados: resultado 1: dirección de escuela de Ingeniería Mecánica como Unidad Ejecutora, resultado 2: se elabora anteproyecto de “Reingeniería de áreas de trabajo en el laboratorio de Procesos de Manufactura de Escuela de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala” y resultado 3: programa de capacitación al personal involucrado.

Anexo 2: Matriz de Estructura Lógica.

Anexo 3: Presupuesto.

### **I.1 Planteamiento del problema**

Por “Inadecuada distribución de áreas de trabajo en el laboratorio de Procesos de Manufactura de Escuela de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala”, se han incrementado incidentes y accidentes en los últimos 5 años, su causa principal inexistencia de reingeniería de áreas de trabajo en el laboratorio.

Áreas utilizadas por estudiantes de ingeniería del octavo semestre en las carreras de Ingeniería Mecánica, Ingeniería Industrial e Ingeniería Mecánica Industrial, que utilizan la maquinaria, equipo y herramienta que se encuentran en el área de trabajo, se identifica el problema central, “inadecuada distribución de áreas de trabajo” que han provocado un incremento de incidentes y accidentes dentro del laboratorio de procesos de manufactura.

Por esta razón resulta importante implementar reingeniería de áreas de trabajo en el laboratorio de procesos de manufactura en escuela de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, para dar una solución definitiva al problema central, y reducir incidentes y accidentes dentro del laboratorio.

## **I.2 Hipótesis causal**

“El incremento de incidentes y accidentes en el laboratorio de Procesos de Manufactura de Escuela de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala, durante los últimos 5 años, por inadecuada distribución de áreas de trabajo, es debido a la inexistencia de reingeniería”.

### **I.2.1 Hipótesis interrogativa**

¿Sera que la inexistencia de Reingeniería de áreas de trabajo en el laboratorio de Procesos de Manufactura de Escuela de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala, por inadecuada distribución de áreas de trabajo, en los últimos 5 años, es la causa del incremento de incidentes y accidentes?

## **I.3 Objetivos**

Con el fin de plantear una solución adecuada a la problemática estudiada se detallan los siguientes objetivos:

### **I.3.1 General**

Disminuir incidentes y accidentes en el laboratorio de Procesos de Manufactura de Escuela de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala.

### **I.3.2 Específico**

Adecuar distribución de áreas de trabajo en el laboratorio de Procesos de Manufactura de Escuela de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala.

### **I.4 Justificación**

La presente investigación se realiza en el laboratorio de procesos de manufactura de escuela de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala, lugar de las practicas estudiantiles en las carreras de Ingeniería Mecánica, Ingeniería Industrial e Ingeniería Mecánica Industrial, que utilizan áreas de trabajo en el laboratorio, maquinaria, equipo y herramienta, así como disposiciones del uso de laboratorios.

El estudio de investigación se realiza por la necesidad de implementar medidas que disminuyan los incidentes y accidentes que ocurren a estudiantes dentro del laboratorio de procesos de manufactura, que se han incrementado en los últimos cinco años por inadecuada distribución de áreas de trabajo, ante la falta de un plan de reingeniería.

Información proporcionada por la escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería, así como de otras fuentes de información, el trabajo de campo se desarrolló con profesionales que imparten prácticas en laboratorios de procesos de manufactura.

Como aproximación y solución al problema expuesto, es necesario la implementación de “Reingeniería de áreas de trabajo en el laboratorio de Procesos de Manufactura de Escuela de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala”.

De no aprobarse la propuesta de reingeniería de áreas de trabajo en el laboratorio de procesos de manufactura, según la proyección de datos matemáticos y estadísticos, continuará el incremento de incidentes y accidentes.

De aprobarse la propuesta de reingeniería de áreas de trabajo en el laboratorio de procesos de manufactura, al primer año de ejecutada, se disminuirán considerablemente los incidentes y accidentes.

## **I.5 Metodología**

Para la presente investigación de graduación se aplicaron varios métodos estadísticos, técnicas de investigación, observación, encuestas entre otros que se detallan a continuación:

### **I.5.1 Métodos**

Los métodos utilizados variaron en relación a la formulación de la hipótesis y la comprobación de la misma.

Para la formulación de la hipótesis, el método utilizado fue el método deductivo, el que fue auxiliado por el método del marco lógico para formular la hipótesis y los objetivos de la investigación, diagramados en el árbol de problemas y objetivos, que forman parte del anexo de este documento.

Para la comprobación de la hipótesis, el método utilizado fue el inductivo, que contó con el auxilio del método estadístico, de análisis y el método de síntesis.

La forma de empleo de los métodos para la formulación de la hipótesis y para su comprobación, se detallan a continuación:

#### **I.5.1.1 Métodos utilizados para la formulación de la hipótesis**

Los métodos utilizados para la formulación de la hipótesis son: el método deductivo y el método del marco lógico, que se desarrollan a continuación:

- 1. Método deductivo:** es el método que se utilizó para la formulación de la hipótesis, el cual permitió conocer los aspectos generales del área del laboratorio de procesos de manufactura de escuela de Mecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, su problema principal, su efecto y causa respectivamente.
- 2. Método del marco lógico:** utilizado para encontrar la variable dependiente e independiente de la hipótesis además de definir el área de trabajo y el tiempo que se determinó para desarrollar la investigación. La diagramación de la hipótesis se encuentra en el anexo “2”.

La hipótesis formulada en la forma indicada reza: “El incremento de incidentes y accidentes en el laboratorio de Procesos de Manufactura de Escuela de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala, durante los últimos 5 años, por inadecuada distribución de áreas de trabajo, es debido a la inexistencia de reingeniería”.

El método del marco lógico, permite, entre otros aspectos, encontrar el objetivo general y el específico de la investigación; así como establecer la denominación del trabajo en cuestión.

#### **I.5.1.2 Métodos utilizados en la comprobación de la hipótesis**

- 1. Método inductivo:** para la comprobación de la hipótesis el método principal utilizado es el método inductivo, con el que se obtuvieron resultados específicos o

particulares de la problemática identificada, lo que sirvió para diseñar conclusiones y premisas generales, a partir de tales resultados específicos o particulares.

- 2. Métodos estadísticos y de análisis:** después de recabar la información contenida en las boletas, se tabulan los resultados, para cuyo efecto se utilizó el método estadístico y el método de análisis, que consiste en la interpretación de los datos tabulados, en valores absolutos y relativos, obtenidos después de la aplicación de las boletas de investigación, que poseyeron como objeto la comprobación de la hipótesis previamente formulada.
- 3. Método de síntesis:** interpretada la información, se utiliza el método de síntesis, a efecto de obtener las conclusiones y recomendaciones del presente trabajo de investigación; el método también sirve para hacer congruente la totalidad de la investigación, con resultados obtenidos producto de la investigación de campo efectuada.

## **I.5.2 Técnicas**

Las técnicas empleadas variaron de acuerdo a la etapa de la formulación de la hipótesis y a la comprobación de la misma; así:

### **I.5.2.1 Técnicas empleadas para la formulación de la hipótesis**

- 1. Observación directa:** esta técnica se utilizó en el área del laboratorio de procesos de manufactura, a cuyo efecto, se observa la forma en que los estudiantes se trasladan del área de charlas magistrales al laboratorio, la manera en que se colocan en sus áreas respectivas, con sus equipos de protección personal (EPP), y la utilización de maquinaria, equipo y herramienta.
- 2. Investigación documental:** esta técnica se utiliza a efecto de determinar si se cuenta con documentos similares o relacionados con la problemática a investigar.

**3. Entrevista:** formada una idea general de la problemática, se procede a entrevistar a profesionales que imparten las prácticas en el laboratorio, a efectos de poseer información más precisa sobre la problemática detectada.

#### **I.5.2.2 Técnicas empleadas para la comprobación de la hipótesis**

**Entrevista:** previo a desarrollar la entrevista, se procede al diseño de boletas de investigación, con el propósito de comprobar las variables dependiente e independiente de la hipótesis previamente formulada.

Las boletas, previo a ser aplicadas a la población objetivo, pasaron por un proceso de prueba, con la finalidad, de hacer más efectivas las preguntas y propiciar que las respuestas, proporcionaran la información requerida, después de ser aplicada.

**Determinación de la población a investigar:** se determinó que la población a investigar en este caso son los cinco profesionales que imparten la practica en el laboratorio de procesos de manufactura, para obtener la información más confiable, se realiza un censo de investigación de la totalidad de la población con un nivel de confianza para este caso del 100% y 0% de error.

La hipótesis formulada: “El incremento de incidentes y accidentes en el laboratorio de Procesos de Manufactura de Escuela de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala, durante los últimos 5 años, por inadecuada distribución de áreas de trabajo, es debido a la inexistencia de reingeniería”.

## **II. MARCO TEÓRICO**

La investigación se basa en conceptos y definiciones relacionadas con reingeniería de áreas de trabajo en el laboratorio de procesos de manufactura, integrado por aspectos doctrinarios, aspectos conceptuales y aspectos legales.

Los aspectos doctrinarios comprenden: incidente, accidente, indicadores de incidentes y accidentes, áreas de trabajo, inadecuada distribución de áreas de trabajo, áreas de trabajo en laboratorios, reingeniería, laboratorio de procesos de manufactura, distribución de espacios físicos de un laboratorio de procesos de manufactura, reingeniería de áreas de laboratorios. Aspectos legales, base legal: código de trabajo, reglamento de salud y seguridad ocupacional y las normas OHSAS e ISO relacionadas con temas legales de accidentes y seguridad ocupacional.

### **II.1 Incidente**

Incidente es un acto que permanece presente en todo tipo de ambientes, empresas, laboratorios, escuelas, universidades, entre otros, como parte del diario vivir de las personas.

“Conocido también como casi accidente, es un acontecimiento no deseado que bajo circunstancias diferentes pudo haber resultado en daño físico, lesión o enfermedad ocupacional o daño a la propiedad. En muchos casos, tienen que ver con la pérdida de equipos, materiales, etc., o en lesiones menores o de primeros auxilios, que generalmente no son contabilizados dentro de las estadísticas de accidentes. (Ávila, 2004) pág.: 4.”

“Incidentes: Toda cuestión accesoria que sobre venga y se promueva con ocasión de un proceso y que no tenga señalado por la ley procedimiento, deberá tramitarse como incidente. Cuando las cuestiones fueren completamente ajenas al negocio principal, los incidentes deberán rechazarse de oficio. El auto que decida el incidente contendrá

la condena en costas del que lo promovió sin razón, salvo evidente buena fe. (Archila, 2009) pág.: 86.”

Según Sánchez (Sánchez, 2017), incidente: es un acontecimiento que ocurre en el trabajo, que podría ocasionar lesión o diferentes clasificaciones de enfermedades, en extremo ser víctima mortal, define dos términos que permiten una mejor comprensión de tema, como lo son: riesgo y peligro, define el riesgo como un acontecimiento peligroso, con posibilidad de enfermedad o una lesión a las personas, en cualquier espacio o lugar debido a la exposición, y peligro como un acontecimiento que puede desarrollar una enfermedad o una lesión, o ambas que provocan un daño grave o irreversible.

Según Sánchez (Sánchez, 2017), los riesgos y peligros pueden ser factores importantes que pueden provocar incidentes y llegar a convertirse en accidentes leves, graves o fatales, es por ello que se realiza el análisis para evitar o evadir tanto el riesgo como el peligro, por lo que es necesario poner en marcha normativos o reglamentos internos en instituciones y empresas.

Según Torres (Torres, 2010), se refiere a incidentes de trabajo como: actos que se dan sin esperarlos y sin medir las consecuencias ya que podrían convertirse en accidentes físicos o accidentes fatales, se catalogan como incidentes porque provocan pérdida de tiempo, de material, un daño físico leve pero nunca un daño físico mayor como la pérdida de una parte importante del cuerpo o pérdidas humanas clasificadas como accidentes.

Según Torres (Torres, 2010), ocurren muchos incidentes diarios de diferentes tipos alrededor del mundo, no solamente en el trabajo, también en la vida cotidiana, los daños causados por los incidentes son de menor escala a los causados por los accidentes. Las empresas deben contar con un protocolo a seguir para evitar los incidentes y que no se conviertan en accidentes, aunque no fueran fatales pueden provocar pérdidas para la empresa y sobre todo para las personas que sufren los

incidentes o acontecimientos, las empresas deben velar por la seguridad de sus empleados y brindarles atención médica en caso fuera necesario.

Los incidentes en los diferentes tipos de laboratorios son muy comunes, ya que se utilizan áreas de trabajo, maquinaria, equipo, herramienta y materiales complejos con diferentes funciones y manejo, se debe tratar con mucha precaución y enfatizar el aprendizaje para el uso de los mismos.

## **II.2 Accidente**

Un accidente se presenta en escalas diferentes ya que puede ser leve o grave que necesite suspensión para recuperación física de mayor tiempo, en algunas ocasiones pérdidas humanas y económicas a las empresas.

“Es un acontecimiento no deseado, que da por resultado un daño físico (lesión o enfermedad ocupacional) a una persona o daño a la propiedad (equipos materiales y/o ambiente). Generalmente es la consecuencia del contacto con una fuente de energía (cinética, eléctrica, química, térmica, etc.), por sobre la capacidad límite del cuerpo o estructura. Generalmente es la consecuencia de una serie de factores no controlados, los cuales se clasifican en dos grandes grupos: factores humanos (actitudes inseguras) y los factores de trabajo (condiciones inseguras), que tienen una frecuencia de 90 y 10 % respectivamente, en cuanto a la ocurrencia de los casos. (Ávila, 2004) pág.: 4.”

Según Torres (Torres, 2010), los accidentes generalmente se producen en el área de trabajo por acciones o movimientos no deseados o involuntarios que pueden provocar una lesión física, invalidez o la muerte, pero también causar daños dentro de las instalaciones, los procesos, equipo, maquinaria y el material a utilizar.

Según Torres (Torres, 2010), los accidentes como lesiones físicas, son muy comunes en los laboratorios de prácticas estudiantiles de procesos de manufactura, debido a los movimientos que se realizan en las áreas de trabajo para manipular máquinas, equipos,

herramientas y el material, que pueden ocasionar daños en las áreas de trabajo, instalaciones y los procesos que afectan el desempeño estudiantil.

Según el normativo interno de la Facultad de Ingeniería (Normativo interno y políticas de salud y seguridad ocupacional de la Facultad de Ingeniería, 2015), en el laboratorio de procesos de manufactura deben existir manuales de normas y procedimientos, que incluyan normas de seguridad y comportamiento, instructivos o manuales de uso para la utilización de maquinaria, equipo y herramientas especiales, para evitar que ocurran incidentes o accidentes que puedan provocar un daño físico a estudiantes y profesionales a cargo de las prácticas del laboratorio.

Según Obregón (Obregón, 2012), los accidentes son acontecimientos que causan daños físicos, enfermedades y pérdidas humanas, así como daño a la propiedad privada, pérdida de materiales, pérdida de tiempo en el proceso de producción, daño a las máquinas, equipo e instalaciones, que son comunes cuando hay contacto directo con materiales, sustancias o fuentes de energía de cualquier índole.

### **II.2.1 Prevención de accidentes**

Según Obregón (Obregón, 2012), para prevenir accidentes es importante la seguridad desde el diseño de una empresa o en la remodelación de una ya existente, se debe tomar en cuenta en los planos de construcción o modificación varios factores que son importantes para su funcionamiento, para obtener mejores resultados y reducir todo tipo de costos. En los laboratorios es importante tomar en cuenta en los planos factores como la distribución de áreas de trabajo, dimensiones del espacio físico, clases de pisos que podrían ser de concreto y antideslizantes, iluminación, ventilación, instalaciones para maquinaria, almacenamiento de material entre otros.

### **II.2.2 Clasificación de accidentes**

Según Obregón (Obregón, 2012), existen cuatro clasificaciones de accidentes en la Organización Internacional del Trabajo (OIT), que se detallan a continuación:

1. Según la forma del accidente:

- a. Caída de personas.
- b. Caída de objetos.
- c. Pisada de objetos, golpes contra objetos.
- d. Falsos movimientos.
- e. Exposición a temperaturas extremas.

Según Obregón (Obregón, 2012), esta clase de accidentes ocurren cuando una persona resbala o tropieza con objetos que están mal ubicados o colocados y pueden caer al piso, lastimarse por movimientos innecesarios, no tomar medidas de seguridad, estar expuestos a altas temperaturas como la utilización de soldaduras, hornos, entre otros.

2. Según el material agente:

- a. Maquinaria para el trabajo de metales.
- b. Maquinaria para el trabajo de madera.
- c. Maquinaria agrícola.
- d. Maquinaria para el trabajo en minas.

Según Obregón (Obregón, 2012), esta clase de accidentes ocurren cuando se utilizan diferentes tipos de maquinaria según el uso industrial, si la materia prima es metal se utiliza maquinaria especial como tornos, fresadoras verticales, sierras mecánicas, entre otras.

Según Obregón (Obregón, 2012), existen otros tipos de clasificación de los accidentes de trabajo según el material agente, como son: medios de transporte y elevación que involucran; aparatos elevadores, medios de transporte por aire, por vía férrea o por

agua. Otros aparatos y equipos como son: hornos, herramientas eléctricas, rampas móviles. Materiales, sustancias y radiaciones como son: explosivos, sustancias radiactivas, fragmentos volátiles, así como el ambiente de trabajo tanto interno como externo, hasta subterráneo.

3. Según la naturaleza de la lesión:

- a. Fracturas.
- b. Luxaciones.
- c. Torceduras.
- d. Amputaciones.
- e. Quemaduras.
- f. Asfixias.

Según Obregón (Obregón, 2012), la clasificación de los accidentes según la naturaleza de la lesión identifica el tipo de acción traumática producida por los accidentes.

4. Según la ubicación de la lesión:

- a. Cabeza.
- b. Cuello.
- c. Tronco.
- d. Miembro superior.
- e. Miembro inferior.

Según Obregón (Obregón, 2012), la clasificación de los accidentes según la ubicación de la lesión identifica la ubicación del trauma o lesión producida por los accidentes.

### **II.2.3 Causas de accidentes de trabajo**

Según Archila (Archila, 2009), existen varias causas de accidentes que no son casualidad, se citan varios autores para su comprensión, que exponen que la responsabilidad es del dueño de la empresa y del empleado. Los conceptos desarrollados por varios autores definen siete causas que pueden provocar los accidentes tales como:

1. La responsabilidad del dueño de la empresa: es contar con todas las medidas de seguridad y estabilidad laboral, una adecuada distribución de los espacios físicos o áreas de trabajo, señalizaciones, salidas de emergencia, maquinaria y equipo en buen estado, otros aspectos como la iluminación, ventilación, incentivos laborales, horarios de trabajo, entre otros factores.
2. La responsabilidad del trabajador: no seguir instrucciones para el uso y manejo de la maquinaria, equipo y herramienta especial, la falta de concentración, no contar con los instrumentos y equipo adecuado para la seguridad en el desempeño laboral, entre otros factores.
3. Actos de terceras personas, por ejemplo: personas ajenas al área de trabajo que por desconocimiento del manejo en el uso de la maquinaria y equipo, manipulen o desconecten algún sistema de seguridad y provoquen cualquier tipo de accidente.
4. Casos fortuitos o de fuerza mayor: pueden ser desperfectos eléctricos que están ocultos, tuberías dañadas que no están a simple vista, maquinaria y equipo en mal estado, daños provocados por la naturaleza (tormentas, terremotos, huracanes), descargas eléctricas, en algunos casos fortuitos también son considerados los errores humanos, conectar equipo en conexiones en mal estado, entre otros.

5. Problemas estructurales: trabajar en ambientes inadecuados para desempeñar de manera segura las funciones laborales, por desconocimiento o falta de capacitación de un área o sector laboral, que realiza tareas de carácter peligroso por la necesidad de generar ingresos.
6. Situaciones inseguras: ambientes laborales que no proporcionan seguridad ni estabilidad laboral, que acceden por la necesidad de obtener ingresos, por la falta de preparación y capacitación que el empleador utiliza a su favor, que explota y pone en peligro la vida de las personas y que violenta sus derechos humanos.
7. Acciones inseguras: actitudes que se realizan de manera irresponsable sin tomar en cuenta las medidas de seguridad y el peligro que ocasionan, como la utilización del equipo de protección personal (EPP) de forma inadecuada, no seguir instrucciones, mal manejo de la maquinaria, equipo y herramienta especial.

#### **II.2.4 factores que causan los accidentes**

Según Archila (Archila, 2009), existen varias situaciones que pueden llevar a un accidente laboral, según datos estadísticos del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS) el mayor porcentaje de los accidentes laborales ocurren por el factor humano y un porcentaje menor se presentan por factores físicos, que se detallan a continuación:

1. Causas de accidentes que corresponden al factor humano son:
  - a. La irresponsabilidad: hay personas que no toman con seriedad el trabajo y puede afectar el buen desempeño laboral y provocar accidentes, pérdida de tiempo y daños a las instalaciones.
  - b. El desconocimiento del trabajo: la falta de políticas de capacitación y adiestramiento continuo, como prioridad al personal nuevo, para evitar errores que pueden provocar accidentes.

- c. Falta de atención: el exceso de tareas simultaneas, asignadas a una sola persona, puede hacer que pierda la concentración de alguna de ellas y provoque un accidente.
  - d. Mala selección de personal: no contar con un departamento de reclutamiento de personal o no tener buenas prácticas para seleccionar a las personas que llenen el perfil del puesto, puede llevar a una mala elección del personal, que provoque mal desempeño de las funciones con probabilidades de accidentes.
  - e. El cansancio físico y mental: el exceso de trabajo, horarios que exceden las 8 horas laborales, sin contar con descansos y vacaciones, puede causar cansancio físico y mental que afecte el desempeño laboral.
  - f. El exceso de confianza: afecta al trabajador porque tiene un sentido excesivo de sus propias capacidades, creer que puede ejecutar cualquier tipo de trabajo sin tener el conocimiento básico de su funcionamiento.
  - g. La embriaguez y la drogadicción: es una conducta prohibida en las instalaciones y horarios de trabajo, en las empresas puede afectar el correcto desempeño físico y mental, y provocar accidentes y daños a las instalaciones.
2. Según Archila (Archila, 2009), las causas de accidentes que corresponden al factor físico son:
- a. Equipo de trabajo defectuoso: la falta de mantenimiento y reparación al equipo en mal estado pueden provocar accidentes en el desempeño laboral.
  - b. Equipo de protección personal inadecuado: la falta de equipo adecuado de protección personal (EPP) para el desempeño en el trabajo, expone al trabajador a la posibilidad de un accidente, existen equipos de protección personal diferentes para cada actividad laboral, no se utiliza el mismo equipo en el área industrial que en el área de soldadura.

- c. Pisos defectuosos o sucios: cuando se realiza el mantenimiento y limpieza del piso mojado o con líquidos grasos o aceitosos siempre se recomienda que se coloquen carteles con información de pisos mojados o en reparación y así evitar caídas o golpes graves.
- d. Falta de protección colectiva: en una empresa o institución deben existir medidas de protección colectiva para prevenir riesgos de accidentes, se deben instalar barandillas, pasarelas, escaleras, extintores, indicadores, señalizaciones, entre otros.
- e. Mala ventilación: un mal sistema de ventilación afecta la calidad del aire que se respira que puede dañar la salud de las personas y el buen desempeño laboral.
- f. La mala iluminación: afecta la salud de las personas, provoca dolores de cabeza, sensación de cansancio, dificultad para concentrarse y bajo rendimiento laboral.
- g. Los colores inadecuados: los colores deben ser adecuados al área de trabajo, se utilizan diferentes colores para determinar el peligro, precaución o prohibición en las áreas.
- h. El congestionamiento: existe un mayor riesgo de accidentes si las áreas de trabajo son muy reducidas o inadecuadas, por estar ocupadas por muchas personas, que no permiten un mejor desplazamiento y movimiento.
- i. Andamios en mal estado: pueden provocar accidentes, caída de personas y caída de objetos.

### **II.2.5 Consecuencias de los accidentes de trabajo**

Según Archila (Archila, 2009), sin importar las causas que llevan a un accidente en el trabajo, las consecuencias son negativas para la persona, porque puede provocar

incapacidad física o psicológica para desempeñarse en sus labores o la pérdida de la vida.

### **II.2.6 Clases de incapacidad**

Según Archila (Archila, 2009), existen tres clases de incapacidad que dependen del impacto del accidente en las personas afectadas, como lo son:

1. Incapacidad temporal: es la suspensión laboral en una institución por un tiempo determinado, que no sea mayor a un año.
2. Incapacidad permanente: ocurre cuando el daño provocado por el accidente laboral es irreparable, como la pérdida de algún miembro del cuerpo, o un trastorno funcional severo.
3. Muerte: provocada por el accidente laboral que da como resultado la pérdida de la vida.

### **II.3 Indicadores de incidentes y accidentes**

Los indicadores de incidentes y accidentes son importantes para conocer o determinar parámetros de cantidad de eventos que se dan en un espacio de tiempo y la frecuencia de estos acontecimientos.

#### **II.3.1 Indicadores**

“Los indicadores son formulaciones generalmente matemáticas con las que se busca reflejar una situación determinada. Un indicador es una relación entre variables cuantitativas o cualitativas que permite observar la situación y las tendencias de cambios generadas en el objeto o fenómeno observado, en relación con objetivos y metas previstas e impactos esperados. Estos indicadores pueden ser valores, unidades, índices, series estadísticas, etc. Son las herramientas fundamentales de la evaluación. (RIMAC, 2014) pág.: 1.”

Según Mondragón (Mondragón, 2002), un indicador es una herramienta para identificar eventos o sucesos que pueden medirse y verificarse, que se utiliza para evaluar el comportamiento de ciertos eventos con respecto al alcance de los objetivos trazados. Los indicadores se pueden identificar de manera cualitativa y cuantitativa, de estos, los más utilizados son los indicadores que se pueden medir numéricamente y que brindan datos reales y estadísticos del comportamiento de los incidentes y accidentes que ocurren en diferentes áreas de trabajo.

Según Mondragón (Mondragón, 2002), por medio de los indicadores se pueden analizar, dar seguimiento y medir el comportamiento de aumento o disminución de algunos eventos, incidentes o accidentes que ocurren con frecuencia, en un determinado periodo de tiempo en un país, estado, región, o un área específica, para la toma de decisiones y con estos resultados poder prevenir y corregir este tipo de situaciones.

### **II.3.2 Tipos de indicadores**

Según RIMAC (RIMAC, 2014), para la seguridad y salud en el trabajo (SST) existen muchos indicadores para diferentes fines, como producción, administración, ventas, actividades, entre otros, pero para el estudio de incidentes y accidentes se utilizan cuatro indicadores importantes que se detallan a continuación:

1. Índice de frecuencia: es la tasa de incidentes con tiempo perdido, se calcula por medio del número de accidentes fatales, incapacitantes o con tiempo perdido por cada millón de horas laboradas, dividido horas hombre laboradas en un periodo de tiempo determinado, que toma en cuenta las horas reales de trabajo y resta ausencias, vacaciones y el personal administrativo que no está expuesto a los mismos riesgos como el personal de producción, los cálculos de los indicadores se deben realizar en todas las áreas de trabajo.

2. Índice de gravedad: mide los días perdidos en un periodo de tiempo determinado, se calcula por el número de días perdidos por cada millón de horas laboradas dividido horas hombre laboradas en un periodo de tiempo, en los días perdidos en el índice de gravedad solo deben incluirse exclusivamente los días laborales.
3. Índice de responsabilidad: se calcula multiplicando el índice de frecuencia por el índice de gravedad dividido dos.
4. Índice de accidentabilidad: se calcula multiplicando índice de frecuencia por el índice de gravedad dividido mil.

Según RIMAC (RIMAC, 2014), los indicadores de seguridad y salud en el trabajo, sirven para evaluar incidentes y accidentes, cómo está protegido el trabajador de los peligros y riesgos que tienen que ver con el trabajo que realiza, los indicadores sirven tanto a empresas, gobiernos y otras personas interesadas para crear políticas y programas que ayuden a prevenir entre los incidentes y accidentes: lesiones, enfermedades y muertes, así como la supervisión de la aplicación de esos programas e identificar los lugares con mayor riesgo.

#### **II.4 Áreas de trabajo**

Según el Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud -ISTAS- (Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud, 2013), el área de trabajo es un espacio dentro de un edificio o al aire libre, son instalaciones donde las personas realizan una actividad que puede ser laboral, de aprendizaje o que presta un bien o servicio.

Según el Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud -ISTAS- (Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud, 2013), el área de trabajo no es solo el espacio físico de fábricas o empresas donde se realizan actividades laborales, sino también incluye lugares donde se ejecutan otro tipo de actividades que son consideradas de igual manera, como: hoteles, escuelas, incluye baños sanitarios, lugares de descanso, comedores, lugares de asistencia médica. Las áreas de trabajo varían en tamaño,

distribución y construcción, esto depende de la actividad del servicio o bien que presta la empresa, fabrica o lugar de trabajo.

Según el Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud -ISTAS- (Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud, 2013), la localización y distribución de las áreas de trabajo, maquinaria y equipo, el diseño del edificio en toda su estructura e instalaciones, tipo de proceso de la materia prima, son aspectos importantes a tomar en cuenta para la seguridad y el bienestar del trabajador y evitar incidentes y accidentes.

Según el Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud -ISTAS- (Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud, 2013), las áreas de trabajo deben adecuarse a los cambios que la empresa realiza por reestructuración, cambios tecnológicos, nueva maquinaria, equipo y otros servicios nuevos que preste, adecuándose a las especificaciones y medidas del uso de las áreas, así como propiciar las condiciones necesarias para que el trabajador se adapte a los cambios.

Según W. Niebel & Freivalds A. (W. Niebel & Freivalds A., 2009) para una mejor distribución del espacio de trabajo para cada empleado, es importante la utilización de métodos como la ergonomía, porque se ajustan las tareas o el espacio de trabajo de acuerdo a las aptitudes y limitaciones del trabajador. Un principio de la ergonomía, es tomar en cuenta los límites de los trabajadores, debe respetarse el diseño de las tareas en la operación de materiales, las herramientas y equipos, que ayuden a realizar el trabajo de manera adecuada y segura.

#### **II.4.1 Condiciones estructurales**

Según el Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud -ISTAS- (Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud, 2013), las áreas de trabajo deben cumplir con características estructurales, como resistencia de los pisos para soportar cargas o esfuerzos mecánicos, prevenir riesgos que afecten la salud y seguridad de las

personas, algunas condiciones estructurales, seguridad estructural, superficie y cubicación que deben tomar en cuenta varios aspectos que se detallan a continuación:

- a. Reglamentos vigentes sobre construcción de edificios y locales.
- b. El espacio es importante para operar la maquinaria y la movilización adecuada de los trabajadores.
- c. Las dimensiones de los lugares de trabajo permiten que las personas que laboran tengan las posturas correctas al estar sentados o parados, con las distancias mínimas que marcan los normativos en las condiciones ergonómicas.
- d. Suelos, aberturas, desniveles y barandillas: los incidentes y accidentes suelen ocurrir muchas veces durante las jornadas de trabajo, que en su mayoría son caídas por deslizamiento en pisos que no tienen medidas de seguridad, en ocasiones seleccionan los pisos por la facilidad de limpieza o costo, sin tomar en cuenta la resistencia para soportar cargas estáticas y dinámicas, la resistencia a productos químicos que se derraman y la resistencia ante factores ambientales como la lluvia, la luz solar, la electricidad estática, así como un factor básico, el comportamiento del suelo ante el deslizamiento, entre otros.
- e. Tabiques, ventanas y vanos: deben diseñarse con materiales resistentes y seguros, para una ventilación e iluminación natural adecuada y tener las señalizaciones necesarias para la seguridad del trabajador.
- f. Vías de circulación: son zonas de pasos peatonales o de vehículos de transporte, que se debe delimitar con sus respectivas señalizaciones, tener un buen mantenimiento del asfalto, banquetas y pintura de pisos y señalizaciones, así como establecer velocidades máximas de circulación.
- g. Puertas y portones: debe ponerse atención a los portones mecánicos ya que pueden fallar, es importante realizar un constante mantenimiento a los dispositivos de los

detectores de presencia, tener otras opciones en caso fallen los suministros eléctricos y tener dispositivos de topes en ruedas que eviten su descarrilamiento.

- h. Rampas, escaleras fijas y de servicio: los materiales de construcción deben ser sólidos, los pisos antideslizantes y las rampas ancladas al suelo.
- i. Escaleras fijas: son aquellas que se dejan permanentes, se usan esporádicamente, se utilizan para subir al techo, altillos, grúas y torres.
- j. Vías y salidas de evacuación: las mismas deben ser diseñadas para dar directamente a la salida de los edificios, deben estar señalizadas y con lámparas de emergencia, las dimensiones deben ser de acuerdo al tamaño de la maquinaria, número máximo de personas que pueden estar en el lugar, las puertas de evacuación deben estar señalizadas, abrirse hacia el exterior y no estar cerradas.
- k. Instalaciones eléctricas: ajustarse a las normativas indicadas por la empresa eléctrica y en lugares adecuados con su señalización respectiva.
- l. Personas con discapacidad: los lugares de trabajo deben contar con lugares adecuados para personas con discapacidad, entradas, salidas, evacuación, tránsito y servicios sanitarios, que se adapten para la buena movilización y desempeño.

#### **II.4.2 Orden, limpieza y mantenimiento**

Según el Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud -ISTAS- (Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud, 2013), el orden, limpieza y mantenimiento son aspectos muy importantes para evitar incidentes y accidentes, son muchos los riesgos sino se toman las medidas preventivas, las que se detallan a continuación:

- 1. Orden: si no se ordenan los objetos y se colocan en lugares inadecuados, como pasos peatonales, escaleras, áreas de trabajo y mal colocados o apilados pueden provocar incidentes y accidentes laborales.

2. Limpieza: es importante la limpieza debido a que en las áreas de trabajo se realizan algunas actividades en las que se genera basura de diferentes tipos, se derraman líquidos y otras sustancias que pueden provocar riesgos, incluso al limpiar se debe de realizar con instrumentos adecuados y con medidas de seguridad, para evitar riesgos a la persona que limpia y manipula la basura.
3. Mantenimiento: es indispensable y muy importante para el funcionamiento de las instalaciones del área de trabajo, realizar mantenimientos periódicos para las instalaciones del edificio o fabrica, maquinaria y equipo, pisos, áreas de trabajo entre otros.

#### **II.4.3 Servicios higiénicos y locales de trabajo**

Según el Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud -ISTAS- (Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud, 2013), las áreas de trabajo deben de contar con agua potable, servicios sanitarios con duchas, y lugares específicos para cambiarse de ropa o colocarse el equipo de protección personal y un lugar donde resguardar sus pertenencias personales.

#### **II.4.4 Locales de primeros auxilios**

Según el Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud -ISTAS- (Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud, 2013), las áreas de trabajo deben contar con un espacio específico de primeros auxilios que tenga como mínimo un botiquín equipado con medicamento relacionado a la actividad que realiza la empresa y la cantidad del personal, una camilla y una fuente de agua potable.

#### **II.5 Inadecuada distribución de áreas de trabajo**

Las áreas de trabajo deben cumplir con ciertos lineamientos establecidos por las leyes laborales vigentes del país y normas internacionales, para que llenen parámetros que

sean adecuados en la distribución de espacios, la falta de observación a las mismas puede provocar una inadecuada distribución de áreas de trabajo.

Según el Ministerio de Trabajo y Previsión Social de Guatemala (Ministerio de Trabajo y Previsión Social de Guatemala ,2014), establece en su reglamento de salud y seguridad ocupacional aprobado por medio del acuerdo gubernativo 229-2014 y sus reformas, lineamientos para que el trabajador se desempeñe en áreas adecuadas para las actividades laborales, el incumplimiento a los parámetros mínimos al reglamento se considera inadecuada para la salud y seguridad del trabajador.

Según el Ministerio de Trabajo y Previsión Social de Guatemala (Ministerio de Trabajo y Previsión Social de Guatemala,2014), en el artículo No. 15, el reglamento indica: que los lugares de trabajo deben proporcionar las condiciones mínimas para realizar las actividades laborales, debe tomarse en cuenta el espacio disponible como la cantidad de personas que estarán ubicadas en el lugar, tales como:

- a. Proporcionar espacios que permitan moverse con holgura en las áreas de trabajo.
- b. Evitar el hacinamiento: es importante tomar en cuenta el clima, las necesidades operativas del lugar y la cantidad de trabajadores que laboran en ella, sin incluir el espacio ocupado por la maquinaria, instalaciones fijas y almacenamiento de materiales.

Según el Ministerio de Trabajo y Previsión Social de Guatemala (Ministerio de Trabajo y Previsión Social de Guatemala ,2014), en su artículo No. 16 del reglamento indica las condiciones mínimas operativas en la industria, las cuales son:

- a. No puede ser menor de tres metros de altura, desde la parte inferior hasta la parte superior del lugar de trabajo.
- b. Un espacio de dos metros cuadrados libres por espacio de trabajo que ocupa cada persona.

- c. El volumen para cada trabajador debe de ser de seis metros cúbicos, ancho por largo por altura del espacio físico, entre el número de trabajadores, con algunas excepciones, los casos que, por el tipo de actividad, requiera un volumen diferente.

### **II.5.1 Mal diseño de los espacios de trabajo**

Según Castro (Castro, 2016), existen cinco causas que provocan un mal diseño de los espacios de trabajo, que son:

Distribución: para tener una buena distribución de maquinaria, equipo y herramienta en los espacios de trabajo, se debe tomar en cuenta a la persona que ocupara el espacio, de lo contrario puede provocar incidentes y accidentes.

1. Temperatura: no tomar en cuenta las condiciones térmicas ideales, puede producir mucho calor o frío, que afectan la productividad, mucho calor agota y provoca cansancio a las personas, el ambiente muy frío no permite concentración.
2. Iluminación: la falta de iluminación apropiada puede provocar que el trabajador tenga que forzar la vista, agotamiento mental y un bajo rendimiento laboral.
3. Espacio: no pensar en las personas al momento de crear los espacios físicos afecta negativamente a la empresa o institución. Los espacios inadecuados para realizar el trabajo no permiten concentración, si en ellos se desarrollan actividades diferentes que se ejecutan por otras áreas distribuidas en el mismo espacio.
4. Mobiliario: debe ser ergonómico para evitar problemas o enfermedades como daños musculares, que a futuro no favorecen el buen desempeño y concentración de los trabajadores.

### **II.5.2 Riesgos de un mal diseño**

Según Castro (Castro, 2016), existen tres riesgos de un mal diseño del lugar de trabajo que afecta la productividad laboral, como:

1. Baja productividad de los trabajadores: no tener una buena distribución de áreas de trabajo puede afectar a las personas, por ejemplo, si se colocan en un mismo lugar dos áreas diferentes con fines o actividades diversas como área industrial y de soldaduras, esto causa bajo rendimiento y falta de concentración por la mezcla no solo de actividades sino también de maquinaria, equipo y materiales.
2. Bajo sentimiento de marca: la falta de identificarse o sentimiento de pertenencia con la empresa o lugar de trabajo, juega un papel importante para el crecimiento tanto personal como empresarial.
3. Incremento de los costos operativos: tener espacios innecesarios, la falta de aprovechamiento de la luz natural y del clima, pueden elevar los costos operativos.

## **II.6 Áreas de trabajo en laboratorios**

Las áreas de trabajo en los laboratorios, dependen del servicio que prestan para su funcionamiento, existen diferentes tipos de laboratorios: clínicos, de suelos, docentes, bacteriológicos, químicos, entre otros, sus áreas de trabajo se adecuan por la actividad que realizan, por ejemplo: un laboratorio clínico sus áreas se distribuirán de acuerdo a su funcionamiento, como; área de sala de espera, recepción, bacteriología, hematología, análisis, entre otros.

### **II.6.1 Definición de Laboratorio**

Según Bertran (Bertran, 2021), define un laboratorio: como el lugar que tiene los equipos y herramientas especiales y necesarias para desarrollar actividades de carácter científico, de investigación y análisis, lugar donde se realizan experimentos e investigaciones que satisfacen necesidades, que cumplen con estrictas normas de seguridad y que brindan garantía en los resultados obtenidos en sus pruebas científicas.

Según Pérez & Gardey (Pérez & Gardey 2010), define un laboratorio: como un espacio equipado con todo lo necesario para realizar experimentos, investigaciones o trabajos de carácter científico o técnico.

## **II.6.2 Principales tipos de laboratorios**

Según Bertran (Bertran,2021), existen trece principales tipos de laboratorios, que se diseñan de acuerdo a su naturaleza y a sus necesidades, como lo son: clínico, de biología, de química, de física, de metrología, de suelos, de calidad de agua, analítico, de bioseguridad, de incubadora, de producción, de investigación y desarrollo (I+D) y docente, los que se detallan a continuación:

### **II.6.2.1 Laboratorio clínico**

Según Bertran (Bertran,2021), se utiliza en el campo de la medicina donde se analizan muestras biológicas de personas o animales, se encuentran ubicados dentro de hospitales y clínicas particulares, son fundamentales para un diagnóstico.

### **II.6.2.2 Laboratorio de biología**

Según Bertran (Bertran,2021), se trata con muestras biológicas, pero no necesariamente aplicadas a la medicina, existen varios tipos de laboratorios microbiológicos que estudian la naturaleza de las bacterias, virus y hongos, de biología molecular que estudia las partes más pequeñas de la biología y de la genética que investiga los genes y el ADN.

### **II.6.2.3 Laboratorio de química**

Según Bertran (Bertran,2021), el laboratorio de química trabaja con compuestos o elementos químicos, no son de origen biológico, analizan las propiedades químicas de distintas sustancias, al trabajar con químicos de alta toxicidad deben cumplir con normas de seguridad muy estrictas.

#### II.6.2.4 Laboratorio de física

Según Bertran (Bertran,2021), su enfoque es docente, se utilizan para demostrar principios físicos que se relacionan con la mecánica, se trabaja por medio de la observación del movimiento de cuerpos, así como el comportamiento de propiedades electromagnéticas, ópticas y electrónicas de distintos objetos.

#### II.6.2.5 Laboratorio de metrología

Según Bertran (Bertran,2021), se utiliza para estudiar la calibración de equipos, que se usan en la industria, los laboratorios son necesarios para industrias de alimentos, farmacéuticas, automovilísticas, entre otras, los equipos a calibrar son balanzas, termómetros, turbinas, fuentes de voltaje, hornos, micrómetros, entre otros.

#### II.6.2.6 Laboratorio de suelos

Según Bertran (Bertran,2021), se utilizan para la investigación y evaluación en la agricultura, mide las propiedades químicas, físicas y biológicas de distintas muestras del suelo, ayuda a evaluar si el suelo tiene los nutrientes y patrones necesarios para la siembra y recolección.

#### II.6.2.7 Laboratorio de calidad de agua

Según Bertran (Bertran,2021), son laboratorios importantes para la salud pública, se toman muestras de varios lugares para verificar que cumplan con los requerimientos químicos, biológicos y bacteriológicos para el consumo humano.

#### II.6.2.8 Laboratorio analítico

Según Bertran (Bertran,2021), se utilizan en la industria alimentaria, en ellos se analizan si los alimentos que se utilizan para el consumo humano y animal cumplen con los parámetros establecidos, por lo regular la empresa cuenta con su propio laboratorio.

#### II.6.2.9 Laboratorio de bioseguridad

Según Bertran (Bertran,2021), son laboratorios que trabajan con agentes patógenos, que pueden producir un riesgo para la salud individual o poblacional, como el virus de la gripe, influenza, y otros tipos de virus que pueden ser catalogados de mucha peligrosidad para los seres humanos.

#### II.6.2.10 Laboratorio de incubadora

Según Bertran (Bertran,2021), son laboratorios utilizados para el cultivo de muestras de microorganismos, tejidos y células que en condiciones normales no podrían realizarse.

#### II.6.2.11 Laboratorio de producción

Según Bertran (Bertran,2021), utilizados en la industria, son plantas piloto para realizar muestras previo a la producción a gran escala, permite conocer si un producto se puede producir sin ningún riesgo y que sea rentable para su elaboración.

#### II.6.2.12 Laboratorio de investigación y desarrollo (I+D)

Según Bertran (Bertran,2021), son utilizados para investigación y progreso, se realizan muestras experimentales de química, biología y tecnología para encontrar aplicaciones prácticas.

#### II.6.2.13 Laboratorio docente

Según Bertran (Bertran,2021), son instalaciones utilizadas para el aprendizaje, tanto a nivel escolar como universitario, los laboratorios se diseñan en base a normas de seguridad e higiene Industrial.

##### II.6.2.13.1 Tipos de laboratorios docentes

Existen varios tipos de laboratorio docentes, para el presente trabajo se mencionan algunos que se utilizan en universidades, como parte del pensum de estudios de las

algunos que se utilizan en universidades, como parte del pensum de estudios de las carreras de Ingeniería Mecánica, Industrial y Mecánica Industrial.

Según el pensum de estudios de la facultad de ingeniería de la universidad de San Carlos de Guatemala (pensum de estudios de la facultad de ingeniería de la universidad de San Carlos de Guatemala, 2020), se imparten varios laboratorios que se mencionan a continuación:

1. Laboratorio de control numérico computarizado (CNC): busca que las personas se actualicen y conozcan técnicas de utilización y medición por medio de la automatización en los procesos para adquirir los conocimientos, habilidades y actitudes del uso de software, diseño y manufactura asistido por computadora (CAD/CAM CNC).
2. Laboratorio de refrigeración y aire acondicionado: su función principal es dar a conocer el funcionamiento, mantenimiento, detectar fallas y las múltiples aplicaciones de la refrigeración y aire acondicionado.
3. Laboratorio de instalaciones mecánicas: se utiliza para poner en práctica el uso de compresores, unidades de mantenimiento, redes de distribución, válvulas, entre otros.
4. Laboratorio de máquinas hidráulicas: este laboratorio está enfocado sobre el uso y manejo de equipo de bombeo, equipo de generación eléctrica, equipo de captación de energía eólica, entre otros sistemas.
5. Laboratorio de motores de combustión interna: se utiliza para aprender a realizar diagnósticos exactos y análisis de elementos de máquinas cuando fallan, en tiempo récord, conocimientos sobre reparación de motores.
6. Laboratorio de procesos de manufactura: se enfoca en poner en práctica la tecnología, aplicación y manejo de las principales máquinas, equipos y herramientas en la fabricación de piezas, por medio de técnicas de corte y del

proceso de maquinado, así como los procesos de soldadura industrial, su funcionamiento y aplicación en las empresas de Metal-Mecánica en los procesos de unión, corte y dobleces de los metales.

### **II.6.3 Áreas de trabajo de un laboratorio de procesos de manufactura**

Las áreas de trabajo de un laboratorio están distribuidas de acuerdo al servicio que presta, para el trabajo de investigación se desarrolla sobre un laboratorio de practica estudiantil de procesos de manufactura de la carrera de ingeniería.

Para tener una mayor comprensión de las áreas del laboratorio de procesos de manufactura se presenta una breve descripción de las mismas a continuación:

Según el programa del laboratorio de procesos de manufactura de la facultad de Ingeniería (programa del laboratorio de procesos de manufactura de la facultad de Ingeniería, 2020), las áreas de trabajo para las escuelas de Mecánica, Mecánica Industrial e Industrial en el laboratorio, están distribuidas de la siguiente forma:

1. Área de charlas magistrales: el objetivo principal es impartir conocimientos teóricos, básicos de las máquinas-herramientas, conocimiento de los diversos tipos de soldadura industrial, que el estudiante aprenda a utilizarlas con las medidas de seguridad.
2. Área de bodega de herramienta y equipo: lugar donde se almacena la herramienta, y equipo de protección personal (EPP).
3. Área de maquinado de piezas: área donde se corta el material a mano, afila un buril y se realizan acabados finales de las piezas, se utiliza arco con sierra, esmeril y limas.
4. Área tornos: funcionamiento y manejo del torno, taladro, cepillo, fresadora vertical, calibrador vernier, micrómetro y otros instrumentos de medición, herramientas de corte para maquinas-herramientas, fabricación del proyecto.

5. Área de soldadura autógena.
6. Área de soldadura de arco eléctrico.

## **II.7 Reingeniería**

La reingeniería nace de la necesidad de realizar un cambio total en las áreas de trabajo, que evalúa los procesos para el logro de los objetivos de la institución.

“La Reingeniería es un proceso concebido para rediseñar las operaciones de los negocios con el objeto de lograr un incremento significativo del valor que se le agregue a un servicio o producto, así como el replanteamiento profundo y rediseño radical de los procesos de la organización para lograr mejoras significativas en los factores críticos del desempeño, tales como: costos, servicio y rapidez. (Lopez y Trujillo, 2004) pág.: 13.”

Según Padilla (Padilla, 1997), indica que la reingeniería: es realizar un cambio total de las áreas de trabajo, tanto en sus actividades, personal y su organización. La reingeniería involucra cambios en los procesos, estrategia, tecnología y personal, que se detallan a continuación:

- a. Estrategia: es determinante para alcanzar los objetivos fundamentales de la empresa.
- b. Procesos: los cambios en los procesos son importantes para el buen desempeño laboral, que toma en cuenta la estrategia y objetivo de la empresa.
- c. Personal: crear un buen ambiente laboral es indispensable para el buen desempeño del trabajador.
- d. Tecnología: contar con equipo y herramientas actualizadas para el buen funcionamiento de la empresa.

### **II.7.1 Importancia de la reingeniería**

Según Padilla (Padilla,1997), siempre hay nuevos conocimientos y opiniones aplicables a las empresas o instituciones que se manejan en el mercado de bienes y servicios, así como la tecnología y los servicios que se prestan pueden volverse obsoletos, que hace que la empresa tenga que realizar cambios ante el ambiente competitivo externo, que requiere una reingeniería.

Según Padilla (Padilla,1997), ante la competencia con otras empresas, por mejores productos y servicios, las empresas deben evaluar sus estrategias, buscar más planes que permitan un mejor desarrollo laboral, con otros objetivos y metas, que lo llevan a realizar una reingeniería en cualquier área de trabajo tanto en espacios físicos como tecnológicos, al realizar una reingeniería hay que pensar en dirigir todos los procesos a mejorar la atención o el servicio al cliente, es necesario incluir la tecnología dentro de los cambios, que permitirá lograr mejoras competitivas.

### **II.7.2 Esquema básico**

Según Padilla (Padilla, 1997), define el esquema básico como: la metodología, tecnología, personal y equipos de trabajo que debe evaluarse para la reingeniería de una empresa o institución, que toma en cuenta los aspectos siguientes:

1. Metodología de análisis de procesos y flujos de trabajo: para el análisis de reingeniería deben utilizarse métodos de flujogramas, análisis de operaciones y de sistemas.
2. La tecnología: debe tomarse en cuenta la tecnología de información, integración de sistemas y automatización, que son de importancia para el conocimiento, aplicación y actualización de sistemas y métodos para lograr mejoras continuas dentro de la empresa.

3. Personal y equipo de trabajo facultados: la empresa debe capacitar y adiestrar al personal para que desarrolle el trabajo adecuadamente para alcanzar los objetivos y metas en cualquier área de trabajo.

### **II.7.3 Como hacer reingeniería**

Según Padilla (Padilla, 1997), para implementar reingeniería se debe llevar una secuencia lógica de algunos procesos, actividades y etapas, que se realizan antes, durante y después de la implementación, para que haya un mejor funcionamiento, detalladas a continuación:

#### **II.7.3.1 Antes de la implementación**

Según Padilla (Padilla, 1997), antes de realizar una implementación de reingeniería se debe tomar en cuenta algunas sugerencias previas de ciertas actividades, como lo son:

- a. Replantear el trabajo (se empieza desde cero): esto involucra hacer un análisis de los pasos que se realizan en cada área de trabajo, evaluar en donde hay cuellos de botella y de información innecesaria, tomar en cuenta las sugerencias y opiniones de las personas que están involucradas en las áreas de trabajo.
- b. Elimine papel: evaluar en los trámites administrativos la duplicidad de información en documentos o eliminar donde sea necesario, que ayuda a reducir costos y proteger al medio ambiente.
- c. Agrupe tareas: el distribuir responsabilidades en otras personas ayudan a mejorar los procesos y sus resultados.
- d. Ubique responsabilidades: asignar responsabilidades sobre las personas que trabajan más cerca en las actividades, facilitan la toma de decisiones y un mejor funcionamiento.

- e. Procesar información en paralelo en lugar de procesarla secuencialmente.
- f. Reducir tiempos en el proceso.

#### II.7.3.2 Durante la implementación

Según Padilla (Padilla, 1997), durante la implementación de reingeniería se debe tomar en cuenta algunos aspectos importantes como:

1. Herramientas necesarias: las herramientas como parte importante incluyen al cliente, los procesos y competidores, como:
  - a. Benchmarking: busca una comparación con lo mejor del mercado.
  - b. Mapeo de los procesos: analizar la diagramación de los procesos.
  - c. Gráfico de flujos: es una diagramación secuencial de las actividades del proceso.
  - d. Análisis de automatización: conoce si hay ventajas o desventajas de nuevos sistemas de cómputo.
  - e. Análisis de operaciones: analiza a fondo las operaciones de los procesos.
  - f. Simplificación de trabajo: que exista productividad en los procesos.

Según Padilla (Padilla, 1997), los factores a considerar por las empresas para regular sus operaciones y funciones para el cumplimiento de metas, internas y externas.

2. Según Padilla (Padilla, 1997), los factores externos son: el gobierno, competencia y facilidad de adquisición, que se detallan a continuación:
  - a. Gobierno: las leyes que regulan el país.
  - b. Competencia: se denota en la importación por su presentación.
  - c. Facilidad de adquisición: consumidores y proveedores.

3. Según Padilla (Padilla, 1997), los factores internos son: organigrama, organización de la distribución; para el abastecimiento de productos o servicios, recursos, tipo de producto, tiempo de entrega optima, atención al cliente en cuanto a exigencias y necesidades, manejo adecuado de los inventarios, sectorización o regionalización; en un lugar adecuado para poder cubrir toda la demanda.
4. Según Padilla (Padilla, 1997), las funciones de la empresa son las operaciones que se realizan en cada departamento, como:
  - a. Función de compras: es todo lo relacionado con la adquisición de productos o materia prima.
  - b. Almacenaje: son instalaciones llamadas bodegas en donde se almacenan los productos o materia prima.
  - c. De ventas: su función es la venta de los productos.
  - d. Liquidación y facturación: verifica todos los movimientos realizados en las ventas con un control detallado de ingresos y gastos.
5. Según Padilla (Padilla, 1997), la revisión de procesos críticos es importante, por ser el proceso que inicia desde la producción hasta la entrega del producto o servicio, que lleva por finalidad la satisfacción del cliente, con lo que se establece si existen procesos críticos en todo el proceso.
6. Definición de las estrategias: es la planeación de las acciones para cumplir con los objetivos trazados en la empresa.
7. Situación actual de los procesos: es describir las diferentes actividades que conforman los procesos, el orden que llevan y como se desarrollan.
8. Creación y priorización de metas: las metas se trazan para alcanzar los objetivos

en un tiempo determinado, que involucra la utilización de los recursos que dispone la empresa.

9. Análisis de procesos: para analizar los procesos es necesario tener reuniones con el personal a cargo de las distintas actividades y áreas de trabajo, para conocer mejor los objetivos y metas de cada uno y buscar por medio de la reingeniería nuevos procesos que ayuden a cumplir con las expectativas de la empresa.

#### II.7.3.3 Después de la implementación

Según Padilla (Padilla, 1997), se debe tomar en cuenta que después de la implementación de reingeniería, deben evaluarse los siguientes aspectos:

1. Definición de nuevos procesos: son resultado de la evaluación y análisis de los procesos que se estudiaron y que se definieron como críticos, los nuevos procesos deben ser la mejor opción para cumplir con los objetivos y metas de la empresa o institución.
2. Comparación de procesos (antes y después de reingeniería): es evaluar los cambios nuevos con los anteriores, se realiza una comparación y se implementan los cambios necesarios.
3. Diagrama de nuevos procesos: es presentar los procesos en graficas de todas las actividades, así como el personal involucrado.
4. Medidas de desempeño: existen varias herramientas para medir los resultados y funcionamiento de procesos y su reestructuración, como: medidas de desempeño de procesos y de resultados, que buscan un equilibrio entre sus categorías de calidad, de tiempo y de costo, el objetivo primordial es prestar un buen servicio para tener un óptimo desempeño.
5. Resistencia al cambio: es uno de los principales inconvenientes al aplicar una reingeniería en las áreas de trabajo, crea expectativas de un futuro incierto al

personal, existen técnicas para evitar la resistencia al cambio, es importante mantener buena comunicación para despejar dudas, se debe informar de todos los cambios así como involucrar al personal en el proceso del proyecto de reingeniería.

6. La reingeniería: busca cambios radicales que involucran cambio de estilo de vida en las personas, la manera de trabajar, sus actitudes, hasta lo que piensan de la empresa.
7. Según Padilla (Padilla, 1997), la implementación es poner en marcha el proyecto que se plasmó en papel, es la etapa de elaboración de un plan de trabajo que debe llevar las actividades siguientes:
  - a. Dar a conocer los procedimientos nuevos al personal involucrado en el proceso.
  - b. Capacitar al personal a cargo, en todas las actividades de cambios que se realizan.
  - c. La programación de un tiempo de prueba con el personal involucrado en los nuevos procedimientos.
  - d. Mostrar a los administradores o encargados del área los nuevos procesos.
  - e. Al iniciar las operaciones en el tiempo real, se debe invertir un tiempo de monitoreo por parte del personal de apoyo que realiza la reingeniería.
  - f. Programar un tiempo de revisión de toda la información generada por medio de los reportes, que servirán para la toma de decisiones correctas.

Según Padilla (Padilla, 1997), la reingeniería busca un cambio radical en una empresa o institución, se toma en cuenta muchos aspectos para su aplicación, pero los resultados que se obtienen son satisfactorios.

## **II.8 Laboratorio de procesos de manufactura**

Los laboratorios de procesos de manufactura tanto en las universidades, centros de

estudio e institutos tecnológicos, forman parte de la formación académica del profesional en las áreas de Ingeniería, es importante su evolución por los cambios tecnológicos de cada día.

### **II.8.1 Procesos de manufactura**

Según Solares (Solares, 2018), define proceso de manufactura desde dos aspectos, uno técnico y otro económico, que se definen a continuación:

- a. Proceso técnico: es transformar la materia prima por medio de un proceso físico y químico para obtener un bien, que utiliza maquinaria, equipo, herramienta, energía y el trabajo humano.
- b. Proceso económico: es transformar la materia prima en producto terminado que aumenta su valor.

### **II.8.2 Planeación del proceso de manufactura**

Según Solares (Solares, 2018), el proceso de manufactura conlleva una planeación y organización, que se puede describir de la forma siguiente:

- a. Proceso administrativo: debe incluir planeación, integración, organización, dirección y control.
- b. Objetivos: debe incluir transformación o manufactura, plano del lugar y plan de trabajo, que toma en cuenta los servicios, un diagrama de flujo y sus anexos.

### **II.8.3 Clasificación de los procesos de manufactura**

Según Solares (Solares, 2018), indica que por criterio se toman en cuenta cinco grupos en los procesos de manufactura, que son:

1. Los que cambian la forma de la materia: se pueden incluir fundición, forma en frío y caliente, metalurgia extractiva, de polvos y moldeo de plástico.

2. Los que provocan desprendimiento de viruta por medio de maquinaria: se puede mencionar, maquinado convencional y maquinado especial.
3. Que cambian las superficies: por desprendimiento de viruta, pulido y recubrimiento.
4. Para el ensamblado de materiales: uniones permanentes y temporales por medio de calor o roscado.
5. Para cambiar las propiedades físicas: involucra temple de piezas y temple superficial por medio de temperatura.

#### **II.8.4 Máquinas y herramientas en los procesos de manufactura**

Según Solares (Solares, 2018), las máquinas y herramientas sirven para moldear el material en su manera rustica, principalmente metales, la herramienta es la que da forma y desprendimiento del material y la máquina un mecanismo que da movimiento y energía a cualquier dispositivo.

##### **II.8.4.1 Clasificación de máquinas y herramientas**

Según Solares (Solares, 2018), las máquinas y herramientas se pueden clasificar, por las funciones que desempeñan, tipo de piezas que pueden producir y por el movimiento que efectúan durante la transformación de las piezas, las que se detallan a continuación:

- a. Máquinas y herramientas con arranque de material: comprenden las de arranque de grandes porciones de material (cizalla, tijera y guillotina), de medianas porciones de material (tornos, fresadoras, taladros, máquinas para fabricación de engranes, roscadoras, cepilladoras, máquinas especiales, mecanizado), y pequeñas porciones de material (rectificadoras, pulidoras, máquinas de rodar, mecanizado láser, mecanizado por chorro abrasivo y mecanizado por chorro de agua).

- b. Máquinas y herramientas por deformación de material: incluyen prensas mecánicas, hidráulicas y neumáticas, máquinas para forjar, para el trabajo de chapas y bandas, de barras y perfiles, de tubos, de alambre y para fabricar bulones, tornillos, tuercas y remaches.

#### II.8.4.2 Instrumentos de medición

Según López (López, 2007), en la práctica del laboratorio de proceso de manufactura las mediciones de piezas deben ser lo más exactas para su fabricación, es importante conocer los instrumentos de medición de forma general, se pueden mencionar:

1. El calibrador Vernier: se utiliza para medición lineal de exteriores, interiores y de profundidades, permite hacer lecturas hasta 0.05 o 0.02 milímetros y de 0.001 o 1/128 pulgadas, depende del sistema de graduación si es sistema métrico o inglés.
2. Calibrador Palmer: se utiliza para mediciones con alta precisión de un objeto, que puede incluir un nonio, tiene su aplicación en las operaciones de mecanizado de piezas, operaciones que deben medirse varias veces para no equivocarse en las medidas.

Los instrumentos de medición utilizados en los procesos de manufactura más comunes se detallan a continuación:

Según Toc (Toc, 2017), existen varios tipos de calibradores:

1. Calibrador de carátula de lectura directa: es fácil de leer y sustituye al calibrador Vernier estándar, mide en pulgadas y en sistema métrico, existen de lectura digital.
2. Calibrador electrónico digital: tiene una resolución de lectura de 0,0005 pulgada o 0,001 mm, realiza mediciones en pulgadas y en sistema métrico para diámetros exteriores e interiores, escalones y de profundidad, se utiliza para equipos de controles estadísticos de procesos.

3. Según Toc (Toc, 2017), existen varios tipos de micrómetros conocidos como calibrador Palmer, que se detallan a continuación:
  - a. Micrómetro combinado en pulgadas y unidades métricas: realiza medidas en pulgadas como en sistema métrico y combina dos escalas, una escala de lectura digital y la otra se lee en el casquillo y la manga respectivamente.
  - b. Micrómetro de puntas: se utiliza para medir espacios limitados o donde es conveniente tomar una medida en un lugar exacto, se diseñan con varios ángulos de puntas.
  - c. Micrómetro de disco: se utiliza para medir materiales delgados como el papel y cuando se trata de determinar la distancia de la ranura al borde.
4. Según Toc (Toc, 2017), el reloj comparador es un instrumento que se utiliza para comparar el tamaño o forma de la pieza de trabajo con un patrón conocido, mide la tolerancia aceptable y puede verificar la geometría de roscas, engranes y cortadores perfilados para máquinas y herramientas, existen tres tipos; reloj comparador mecánico, electrónico y óptico.

#### II.8.4.3 Maquinaria, equipo y herramientas del área Industrial

En el área industrial se utilizan diferentes máquinas, equipos y herramientas para transformar la materia prima, sujetando, cortando, taladrando y dándole forma al material utilizado.

Según Toc (Toc, 2017), mecánica de banco: es la organización que se debe de aplicar en el área de trabajo, la correcta disposición de las herramientas de trabajo y las reglas a seguir para realizarlo, que se compone de las siguientes herramientas de corte manuales:

1. La sierra de arco (segueta) de dentado ordinario o fino.

2. Lima para metal ordinaria o fina.
3. Roscado manual interior (Machuelo).
4. Roscado manual exterior (terraja).
5. El esmeril o amoladora.

#### II.8.4.4 Prensa de banco

Según Toc (Toc, 2017), la prensa de banco se utiliza para sostener con más firmeza piezas pequeñas para operaciones de aserrado, corte con cincel, limado, pulido, taladrado, escariado o cachueleado, la prensa de banco puede ser de apoyo fijo o giratorio para sujetar las piezas y que tengan movimiento para un mejor funcionamiento.

#### II.8.4.5 Taladro

Según López (López, 2007), el taladro: es una máquina que permite hacer agujeros por medio del movimiento de rotación, es de mucha utilidad, realiza perforado en láminas de hierro, polímeros, madera y materiales varios que sean blandos, utiliza una herramienta de corte (broca) que sujeta el cabezal de forma automática o manual, principalmente perfora metales por medio de herramientas de corte, existen varios tipos de taladros, se mencionan los más comunes: taladros sensibles, vertical estándar y radial.

Según López (López, 2007), las principales partes de un taladro son: base, mesa, columna, cabeza taladradora, husillo, manguito, porta brocas y palanca de avance manual.

#### II.8.4.6 Torno

Según López (López, 2007), el torno es una de las máquinas más utilizadas en la industria, les da forma a los metales por medio del desprendimiento del metal, utiliza

una herramienta de corte, su tamaño está definido por el mayor diámetro de la pieza de trabajo que puede girar sobre las guías del torno y por la distancia máxima entre centros, existen muchos tipos de tornos en la industria que pueden realizar diferentes formas a las piezas metálicas.

Según López (López, 2007), las partes que componen un torno son: la bancada, cabezal, los husillos del cabezal, el husillo en huecos, la caja de engranajes que dan la velocidad y movimiento, el carro longitudinal y el contrapunto que es la parte que centra la pieza a torneear.

#### II.8.4.7 Fresadora

Según López (López, 2007), la fresadora es una máquina eléctrica rotativa en la que se coloca herramienta de corte, realiza operaciones de fresado y da forma a los materiales en superficies distintas, como: planas, cóncavas, convexas, combinadas, ranuradas, engranajes y hélices.

Según López (López, 2007), existen varios tipos de máquinas fresadoras como son: fresadora manual, fresadora simple que es un tipo de fresadora de construcción más robusta y la fresadora universal utilizada para piezas que necesitan mayor precisión en la fabricación. Las partes que componen la fresadora simple y universal son: cuerpo de la fresadora, el husillo de fresar, mecanismo de accionamiento del avance, cabezal, mesa, columna, volante del avance horizontal, volante del avance vertical, volante del avance transversal.

#### II.8.4.8 Torno de control numérico computarizado (CNC)

Según Toc (Toc, 2017), el torno CNC: es una máquina que pertenece al grupo de los tornos, se maneja por medio de una computadora que utiliza programas para diseño y manejo, se utiliza para mecanizar piezas de revolución, tiene mayor capacidad de producción y precisión en el mecanizado por su estructura funcional y valores tecnológicos del mecanizado.

Según Toc (Toc, 2017), el torno CNC contiene cuatro partes que son:

- a. Computadora de uso general: almacena toda la información que se va a programar.
- b. Unidad de control: comunica y dirige la información entre la computadora y la unidad de control de la máquina.
- c. La lógica de la máquina: recibe información de la computadora y la traslada al control de la máquina.
- d. Unidad de control de la máquina: maneja controles de velocidad, de avance, operaciones de la máquina y el cambiador automático de herramientas.

Según Toc (Toc, 2017), otras partes del torno CNC que se pueden mencionar son: motor y cabezal principal, bancada y carros desplazables, ajuste y posicionamiento de carros, estructura de un programa de torneado, número de registro, formación de viruta.

#### II.8.4.9 Soldadura oxiacetilénica

Según Toc (Toc, 2017), la soldadura oxiacetilénica: es un proceso que produce calor, necesario para calentar y fusionar una pieza y el material de aporte a utilizar que se funde por medio de una llama de alta temperatura, que se obtiene al mezclar los gases de acetileno y oxígeno, que alcanza temperaturas de 3,100 grados centígrados, esta mezcla produce diferentes tipos de llamas: llama normal, carburante o reductora y oxidante.

Según Toc (Toc, 2017), el corte oxiacetilénico se utiliza para cortar metales ferrosos, utiliza el mismo equipo de soldadura oxiacetilénica a excepción de la boquilla, utiliza una boquilla especial de corte.

Según Toc (Toc, 2017), los elementos de un equipo de soldadura oxiacetilénica son: sopletes, cilindro de oxígeno, cilindro de acetileno, manómetro de presión de cilindro,

válvula de regulación de presión de trabajo, manómetro de presión de trabajo y mangueras de oxígeno y acetileno, encendedor de fricción (chispero), y limpia boquillas.

#### II.8.4.10 Soldadura de arco eléctrico

Según Toc (Toc, 2017), la soldadura de arco eléctrico: es un proceso de soldadura, donde se unen las piezas por medio de calor generado por un arco eléctrico, que no necesita aplicar presión ni tener ningún tipo de material de aporte, es un flujo continuo de electrones a través de un medio que genera luz y calor. Los elementos de un equipo de soldadura son: generador de corriente, cables de conexión, porta electrodo, masa o tierra, electrodo y pieza de trabajo.

#### II.8.4.11 Soldadura de gas inerte de tungsteno (TIG)

Según Toc (Toc, 2017), la soldadura de gas inerte de tungsteno (TIG): es un sistema de soldadura de arco con protección gaseosa (argón o helio) que evita la contaminación de la unión, se utiliza en diferentes metales, utiliza un arco eléctrico generado entre un electrodo de tungsteno no consumible y la pieza de soldar, puede o no utilizar material de aporte, logra soldaduras homogéneas, presentables, de buena calidad y con acabado liso.

#### II.8.4.12 Soldadura GMAW o Soldadura de hilo (MIG/MAG)

Según Toc (Toc, 2017), es una soldadura por arco metálico con gas (argón y bióxido de carbono), se logra por un arco en el extremo del alambre de aporte y la pieza de soldar, la función de los gases es proteger el arco, el baño de fusión y al material de aporte, existen dos clasificaciones por el tipo de gas protector: (MIG); emplea gas puro, inerte como helio, argón y otros, para metal no ferroso y (MAG); utiliza dióxido de carbono, como gas protector para metal ferroso.

## **II.9 Distribución de espacios físicos de un laboratorio de procesos de manufactura**

La distribución de espacios físicos es de suma importancia para el buen funcionamiento en laboratorios de procesos de manufactura, existen diferentes métodos para que un laboratorio pueda tener un buen funcionamiento y una mejor productividad.

Según el diario digital argentino, INFOBAE (Diario digital argentino, 2017), una buena distribución de los espacios y un ambiente agradable son importantes para el buen desempeño laboral.

Según el diario digital argentino, (Diario digital argentino INFOBAE, 2017), se han hecho estudios a profesionales de varios lugares del mundo, que opinan que el bienestar del trabajador es un tema importante del futuro del trabajo, según la Fast Forward 2030 (El futuro del trabajo y del espacio), los lugares de trabajo deben diseñarse para que el personal pueda realizar su trabajo de forma eficiente y efectiva para poder cumplir con los objetivos trazados que permitan obtener beneficios para el trabajador y la empresa.

Según Cerem Comunicación (Cerem Comunicación, 2016), los espacios de trabajo deben ser adecuados, debido a que una persona pasa la mayor parte de su tiempo en el lugar de trabajo que a largo plazo afecta su salud y puede dañar el rendimiento en el trabajo.

Según Cerem Comunicación (Cerem Comunicación, 2016), un lugar de trabajo que no cuente con espacios adecuados y un buen ambiente de trabajo, afecta física y mentalmente a las personas que laboran bajo esas condiciones, los médicos le llaman trastornos musculoesqueléticos, que emocionalmente provoca estrés, migrañas o falta de concentración. Es importante al momento de diseñar una distribución de espacios el uso de la ergonomía, que es la ciencia del diseño para la relación del trabajador, la maquinaria, equipo y los ambientes laborales.

“La ergonomía se basa en el estudio de los parámetros geométricos y ambientales dentro de los cuales el cuerpo humano puede operar, implica por tanto la modificación del espacio de trabajo según parámetros antropométricos. Es decir, aquellas medidas que se infieren directamente del cuerpo humano que atiende tanto a las posiciones estáticas más confortables como a los movimientos más naturales (Cerem Comunicación, 2016) pág.:1.”

### **II.9.1 Distribución de áreas de trabajo**

Según Paredes (Paredes, 2010), define distribución del área de trabajo como: aquellos elementos industriales que deben ordenarse en los espacios de trabajo, que incluye materiales para almacenamiento, trabajadores del lugar, personas que intervienen indirectamente y el equipo para trabajar.

Según Paredes (Paredes, 2010), la adecuada distribución de áreas de trabajo tiene varias ventajas, como son:

1. Acortar el recorrido para recoger los materiales, herramientas y equipos.
2. Adecuada circulación del trabajador, equipo de trabajo y los materiales de producción.
3. La seguridad y disminución de accidentes para los trabajadores en los lugares de trabajo.
4. Mejor ubicación de lugares de inspección, que ayuden a mejorar la calidad del producto o servicio.
5. Elaborar en menor tiempo el producto.
6. Mejora la productividad y baja los costos.

## **II.9.2 La calculadora de espacio libre disponible**

Según Cerem comunicación (Cerem comunicación, 2016), distribuir espacios físicos de trabajo de forma adecuada es muy variado, depende de las actividades económicas a que se dedica la empresa, el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, cuenta con una aplicación que permite calcular la distancia que debe tener cada trabajador en su espacio de trabajo, la aplicación permite calcular de una manera sencilla el espacio que debe tener la persona y los objetos (mobiliario, equipo, herramientas y maquinarias) en las áreas.

### **II.9.2.1 Proceso de cálculo**

Según Cerem comunicación (Cerem comunicación, 2016), a continuación se presenta una breve explicación de los aspectos que se toman en cuenta para el cálculo de la distribución de los espacios de acuerdo al Sistema del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo:

1. Cálculo de la superficie total disponible: al ingresar en el sistema, se debe tener el cálculo total de la superficie del espacio disponible, puede elegir dentro de las figuras que muestra el programa, la que más se acople al espacio que se desea distribuir que depende del diseño, se ingresan las medidas.
2. Cálculo de la superficie de los espacios del local que se deben descontar: del total disponible del espacio, se debe descontar todas las áreas a distribuir necesarias para su funcionamiento, se debe tener conocimiento de sus medidas y aproximaciones que depende de su figura geométrica.
3. Cálculo de la superficie ocupada por los elementos materiales: los elementos materiales son los mobiliarios, máquinas y equipos que están dentro del espacio de trabajo y no son parte del espacio disponible para el trabajador, se debe calcular y tomar en cuenta las medidas de cada elemento, que va a totalizar el espacio ocupado.

4. Cálculo de la superficie libre total: es el espacio libre, se resta el espacio total de los espacios no disponibles y el ocupado por los elementos materiales.
5. Cálculo de la ratio de superficie libre por trabajador: para que el sistema de por aprobado el espacio, se realiza un cálculo que se determina del total de trabajadores que ocupan el lugar, se divide el espacio libre por el número de trabajadores, el resultado debe ser mayor a 2 metros cuadrados de espacio mínimo por trabajador.

Según Cerem comunicación (Cerem comunicación, 2016), con este método de cálculo del espacio libre que debe tener los lugares de trabajo, facilita a las empresas para que cumplan con las normativas vigentes y no requiere de la utilización de planos y otras técnicas de construcción.

Según Cerem comunicación (Cerem comunicación, 2016), con esta herramienta el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, busca el bienestar del trabajador que beneficie su salud y que se sienta parte de la institución, que a largo plazo trae beneficios económicos a la empresa porque el trabajador será más productivo al contar con un espacio adecuado para desempeñar sus labores.

### **II.9.3 Métodos de distribución**

Según Paredes (Paredes, 2010), existen varios métodos de distribución de un lugar de trabajo, pero se abordan dos métodos: métodos cuantitativos y métodos cualitativos, que se describen a continuación:

- 1 Métodos cuantitativos: estos métodos toman en cuenta la medición de los procesos y las distancias, buscan reducir los costos o tiempos de transporte de un proceso a otro.
- 2 Métodos cualitativos: toma en cuenta las opiniones de un departamento o un área específica en cuanto a su gusto y deseo, buscan la comodidad y acceso para la atención a las personas.

#### **II.9.4 Tipos de distribución**

Según Paredes (Paredes, 2010) existen tres tipos de distribución de áreas de trabajo: distribución por posición fija o por producto estático, distribución por proceso y distribución por producto, detalladas a continuación:

1. Distribución por posición fija o por producto estático: en este caso el producto que se fabrica no se mueve del lugar, puede ser por el tamaño o porque tiene que ser elaborado en ese lugar.
2. Distribución por proceso: tanto la maquinaria y el servicio se colocan de acuerdo con las características de cada uno. Si la producción es por procesos debe llevarse ordenadamente los pasos del proceso de materia prima a producto terminado, en este tipo de procesos se puede ver claramente los diferentes pasos y/o procesos que tiene la operación, así como bien establecidas las estaciones de trabajo.
3. Distribución por producto: se conoce como línea de producción en cadena o serie, todo es ubicado de forma continua, los accesorios, maquinarias, servicios auxiliares deben ser consecuentes del inmediatamente anterior en el proceso de fabricación.

#### **II.9.5 Sistemas de Flujo**

Según Guerrero (Guerrero, 2001), los sistemas de flujo describen la ruta de los procesos que toma en cuenta la forma física del espacio de trabajo con el que se cuenta, son cuatro sistemas que se detallan a continuación:

1. Flujo en línea: consiste en que el proceso de transformación de la materia prima se traslade de una forma lineal hasta la salida del producto terminado.
2. Flujo en L (ele): la entrada de la materia prima inicia desde la parte de arriba de la ele y la salida de producto terminado es por la parte de abajo donde finaliza la ele.

3. Flujo en U: la entrada de la materia prima inicia por la parte superior izquierda de la U y la salida del producto terminado por la parte superior derecha de la U.
4. Flujo en S: la entrada de la materia prima inicia por la parte superior de la S y la salida del producto terminado por la parte inferior de la S.

## **II.10 Reingeniería de áreas de laboratorios**

La reingeniería de áreas de laboratorios se realiza por causas producidas por factores internos y externos, que hacen necesaria la implementación en cualquier tipo de laboratorios.

Según Piña (Piña, 2016), la implementación de reingeniería se toma en cuenta por problemas internos de una organización en su funcionamiento. Para realizar una reingeniería de áreas de laboratorio debe evaluarse los siguientes aspectos:

1. Identificar los procesos principales de la empresa.
2. Delegar responsabilidad sobre un proceso.
3. Establecer límites del proceso.
4. Evaluar el funcionamiento del proceso.
5. Rediseñar para mejorar su funcionamiento.

Según Estrada (Estrada, 2004), existen factores externos que son ajenos a la institución pero que deben tomarse en cuenta en las áreas de trabajo como son: la competencia, la tecnología, la legislación y la reglamentación.

Según Estrada (Estrada, 2004), en lo que corresponde a las prácticas del laboratorio de procesos de manufactura de la facultad de Ingeniería de las escuelas de Mecánica, Mecánica Industrial e Industrial, la reingeniería es necesaria por cambios externos que se han dado por la tecnología, nuevas normas y procedimientos que deben aplicarse en el laboratorio. También existen factores internos que se dan en la institución que

afecta las áreas de trabajo, como: mala ubicación y distribución de los espacios de trabajo.

### **II.10.1 Técnicas de reingeniería para reestructuración de áreas**

Según Miranda (Miranda, 2012), existen varias técnicas que también son utilizadas en reingeniería de áreas de trabajo para que tengan un buen funcionamiento y no solo de tipo estructural, detalladas a continuación:

1. Just In Time (o justo a tiempo): minimiza costos de la gestión, actúa sobre pedidos reales.
2. Gestión de calidad total (o TQM-Total Quality Management): busca la calidad en todos los procesos de organización es utilizada en sectores de manufactura a la educación, el gobierno y las industrias de servicios.
3. Benchmarking: se basa en Comparaciones, busca productos, servicios y procesos de trabajo que aplican otras organizaciones que ayuden a mejorar las prácticas y su aplicación.
4. Outsourcing (o tercerización): traslada la responsabilidad de ciertas tareas a una sociedad externa, empresa de gestión o subcontratista que prestan diferentes servicios especializados.
5. Análisis de valor: método que permite bajar al mínimo costo el diseño del producto, proceso o servicios que el cliente desea y que pagaría, que cumple las exigencias requeridas.

### **II.10.2 Técnica de calidad total de la reingeniería de laboratorios**

Según Miranda (2012), una de las técnicas que se aplica a la reingeniería de laboratorios es el control de calidad total, que busca la calidad general en todos los

procesos o servicios en una empresa, organización e institución para un mejor desempeño.

### **II.10.3 Principios en la Gestión de calidad**

Según la Organización Internacional de Normalización (Norma ISO 9001, 2015), la gestión de calidad se basa en siete principios que se desarrollan a continuación:

1. Enfoque al cliente: se debe conocer los intereses del cliente en el presente y futuro, con el objetivo de superar las expectativas del mismo.
2. Liderazgo: deben existir áreas de control, supervisión y apoyo de la organización, que trabajen enfocados al logro de los objetivos de la empresa u organización.
3. Participación del personal: en cualquier área de la organización el personal es esencial, su actitud de pertenencia y compromiso con la empresa, es clave para el logro de los objetivos de la producción o servicio.
4. Enfoque basado en procesos: llevar las actividades de una manera ordenada por medio de procesos ayuda a alcanzar más eficientemente el trabajo.
5. Mejora continua: la evaluación continua para realizarla debe ser un objetivo permanente de la organización.
6. Enfoque basado en hechos para la toma de decisión: las decisiones deben respaldarse por medio de datos e información de la empresa.
7. Relaciones mutuamente beneficiosas con el proveedor: el trabajo mutuo que beneficia a la empresa y al proveedor, puede traer mayores beneficios para ambos.

#### **II.10.3.1 Mejora continua**

Según Gisbert, Pérez y Sirvent (Gisbert, Pérez y Sirvent, 2017), la mejora continua

ayuda a mejorar el servicio que se presta, que conlleva a la satisfacción del cliente, gerente, accionistas y empleados.

Según Gisbert, Pérez y Sirvent (Gisbert, Pérez y Sirvent, 2017), en el operar se realizan las correcciones y se cambian las acciones, si los resultados son los esperados, el proceso queda establecido y se sistematiza para que se apliquen y aseguren, para llegar a este análisis es importante realizarlo por medio de procedimientos como:

1. Entrevistas semiestructuradas a todos los empleados de la empresa.
2. Observación no participante.
3. Análisis de documentos.
4. Conversaciones informales con los empleados.
5. Análisis del sistema SI económico-financiero de la empresa.

#### II.10.4 Pasos para el rediseño de un área de laboratorio (reingeniería)

Según el Instituto Dominicano de Logística (Instituto Dominicano de Logística, 2009), indica 10 pasos para el rediseño de un proceso de áreas (reingeniería) que son:

- a. Elegir el proceso a rediseñar: identificar las rutas críticas del área a que pertenece el proceso que puede cambiarse.
- b. Identificar los resultados deseados (requeridos) para ese proceso.
- c. Relevar situación actual: contar con toda la documentación y estadísticas actuales de cómo se comporta el proceso actual de la organización o área.
- d. Escribir un diagrama de flujo del proceso actual: el diseñar un flujograma que permita describir paso a paso cómo funciona el proceso actual, permite identificar si existe alguna ruta crítica en el mismo.

- e. Rediseñar el proceso: en esta fase es donde se formula el proceso para ver cómo se realizan hoy y cómo hacerlo mejor.
- f. Identificar las variables críticas del proceso y los puntos de control: evaluar constantemente los procesos claves y rediseñarlos oportunamente, ayuda a mantenerlos bajo control.
- g. Asignar responsabilidades: evaluar, revisar y dejar con claridad las asignaciones de responsabilidades en los procesos, es clave en una reingeniería para que se ejecuten adecuadamente en la organización o área.
- h. Elegir indicadores de gestión: en la evaluación de los procesos se detectan varios puntos de control asociados a una ruta crítica, debe elegirse uno que servirá de punto de control para verificar los cambios con la implementación.
- i. Escribir procedimiento: para dejar claridad en los procedimientos para la nueva implementación de los procesos, es bueno dejarlo por escrito, para después informar a los involucrados.
- j. Implementar y evaluar: después de implementar los pasos anteriores se puede poner en marcha el nuevo procedimiento, se debe poner un plazo prudente de seguimiento para evaluar lo implementado.

## **II.11 Base legal**

La base legal se aplica a la empresa y al personal que se desempeña en los lugares de trabajo, que abarca incidentes y accidentes de trabajo, medidas de higiene y seguridad en el trabajo, la reingeniería, gestión de calidad total, entre otros.

### **II.11.1 Constitución política de la república de Guatemala**

Según La Constitución Política de la República de Guatemala, (Constitución Política

de la Republica de Guatemala, Acuerdo Legislativo 18-93 y sus reformas) enmarca en la sección séptima de Salud, Seguridad y Asistencia Social:

Artículo No.93: derecho a la salud; que es un derecho que tienen todos los seres humanos del goce de la salud.

Artículo No.94: obligación del estado, sobre la salud y asistencia social. El estado debe propiciar por medio de acciones las medidas preventivas a la salud de los habitantes por medio de instituciones.

Artículo No.95: la salud, bien público. Las personas e instituciones están obligados a velar por su conservación y restablecimiento.

Artículo No.100: seguridad social. El estado reconoce y garantiza el derecho a la seguridad social para beneficio de los habitantes de la nación, “La función del Estado es pública”, la aplicación del régimen de seguridad social corresponde al Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, que es una institución autónoma con personalidad jurídica, patrimonio y funciones propias.

### **II.11.2 Código de trabajo de Guatemala**

Según el Código de Trabajo (Código de Trabajo, decreto 1441-96), contempla aspectos como accidentes, medidas de higiene y seguridad laboral que son temas desarrollados en el presente trabajo, que se mencionan a continuación:

Accidentes, según artículo 197: habla de las medidas mínimas que son de carácter obligatorio para el empleador, que debe adoptar medidas de protección para la seguridad y salud del trabajador, como:

- a. La prevención de accidentes en el lugar de trabajo: que el lugar de trabajo tenga todas las medidas de seguridad y el equipo de protección personal (EPP) a utilizar en el trabajo de acuerdo a las maquinarias, equipo y las operaciones a realizar, para evitar accidentes.

- b. Crear un ambiente saludable y sano para prevenir enfermedades.
- c. Tener señalizado los lugares y equipos peligrosos.
- d. Medidas de prevención de incidentes.
- e. Higiene y seguridad ambiental en el trabajo.
- f. Capacitaciones constantes sobre higiene y seguridad en el trabajo.
- g. Que la distribución de las instalaciones sanitarias de mujeres y hombres sean suficientes en relación al total de trabajadores, que mantenga condiciones apropiadas de higiene.
- h. Las áreas destinadas para la preparación de alimentos o para comer, sean adecuadas y que se mantengan limpias.
- i. Que se mantenga botiquín para auxiliar en caso de incidentes o accidentes.
- j. Que en caso de tener que adecuar lugares para cambiarse de ropa, se cuente con lugares separados para mujeres y hombres.

Según el Código de Trabajo (Código de Trabajo, decreto 1441-96), en su artículo 197 también indica: que si el empleador no cumple con tomar medidas de seguridad e higiene debe pagar indemnización al empleado por negligencia.

### **II.11.3 Reglamento de Salud y Seguridad Ocupacional**

En Guatemala el reglamento que rige particularmente la higiene y la seguridad en el trabajo es “El Reglamento General sobre Higiene y Seguridad en el Trabajo que fue creado en el año 1957, Acuerdo Gubernativo 229-2014 y sus reformas 33-2016 del 05 de febrero 2016.”

Según el Reglamento General sobre Higiene y Seguridad en el Trabajo, (Reglamento General sobre Higiene y Seguridad en el Trabajo, 2016), en su artículo 4 y 5 establece:

las obligaciones de los patronos de poner las medidas de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional (SSO) en los lugares de trabajo, para proteger la vida, salud e integridad de sus trabajadores, en lo que respecta a las operaciones y procedimientos del trabajo, mantenimiento del equipo de protección, las condiciones de las instalaciones que llenen los requerimientos de higiene y seguridad ambiental para el trabajador, contar con sistemas de emergencia en las instalaciones, entre otros.

Según el Reglamento General sobre Higiene y Seguridad en el Trabajo, (Reglamento General sobre Higiene y Seguridad en el Trabajo, 2016), artículo 14 expone: las condiciones que deben tener los locales y ambiente de trabajo, que cuente con equipo adecuado e instalaciones que protejan al trabajador del ambiente externo como es la lluvia y el polvo.

Según el Reglamento General sobre Higiene y Seguridad en el Trabajo, (Reglamento General sobre Higiene y Seguridad en el Trabajo, 2016), artículo 15: trata de las condiciones que deben llenar los locales a lo interior, que las áreas tengan suficiente superficie en relación a la cantidad de personas que van a circular en el lugar para evitar el hacinamiento, sin tomar en cuenta el espacio destinado para la maquinaria, instalaciones fijas y los lugares de almacenamiento.

Según el Reglamento General sobre Higiene y Seguridad en el Trabajo, (Reglamento General sobre Higiene y Seguridad en el Trabajo, 2016), artículo 16 al 86: enmarca las medidas mínimas reglamentarias en relación a:

- a. Operativas de la industria, para que el trabajador se desempeñe en su espacio laboral.
- b. Iluminación.
- c. Pisos, techos y paredes.
- d. Pasillos.

- e. Puertas y salidas.
- f. Escaleras fijas y de servicio, de mano y de emergencia.
- g. Trampas, aberturas y zanjas.
- h. Plataformas de trabajo.
- i. Barandillas.
- j. Puertas y salidas de emergencia.
- k. Pantallas de visualización.
- l. Asiento de trabajo, espacio, de las condiciones del entorno.

#### **II.11.4 Normas OHSAS versión 18001:2007**

Según las Normas OHSAS (OHSAS 18001, 2007) en lo que corresponde a materia de seguridad y salud ocupacional, se refieren a una serie de especificaciones sobre la salud y seguridad en el trabajo, el objetivo de la norma es, garantizar condiciones de trabajo seguras y salubres para hombres y mujeres trabajadores mediante el establecimiento y la aplicación de normas y el suministro de capacitación, inclusión, instrucción y asistencia.

Según las Normas OHSAS (OHSAS 18001, 2007), la importancia de la utilización de las OHSAS como guía es permitir contar con un “Sistema de gestión en seguridad y salud laboral (SGSSL) que ayuda a proteger a la empresa y a sus empleados.” (14:1), debido a que la guía OHSAS 18001 es una especificación aceptada a nivel internacional, al utilizarla como base para el sistema de seguridad y salud ocupacional en sucursal Atlántico, brindaría una herramienta de alta confiabilidad para la empresa.

## **II.11.5 Normas de la Organización Internacional de Normalización (ISO)**

Las Normas de la Organización Internacional de Normalización (ISO), que se utilizaron para el desarrollo de la investigación, sobre incidentes, accidentes y medidas de seguridad se detallan a continuación:

### **II.11.5.1 Norma ISO 45001:2018**

Según la Norma ISO (Norma ISO 45001,2018) Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el trabajo, enmarca el conjunto de normas y métodos que están orientados a reducir la incidencia de los accidentes, riesgos y enfermedades ocupacionales de los trabajadores, ya sea dentro o fuera del ambiente de trabajo.

Según la Norma ISO (Norma ISO 45001,2018) los beneficios de la norma, se resumen en lo siguiente:

1. Incrementa la resiliencia organizacional a través de la prevención proactiva de riesgos, la innovación y la mejora continua.
2. Fortalece el cumplimiento legal y regulatorio a la vez que se reducen las pérdidas comerciales.
3. Demuestra responsabilidad de marca al comprometerse con un trabajo seguro, saludable y sostenible.
4. Proporciona un sistema global de seguridad y salud en el trabajo para todas las empresas, de todos los tamaños y sectores.

### **II.11.5.2 Norma Internacional para sistemas de gestión de calidad**

Según la Norma ISO (Norma ISO 9001,2015), es una norma internacional para sistemas de gestión de la calidad (SGC). La norma se enfoca en lo relativo a la gestión de calidad que en el operar se realizan las correcciones y se cambian las acciones, si

los resultados son los esperados, el proceso queda establecido y se sistematiza para que se apliquen para asegurar los resultados.

#### II.11.5.3 Norma Internacional de gestión ambiental

Según la Norma ISO (Norma ISO 14001, 2015), se enfoca en la gestión ambiental, enmarca los requisitos que son necesarios para incorporar a la empresa un sistema de gestión medio ambiental, que le brinde al lugar los instrumentos para un desempeño ambiental conforme a las normas vigentes.

Según la Norma ISO (Norma ISO 14001, 2015), los beneficios de la norma se resumen en lo siguiente:

1. Una mejor gestión ambiental le permitirá reducir los niveles de residuos y el consumo energético.
2. Mejora la eficiencia al reducir los costes de las actividades de las empresas.
3. Demuestra conformidad para aumentar sus oportunidades de negocio.
4. Permite que cumpla con sus obligaciones legales para ganarse la confianza de las partes interesadas y de los clientes.
5. Le prepara para un entorno empresarial en constante cambio.

### **III. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS**

Para la comprobación de la hipótesis la cual es “El incremento de incidentes y accidentes en el laboratorio de Procesos de Manufactura de Escuela de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala, durante los últimos 5 años, por inadecuada distribución de áreas de trabajo, es debido a la inexistencia de Reingeniería”, se identificó una población a encuestar; para lo cual se utilizó el método deductivo, la cual, profesionales que laboran en el laboratorio de procesos de manufactura se direccionó a obtener información sobre el efecto y causa, respectivamente.

Se trabajó la técnica del censo por medio de la población finita cualitativa, con el 100% del nivel de confianza y el 0% de error.

Para responder efecto y causa se trabajó con 5 profesionales que laboran en el laboratorio de procesos de manufactura.

De la gráfica uno a la cinco se comprueba la variable Y o efecto principal; mientras que de la gráfica seis a la diez se comprueba la variable X o causa.

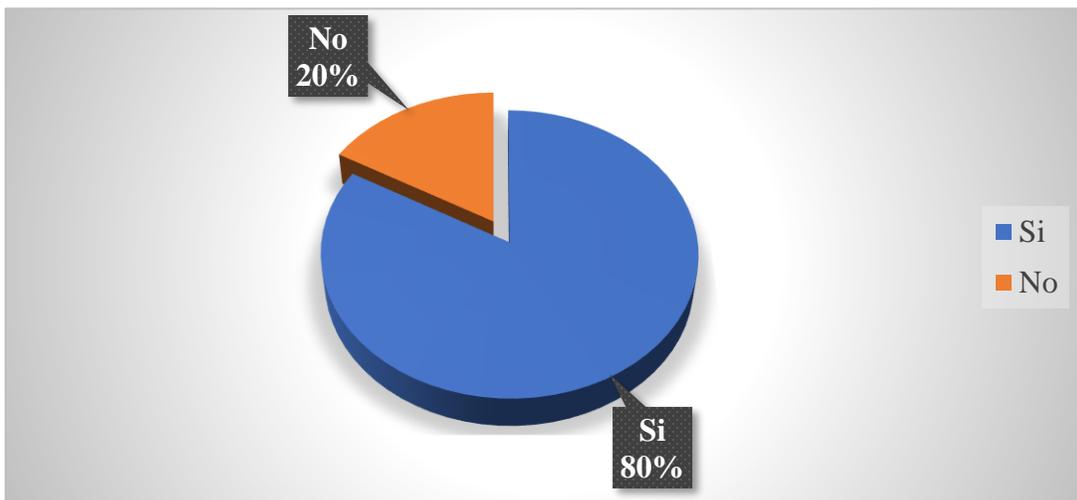
### III.1 Cuadros y gráficas para la comprobación de la variable dependiente Y (efecto).

**Cuadro 1: Incremento de incidentes y accidentes en el laboratorio de procesos de manufactura.**

Incremento de incidentes y accidentes	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	4	80
No	1	20
Totales	5	100

Fuente: Profesionales encuestados, junio 2021.

**Gráfica 1: Incremento de incidentes y accidentes en el laboratorio de procesos de manufactura.**



Fuente: Profesionales encuestados, junio 2021.

#### **Análisis**

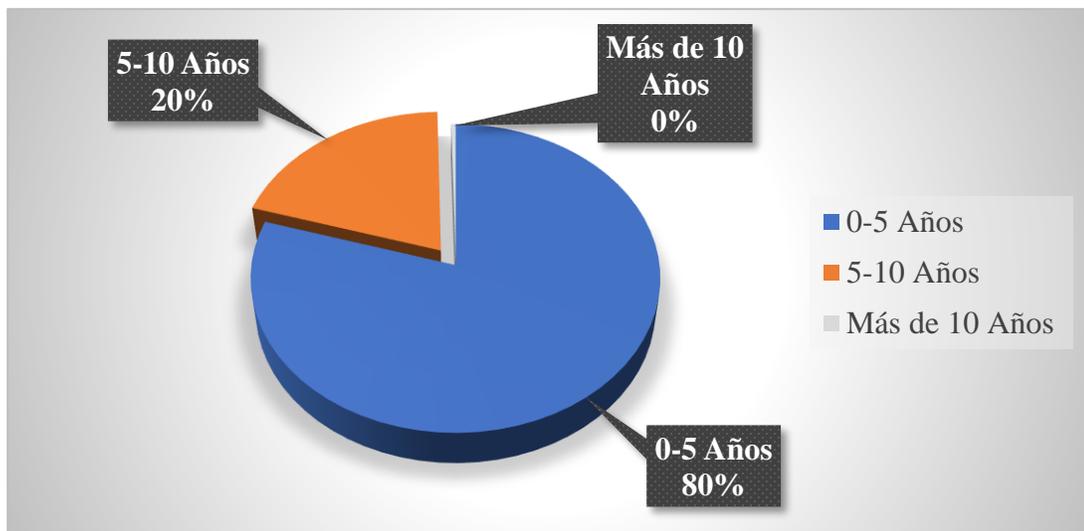
El efecto se confirma mediante la opinión de la mayoría de los profesionales al indicar que, si se han incrementado incidentes y accidentes en el laboratorio de procesos de manufactura, mientras que la minoría de ellos, indica lo contrario.

**Cuadro 2: Tiempo en que incrementó incidentes y accidentes en el laboratorio de procesos de manufactura.**

Incremento de incidentes y accidentes en años	Valor absoluto	Valor relativo (%)	Valor relativo (%) acumulado
0-5	4	80	80
5-10	1	20	100
Más de 10	0	0	100
Totales	5	100	

Fuente: Profesionales encuestados, junio 2021.

**Gráfica 2: Tiempo en que incrementó incidentes y accidentes en el laboratorio de procesos de manufactura.**



Fuente: Profesionales encuestados, junio 2021.

### **Análisis**

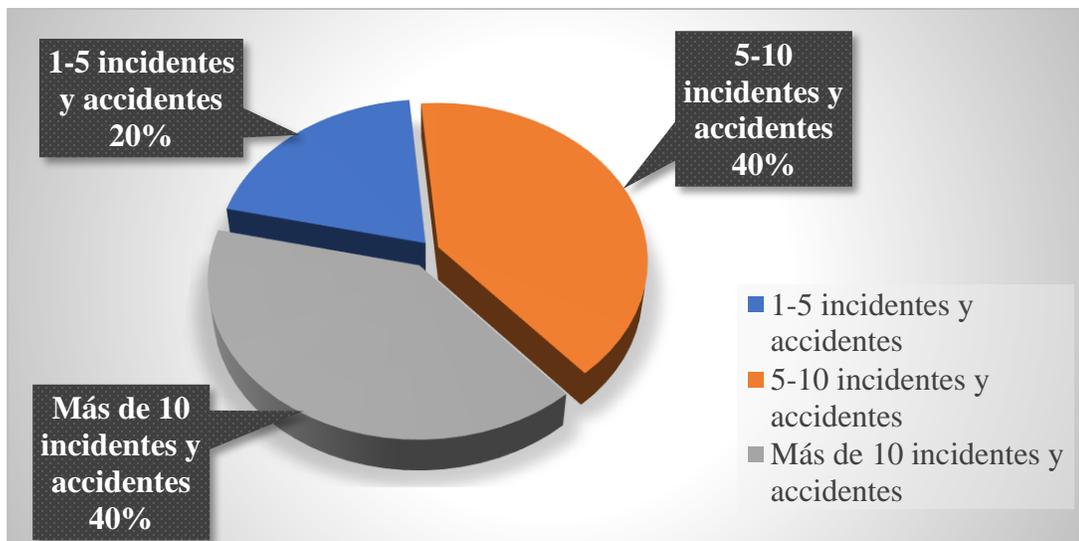
Se puede observar en el cuadro y grafica anterior que los profesionales encuestados consideran que los incidentes y accidentes han incrementado de 0 a 5 años, un profesional considero que se han incrementado de 5 a 10 años.

**Cuadro 3: Incremento del número de incidentes y accidentes en el laboratorio de procesos de manufactura en el último año.**

Incremento de incidentes y accidentes	Valor absoluto	Valor relativo (%)	Valor relativo (%) acumulado
1-5	1	20	20
5-10	2	40	60
Más de 10	2	40	100
Totales	5	100	

Fuente: Profesionales encuestados, junio 2021.

**Gráfica 3: Incremento del número de incidentes y accidentes en el laboratorio de procesos de manufactura en el último año.**



Fuente: Profesionales encuestados, junio 2021.

### **Análisis**

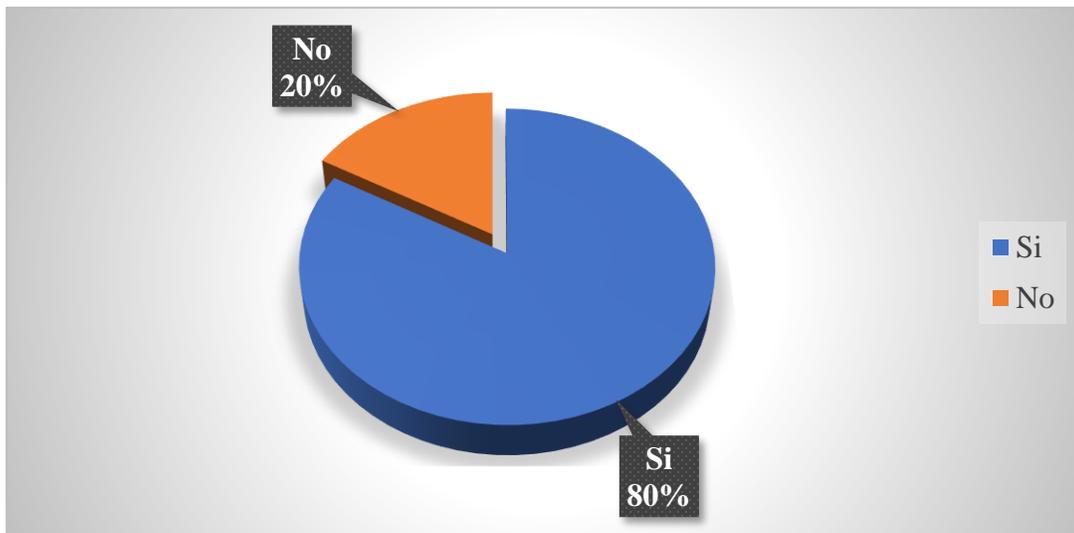
De los profesionales encuestados, dos opinan que han incrementado de 5 a 10 incidentes y accidentes en el laboratorio, dos indican que el incremento es de 1 a 5, uno opina que se han incrementado en más de 10 incidentes y accidentes.

**Cuadro 4: Incidentes y accidentes de profesionales en las áreas de trabajo en el laboratorio de procesos de manufactura durante la práctica.**

Incidentes y accidentes	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	4	80
No	1	20
Totales	5	100

Fuente: Profesionales encuestados, junio 2021.

**Gráfica 4: Incidentes y accidentes de profesionales en las áreas de trabajo en el laboratorio de procesos de manufactura durante la práctica.**



Fuente: Profesionales encuestados, junio 2021.

### **Análisis**

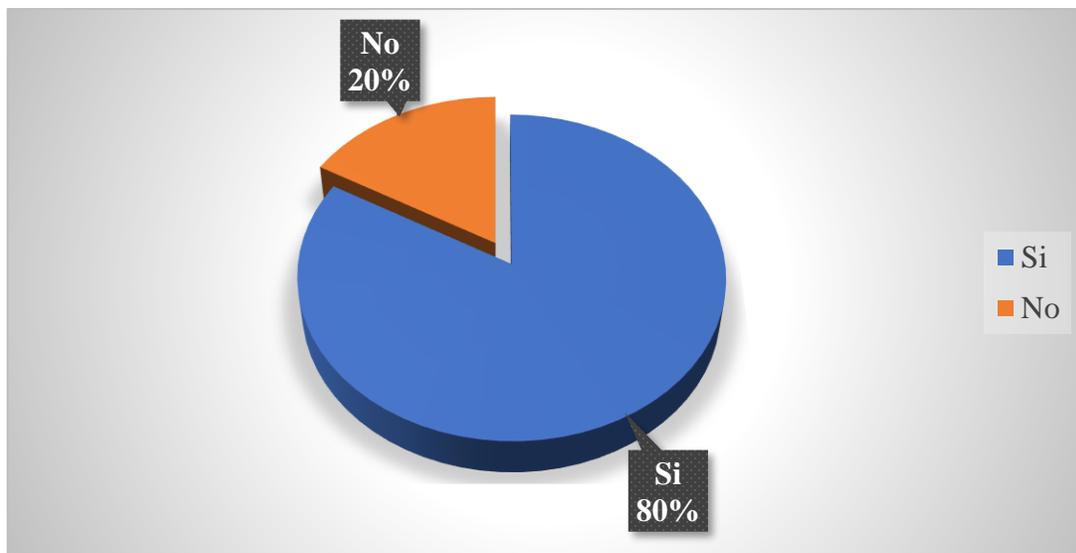
De los profesionales encuestados la mayoría opina que durante las prácticas de laboratorio han ocurrido incidentes y accidentes dentro del laboratorio, un profesional indica que no ha sufrido ningún percance.

**Cuadro 5: Incremento de incidentes y accidentes debido a la inadecuada distribución de áreas de trabajo en el laboratorio de procesos de manufactura.**

Incremento de incidentes y accidentes	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	4	80
No	1	20
Totales	5	100

Fuente: Profesionales encuestados, junio 2021.

**Gráfica 5: Incremento de incidentes y accidentes debido a la inadecuada distribución de áreas de trabajo en el laboratorio de procesos de manufactura.**



Fuente: Profesionales encuestados, junio 2021.

### **Análisis**

Debido a la inadecuada distribución de áreas de trabajo la mayoría de los profesionales encuestados en el laboratorio opinaron que sí existe un incremento de incidentes y accidentes, un profesional opina que no.

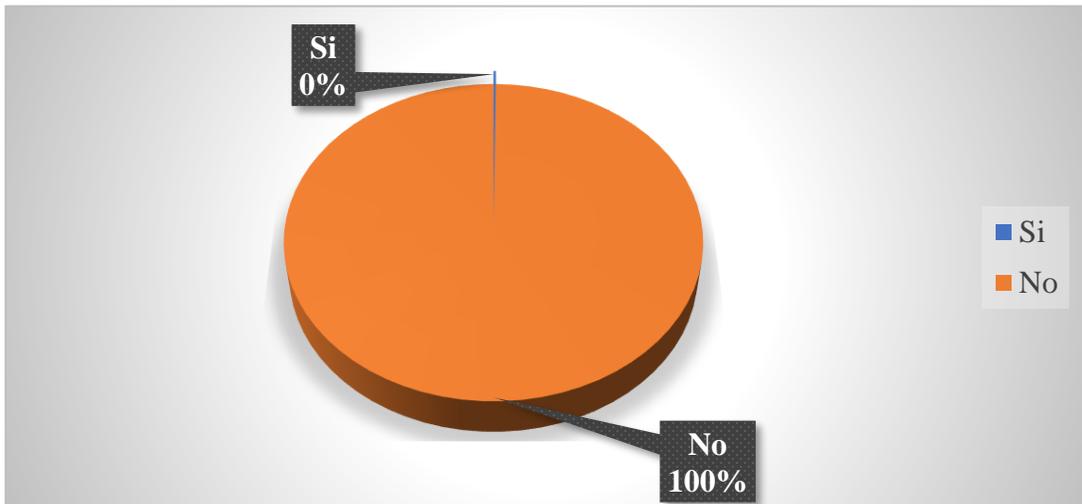
### III.2 Cuadros y gráficas para la comprobación de la variable independiente X (causa).

**Cuadro 6: Existe reingeniería de áreas de trabajo en el laboratorio de procesos de manufactura.**

Existe reingeniería	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	0	0
No	5	100
Totales	5	100

Fuente: Profesionales encuestados, junio 2021.

**Gráfica 6: Existe reingeniería de áreas de trabajo en el laboratorio de procesos de manufactura.**



Fuente: Profesionales encuestados, junio 2021.

#### **Análisis**

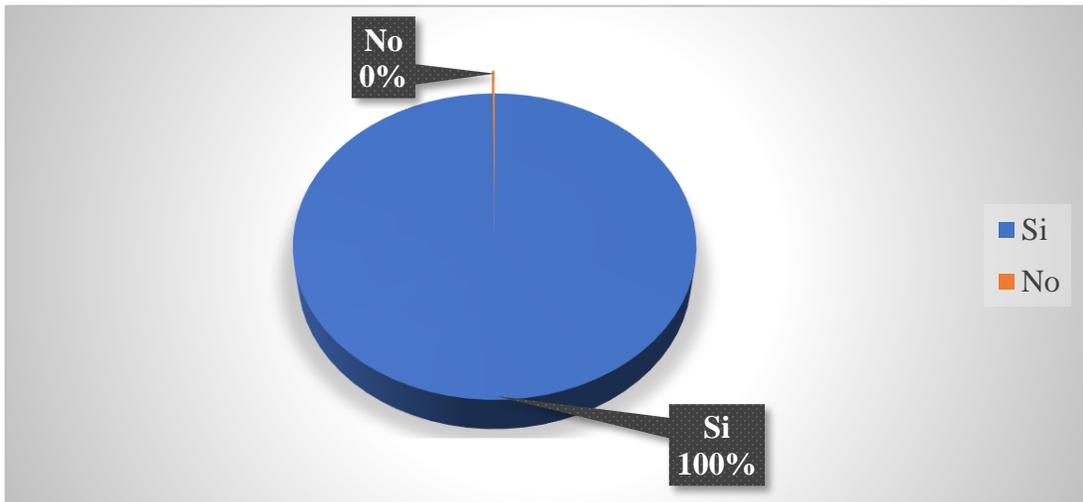
Todos los profesionales encuestados opinaron que no existe reingeniería de áreas de trabajo en el laboratorio de procesos de manufactura.

**Cuadro 7: Necesidad de implementar reingeniería de áreas de trabajo en el laboratorio de procesos de manufactura.**

Implementar reingeniería	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	5	100
No	0	0
Totales	5	100

Fuente: Profesionales encuestados, junio 2021.

**Gráfica 7: Necesidad de implementar reingeniería de áreas de trabajo en el laboratorio de procesos de manufactura.**



Fuente: Profesionales encuestados, junio 2021.

### **Análisis**

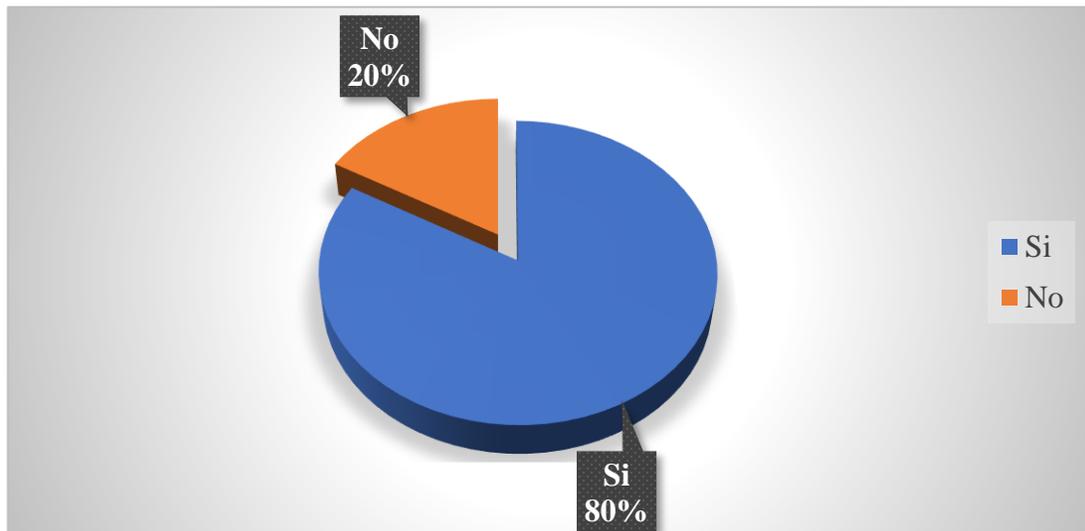
Todos los profesionales encuestados opinaron que es necesario implementar una reingeniería de áreas de trabajo en el laboratorio de procesos de manufactura.

**Cuadro 8: Falta de reingeniería de áreas de trabajo en el laboratorio de procesos de manufactura, afecta las actividades docentes.**

Falta de reingeniería	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	4	80
No	1	20
Totales	5	100

Fuente: Profesionales encuestados, junio 2021.

**Gráfica 8: Falta de reingeniería de áreas de trabajo en el laboratorio de procesos de manufactura, afecta las actividades docentes.**



Fuente: Profesionales encuestados, junio 2021.

### **Análisis**

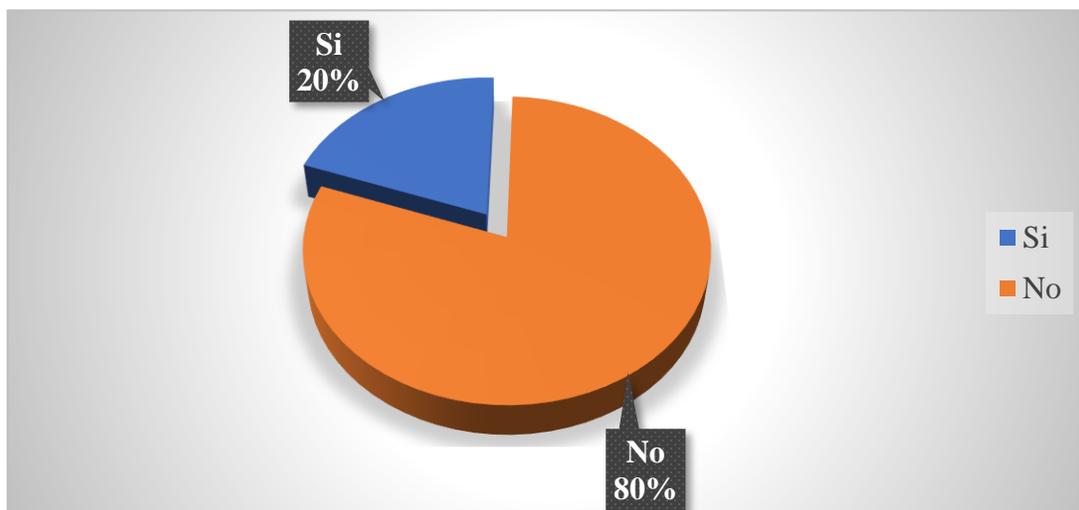
La mayoría de los profesionales encuestados coinciden que la falta de una reingeniería de áreas de trabajo en el laboratorio de procesos de manufactura afecta las actividades docentes, un profesional opino que no afecta.

**Cuadro 9: El profesional en su planificación tiene previsto la implementación de reingeniería de áreas de trabajo en el laboratorio de procesos de manufactura.**

Implementación de reingeniería	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	1	20
No	4	80
Totales	5	100

Fuente: Profesionales encuestados, junio 2021.

**Gráfica 9: El profesional en su planificación tiene previsto la implementación de reingeniería de áreas de trabajo en el laboratorio de procesos de manufactura.**



Fuente: Profesionales encuestados, junio 2021.

### **Análisis**

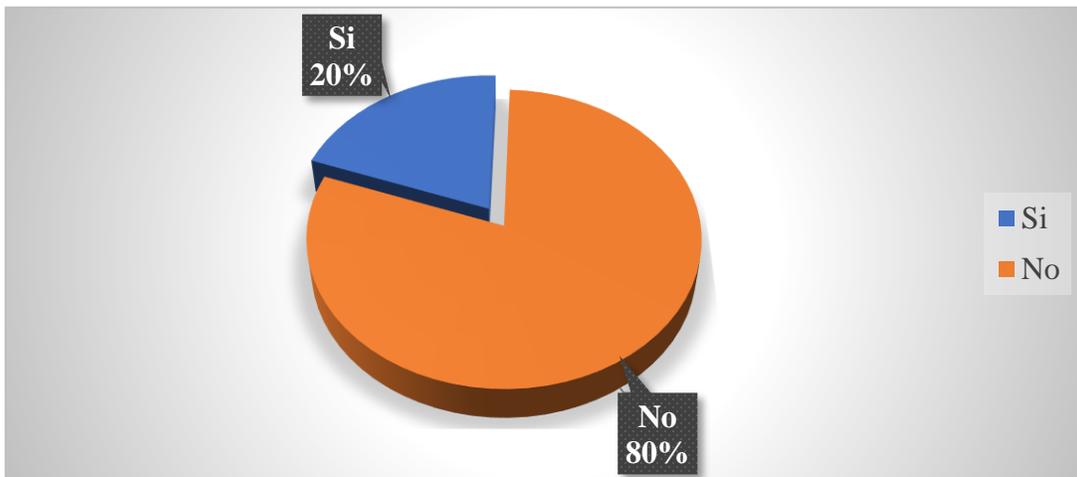
La mayoría de los profesionales encuestados no tienen contemplado en su planificación la implementación de reingeniería, la minoría de los profesionales si la tiene contemplada.

**Cuadro 10: En la planificación de escuela de Ingeniería Mecánica, se considera la implementación de reingeniería de áreas de trabajo en el laboratorio de procesos de manufactura.**

Implementación de reingeniería	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	1	20
No	4	80
Totales	5	100

Fuente: Profesionales encuestados, junio 2021.

**Gráfica 10: En la planificación de escuela de Ingeniería Mecánica, se considera la implementación de reingeniería de áreas de trabajo en el laboratorio de procesos de manufactura.**



Fuente: Profesionales encuestados, junio 2021.

### **Análisis**

La mayoría de los profesionales encuestados no tienen conocimiento si en la planificación de la escuela de Mecánica de la Facultad de Ingeniería se considera la implementación de reingeniería en el laboratorio, mientras que la minoría de profesionales opina que sí.

## **IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Para determinar las conclusiones y recomendaciones se realizó, el trabajo de investigación de campo que involucro la recopilación, observación, interpretación y análisis de los datos obtenidos.

### **IV.1 Conclusiones**

1. Se comprueba la hipótesis: “El incremento de incidentes y accidentes en el laboratorio de Procesos de Manufactura de Escuela de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala, durante los últimos 5 años, por inadecuada distribución de áreas de trabajo, es debido a la inexistencia de reingeniería” con el 100% del nivel de confianza y el 0% de error para las 2 variables del árbol de problemas.
2. Se han incrementado los incidentes y accidentes en el laboratorio de procesos de manufactura en los últimos años.
3. Los incidentes y accidentes en el laboratorio de procesos de manufactura se han incrementado en los últimos 5 años.
4. En el último año los incidentes y accidentes se han incrementado de 5 a más de 10, en el laboratorio de procesos de manufactura.
5. En la práctica de laboratorio de procesos de manufactura la mayoría de profesionales han tenido incidentes y accidentes dentro del laboratorio.
6. El incremento de incidentes y accidentes en el laboratorio de procesos de manufactura es debido a inadecuada distribución de áreas de trabajo.
7. En el laboratorio de procesos de manufactura no existe reingeniería de áreas de trabajo.

8. Es necesario la implementación de reingeniería de áreas de trabajo en el laboratorio de procesos de manufactura.
9. La falta de reingeniería en las áreas de trabajo en el laboratorio de procesos de manufactura afecta las actividades docentes.
10. No se tiene contemplado en la planificación de los profesionales la implementación de reingeniería de áreas de trabajo en el laboratorio de procesos de manufactura.
11. No se tiene contemplado en la planificación de escuela de mecánica de la Facultad de Ingeniería la implementación de reingeniería de áreas de trabajo.

#### **IV.2 Recomendaciones**

1. Implementar las alternativas de optimización de “Reingeniería de áreas de trabajo en el laboratorio de Procesos de Manufactura de Escuela de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala”.
2. Disminuir los incidentes y accidentes en el laboratorio de procesos de manufactura.
3. Adecuar distribución de áreas de trabajo en el laboratorio de procesos de manufactura.
4. Que exista reingeniería de áreas de trabajo dentro del laboratorio de procesos de manufactura.
5. Para mejorar las actividades docentes es necesario la implementación de reingeniería de áreas de trabajo en el laboratorio de procesos de manufactura.
6. En la planificación de los profesionales se debe implementar reingeniería de áreas de trabajo en el laboratorio de procesos de manufactura.

7. En la planificación de la escuela de Mecánica de la Facultad de Ingeniería se debe implementar reingeniería de áreas de trabajo en el laboratorio de procesos de manufactura.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Acuerdo Gubernativo 229/2014, 23 de julio, Reglamento de Salud y Seguridad Ocupacional. Guatemala, Guatemala.
2. Archila. M. (2009). Accidentes de trabajo, las enfermedades profesionales, el carácter obligatorio de la indemnización por perjuicios por el empleador y el subsidio del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social. (Tesis Inédita de Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales). Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala.
3. Ávila. S. (2004). Administración de la seguridad industrial para el mejoramiento de las condiciones de trabajo en una línea de producción de concentrados de fruta. (Tesis inédita de Ingeniería Mecánica Industrial). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
4. Bertrán P. (2021). Los 13 tipos de laboratorios y sus características. 18/03/2021, de médico+ Sitio web: <https://medicoplus.com/ciencia/tipos-de-laboratorios>.
5. Castro. B. (2016). 3 riesgos de un mal diseño de oficinas. Revista de LAMBDA, blog. 8.
6. Cerem Comunicación. (2016). Espacio mínimo laboral. 07/02.2021.Cerem Comunicación. Sitio web: [www.cerem.es](http://www.cerem.es).
7. Freivalds A. & W. Niebel. (2009). Métodos, estándares y diseño del trabajo. Ingeniería Industrial. Duodécima edición. Pag.86-552.
8. Guerrero M. (2001). Distribución en planta y área de trabajo. 09/03/2021. Gestipolis. Sitio web: <https://www.gestipolis.com/distribucion-planta-area-trabajo/>.

9. INFOBAE. (2017). Que tan importantes son los espacios de trabajo en el rendimiento laboral. 07/02/2021, INFOBAE. Sitio web: <https://www.infobae.com>.
10. Instituto Dominicano de Logística. (2009). 10 pasos para el rediseño de un proceso (reingeniería local). 14/04/2021. Instituto Dominicano de Logística. Sitio web: [institutodominicanologistica.blogspot.com](http://institutodominicanologistica.blogspot.com).
11. Ley 50/2002, Fundaciones del patronato, 26 de diciembre, Estatutos de la Fundación Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud de Trabajo, Ambiente y Salud. Valencia, España.
12. López M. (2007). Manual para prácticas de laboratorio de procesos de manufactura 1, para estudiantes de Ingeniería Industrial. (Tesis Inédita de Facultad de Ingeniería). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
13. López y Trujillo. (2004). Reingeniería aplicada a la empresa fotográfica Kamau. (Tesis Inédita de la Facultad de Económicas). San Salvador: Universidad Dr. Jase Matías Delgado.
14. Miranda V. (2012). Técnicas de reingeniería. 14/04/2021. Monografias.com. Sitio web: <https://www.monografias.com>.
15. Mondragón, P. (2002). Que son los indicadores. Notas. Revista de información y análisis, 19, 7.
16. Norma ISO 9001/2015 de septiembre, Sistema de Gestión de calidad. Normas Internacionales. Quinta edición, del 15 de septiembre de 2015.
17. Norma ISO-14001/2015 de septiembre, Sistema de gestión ambiental. Normas Internacionales. Tercera edición, del 15 de septiembre de 2015.

18. Normas ISO 45001/2018 de marzo, Gestión y mejora continuamente la seguridad y salud laboral. Normas Internacionales. Primera edición de marzo 2018.
19. Normas OHSAS versión 18001/2007. Sistema de gestión de la Seguridad y Salud en el trabajo. Normas Internacionales.
20. Obregón S. (30/01/2012). Una Semblanza sobre Seguridad Industrial. Upiicsa, 35, 210.
21. Padilla R. (1997). Guía para el Ingeniero Industrial en la implementación de un programa de reingeniería. (Tesis Inédita de Facultad de Ingeniería). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
22. Paredes (2010). Distribución del área de trabajo.07/03/2021, Laura Cristina Paredes. Sitio web: <https://colalfonsolopezlaura11.blogspot.com/2010/08/distribución-del-area-de-trabajo.html>.
23. Pérez & Gardey (2017). Definición de laboratorio. 04/05/2021, Definición. De. Sitio web: <https://definicion.de/laboratorio/>.
24. Piña G. (2016). La reingeniería, métodos y tipos de la reingeniería. 18/03/2021. Escuela de sistemas. Sitio web: <https://edgardodiazlareingenieria.tech.blog/category/sin-categoria/>.
25. [prevencionlaboralrimac.com/Herramientas/Indicadores-sst](http://prevencionlaboralrimac.com/Herramientas/Indicadores-sst).
26. RIMAC. (2014). Indicadores de Seguridad y Salud en el Trabajo. 22/02/2021, de RIMAC Sitio web.
27. Sánchez L. (2017). Estandarización de procesos de manufactura para lograr disminuir tiempos de producción en el área de abrazaderas de la empresa industrial colores S.A.S. (Tesis inédita de Ingeniería Industrial). Santiago de Cali: Universidad Autónoma de Occidente.

28. Sirvent A, Gisbert S, Pérez B. (2017). Los 7 principios de gestión de la calidad en ISO 9001. 3C empresa. Edición especial. 9.
29. Solar C. (2018). Diseño de los laboratorios de procesos de manufactura para la escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad Nacional de Trujillo. (Tesis Inédita de Facultad de Ingeniería). Perú: Universidad Nacional de Trujillo.
30. Toc G. (2017). Manual teórico práctico de los cursos obligatorios, proceso de manufactura I y II, en la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, desarrollados en el Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur. (Tesis Inédita de Facultad de Ingeniería). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
31. Torres P. (2011). Análisis de la accidentabilidad laboral en el área operativa de la empresa prestadora de servicios domiciliario de acueducto y alcantarillado sede Apartadó, durante el año 2010. (Tesis Inédita de Facultad de Medicina). Medellín, Antioquia: Universidad CES.

## ANEXOS

### Anexo 1: Modelo de investigación domino

F-30-07-2019-01

### ***Modelo de investigación: Dominó***

*(Derechos reservados por Doctor Fidel Reyes Lee y UNiversidad Rural de Guatemala)*

Elaborado por: Jorge Mario Lopez Morales.

Para: Programa de Graduación Universidad Rural de Guatemala

Fecha: 5 de marzo de 2022

Problema	Propuesta	Evaluación
1) Efecto o variable dependiente Incremento de incidentes y accidentes en el laboratorio de Procesos de Manufactura de Escuela de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala, durante los últimos 5 años.	4) Objetivo general Disminuir incidentes y accidentes en el laboratorio de Procesos de Manufactura de Escuela de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala.	15) Indicadores, verificadores y cooperantes del objetivo general Indicadores: Al primer año de ejecutada la propuesta, se disminuyen incidentes y accidentes en 90%
2) Problema central Inadecuada distribución de áreas de trabajo en el laboratorio de Procesos de Manufactura de Escuela de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala.	5) Objetivo específico Adecuar distribución de áreas de trabajo en el laboratorio de Procesos de Manufactura de Escuela de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala.	Verificadores: Reportes de catedráticos. Encuestas a catedráticos de laboratorio.  Supuestos: La unidad ejecutora Implementa normativos para el uso de equipo y material dentro del laboratorio.

<p>3) Causa principal o variable independiente</p> <p>Inexistencia de reingeniería de áreas de trabajo en el laboratorio de Procesos de Manufactura de Escuela de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala.</p>	<p>6) Nombre</p> <p>Reingeniería de áreas de trabajo en el laboratorio de Procesos de Manufactura de Escuela de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala.</p>	<p>16) Indicadores, verificadores y cooperantes del objetivo específico</p> <p>Indicadores: Al primer año de implementada la propuesta, se cuenta con distribución adecuada de áreas de trabajo en el laboratorio y se concreta el 90% de la solución al problema central.</p>
<p>7) Hipótesis</p> <p>El incremento de incidentes y accidentes en el laboratorio de Procesos de Manufactura de Escuela de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala, durante los últimos 5 años, por inadecuada distribución de áreas de trabajo, es debido a la inexistencia de reingeniería.</p> <p>¿Sera que la inexistencia de Reingeniería de áreas de trabajo en el laboratorio de Procesos de Manufactura de Escuela de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala, por inadecuada distribución de áreas de trabajo, en los últimos 5 años, es la causa del incremento de incidentes y accidentes?</p>	<p>12) Resultados o productos</p> <p>* Se cuenta con Dirección de Escuela de Ingeniería Mecánica como Unidad Ejecutora.</p> <p>* Se elabora anteproyecto de Reingeniería de áreas de trabajo en el laboratorio de Procesos de Manufactura de Escuela de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala.</p> <p>* Se formula programa de capacitación al personal involucrado.</p>	<p>Verificadores: Fotografías, Reportes de la Unidad Ejecutora. Entrevistas catedráticos y estudiantes.</p> <p>Supuestos: La unidad ejecutora adopta el programa de mantenimiento constante a las instalaciones.</p>
<p>8) Preguntas clave y comprobación del efecto</p> <p>a) ¿Considera usted que existe incremento de incidentes y accidentes en el laboratorio de Procesos de Manufactura? Si _____ No _____</p> <p>b) ¿Desde hace cuánto tiempo incremento de incidentes y accidentes en el laboratorio de Procesos de Manufactura? 0-5 años ___ 5-10 años ___ Más de 10 años ___</p>	<p>13) Ajustes de costos y tiempo</p> <p style="text-align: center;"><b>N/A</b></p>	

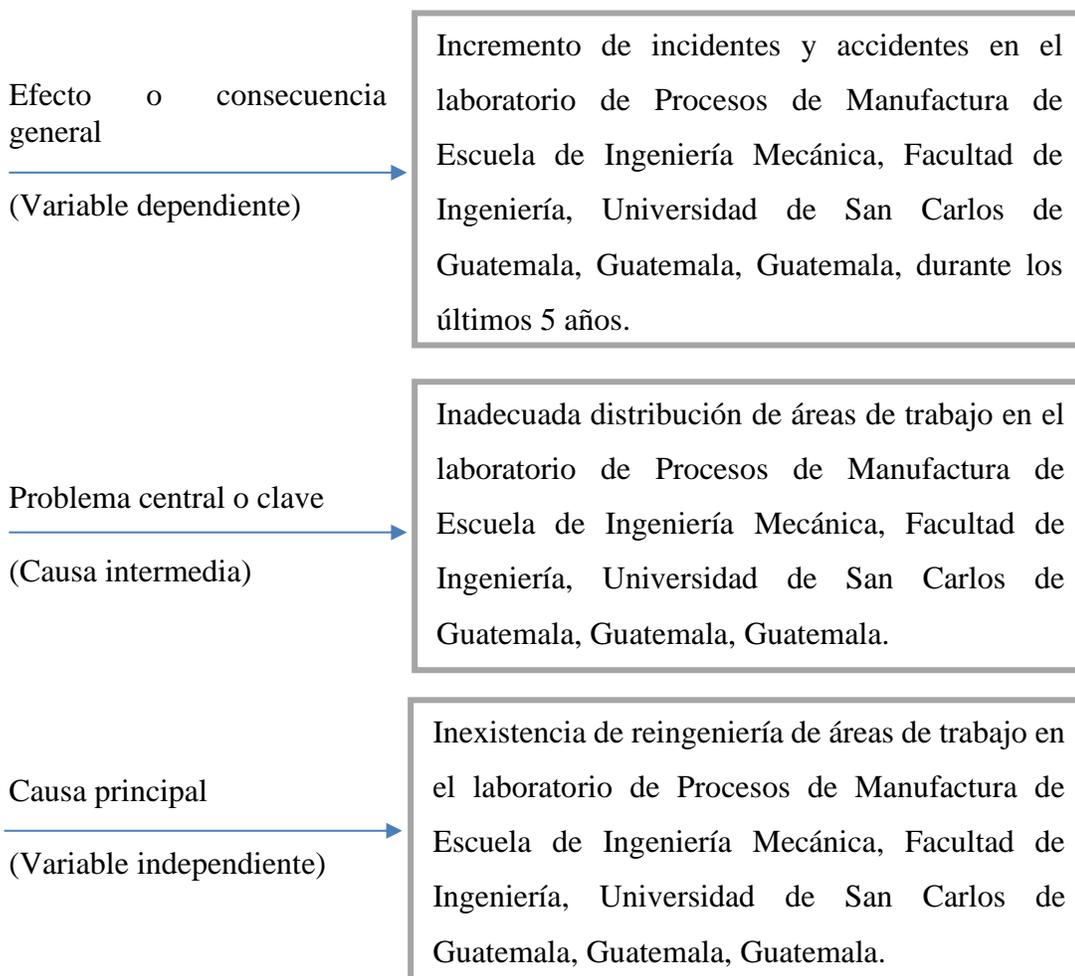
<p>c) ¿En cuánto se ha incrementado el número de incidentes y accidentes en el laboratorio de Procesos de Manufactura en el último año? 1-5__ 5-10 __ Más de 10____</p> <p>Dirigidas a profesionales que laboran en el laboratorio.</p> <p>Boletas 5, población censal, con el 100% de nivel de confianza y 0% de error.</p>	
<p>9) Preguntas clave y comprobación de la causa principal</p> <p>a) ¿Conoce si existe reingeniería de áreas de trabajo en el laboratorio de Procesos de Manufactura? Si__ No____</p> <p>b) ¿Considera usted que es necesario implementar reingeniería de áreas de trabajo en el laboratorio de Procesos de Manufactura? Si__ No____</p> <p>c) ¿Cree usted que la falta de reingeniería de áreas de trabajo en el laboratorio de Procesos de Manufactura, afecta las actividades docentes? Si__ No____</p> <p>Dirigidas a profesionales que laboran en el laboratorio.</p> <p>Boletas 5, población censal, con el 100% de nivel de confianza y 0% de error.</p>	



## Anexo 2: Árbol de problemas, hipótesis y árbol de objetivos

### 2.1 Árbol de problemas

**Tópico:** Inadecuada distribución de áreas de trabajo.



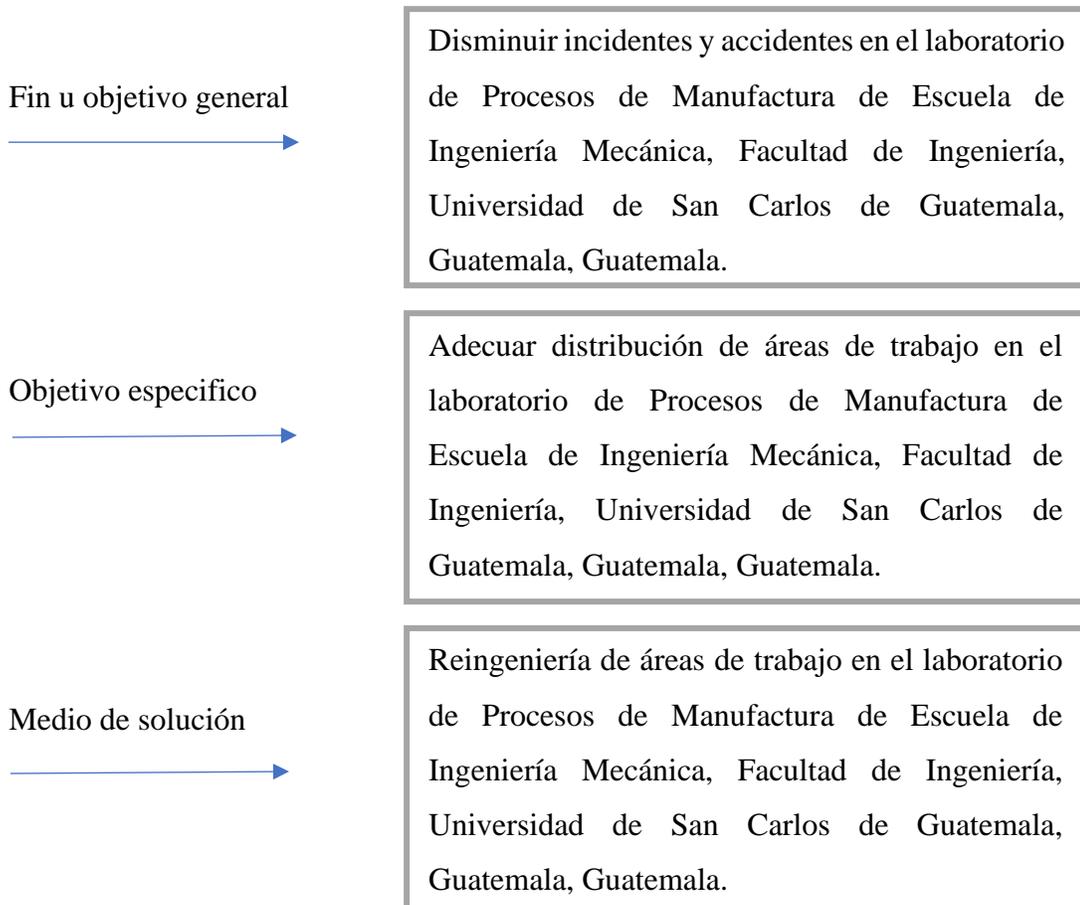
#### **Hipótesis de trabajo:**

“El incremento de incidentes y accidentes en el laboratorio de Procesos de Manufactura de Escuela de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala, durante los últimos 5 años, por inadecuada distribución de áreas de trabajo, es debido a la inexistencia de reingeniería”.

**Hipótesis interrogativa:**

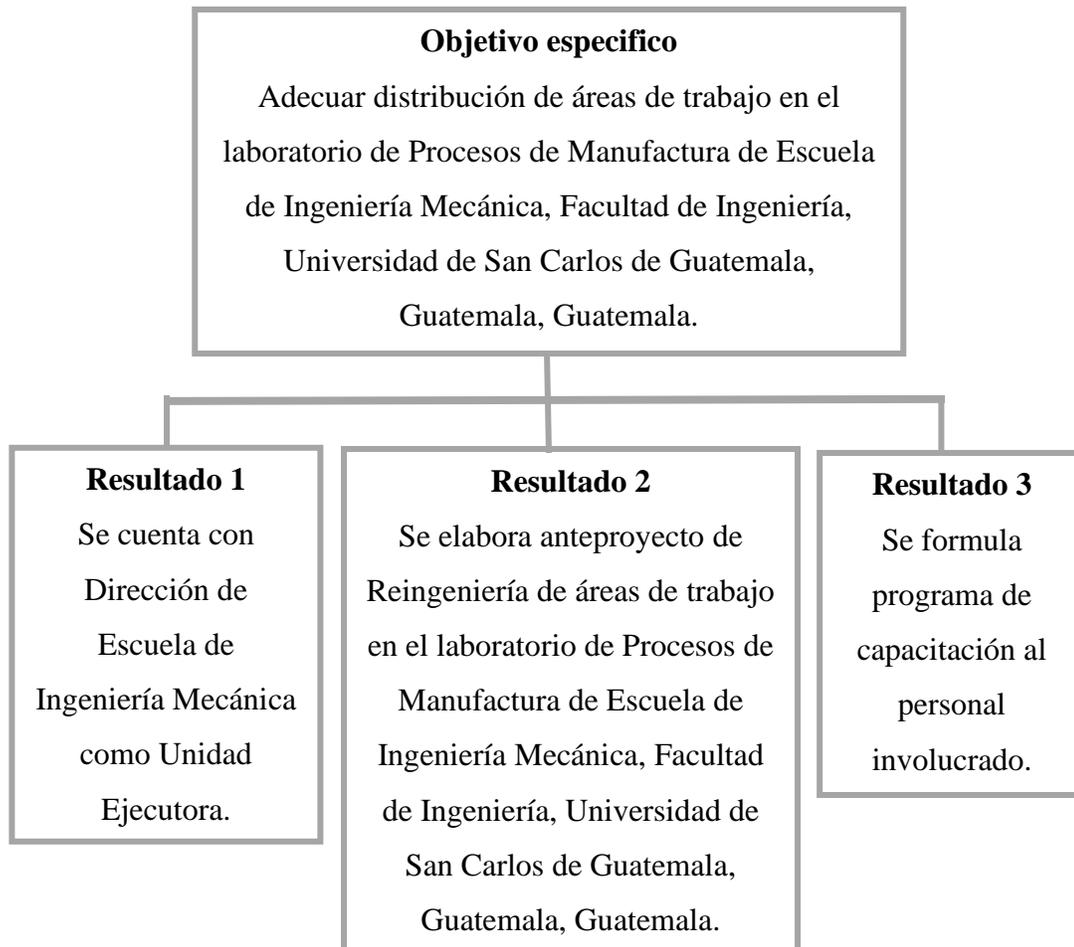
¿Será que la inexistencia de Reingeniería de áreas de trabajo en el laboratorio de Procesos de Manufactura de Escuela de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala, por inadecuada distribución de áreas de trabajo, en los últimos 5 años, es la causa del incremento de incidentes y accidentes?

**2.2 Árbol de objetivos**



**Título de tesis:** “Reingeniería de áreas de trabajo en el laboratorio de Procesos de Manufactura de Escuela de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala”.

### Anexo 3: Diagrama del medio de solución de la problemática



#### **Anexo 4: Boleta de investigación para la comprobación del efecto general**

Universidad Rural de Guatemala

Programa de Graduación

Boleta de Investigación

Variable Dependiente

**Objetivo:** esta boleta de investigación tiene por objeto comprobar la variable dependiente siguiente: **“El incremento de incidentes y accidentes en el laboratorio de Procesos de Manufactura de Escuela de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala, durante los últimos 5 años”.**

Esta boleta está dirigida a profesionales que laboran en el laboratorio de procesos de manufactura de escuela de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala,”; de acuerdo al tamaño de la muestra que se calculó con el 100% de nivel de confianza y 0% de error.

**Instrucciones:** a continuación, se le presentan varios cuestionamientos, a los que deberá responder al marcar con una “X” la respuesta que considere correcta y razónela cuando se le indique.

1. ¿Considera usted que existe incremento de incidentes y accidentes en el laboratorio de procesos de manufactura? Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
  
2. ¿Desde hace cuánto tiempo incremento de incidentes y accidentes en el laboratorio de procesos de manufactura?
  - 2.1 0-5 años \_\_\_\_\_
  - 2.2 5-10 años \_\_\_\_\_
  - 2.3 Más de 10 años \_\_\_\_\_

3. ¿En cuánto se ha incrementado el número de incidentes y accidentes en el laboratorio de procesos de manufactura en el último año?

3.1 1-5 \_\_\_\_\_

3.2 5-10 \_\_\_\_\_

3.3 Más de 10 \_\_\_\_\_

4. ¿Ha tenido usted un incidente o accidente en las áreas de trabajo en el laboratorio de procesos de manufactura durante la practica? Si \_\_\_\_\_ no \_\_\_\_\_

5. ¿Considera usted que el incremento de incidentes y accidentes es debido a la inadecuada distribución de áreas de trabajo en el laboratorio? Si \_\_\_\_\_ no \_\_\_\_\_

Observaciones:

Lugar y fecha: Guatemala, 5 de junio de 2021.

## **Anexo 5: Boleta de investigación para la comprobación de la causa principal**

Universidad Rural de Guatemala

Programa de Graduación

Boleta de Investigación

Variable Independiente

Objetivo: esta boleta de investigación tiene por objeto comprobar la variable independiente siguiente: **“Inexistencia de Reingeniería de áreas de trabajo en el laboratorio de Procesos de Manufactura de Escuela de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala”**.

Esta boleta censal está dirigida a profesionales que laboran en el laboratorio de procesos de manufactura de escuela de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala con el 100% de nivel de confianza y el 0% de error por el sistema de población finita cualitativa.

**Instrucciones:** a continuación, se le presentan varios cuestionamientos, a los que deberá responder al marcar con una “X” la respuesta que considere correcta y razónela cuando se le indique.

1. ¿Conoce si existe reingeniería de áreas de trabajo en el laboratorio de procesos de manufactura? Si\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_
2. ¿Considera usted que es necesario implementar reingeniería de áreas de trabajo en el laboratorio de procesos de manufactura? Si\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_

3. ¿Cree usted que la falta de reingeniería de áreas de trabajo en el laboratorio de procesos de manufactura afecta las actividades docentes? Si\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_
4. ¿Tiene contemplado en su planificación la implementación de reingeniería de áreas de trabajo en el laboratorio de procesos de manufactura? Si \_\_\_\_\_No\_\_\_\_\_
5. ¿Tiene conocimiento si en la planificación de Escuela de Ingeniería Mecánica, se considera la implementación de reingeniería de áreas de trabajo en el laboratorio de procesos de manufactura? Si \_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_

Observaciones:

Lugar y fecha: Guatemala, 5 de junio de 2021.

## **Anexo 6: Anexo metodológico comentado sobre el cálculo de la muestra**

Para la población efecto; y causa, respectivamente se trabajó la técnica del censo con el 100% del nivel de confianza y el 0% de error; lo anterior debido a que son poblaciones finitas cualitativas menores a 35 personas; de 5 profesionales que laboran en el laboratorio de procesos de manufactura de escuela de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala.

## Anexo 7: Anexo metodológico comentado sobre el cálculo del coeficiente de correlación

Es un indicador estadístico que muestra un grado de correlación existente entre las dos variables que intervienen en la problemática descrita en el árbol de problemas y poder validarla; así como determinar si es posible la proyección de su comportamiento mediante el cálculo de la ecuación de la línea recta,  $y = a + bx$ .

Las variables intervinientes están en función de: “X” la cantidad de tiempo contemplado en los últimos 5 años (de 2016 a 2020); mientras que “Y” en función del efecto identificado en el árbol de problemas, incremento de incidentes y accidentes en el laboratorio de procesos de manufactura, el requisito indispensable para que se cumpla el comportamiento lineal de dos variables es que el coeficiente de correlación debe oscilar entre  $\geq + - 0.80$  a  $+ - \leq 1$ .

Año	X (años)	Y (Incidentes y accidentes)	XY	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>
2016	1	12	12.00	1	144.00
2017	2	19	38.00	4	361.00
2018	3	28	84.00	9	784.00
2019	4	40	160.00	16	1600.00
2020	5	32	160.00	25	1024.00
Totales	15	131	454.00	55	3913.00

n=	5
$\sum X=$	15
$\sum XY=$	454
$\sum X^2=$	55
$\sum Y^2=$	3913.00
$\sum Y=$	131
$n\sum XY=$	2270
$\sum X*\sum Y=$	1965
Numerador=	305

$n\sum X^2=$	275
$(\sum X)^2=$	225
$n\sum Y^2=$	19565.00
$(\sum Y)^2=$	17161.00
$n\sum X^2 - (\sum X)^2=$	50
$n\sum Y^2 - (\sum Y)^2=$	2404
$(n\sum X^2 - (\sum X)^2) \cdot$	120200.00
Denominador:	346.698716
<b>r =</b>	<b>0.87972636</b>

Fórmula:

$$r = \frac{n\sum XY - \sum X * \sum Y}{\sqrt{(n\sum X^2 - (\sum X)^2) * (n\sum Y^2 - (\sum Y)^2)}}$$

**Análisis:** debido a que el coeficiente de correlación  $r = 0.87$  se encuentra dentro del rango establecido, se indica que las variables están debidamente correlacionadas, se valida la problemática y se procede a la proyección mediante la línea recta.

**Anexo 8: Anexo metodológico comentado sobre la proyección del comportamiento de la problemática mediante la línea recta.**

$y = a + bx$

Año	X (años)	Y (Incidentes y accidentes)	XY	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>
2016	1	12	12	1	144.00
2017	2	19	38	4	361.00
2018	3	28	84	9	784.00
2019	4	40	160	16	1600.00
2020	5	32	160	25	1024.00
Totales	15	131	454	55	3913.00

n=	5
$\sum X=$	15
$\sum XY=$	454
$\sum X^2=$	55
$\sum Y^2=$	3913.00
$\sum Y=$	131
$n\sum XY=$	2270
$\sum X*\sum Y=$	1965
Numerador de b:	305
Denominador de b:	
$n\sum X^2=$	275
$(\sum X)^2=$	225
$n\sum X^2 - (\sum X)^2$ :	50
<b>b=</b>	<b>6.1</b>
Numerador de a:	
$\sum Y=$	131
$b * \sum X =$	91.5
Numerador de a:	
	39.5
<b>a=</b>	<b>7.9</b>

Fórmulas:

$$b = \frac{n\sum XY - \sum X * \sum Y}{n\sum X^2 - (\sum X)^2}$$

Fórmulas:

$$a = \frac{\sum y - b\sum x}{n}$$

**Proyección del comportamiento de la problemática sin proyecto:**

Ecuación de la línea recta $Y = a + (b * x)$				
Y(2021)=	a	+	(b	* X)
Y(2021)=	7.9	+	6.1	X
Y(2021)=	7.9	+	6.1	6
Y(2021)=	44.5			
Y(2021)=	45 Incidentes y accidentes			

Ecuación de la línea recta $Y= a+(b*x)$				
Y(2022)=	a	+	(b	* X)
Y(2022)=	7.9	+	6.1	X
Y(2022)=	7.9	+	6.1	7
Y(2022)=	50.6			
Y(2022)=	51 Incidentes y accidentes			

Ecuación de la línea recta $Y= a+(b*x)$				
Y(2023)=	a	+	(b	* X)
Y(2023)=	7.9	+	6.1	X
Y(2023)=	7.9	+	6.1	8
Y(2023)=	56.7			
Y(2023)=	57 Incidentes y accidentes			

Ecuación de la línea recta $Y= a+(b*x)$				
Y(2024)=	a	+	(b	* X)
Y(2024)=	7.9	+	6.1	X
Y(2024)=	7.9	+	6.1	9
Y(2024)=	62.8			
Y(2024)=	63 Incidentes y accidentes			

Ecuación de la línea recta $Y= a+(b*x)$				
Y(2025)=	a	+	(b	* X)
Y(2025)=	7.9	+	6.1	X
Y(2025)=	7.9	+	6.1	10
Y(2025)=	68.9			
Y(2025)=	69 Incidentes y accidentes			

### Proyección del comportamiento de la problemática con proyecto

Año a proyectar	=	Año anterior	más o - de la solución propuesta	Porcentaje propuesto	
Y (2021)	=	Y(2020)	-	11%	=
Y (2021)	=	45.00	-	4.95	40.05
Y (2021)	=	40 incidentes y accidentes			

Año a proyectar	=	Año anterior	más o - de la solución propuesta	Porcentaje propuesto	
Y (2022)	=	Y(2021)	-	14%	=
Y (2022)	=	40.05	-	5.61	34.44
Y (2022)	=	34 incidentes y accidentes			

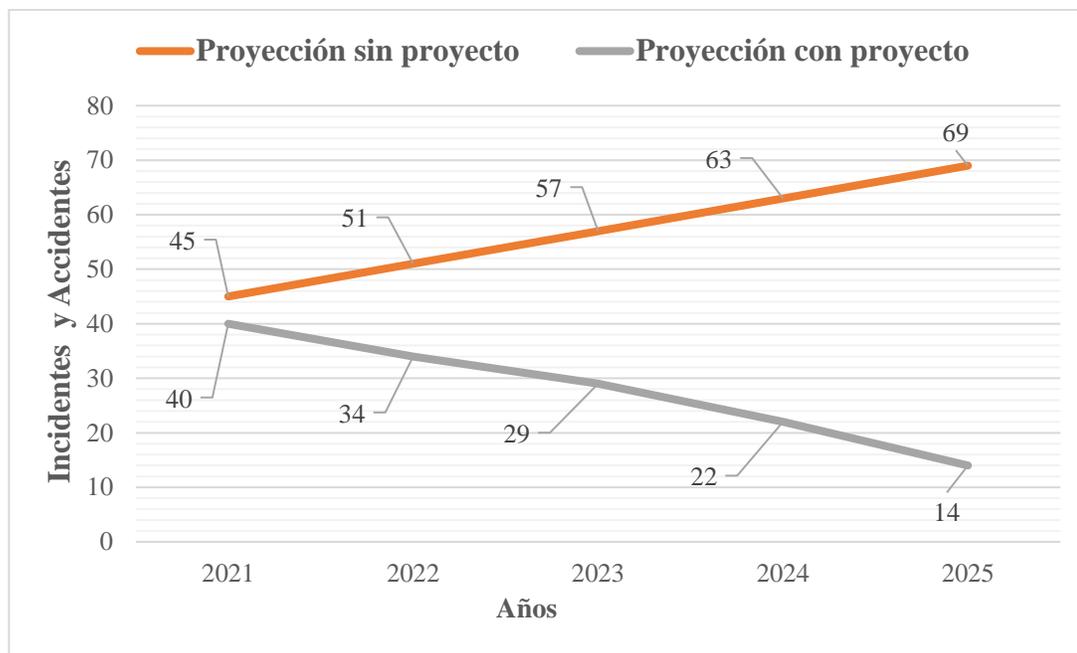
Año a proyectar	=	Año anterior	más o - de la solución propuesta	Porcentaje propuesto	
Y (2023)	=	Y(2022)	-	17%	=
Y (2023)	=	34.44	-	5.86	28.59
Y (2023)	=	29 incidentes y accidentes			

Año a proyectar	=	Año anterior	más o - de la solución propuesta	Porcentaje propuesto	
Y (2024)	=	Y(2023)	-	24%	=
Y (2024)	=	28.59	-	6.86	21.73
Y (2024)	=	22 incidentes y accidentes			

Año a proyectar	=	Año anterior	más o - de la solución propuesta	Porcentaje propuesto	
Y (2025)	=	Y(2024)	-	34%	=
Y (2025)	=	21.73	-	7.60	14.12
Y (2025)	=	14 incidentes y accidentes			

Análisis Comparativo sin y con proyecto		
Año	Proyección sin proyecto, incidentes y accidentes	Proyección con proyecto, incidentes y accidentes
2021	45	40
2022	51	34
2023	57	29
2024	63	22
2025	69	14

Gráfica del comportamiento de la problemática sin y con proyecto.



Fuente: Lopez, J., mayo 2021.

**Análisis:** Como se puede notar en la información anterior, la problemática crece a medida que pasa el tiempo, al 2025 se proyecta un incremento de incidentes y accidentes; de no ejecutarse la presente propuesta, la situación del efecto identificado, seguirá en condiciones negativas, por lo que se hace evidente la necesidad de la pronta implementación del plan de reingeniería de áreas de trabajo en el laboratorio de procesos de manufactura de escuela de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala.

Al implementar reingeniería de áreas de trabajo se proyecta una disminución de incidentes y accidentes para el 2025, por lo que es necesario para solucionar a la brevedad posible la problemática identificada.

Jorge Mario Lopez Morales

**TOMO II**

“REINGENIERÍA DE ÁREAS DE TRABAJO EN EL LABORATORIO DE  
PROCESOS DE MANUFACTURA DE ESCUELA DE INGENIERÍA  
MECÁNICA, FACULTAD DE INGENIERÍA, UNIVERSIDAD DE SAN  
CARLOS DE GUATEMALA, GUATEMALA, GUATEMALA.”



Asesor General Metodológico:

Ing. Msc. Oscar Reynaldo Zuñiga Cambara

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala, junio 2022

Esta tesis fue presentada por el autor, previo a obtener el título universitario de Licenciado en Ingeniería Industrial con énfasis en Recursos Naturales Renovables.

## **Prólogo**

En cumplimiento con lo que establece la Universidad Rural de Guatemala, como parte del programa de graduación se realizó el trabajo de tesis “Reingeniería de áreas de trabajo en el laboratorio de Procesos de Manufactura de Escuela de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala”, previo a optar al título de Licenciado en Ingeniería Industrial con énfasis en Recursos Naturales Renovables.

El presente trabajo tiene por objetivo proponer la implementación de reingeniería de áreas de trabajo en el laboratorio de procesos de manufactura, que surge para la solución del problema central “Inadecuada distribución de áreas de trabajo en el laboratorio de Procesos de Manufactura de Escuela de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala”, que ha provocado incremento de incidentes y accidentes en los últimos años.

Propiciar al estudiante un mejor ambiente y seguridad en las prácticas de procesos de manufactura en las áreas de trabajo del laboratorio, con la aplicación de las normas de seguridad e higiene industrial.

## **Presentación**

La investigación tiene como objetivo principal, implementar un plan de “Reingeniería de áreas de trabajo en el laboratorio de Procesos de Manufactura de Escuela de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala”, definidos en modelo de investigación: Domino.

La propuesta de reingeniería de áreas de trabajo surge por el problema central inadecuada distribución de áreas de trabajo en el laboratorio de procesos de manufactura, situación que ha provocado incremento de incidentes y accidentes a lo largo de los años.

El propósito principal de la propuesta de reingeniería de áreas de trabajo es la disminución de los incidentes y accidentes en el laboratorio de procesos de manufactura, así mismo crear un mejor ambiente de trabajo para los estudiantes y profesionales.

Como segundo objetivo es poder optar al título de Licenciado en Ingeniería Industrial con énfasis en Recursos Naturales Renovables por la Facultad de Ingeniería Universidad Rural de Guatemala.

## ÍNDICE

No.	Contenido	Página
	I. RESUMEN .....	1
	II. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	8
	ANEXOS	

## **I. RESUMEN**

Se presenta un resumen del trabajo de investigación denominado “Reingeniería de áreas de trabajo en el laboratorio de Procesos de Manufactura de Escuela de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala”, propuesta de solución a la problemática, inadecuada distribución de áreas de trabajo en el laboratorio de procesos de manufactura que ha provocado un incremento en los incidentes y accidentes en los últimos 5 años.

### **I.1 Planteamiento del problema**

Por “Inadecuada distribución de áreas de trabajo en el laboratorio de Procesos de Manufactura de Escuela de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala”, se han incrementado incidentes y accidentes en los últimos 5 años, su causa principal inexistencia de reingeniería de áreas de trabajo en el laboratorio.

Áreas utilizadas por estudiantes de ingeniería del octavo semestre en las carreras de Ingeniería Mecánica, Ingeniería Industrial e Ingeniería Mecánica Industrial, que utilizan la maquinaria, equipo y herramienta que se encuentran en el área de trabajo, se identifica el problema central, “inadecuada distribución de áreas de trabajo” que han provocado un incremento de incidentes y accidentes dentro del laboratorio de procesos de manufactura.

Por esta razón resulta importante implementar reingeniería de áreas de trabajo en el laboratorio de procesos de manufactura en escuela de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, para dar una solución definitiva al problema central, y reducir incidentes y accidentes dentro del laboratorio.

## **I.2 Hipótesis causal**

“El incremento de incidentes y accidentes en el laboratorio de Procesos de Manufactura de Escuela de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala, durante los últimos 5 años, por inadecuada distribución de áreas de trabajo, es debido a la inexistencia de reingeniería”.

### **I.2.1 Hipótesis interrogativa**

¿Sera que la inexistencia de Reingeniería de áreas de trabajo en el laboratorio de Procesos de Manufactura de Escuela de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala, por inadecuada distribución de áreas de trabajo, en los últimos 5 años, es la causa del incremento de incidentes y accidentes?

## **I.3 Objetivos**

Con el fin de plantear una solución adecuada a la problemática estudiada se detallan los siguientes objetivos:

### **I.3.1 General**

Disminuir incidentes y accidentes en el laboratorio de Procesos de Manufactura de Escuela de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala.

### **I.3.2 Especifico**

Adecuar distribución de áreas de trabajo en el laboratorio de Procesos de Manufactura de Escuela de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala.

#### **I.4 Justificación**

La presente investigación se realiza en el laboratorio de procesos de manufactura de escuela de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala, lugar de las practicas estudiantiles en las carreras de Ingeniería Mecánica, Ingeniería Industrial e Ingeniería Mecánica Industrial, que utilizan áreas de trabajo en el laboratorio, maquinaria, equipo y herramienta, así como disposiciones del uso de laboratorios.

El estudio de investigación se realiza por la necesidad de implementar medidas que disminuyan los incidentes y accidentes que ocurren a estudiantes dentro del laboratorio de procesos de manufactura, que se han incrementado en los últimos cinco años por inadecuada distribución de áreas de trabajo, ante la falta de un plan de reingeniería.

Información proporcionada por la escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería, así como de otras fuentes de información, el trabajo de campo se desarrolló con profesionales que imparten prácticas en laboratorios de procesos de manufactura.

Como aproximación y solución al problema expuesto, es necesario la implementación de “Reingeniería de áreas de trabajo en el laboratorio de Procesos de Manufactura de Escuela de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala”.

De no aprobarse la propuesta de reingeniería de áreas de trabajo en el laboratorio de procesos de manufactura, según la proyección de datos matemáticos y estadísticos, continuará el incremento de incidentes y accidentes.

De aprobarse la propuesta de reingeniería de áreas de trabajo en el laboratorio de procesos de manufactura, al primer año de ejecutada, se disminuirán considerablemente los incidentes y accidentes.

## **I.5 Metodología**

Para la presente investigación de graduación se aplicaron varios métodos estadísticos, técnicas de investigación, observación, encuestas entre otros que se detallan a continuación:

### **I.5.1 Métodos**

Los métodos utilizados variaron en relación a la formulación de la hipótesis y la comprobación de la misma.

Para la formulación de la hipótesis, el método utilizado fue el método deductivo, el que fue auxiliado por el método del marco lógico para formular la hipótesis y los objetivos de la investigación, diagramados en el árbol de problemas y objetivos, que forman parte del anexo de este documento.

Para la comprobación de la hipótesis, el método utilizado fue el inductivo, que contó con el auxilio del método estadístico, de análisis y el método de síntesis.

La forma de empleo de los métodos para la formulación de la hipótesis y para su comprobación, se detallan a continuación:

#### **I.5.1.1 Métodos utilizados para la formulación de la hipótesis**

Los métodos utilizados para la formulación de la hipótesis son: el método deductivo y el método del marco lógico, que se desarrollan a continuación:

**1. Método deductivo:** es el método que se utilizó para la formulación de la hipótesis, el cual permitió conocer los aspectos generales del área del laboratorio de procesos de manufactura de escuela de Mecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, su problema principal, su efecto y causa respectivamente.

**2. Método del marco lógico:** utilizado para encontrar la variable dependiente e independiente de la hipótesis además de definir el área de trabajo y el tiempo que se determinó para desarrollar la investigación. La diagramación de la hipótesis se encuentra en el anexo “2”.

La hipótesis formulada en la forma indicada reza: “El incremento de incidentes y accidentes en el laboratorio de Procesos de Manufactura de Escuela de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala, durante los últimos 5 años, por inadecuada distribución de áreas de trabajo, es debido a la inexistencia de reingeniería”.

El método del marco lógico, permite, entre otros aspectos, encontrar el objetivo general y el específico de la investigación; así como establecer la denominación del trabajo en cuestión.

#### **1.5.1.2 Métodos utilizados en la comprobación de la hipótesis**

**1. Método inductivo:** para la comprobación de la hipótesis el método principal utilizado es el método inductivo, con el que se obtuvieron resultados específicos o particulares de la problemática identificada, lo que sirvió para diseñar conclusiones y premisas generales, a partir de tales resultados específicos o particulares.

**2. Métodos estadísticos y de análisis:** después de recabar la información contenida en las boletas, se tabulan los resultados, para cuyo efecto se utilizó el método estadístico y el método de análisis, que consiste en la interpretación de los datos tabulados, en valores absolutos y relativos, obtenidos después de la aplicación de las boletas de investigación, que poseyeron como objeto la comprobación de la hipótesis previamente formulada.

**3. Método de síntesis:** interpretada la información, se utiliza el método de síntesis, a efecto de obtener las conclusiones y recomendaciones del presente trabajo de investigación; el método también sirve para hacer congruente la totalidad de la

investigación, con resultados obtenidos producto de la investigación de campo efectuada.

## **I.5.2 Técnicas**

Las técnicas empleadas variaron de acuerdo a la etapa de la formulación de la hipótesis y a la comprobación de la misma; así:

### **I.5.2.1 Técnicas empleadas para la formulación de la hipótesis**

- 1. Observación directa:** esta técnica se utilizó en el área del laboratorio de procesos de manufactura, a cuyo efecto, se observa la forma en que los estudiantes se trasladan del área de charlas magistrales al laboratorio, la manera en que se colocan en sus áreas respectivas, con sus equipos de protección personal (EPP), y la utilización de maquinaria, equipo y herramienta.
- 2. Investigación documental:** esta técnica se utiliza a efecto de determinar si se cuenta con documentos similares o relacionados con la problemática a investigar.
- 3. Entrevista:** formada una idea general de la problemática, se procede a entrevistar a profesionales que imparten las prácticas en el laboratorio, a efectos de poseer información más precisa sobre la problemática detectada.

### **I.5.2.2 Técnicas empleadas para la comprobación de la hipótesis**

**Entrevista:** previo a desarrollar la entrevista, se procede al diseño de boletas de investigación, con el propósito de comprobar las variables dependiente e independiente de la hipótesis previamente formulada.

Las boletas, previo a ser aplicadas a la población objetivo, pasaron por un proceso de prueba, con la finalidad, de hacer más efectivas las preguntas y propiciar que las respuestas, proporcionaran la información requerida, después de ser aplicada.

**Determinación de la población a investigar:** se determinó que la población a investigar en este caso son los cinco profesionales que imparten la practica en el laboratorio de procesos de manufactura, para obtener la información más confiable, se realiza un censo de investigación de la totalidad de la población con un nivel de confianza para este caso del 100% y 0% de error.

La hipótesis formulada: “El incremento de incidentes y accidentes en el laboratorio de Procesos de Manufactura de Escuela de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala, durante los últimos 5 años, por inadecuada distribución de áreas de trabajo, es debido a la inexistencia de reingeniería”.

## **II. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Se comprueba la hipótesis “El incremento de incidentes y accidentes en el laboratorio de Procesos de Manufactura de Escuela de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala, durante los últimos 5 años, por inadecuada distribución de áreas de trabajo, es debido a la inexistencia de reingeniería”, con el 100% de nivel de confianza y 0% de error para la variable Y (efecto); y con el 100% de nivel de confianza y 0% de error, para la variable X (causa).

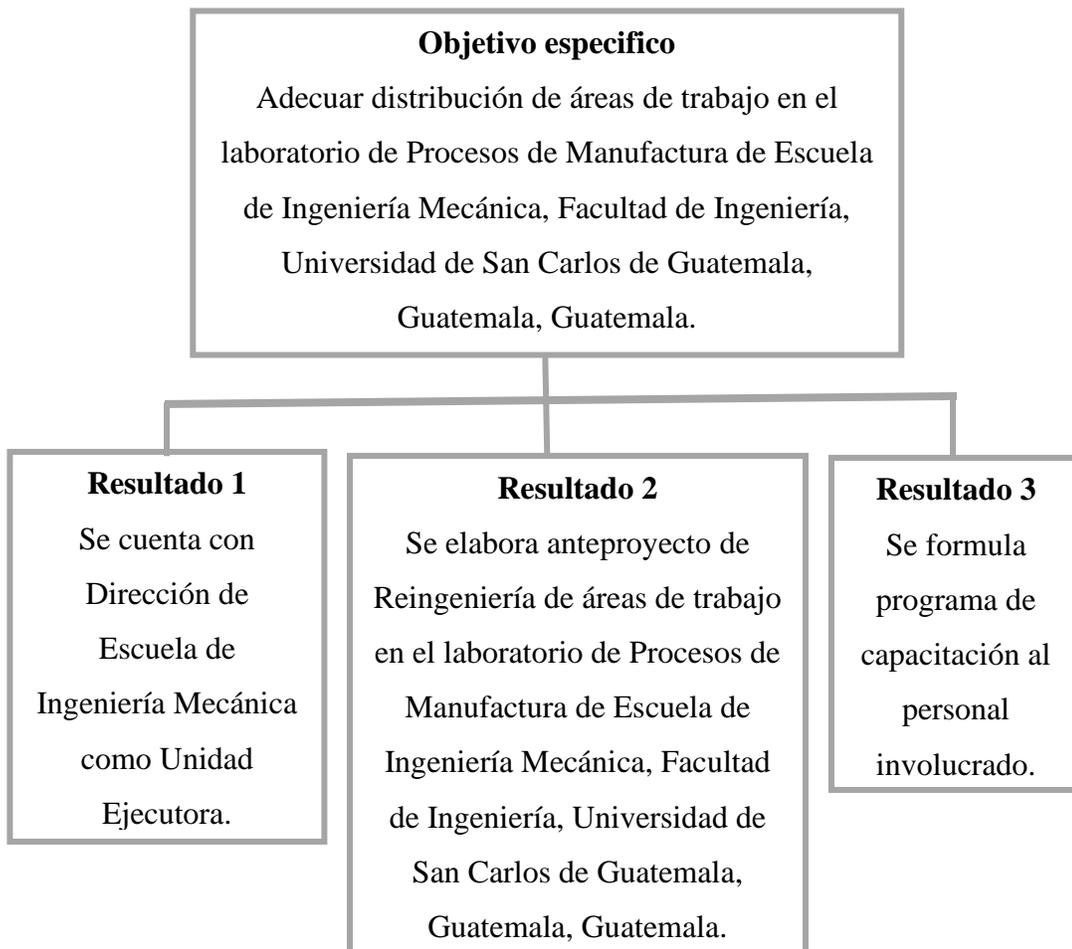
Por lo anterior se recomienda operativizar la solución de la problemática mediante la implementación del plan de “Reingeniería de áreas de trabajo en el laboratorio de Procesos de Manufactura de Escuela de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala”.

## ANEXOS

### Anexo 1: Propuesta para solucionar la problemática

La Dirección de Escuela de Ingeniería Mecánica es la designada como Unidad Ejecutora para la implementación del plan de reingeniería de áreas de trabajo en el laboratorio de procesos de manufactura, y para ello se fortalecen las actividades en el programa de capacitación al personal que está involucrado en todo el proceso.

#### Diagrama del medio de solución de la problemática



## **Resultado 1: Dirección de escuela de Ingeniería Mecánica como Unidad Ejecutora.**

### **Actividad 1: Espacio físico**

Es necesario contar con una oficina para la dirección de la escuela de Ingeniería Mecánica con una dimensión de 2 x 4 metros, 8 metros cuadrados.

### **Actividad 2: Material y equipo**

1. Una computadora de escritorio Dell con las características siguientes: memoria RAM 8 GB, disco duro de 1 Tera, Windows 10 office 2016
2. Un escritorio para oficina de metal con extensión tipo L color negro de 1.25 metros y la extensión de 0.40 X 1 metro
3. Una Silla para oficina color negro con ruedas giratorias con ajuste de altura
4. Archivo de 3 gavetas color negro de 0.60 X 0.50 X 1 metro, con archivadores para folder de metal y candado.
5. Dos estanterías metálicas de 0.30 X 2 X 2 metros y 16 espacios

### **Actividad 3: Personal técnico**

Un Ingeniero Mecánico Industrial quien estará a cargo de la Unidad Ejecutora.

### **Actividad 4: Recursos Financieros**

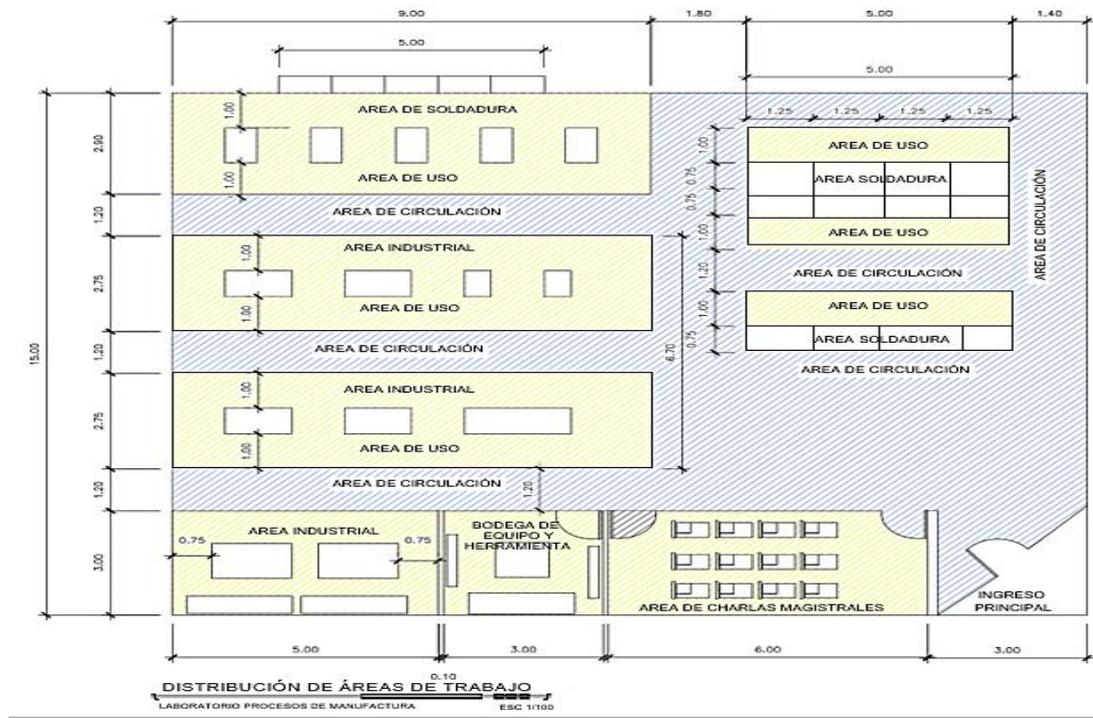
La Universidad de San Carlos de Guatemala por medio de Facultad de Ingeniería, proporcionará los recursos financieros necesarios para la dirección de escuela de Ingeniería Mecánica designada como Unidad Ejecutora.

**Resultado 2: Se elabora anteproyecto de “Reingeniería de áreas de trabajo en el laboratorio de Procesos de Manufactura de Escuela de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala”.**

**Actividad 1: Distribución de áreas de trabajo**

Para el desarrollo del anteproyecto, el área principal para el laboratorio de procesos de manufactura debe ser de una dimensión de 17 metros de largo por 15 metros de ancho, que se divide en cuatro áreas de trabajo, distribuidas por proceso de operaciones, con diseño funcional en los espacios que se detallan a continuación: charlas magistrales, bodega de equipo y herramienta, área industrial y soldaduras, que cuentan con áreas de uso de trabajo y áreas de circulación estudiantil, detalladas en el croquis siguiente:

Imagen 1: Croquis propuesto.



Fuente: Lopez, J., junio de 2021.

### **Acción 1: Diseño**

En el diseño para la propuesta de reingeniería de áreas de trabajo, en la distribución de los espacios funcionales para el laboratorio, se consideraron varios aspectos como: distribución por proceso de operaciones en áreas de trabajo utilizadas en el laboratorio, espacio disponible para realizar los procesos en cada área de trabajo que depende del tipo de la materia prima, maquinaria, equipo y mobiliario que será utilizado, espacio para ajuste, reparación y mantenimiento, instalación, disposición o dirección de maquinaria, equipo y herramienta, áreas de uso de trabajo con características ergonómicas, áreas de circulación estudiantil y salidas de emergencia del laboratorio, así como las normas y medidas de seguridad.

### **Acción 2: Distribución funcional del espacio a utilizar**

1. Área de charlas magistrales.
2. Bodega de equipo y herramienta.
3. Área industrial.
4. Área de soldaduras.

Área de charlas magistrales: sus dimensiones deben ser de 3 metros de ancho por 6 metros de largo, con capacidad para 20 pupitres de estudio, el área contara con entrada principal y salida para mejor circulación estudiantil y poder trasladarse al área de bodega de equipo y herramienta que según la distribución por proceso de operaciones del laboratorio es el área siguiente después de recibir las charlas magistrales.

Área de bodega de equipo y herramienta: sus dimensiones deben ser de 3 X 3 metros, espacio donde se encuentra el equipo especial y herramienta, así como el equipo de protección personal (EPP), distribuidos de forma adecuada para su uso y distribución, una estantería y organizadores de herramientas para un mejor control.

Área industrial: cuenta con tres áreas distribuidas de acuerdo al proceso de transformación del material, con una dimensión de 3 metros de ancho por 5 metros de

largo, espacio donde se distribuirán dos bancos de trabajo y dos estanterías, la segunda y tercera área sus dimensiones deben ser de 2.75 metros de ancho por 9 metros de largo, estarán distribuidos 4 tornos, 2 barrenos de pedestal y una fresadora vertical.

Área de soldaduras: contara con dos áreas de trabajo, con una dimensión de 2.90 metros de ancho por 9 metros de largo, se distribuirán 5 equipos de soldadura oxiacetilénica y sus respectivos bancos de trabajo, otra área de trabajo con dimensiones de 5 metros de ancho por 6.45 metros de largo, distribuidos 12 equipos de soldadura de arco eléctrico y 12 bancos de trabajo.

## **Actividad 2: Disposición final de maquinaria y equipo en áreas de trabajo**

### **Acción 1: Maquinaria y equipo en mal estado**

La maquinaria y equipo en mal estado se debe retirar del área del laboratorio de procesos de manufactura por medio de tramites internos de procesos de baja de bienes de inventario en mal estado, desuso y obsoletos, por parte de la dirección de escuela de Ingeniería Mecánica designada como Unidad Ejecutora.

### **Acción 2: Maquinaria y equipo en buenas condiciones**

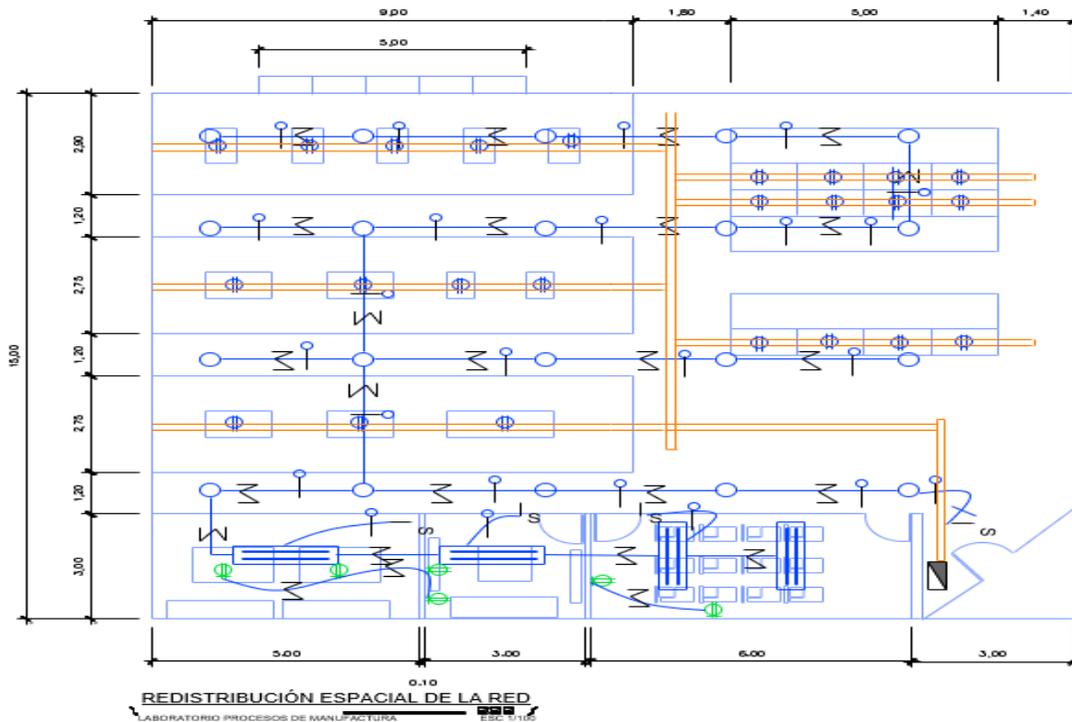
La maquinaria y equipo que se encuentre en buenas condiciones, se instalara dentro de las áreas que fueron designadas y distribuidas de forma funcional en el laboratorio por medio de reingeniería de áreas de trabajo, las que deben ser funcionales y operarias.

## **Actividad 3: Reingeniería del sistema de conducción eléctrica**

La reingeniería del sistema de conducción eléctrica es de suma importancia en el laboratorio para su buen funcionamiento, es necesario que cuente con una excelente conducción eléctrica, instalación apropiada del cableado eléctrico, instalación de las máquinas, luminarias, así como de los dispositivos eléctricos instalados en todas las

áreas dentro del laboratorio de procesos de manufactura, los que se detallan en el siguiente croquis:

Imagen 2: Croquis de conducción eléctrica.



Fuente: Lopez, J., junio 2021.

### **Acción 1: Diseño**

El diseño del sistema de conducción eléctrica, es muy importante en el proceso de la reingeniería de áreas de trabajo, se consideraron varios aspectos como: la disposición de las áreas de trabajo dentro del laboratorio, máquinas, equipos y herramientas, medidas de seguridad (lámparas de emergencia), áreas de uso de trabajo, áreas de circulación estudiantil, entre otros aspectos, la conducción eléctrica debe ser aérea, distribuidas en cada área de trabajo, el cableado de conducción eléctrica para cada máquina y para cada dispositivo eléctrico, (lámparas, interruptores, toma corrientes etc.), necesarios para el funcionamiento de las áreas del laboratorio de procesos de manufactura.

## **Acción 2: Redistribución espacial de la red**

1. Flipón principal.
2. Dirección del cableado
3. Luminarias.
4. Toma corrientes.
5. Apagadores.

Flipón principal: se debe instalar en la entrada principal con identificación y señalización correspondiente, con acceso restringido, para el uso exclusivo del personal técnico autorizado para su mantenimiento y manipulación requerida.

Dirección del cableado: debe recorrer todas las áreas del laboratorio de forma aérea, iniciando en la entrada principal, colocado en bandeja tipo escalerilla de acero inoxidable o cablofil, distribuidos en cada área de trabajo, cable tipo TSJ, instalación tipo péndulo necesarios para el funcionamiento adecuado de cada máquina.

Luminarias: el área de charlas magistrales y bodega de equipo y herramienta se deben de instalar lámparas led dobles, tipo tubo de luz fría de 20 vatios, en el área industrial y soldaduras se deben instalar lámparas de tipo campana de 150 vatios con un ángulo de 120 grados de iluminación, se debe de colocar a una distancia y altura requerida según el ángulo de iluminación.

Toma corrientes: los toma corrientes se deben colocar y distribuir en lugares estratégicos según el área de trabajo y el uso de las máquinas, a una distancia y altura requerida, provenientes de la instalación aérea y de tipo péndulo con cable TSJ y tomacorrientes de uso especial con tapaderas de protección.

Apagadores: estos dispositivos eléctricos se deben instalar en la entrada principal del laboratorio para que funcionen las lámparas tipo campana en las áreas de industrial y soldaduras, en la entrada principal del área de charlas magistrales y en la entrada principal del área de bodega, equipo y herramienta.

#### **Actividad 4. Implementación de las 5S**

Para el desarrollo de reingeniería de áreas de trabajo en el laboratorio de procesos de manufactura es indispensable la implementación de las 5S para que cumplan con las normas establecidas para delimitar áreas de trabajo, su seguridad y su funcionamiento que llene todas las especificaciones adecuadas y requeridas.

##### **Acción 1: Limpieza**

Las áreas de trabajo del laboratorio deben limpiarse según el uso e importancia, que puede ser en cada periodo de clases, diariamente, por semana o según el uso constante de las áreas de trabajo.

Los pisos se deben limpiar diariamente con atrapa polvo y limpiadores por cualquier tipo de derrame de aceite al lubricar las máquinas o al darles mantenimiento, se debe realizar con equipo de limpieza especial debido que en estas áreas se utilizan máquinas para transformación de materias primas, que producen esquirlas metálicas que podrían causar incidentes o accidentes al personal de limpieza y dañar la pintura en los pisos de las áreas de trabajo del laboratorio.

##### **Acción 2: Organización**

Las áreas de trabajo deben organizarse de acuerdo a una distribución por proceso de operaciones de la manera siguiente: área de charlas magistrales lugar donde se reciben las instrucciones del uso y manejo de las máquinas y equipos en las áreas de trabajo, se trasladan al área de bodega de equipo y herramienta para recibir su equipo de protección personal (EPP) y la herramienta que utilizaran en estas áreas, se trasladan al área industrial para la transformación y proceso de la materia prima, por ultimo llegar al área de soldaduras de una manera organizada y ordenada, que se respete las áreas de uso de trabajo, de paso peatonal, salidas de emergencia así como las áreas de circulación estudiantil.

### **Acción 3: Disciplina**

El estudiante debe seguir las normas y procedimientos del uso y manejo de las instalaciones, maquinaria, equipo y herramientas del laboratorio en las prácticas de procesos de manufactura, que se encontraran visibles al ingreso del laboratorio, así como acceso a los normativos vigentes.

### **Acción 4: Estandarizar**

Es importante estandarizar los procedimientos, para mejor utilización de la distribución de planta en la realización de las prácticas del laboratorio, buscar una constante en los logros alcanzados con las 3S anteriores, con señalizaciones de las normas del uso adecuado de las áreas, en lugares estratégicos por medio de imágenes y letreros, que estén visibles para estudiantes y personal que labora en el mismo.

### **Acción 5: Seguridad Industrial**

Se deben de utilizar rutas de evacuación en áreas de circulación y lugares estratégicos identificadas con señalizaciones pintadas en los pisos de todas las áreas de trabajo, el color según la información que se desea transmitir.

Las lámparas de emergencia se deben distribuir en diferentes áreas del laboratorio, en el paso de la ruta de evacuación, en el área de charlas magistrales, bodega de equipo y herramienta y distribuidas en el área industrial.

Se deben colocar extintores en las áreas del laboratorio de acuerdo a las normas de seguridad industrial a distancias y alturas requeridas, se debe incluir el área de charlas magistrales y la bodega de equipo y herramientas.

Las máquinas, bancos de trabajo y las estanterías se deben de anclar al piso y sujetarlos a la pared con tornillos de fijación para evitar cualquier tipo de movimientos y/o vibraciones, los equipos de soldadura oxiacetilénica se deben sujetar con cadenas y a la pared para evitar cualquier movimiento y que puedan caer al piso.

### **Resultado 3: Programa de capacitación al personal involucrado**

Las capacitaciones se deben realizar al personal involucrado en el laboratorio, se toma en cuenta al personal de limpieza, por el riesgo de limpiar la maquinaria debido a que se trabaja con materiales corta punzantes, aceites y líquidos inflamables.

#### **Actividad 1. Convocatoria de capacitaciones**

1. Catedráticos
2. Estudiantes
3. Personal de mantenimiento y bodega
4. Personal de limpieza

#### **Actividad 2. Metodología**

La metodología será la siguiente:

1. Talleres de desarrollo profesional.
2. Actividades motivacionales (dinámica de trabajo en equipo, productividad).
3. Exposiciones (escritas, orales, científicas y conferencias personales).
4. Charlas magistrales (mantenimiento de áreas de trabajo en el laboratorio, etc.).

#### **Actividad 3. Frecuencia de capacitaciones**

Se realizarán 2 capacitaciones cada seis meses, 20 capacitaciones en total.

#### **Actividad 4. Temas a capacitar**

1. Seguridad e higiene Industrial
2. Manejo y uso de maquinaria y equipo
3. Mantenimiento de maquinaria y equipo
4. Clasificación de la herramienta y equipo
5. Limpieza de maquinaria y equipo
6. 5S

## Anexo 2: Matriz de la Estructura Lógica

Matriz de la Estructura Lógica, es un instrumento que sirve para evaluar el cumplimiento de los objetivos de la propuesta, después de desarrollarla.

Componentes	Indicadores	Medios de verificación	Supuestos
<b>Objetivo general:</b>			
Disminuir incidentes y accidentes en el laboratorio de Procesos de Manufactura de Escuela de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala.	Al primer año de ejecutada la propuesta, se disminuyen incidentes y accidentes en 90%.	Reportes de catedráticos. Encuestas a catedráticos de laboratorio.	La unidad ejecutora Implementa normativos para el uso de equipo y material dentro del laboratorio.
<b>Objetivo específico:</b>			
Adecuar distribución de áreas de trabajo en el laboratorio de Procesos de Manufactura de Escuela de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala.	Al primer año de implementada la propuesta, se cuenta con distribución adecuada de áreas de trabajo en el laboratorio y se concreta el 90% de la solución al problema central.	Fotografías, Reportes de la Unidad Ejecutora. Entrevistas catedráticos y estudiantes.	La unidad ejecutora adopta el programa de mantenimiento constante a las instalaciones.

<b>Resultado 1:</b>			
Se cuenta con Dirección de Escuela de Ingeniería Mecánica como Unidad Ejecutora.			
<b>Resultado 2:</b>			
Se elabora anteproyecto de Reingeniería de áreas de trabajo en el laboratorio de Procesos de Manufactura de Escuela de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala.			
<b>Resultado 3:</b>			
Se formula programa de capacitación al personal involucrado.			

Fuente: Lopez, J., mayo 2021

### **Anexo 3. Presupuesto.**

Como se puede observar en el cuadro que a continuación se presenta, se numeran los resultados y al mismo tiempo el costo unitario por cada uno de ellos, finalmente se detalla el costo total de la propuesta para solucionar la problemática identificada en el árbol de problemas.

<b>Presupuesto</b>		
<b>No. Resultado</b>	<b>Descripción</b>	<b>Costo unitario</b>
1	Unidad ejecutora	Q20,600.00
2	Anteproyecto de reingeniería de áreas de trabajo en el laboratorio de Procesos de Manufactura de Escuela de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala	Q90,000.00
3	Capacitación	Q7,000.00
Total		Q117,600.00

Fuente: Lopez, J., mayo 2021