



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y
MECÁNICA**

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO**

**ROBERTO CARLOS CHICAIZA TOAPANTA
MAURICIO ALEJANDRO VEGA HIDALGO**

**TEMA: DISEÑO Y SIMULACIÓN PARA LA ORGANIZACIÓN
ÓPTIMA DE LOS LABORATORIOS DEL ÁREA DE PROCESOS
DE MANUFACTURA DEL DECEM.**

DIRECTOR: ING. JUAN DÍAZ

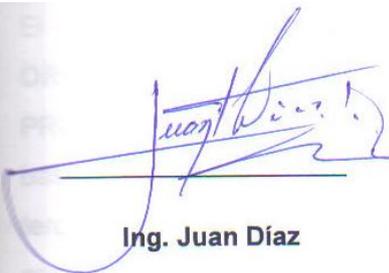
CODIRECTOR: ING. LUIS SEGURA

SANGOLQUÍ, 12 DE MAYO DEL 2015

CERTIFICACIÓN DE ELABORACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto “**DISEÑO Y SIMULACIÓN PARA LA ORGANIZACIÓN ÓPTIMA DE LOS LABORATORIOS DEL ÁREA DE PROCESOS DE MANUFACTURA DEL DECEM**”, fue realizado en su totalidad por los señores Roberto Carlos Chicaiza Toapanta y Mauricio Alejandro Vega Hidalgo, como requerimiento parcial para la obtención del título de Ingeniero Mecánico.

Sangolquí, 12 de Mayo del 2015



Ing. Juan Díaz
DIRECTOR



Ing. Luis Segura
CODIRECTOR

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, Roberto Carlos Chicaiza Toapanta y Mauricio Alejandro Vega Hidalgo.

Declaramos que:

El proyecto de grado denominado **“DISEÑO Y SIMULACIÓN PARA LA ORGANIZACIÓN ÓPTIMA DE LOS LABORATORIOS DEL ÁREA DE PROCESOS DE MANUFACTURA DEL DECEM”**, ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de nuestra autoría.

En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Sangolquí, 12 de Mayo del 2015



Roberto Carlos Chicaiza Toapanta



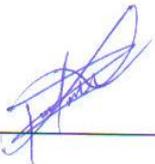
Mauricio Alejandro Vega Hidalgo

AUTORIZACIÓN

Nosotros, Roberto Carlos Chicaiza Toapanta y Mauricio Alejandro Vega Hidalgo.

Autorizamos a la Universidad De Las Fuerzas Armadas ESPE, en la biblioteca virtual de la Institución del trabajo **“DISEÑO Y SIMULACIÓN PARA LA ORGANIZACIÓN ÓPTIMA DE LOS LABORATORIOS DEL ÁREA DE PROCESOS DE MANUFACTURA DEL DECEM”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Sangolquí, 12 de Mayo del 2015



Roberto Carlos Chicaiza Toapanta



Mauricio Alejandro Vega Hidalgo

DEDICATORIA

Este proyecto dedico a Dios porque está conmigo en cada momento de la vida, cuidándome y dándome fortaleza a cada paso que doy.

A mis padres, Carlos Chicaiza y Alicia Toapanta por darme bienestar y educación, siendo mi apoyo y ejemplo en todo momento, al depositar su entera confianza y afecto en cada prueba que se me presenta en la vida. A Gabriela y Josseline mis dos hermanas, que han estado junto a mí y me han brindado su apoyo y cariño incondicional.

A mis tíos que han sido un ejemplo de vida y me han sabido transmitir sus conocimientos, vivencias y consejos, para poder ser una mejor persona cada día.

Roberto Carlos Chicaiza Toapanta

Este proyecto dedico a mi abuelo Celio Enrique por enseñarme “Que los pensamientos y las palabras son creadoras de nuestra vida”. A Marcos Guerrero, por enseñarme que la vida es un proceso de aprendizajes los cuales debemos aceptarlos con alegría y amor. A mis amados padres Oswaldo y Yolanda, por su amor y apoyo incondicional para alcanzar mis objetivos propuestos. A mis hermanos Edison y Santiago por arrancarme una sonrisa en los momentos más difíciles, enseñándome que “El amor es siempre la respuesta para sanar en cualquier aspecto” y a mis amigos que me enseñan que nunca es demasiado tarde para empezar a vivir.

Mauricio Alejandro Vega Hidalgo

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a DIOS, por enseñarnos que las luchas son más fáciles de enfrentarlas con amor y alegría.

Deseamos expresar nuestra gratitud a Juan Díaz, Luis Segura y Santiago Castellanos docentes de la carrera de Ingeniería Mecánica por su paciencia y conocimientos brindados para la realización de este proyecto, al Ing. Milton Acosta, al Ing. Edison Vega y al Ing. Moisés Toapanta, quienes nos ayudaron a realizar este proyecto, también agradezco a los laboratoristas del área de procesos de manufactura por facilitarnos la información necesaria para el desarrollo de este tema de tesis.

Agradecemos la Sra. Carlota Espinoza propietaria de FenixCopicentro, por su confianza y atención brindada para plasmar nuestros proyectos realizados.

Por ultimo agradecemos a todas y cada una de las personas que de una u otra forma contribuyeron con la realización de este proyecto.

GRACIAS.

Roberto y Mauricio

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN DE ELABORACIÓN DEL PROYECTO	II
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	III
AUTORIZACIÓN	IV
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTOS	VII
LISTADO DE TABLAS.....	XII
LISTADO DE FIGURAS	XIV
LISTADO DE ANEXOS	XVIII
RESUMEN	XXI
ABSTRACT	XXII
CAPÍTULO I	
1.1 Antecedentes	1
1.2 Análisis y definición del problema	2
1.3 Justificación e importancia	3
1.3.1 Viabilidad técnica:	3
1.3.2 Viabilidad social	3
1.3.3 Viabilidad ecológica	3
1.3.4 Viabilidad de seguridad	4
1.3.5 Viabilidad económica	4
1.4 Objetivos	4
1.4.1 Objetivo general	4
1.4.2 Objetivos específicos	4
1.5 Alcance del proyecto.....	5
CAPÍTULO II	
2.1 Procesos de Manufactura	6
2.2 Definición de norma	6
2.2.2 Normas ISO	6
2.2.3 Norma NTE INEN-ISO/IEC 17025:2006	7
2.3 Evaluación	7
2.3.1 Sistemas de evaluación	7
2.3.2 Evaluación de la depreciación de las máquinas.....	8

2.3.2.1 Factor de peritaje (FP)	8
2.3.2.2 Factor de mantenimiento (FM).....	8
2.3.2.3 Factor de obsolescencia (FO).....	9
2.3.2.4 Factor de depreciación ingenieril (FD)	9
2.4 Matriz de análisis Foda	10
2.5 Diagrama causa efecto	10
2.6 Organización Industrial	11
2.6.1 Estructura orgánica	11
2.6.2 Funciones administrativas.....	12
2.6.3 Competencias Profesionales	13
2.6.4 Competencias en el área de manufactura	13
2.6.5 Diagrama de actividades.....	14
2.7 Distribución de planta.....	15
2.7.1 Principios para la distribución de planta.....	15
2.7.2 Distribución por procesos.....	15
2.7.3 Método de Muther	16
2.7.4 Cálculo de los espacios requeridos.....	18
2.7.5 Distribución de luminarias	19
2.8 Indicadores	22
2.8.1 Tipos de Indicadores.....	23
2.8.2 Elementos de un indicador.....	23
2.9 Gestión Integral.....	24
2.9.1. Sistemas Integrales.....	24
2.10 Diseño Experimental	25
CAPÍTULO III	
3.1 Identificación de normas y estándares.....	26
3.2 Establecimiento del sistema de evaluación.....	27
3.3 Evaluación de la situación actual del laboratorio	33
3.3.1 Laboratorio de procesos de manufactura del DECEM	33
3.3.2 Análisis del equipo interno de trabajo en el laboratorio de procesos de manufactura	33
3.3.3 Funciones del personal del laboratorio	34

3.3.4	Actividades que se realizan en el laboratorio	35
3.3.5	Máquinas y equipos utilizados en el Laboratorio de Procesos de Manufactura	37
3.3.6	Layout actual de la distribución de planta	42
3.4	Formulación de estrategias de mejoramiento y evaluación	42
3.4.1	Matriz FODA	42
3.4.2	Diagrama Causa-Efecto	44
CAPÍTULO IV		
4.1	Organización	48
4.1.1	Organigrama estructural	48
4.1.2	Funciones Establecidas para el personal del Laboratorio	49
4.1.3	Competencias Profesionales para el personal del Laboratorio	49
4.2	Control de documentos en el Laboratorio	49
4.2.1	Registros de actividades	49
4.3	Diagramas de actividades y operaciones	51
4.4	Estudio de mercado para análisis de las necesidades de las empresas.	61
4.4.1	Campo de trabajo de las empresas	61
4.4.2	Competencias generales para el profesional	62
4.4.3	Competencias específicas para el profesional	62
4.5	Diseño de distribución en planta	67
4.5.1	Distribución por proceso	68
4.5.2	Diagrama de Muther	68
4.5.3	Cálculo de las áreas requeridas	73
4.6	Requerimiento de espacios para la distribución de las máquinas	75
4.6.1	Espacio requerido entre máquinas	75
4.6.2	Espacio en los pasillos de seguridad	76
4.6.3	Layout de la distribución de planta propuesto	76
4.7	Iluminación e instalaciones eléctricas en el Laboratorio	76
4.7.1	Cálculo y distribución de luminarias	76
4.7.2	Layout de la distribución de las luminarias propuesto	78
4.8	Seguridad industrial y salud ocupacional	78

4.8.1 Señalización dentro de las instalaciones	78
4.8.2 Dimensionamiento de las señales de seguridad	80
4.8.3 Ubicación estética de las señales de seguridad	83
4.8.4 Señalización del piso	84
4.8.5 Equipos de extinción de fuego	85
4.8.6 Manejo de desechos	87
4.8.7 Tarjetas de seguridad	88
4.8.8 Equipos de protección personal	89
4.9 Indicadores en el Laboratorio	92
CAPÍTULO V	
5.1 Procedimiento para realizar la simulación	97
5.2 Resultados obtenidos en la simulación	100
CAPÍTULO VI	
6.1 Análisis económico:	106
6.2 Análisis financiero	110
CAPÍTULO VII	
7.1 Conclusiones	112
7.2 Recomendaciones	113
BIBLIOGRAFÍA	115

LISTADO DE TABLAS

TABLA 1. Normas nacionales e internacionales, aplicadas para el funcionamiento de laboratorios.....	26
TABLA 2. Denominación, codificación y horas semestrales del laboratorio de procesos de manufactura del DECEM.	36
TABLA 3. Proyectos de investigación realizados en el laboratorio de procesos de manufactura del DECEM.	37
TABLA 4. Descripción de los equipos del laboratorio de procesos de manufactura del DECEM.....	38
TABLA 5. Descripción de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas del laboratorio de procesos de manufactura del DECEM.	43
TABLA 6. Descripción de las actividades y los responsables de efectuarlas.....	52
TABLA 7. Descripción de las actividades y los responsables de efectuarlas.....	54
TABLA 8. Descripción de las actividades y los responsables de efectuarlas.....	56
TABLA 9. Descripción de las actividades y los responsables de efectuarlas.....	58
TABLA 10. Descripción de las actividades y los responsables de efectuarlas.....	60
TABLA 11. Tabla de las áreas de trabajo	69
TABLA 12. Tabla de valores para el Método de Muther	70
TABLA 13. Hoja de trabajo del diagrama de relaciones de actividades.....	71
TABLA 14. Dimensiones requeridas para el laboratorio de procesos de manufactura del DECEM.....	74
TABLA 15. Número de lámparas requeridas en el laboratorio.	78
TABLA 16. Equipo de protección personal	90
TABLA 17. Límites para el indicador de control de prácticas realizadas.....	93
TABLA 18. Límites para el indicador de control de capacitación del personal.....	94

TABLA 19. Límite para el indicador de control de reclamos de los estudiantes	96
TABLA 20. Costos directos para la realización de la tesis.	106
TABLA 21. Costos indirectos para la realización de la tesis.	106
TABLA 22. Honorarios profesionales y materiales para la ejecución del proyecto.....	107
TABLA 23. Costo de bienes de capital para el laboratorio.	108
TABLA 24. Valores totales con imprevistos.	108
TABLA 25. Costos de operaciones presupuestadas para el funcionamiento de los equipos.	109
TABLA 26. Beneficios para un periodo de cinco años.	109
TABLA 27. Flujo de caja durante 5 años.....	110
TABLA 28. Cálculo del VAN, TIR Y B/C.....	110
TABLA 29. Tiempo real de recuperación de la inversión.	111

LISTADO DE FIGURAS

FIGURA 1. Estructura de un proceso de manufactura	6
FIGURA 2. Factores de mantenimiento.....	8
FIGURA 3. Factores de obsolescencia.....	9
FIGURA 4. Estructura de la matriz foda	10
FIGURA 5. Estructura del diagrama causa efecto	11
FIGURA 6. Estructura orgánica	12
FIGURA 7. Funciones de la administración	12
FIGURA 8. Simbología del diagrama de actividades.....	14
FIGURA 9. Diagrama de principios básicos para distribución de planta.....	15
FIGURA 10. Distribución por procesos.....	16
FIGURA 11. Diagrama de relación entre actividades	17
FIGURA 12. Diagrama relacional de espacios	17
FIGURA 13. Identificación de las alturas para las lámparas.....	20
FIGURA 14. Identificación de coeficientes de reflexión	20
FIGURA 15. Identificación de coeficiente de utilización.....	21
FIGURA 16. Identificación de coeficiente de mantenimiento.....	21
FIGURA 17. Distancia entre luminarias	22
FIGURA 18. Distribución de luinarias	22
FIGURA 19. Sistemas integrales	25
FIGURA 20. Organización del laboratorio de procesos de manufactura del decem	28
FIGURA 21. Sistema integrado de gestión del laboratorio de procesos de manufactura del DECEM	28
FIGURA 22. Control de documentos del laboratorio de procesos de manufactura del DECEM	29
FIGURA 23. Acciones preventivas en el laboratorio de procesos de manufactura del DECEM	29
FIGURA 24. Revisión de la dirección en el laboratorio de procesos de manufactura del DECEM.....	30
FIGURA 25. Personal del laboratorio de procesos de manufactura del DECEM.....	30

FIGURA 26. Instalaciones y condiciones ambientales del laboratorio de procesos de manufactura del DECEM.....	31
FIGURA 27. Revisión académica del laboratorio de procesos de manufactura del DECEM.	31
FIGURA 28. Equipos del laboratorio de procesos de manufactura del decem.	32
FIGURA 29. Materiales del laboratorio de procesos de manufactura del DECEM.....	32
FIGURA 30. Organigrama del personal en el laboratorio de procesos de manufactura del DECEM.	34
FIGURA 31. Diagrama causa-efecto de los espacios inadecuados.	45
FIGURA 32. Diagrama causa-efecto de horarios mal organizados.	45
FIGURA 33. Diagrama causa-efecto de falta de personal.	45
FIGURA 34. Diagrama causa-efecto de peligros y riesgo de accidentes.	46
FIGURA 35. Diagrama causa-efecto de instalaciones eléctricas.....	46
FIGURA 36. Propuesta del organigrama.	48
FIGURA 37. Diagrama de actividades para la apertura del laboratorio.	51
FIGURA 38. Diagrama para el ingreso de estudiantes.....	53
FIGURA 39. Diagrama de pedido de materiales para realizar las prácticas.....	55
FIGURA 40. Diagrama de pedido de materiales para bodega.	57
FIGURA 41. Diagrama de daños de equipos o máquinas.	59
FIGURA 42. Campos de trabajo del desempeño empresarial.....	61
FIGURA 43. Competencias generales en la industria	62
FIGURA 44. Preguntas de seguridad industrial y salud ocupacional.....	63
FIGURA 45. Preguntas de conformado plástico	63
FIGURA 46. Preguntas de fundición.....	64
FIGURA 47. Preguntas de matricería	64
FIGURA 48. Preguntas de conformado por arranque de viruta	65
FIGURA 49. Preguntas de cam (manufactura asistida por computador).....	65
FIGURA 50. Preguntas de soldadura	66
FIGURA 51. Preguntas de control de la calidad	66
FIGURA 52. Preguntas de tratamiento térmico	67

FIGURA 53. Distribución por proceso del laboratorio	68
FIGURA 54. Diagrama de relaciones de afinidad	70
FIGURA 55. Diagrama adimensional de bloques	72
FIGURA 56. Diagrama adimensional de bloques propuesto	73
FIGURA 57. Diagrama de asignación de áreas.....	75
FIGURA 58. Distribución de planta.....	75
FIGURA 59. Iluminación mínima	77
FIGURA 60. Figuras geométricas, significado y colores de seguridad para señalización	79
FIGURA 61. Figuras geométricas, significado y colores de seguridad para señalización	79
FIGURA 62. Figuras geométricas, significado y colores de seguridad para señalización.	80
FIGURA 63. Dimensiones mínimas de las figura geométricas según la distancia de visualización requerida	80
FIGURA 64. Diseño para la señal de prohibición	81
FIGURA 65. Diseño para la señal de acción obligatoria.....	81
FIGURA 66. Diseño para la señal de precaución	81
FIGURA 67. Diseño para la señal de condición segura.....	82
FIGURA 68. Diseño para la señal de equipos contra incendios	82
FIGURA 69. Diseño para señales complementarias	82
FIGURA 70. Ubicación de señales de tipo tres.....	83
FIGURA 71. Ubicación de señales de tipo uno	84
FIGURA 72. Ubicación de señales de tipo p	84
FIGURA 73. Selección de extintores	86
FIGURA 74. Ubicación del equipo contra incendios.	87
FIGURA 75. Colores para recipientes	88
FIGURA 76. Tarjetas de seguridad.....	89
FIGURA 77. Locaciones de trabajo	97
FIGURA 78. Entidades de ingreso.....	98
FIGURA 79. Recursos del laboratorio	98
FIGURA 80. Procesos de cada elemento del sistema.....	99

FIGURA 81. Parámetros de llegada	99
FIGURA 82. Recorrido de los laboratoristas.....	100
Figura 83. Gráfica de simulación para sistemas flexibles	100
FIGURA 84. Porcentaje de utilización de las locaciones para sistemas flexibles.....	101
FIGURA 85. Gráfica de simulación para procesos de manufactura	102
FIGURA 86. Porcentaje de utilización de las locaciones para procesos de manufactura.....	102
FIGURA 87. Gráfica de simulación para Soldadura I	103
FIGURA 88. Porcentaje de utilización de las locaciones para Soldadura I.....	104
FIGURA 89. Gráfica de simulación para Soldadura II	104
FIGURA 90. Porcentaje de utilización de las locaciones para Soldadura II.....	105

LISTADO DE ANEXOS

ANEXO “A” . Reglamentos y señalización de seguridad en los laboratorios del Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica	120
ANEXO “B” . Sistema de evaluación utilizado en esta investigación.....	121
ANEXO “C” . Planos layout, de la distribución actual de las máquinas.	122
ANEXO “D” . Funciones administrativas establecidas para el personal del laboratorio de procesos de manufactura.....	123
ANEXO “E” . Competencias profesionales para el personal del laboratorio de procesos de manufactura.....	124
ANEXO “F” . Registro de las reuniones en el laboratorio de procesos de manufactura.	125
ANEXO “G” . Registro de préstamos de herramientas o equipos en el laboratorio de procesos de manufactura.....	126
ANEXO “H” . Registro para la identificación de los equipos, máquinas y herramientas en el laboratorio de procesos de manufactura	127
ANEXO “I” . Registro de orden de compra de insumos, materiales y equipos para el laboratorio de procesos de manufactura.	128
ANEXO “J” . Registro de prácticas no conformes ejecutados en el laboratorio de procesos de manufactura.....	129
ANEXO “K” . Registro para el control de asistencia de los docentes a las prácticas en el laboratorio de procesos de manufactura.....	130
ANEXO “L” . Propuesta para los horarios de prácticas.	131
ANEXO “M” . Encuesta realizada en las industrias ecuatorianas.	132
ANEXO “N” . Dimensiones y espacios requeridos para la redistribución de planta.	133
ANEXO “O” . Planos layout propuestos para la distribución de planta.	134
ANEXO “P” . Planos layout propuestos para la distribución de luminarias.	135
ANEXO “Q” . Recomendación de señales de seguridad para implementarlas en el laboratorio por puesto de trabajo.	136
ANEXO “R” . Simulaciones realizadas en el laboratorio de procesos de manufactura.	137
ANEXO “S” . Crecimiento de los estudiantes.....	158

NOMENCLATURA

DECEM: Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica.

ISO: Organización Internacional de Normalización.

INEN: Servicio Ecuatoriano de Normalización.

FP: Factor de peritaje.

FM: Factor de mantenimiento.

FO: Factor de obsolescencia.

FD: Factor de depreciación ingenieril.

VU: Vida útil.

EE: Edad del equipo.

EV: Esperanza de vida.

SLP: Planeación Sistemática de Layout.

ST: superficie total.

SS: Superficie estática.

SG: Superficie gravitacional.

SE: Superficie evolutiva.

NI: Número de luminarias.

C.O: Código de los equipos.

E.E: Edad del equipo.

E.O: Estado de operación.

V.U: Vida útil.

F.D: Factor de depreciación.

F.O: Factor de obsolescencia.

F.M: Factor de mantenimiento.

F.P: Factor de peritaje.

FO: Fortalezas con oportunidades.

DO: Debilidades con oportunidades.

FA: Fortalezas con amenazas.

DA: Debilidades con amenazas.

OR: Organización.

SG: Sistema integrado de gestión.

CD: Control de documentos.

AP: Acciones preventivas.

RD: Revisiones de la dirección.

PE: Personal.

IA: Instalaciones y condiciones ambientales.

AC: Académica.

EQ: Equipos.

MA: Materiales.

NFPA: Asociación nacional de protección contra el fuego.

EPP: Equipo de protección personal.

SMAW: Soldadura por arco eléctrico.

GMAW: Soldadura a gas y arco metálico.

GTAW: soldadura al Arco con Electrodo de Tungsteno y Protección Gaseosa.

SDDI: Sistemática definida documentalmente e implantada eficazmente.

SDDN: Sistemática definida documentalmente pero no implantada eficazmente.

SNDE: Sistemática no Definida documentalmente pero existen Actuaciones que pretenden resolver la cuestión.

NDSN: No se ha Definido sistemática alguna ni se realizan Actuaciones relativas a la cuestión.

NAL: No es de aplicación en el laboratorio.

NO: Carece de elementos requeridos.

SI: Cuenta con elementos requeridos.

CAM: Manufactura asistida por computadora.

CAD: Diseño asistido por computadora.

CNC: Control numérico por computador.

RESUMEN

Este proyecto se realizó para el laboratorio del Área de Procesos de Manufactura del DECEM, que permitirá mejorar el servicio para los estudiantes, mediante una organización y distribución de planta adecuada a las necesidades de aprendizaje teórico y práctico, relacionando estos campos con la seguridad industrial para evitar problemas de salud ocupacional. Para alcanzar los objetivos en este estudio, se recopiló información interna establecida por el personal de la institución y después se realizó un sistema de evaluación personalizado cuyos datos obtenidos nos permiten establecer los elementos críticos que requieren mayor atención. Después de este análisis se seleccionaron normas técnicas, se realizaron registros para los procesos y se establecieron actividades internas que faciliten el funcionamiento del laboratorio, estableciendo funciones para su personal. Posteriormente se utilizó el software promodel con licencia estudiantil, en el cual se realizó la simulación de la organización propuesta, para comparar si el número de máquinas está acorde con el de los estudiantes que ingresan por cada práctica. Con este diseño realizado, se propone redistribuir las máquinas, utilizar la documentación requerida para los procesos administrativos, la señalización de la planta, el manejo de los desechos, la utilización de los equipo de protección personal e incrementar el número de máquinas, para este motivo se realizó un análisis económico financiero, utilizando proformas para conocer los posibles gastos.

Palabras clave:

- **DISEÑO DE PLANTA**
- **ORGANIZACIÓN**
- **MÉTODO DE MUTHER**
- **SISTEMA DE EVALUACIÓN**
- **SIMULACIÓN**

ABSTRACT

This project, was done for, the Manufacturing Processes Laboratory at DECEM. It will improve service, for students through an organization and distribution of a plant suitable to theoretical and practical learning needs, relating these fields to industrial safety to avoid occupational health problems. To achieve the objectives in this study, internal information provided by the staff of the Institution was collected, and then a custom evaluation system whose obtained data allowed us to establish the critical elements that need further attention was developed. After this analysis, technical norms were selected, records for processes were done, and internal activities to facilitate laboratory performance were established, setting functions for its personnel. Later, ProModel software with license for students was used to simulate the proposed organization, to compare whether the number of machines is consistent with that of students entering each practice. The design that was made proposes to redistribute machines, to use documentation required for administrative processes, plant signposting, waste management, use of personal protective equipment and machine number increase. For this reason a financial economic analysis was performed, using pro forma invoices to meet any possible costs.

Keywords:

- **PLANT DESIGN**
- **ORGANIZATION**
- **MUTHER'S METHOD**
- **EVALUATION SYSTEM**
- **SIMULATION**

CAPÍTULO I: GENERALIDADES

1.1 Antecedentes

La Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, creada mediante Decreto Ejecutivo No.248-2013 en el que se integran las siguientes instituciones: Escuela Politécnica Del Ejército, Universidad Naval “Comandante Rafael Morán Valverde” y el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, logrando un fortalecimiento dentro de nuevas áreas de conocimiento que permiten brindar a esta Universidad nuevas oportunidades de aprendizaje a los futuros profesionales que requiere el país, con una gestión académica adecuada a las necesidades presentes, tomando en cuenta los diferentes procesos de cambio, para establecer y aplicar decisiones dentro de la institución.

Para el desarrollo adecuado de los procesos académicos realizados, la Universidad se encuentra estructurada bajo el Modelo Departamental, de acuerdo a las necesidades y a los requerimientos de los proyectos carrera. Los Departamentos cuentan con Áreas de Conocimiento que permiten crear, difundir e implementar alternativas de soluciones a los problemas de la colectividad para un desempeño adecuado del profesional dentro de la industria; para lo cual los estudiantes cuentan con personal capacitado que son facilitadores del aprendizaje.

Uno de los departamentos, con que cuenta la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, es el de CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA “DECEN”, que está organizado en diferentes áreas de conocimiento y en función de ellos sus laboratorios. Semanalmente el área de Procesos de Manufactura debe satisfacer la demanda de 272 estudiantes de Ingeniería Mecánica e Ingeniería Mecatrónica, ingresando al laboratorio 65 estudiantes cada día para realizar prácticas, aplicando conocimientos y teorías

adquiridas para mejorar las habilidades y destrezas, logrando alcanzar las competencias profesionales.

Por esto la Universidad, se encarga de entregar el talento humano profesional requerido para el desarrollo técnico, tecnológico y socio económico a nivel regional, local, nacional e internacional. Por tal motivo, la infraestructura física y recursos humanos deben ser adecuados, para que junto a su organización y desarrollo de los procesos permitan facilitar a los estudiantes universitarios, alcanzar las competencias profesionales para un desempeño competitivo.

Así, el área de Procesos de Manufactura cuenta con laboratorios de (Procesos I, Procesos II, Soldadura I, Soldadura II y Sistemas Flexibles), los cuales pueden ser mejorados de acuerdo a una planificación estratégica mediante una organización y control adecuado a los requerimientos de las diversas necesidades presentes, para fortalecer las competencias de los futuros profesionales en Ingeniería Mecánica e Ingeniería Mecatrónica.

1.2 Análisis y definición del problema

La Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE busca un mejoramiento continuo en su calidad de servicio para los estudiantes. Dentro de ésta se encuentra el Laboratorio de Procesos de Manufactura del DECEM en el cual existe una distribución de espacios inadecuada, falta de registro de actividades, falta de personal, instalaciones eléctricas inapropiadas, peligros y riesgos de accidentes. Todo lo antes mencionado influye con inconvenientes en las prácticas como riesgos de salud ocupacional, contaminación ambiental y evasión de responsabilidades por falta de documentos de registro.

Debido a esto dentro del laboratorio, se propone realizar el diseño para el uso adecuado de los espacios disponibles, control de los registros de

actividades, adquisición de nuevo personal, manejo apropiado de materiales y desechos, señalización adecuada, mejoramiento del sistema eléctrico y de iluminación logrando así mejorar el ambiente laboral dentro del laboratorio.

1.3 Justificación e importancia

El laboratorio del Área de Procesos de Manufactura del DECEM para mejorar el servicio adecuado a los estudiantes, debe contar con un sistema de organización, distribución de planta y sistemas de registro apropiados. Para la justificación del presente proyecto se revisaran los siguientes parámetros de viabilidad:

1.3.1 Viabilidad técnica:

Al diseñar una distribución de planta los beneficios que se obtendrán son el espacio de las áreas de trabajo requeridas, instalaciones eléctricas e iluminación del laboratorio en condiciones adecuadas, señalización de los puestos de trabajo, lo cual permite establecer que el proyecto es técnicamente viable.

1.3.2 Viabilidad social

Este proyecto es viable socialmente porque ayudará en el proceso de aprendizaje para los estudiantes, los mismos que serán los próximos profesionales que se vincularan con la sociedad y el campo laboral.

1.3.3 Viabilidad ecológica

Este proyecto se podrá justificar ecológicamente porque se propondrá un sistema de recolección de desechos, el cual ayudará al laboratorio a reducir el impacto ambiental.

1.3.4 Viabilidad de seguridad

La seguridad industrial es de fundamental importancia dentro del proyecto, el cual es viable ya que se propondrá el uso de equipo de protección personal para la reducción de los riesgos de salud ocupacional.

1.3.5 Viabilidad económica

Dentro de la viabilidad económica, el presente proyecto utilizará los recursos con los que cuenta actualmente el laboratorio, evitando gastos innecesarios; pero de ser requerida alguna compra se analizará el costo y beneficio del producto que será propuesto.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Formular y presentar un plan de organización adecuada a las necesidades generadas por el laboratorio de Procesos de Manufactura del DECEM, basada en una simulación del proceso de implementación y solución a los problemas planteados.

1.4.2 Objetivos específicos

- Analizar el estado actual del Laboratorio de Procesos de Manufactura del DECEM.
- Seleccionar la normativa adecuada que se debe aplicar en el Laboratorio del Área de Procesos de Manufactura del DECEM.
- Organizar las funciones y competencias adecuadas en el Laboratorio del Área de Procesos de Manufactura del DECEM.

- Definir las actividades adecuadas, requeridas para el funcionamiento correcto del Laboratorio de Procesos de Manufactura del DECEM.
- Realizar la simulación en el Software Promodel.
- Validar la funcionalidad, del Laboratorio del Área de Procesos de Manufactura del DECEM.
- Realizar la evaluación Económico Financiera para la implementación.

1.5 Alcance del proyecto

El alcance del presente proyecto es presentar un plan a mediano plazo, que permita organizar el laboratorio de Procesos de Manufactura del DECEM, para que éste cuente con una distribución de planta adecuada, que permitirá optimizar los espacios, mejorar la seguridad industrial del practicante y reducir el impacto ambiental, para lo cual se realizará una simulación de proceso utilizando el software Promodel.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.

2.1 Procesos de Manufactura

Los procesos de manufactura (Figura 1) permiten la transformación de las materias primas en productos terminados, para su posterior comercialización dándole un uso práctico en la sociedad (Cruz, 2011).

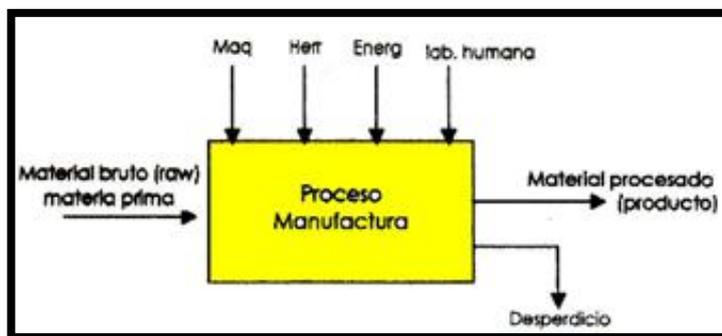


Figura 1. Estructura de un Proceso de Manufactura

Fuente: (Cruz, 2011)

2.2 Definición de norma

Las normas son documentos de aplicación en diversas áreas, las cuales contiene especificaciones técnicas basadas en los resultados de la experiencia y del desarrollo tecnológico, con estas podemos garantizar niveles de calidad y seguridad permitiendo a cualquier empresa establecerse de una forma adecuada dentro del mercado (Asociación Española de Normalización, 2010).

2.2.2 Normas ISO

ISO es una Norma internacional, se encuentra diseñada para ser utilizada por organizaciones de todo tipo, que pueden ser sectores públicos, privados, en países desarrollados y en desarrollo. Esta norma ayudará en

los esfuerzos empresariales, para operar de manera socialmente responsable, contribuyendo en forma positiva, al mundo en que vivimos, ya que se encuentran facilitando el comercio, la difusión de los conocimientos, difusión de avances tecnológicos, compartiendo prácticas de buena gestión, evaluación de conformidades y servicios, aportando soluciones para casi todos los sectores dentro de la industria (Organización Internacional de Normalización, 2010).

2.2.3 Norma NTE INEN-ISO/IEC 17025:2006

La norma NTE INEN ISO/IEC 17025, es internacionalmente reconocida para evaluar la competencia técnica de laboratorios de ensayo y calibración, permitiendo acreditar los laboratorios (Servicio de Acreditación Ecuatoriano).

2.3 Evaluación

Evaluar significa otorgar un juicio de valor. Su resultado permite tomar las acciones correspondientes para asegurar el logro de los objetivos de manera óptima. La evaluación abre canales a nuestros sentidos para identificar mejor las necesidades dentro de una organización (Beltrán, 2013).

2.3.1 Sistemas de evaluación

El Sistema de Evaluación es un proceso participativo, sistemático y ordenado que se inicia desde el diagnóstico, dándose de manera paralela a la planeación y ejecución del proyecto, acompañado de un sistema de recolección y análisis de información que retroalimente los procesos de toma de decisiones, permitiéndome incrementar los conocimientos sobre los temas del proyecto y facilitando la recuperación permanente de la memoria del mismo y su sistematización (Congreso Nacional de Recreación, 1988)

2.3.2 Evaluación de la depreciación de las máquinas

Para identificar el estado actual de las máquinas, se realiza una valoración con la que se determina el factor de peritaje que será un valor porcentual, este encierra los factores que influyen en la depreciación de un activo fijo (Avaluac, 2000).

2.3.2.1 Factor de peritaje (FP)

El factor de peritaje contiene tres factores esenciales en la depreciación de un activo fijo que son el factor de mantenimiento, factor de obsolescencia y el factor de depreciación ingenieril.

$$FP = FM \times FO \times FD$$

2.3.2.2 Factor de mantenimiento (FM)

Es el factor que determina el grado y la calidad de mantenimiento industrial (Figura 2).

FACTOR DE MANTENIMIENTO	
CONDICIÓN	FM
NUEVA , recién instalada, excelente condición	0.98 - 1.00
MUY BUENA , muy poco uso, sin reemplazo de partes ni reparaciones, mantenimiento predictivo y preventivo normal.	0.90 - 0.98
BUENO , usada, operando normalmente, aparentemente en buenas condiciones a la vista, sin partes o piezas faltantes o con piezas faltantes irrelevantes para su normal funcionamiento, mantenimiento predictivo y preventivo normal; con reparaciones relativamente recientes que sus elementos tienen un leve deterioro.	0.70 - 0.90
REGULAR , usada, en operación inconstante o con paralizaciones frecuentes, desgaste y corrosión visible pero no crítica, ruido anormal en condiciones regulares a la vista, con partes o piezas faltantes de relativa importancia para el funcionamiento, mayoría de mantenimiento correctivo sobre el predictivo y preventivo; con reparaciones anteriores infructuosas o relativamente antiguas que sus elementos se han deteriorado moderadamente; máquinas y equipos que no están en operación desde hace varios años a pesar que a la vista se vean en buen estado.	0.45 - 0.70
MALO , usada, si está en operación se presenta ruido anormal desgaste y corrosión extrema; en malas condiciones a la vista; con partes o piezas faltantes esenciales en el funcionamiento; alto porcentaje de gasto en mantenimiento correctivo, predictivo y preventivo; con reparaciones anteriores infructuosas o muy antiguas que sus elementos se han deteriorado gravemente.	0.20 - 0.45
INSERVIBLE , usualmente fuera de servicio o dada de baja, si aún sigue operando lo hace muy esporádicamente debido a su mala condición, requiere reparaciones mayores, necesita reemplazo de partes esenciales o estructurales, chatarra.	0.05 - 0.19

Figura 2. Factores de mantenimiento
Fuente: (Avaluac, 2000)

2.3.2.3 Factor de obsolescencia (FO)

Este factor determina el deterioro funcional y económico de la maquinaria según el avance tecnológico (Figura 3).

TIPO DE BIEN	FO min. (%)
Equipos de computación	60
Equipos de oficina	80
Muebles y enseres	80
Máquinaria sencilla	80
Máquinaria Pesada	90
Vehículos	80

Figura 3. Factores de obsolescencia

Fuente: (Avaluac, 2000)

2.3.2.4 Factor de depreciación ingenieril (FD)

Es la relación que existe entre la esperanza de vida y la vida útil de la máquina que da como resultado el porcentaje de la disminución de valor por efecto de la vida consumida.

$$FD = \frac{EV}{VU}$$

$$FD = \frac{EE - VU}{VU}$$

Dónde:

FD: Factor de depreciación ingenieril

VU: Vida útil

EE: Edad del equipo

EV: Esperanza de vida

2.4 Matriz de análisis Foda

La matriz Foda, es una herramienta estratégica de análisis. El principal objetivo de aplicar la matriz Foda en una organización, es ofrecer un claro diagnóstico para poder tomar las decisiones estratégicas oportunas y mejorar en el futuro (Espinosa, 2014). Su nombre deriva del acrónimo formado por las iniciales de los términos: debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades (Figura 4).



Figura 4. Estructura de la matriz Foda

Fuente: (Aguilera, 2012)

2.5 Diagrama causa-efecto

El diagrama causa-efecto (Figura 5) permite identificar las posibles causas de un problema y representa las relaciones entre algunos efectos y sus causas (Tandazo, 2013).

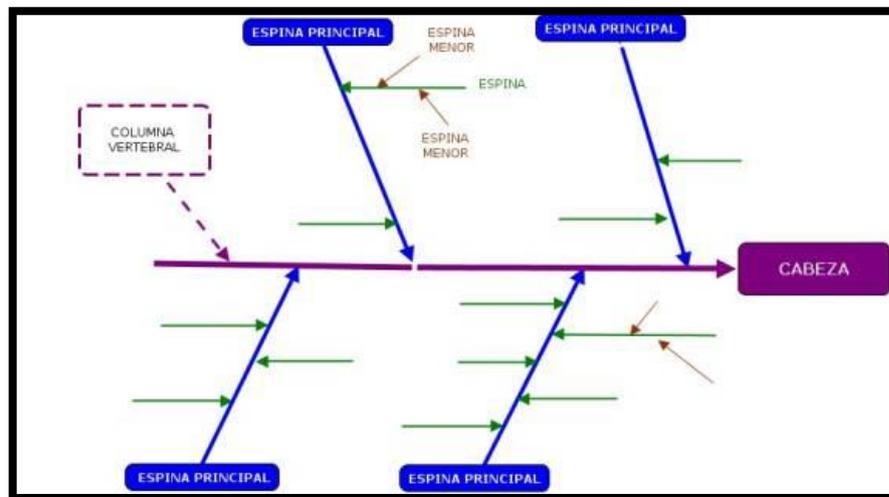


Figura 5. Estructura del diagrama causa-efecto

Fuente: (Sánchez, 2006)

2.6 Organización Industrial

La organización industrial es parte de la economía que estudia la estructura y el funcionamiento de los mercados, para la organización de los productos, en especial en lo que se refiere a las empresas que actúan en ellos y al modo en el que las políticas públicas influyen sobre dicha estructura y sobre dicho funcionamiento (Coloma, 2002).

2.6.1 Estructura orgánica

La estructura orgánica es la jerarquización y división de las funciones. La jerarquización se logra cuando se establecen líneas de autoridad a través de los diversos niveles (Figura 6), delimitando la responsabilidad del personal (Dirección Red de Salud ISLAY, 2006).

Esto permite ubicar a las unidades administrativas en relación con las que le son subordinadas en el proceso de la autoridad. El valor de la jerarquía consiste en que reduce la confusión respecto a quién da las órdenes y quién las obedece (Dirección Red de Salud ISLAY, 2006).

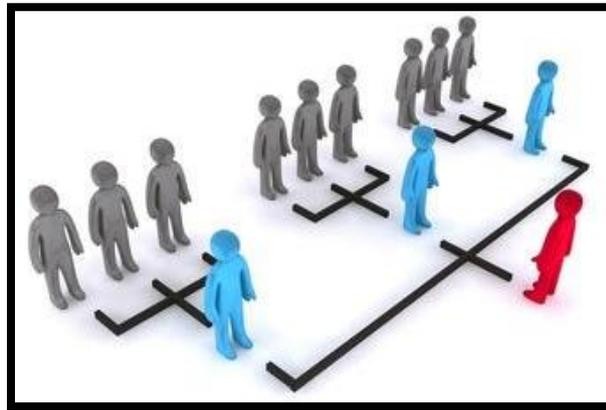


Figura 6. Estructura orgánica

Fuente: (Dirección Red de Salud ISLAY, 2006)

2.6.2 Funciones administrativas

Las funciones administrativas cumplen el papel de indicar dónde se aplican los esfuerzos, en qué campos se debe trabajar, además resuelve los problemas presentes para lograr los objetivos predeterminados (Instituto Superior de Comercio Alberto Blest Gana). Eso se realiza a través de las funciones de la administración o procesos administrativos (Figura 7).

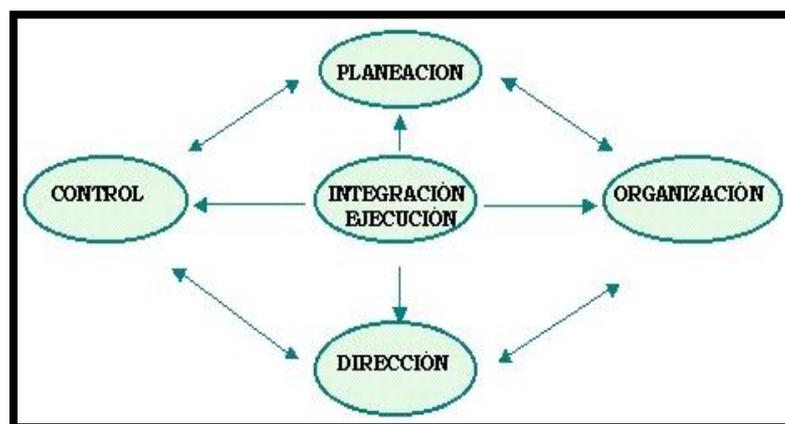


Figura 7. Funciones de la administración

Fuente: (Instituto Superior de Comercio Alberto Blest Gana)

2.6.3 Competencias Profesionales

Las competencias profesionales, son ejercidas por las personas que han realizado estudios de educación superior, las cuales están capacitadas para resolver imprevistos, problemas y situaciones de manera eficaz al momento de ejercer la profesión por medio del conjunto de conocimientos, habilidades y actitudes adquiridos en la universidad.

En una definición más práctica se la puede clasificar a las competencias profesionales en dos grupos: competencias profesionales básicas y específicas.

Las competencias profesionales básicas, son las facultades del profesional para desenvolverse en el campo social, las cuales son: sus habilidades para la investigación, destrezas sociales, habilidades gerenciales, capacidad de trabajar en equipo y la creatividad que son necesarias para un trabajador de funciones elementales.

Las competencias profesionales específicas, son aquellas que requiere cada profesional para ejercer su propia profesión y son determinadas por la carrera que eligió. (Gonzalo González-Rey, 2011).

2.6.4 Competencias en el área de manufactura

En lo profesional, el área de manufacturera es fundamental en la mayoría de las empresas que se desarrollan en el país, se la puede dividir en las siguientes secciones: Mineras, Transportes, Procesos Metal Mecánicos, Químicas, Alimenticias y Servicios Públicos. Las actividades de operación, mantención de plantas, equipos mecánicos son ligados a los complejos procesos productivos y de manufactura, por tal motivo las altas exigencias del consumidor o cliente, exige de precios muy competitivos, obligan a contar con profesionales altamente preparados en labores de

operación y mantención de las industrias nacionales. Surge así un amplio interés en el campo de trabajo para el Ingeniero Mecánico con amplios conocimientos del área de Procesos de Manufactura (Gonzalo González-Rey, 2011).

2.6.5 Diagrama de actividades

Los diagramas de actividad modelan el comportamiento dinámico de un procedimiento, haciendo énfasis en el proceso que se lleva a cabo (Zapata, 2006). Estos cuentan con la siguiente simbología (Figura 8).

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	Punto de inicio del proceso
	Actividad
	Condicional
	Flujo de secuencia
	Bifurcación o entrada
	Punto final del proceso

Figura 8. Simbología del Diagrama de Actividades

Fuente: (Sánchez, 2006)

2.7 Distribución de planta

La distribución de planta es la ordenación física y racional de los elementos productivos garantizando su flujo óptimo al más bajo costo, esto implica ordenar los espacios necesarios para el movimiento de material, equipos, personal y otras actividades de servicio (Ingeniería Rural, 2008).

2.7.1 Principios para la distribución de planta

La distribución de planta presenta los siguientes principios básicos (Figura 9) para mejorar el orden de las áreas de trabajo y los equipos consiguiendo la satisfacción del personal que utiliza las instalaciones, con una mayor seguridad (Muñoz, 2004).



Figura 9. Diagrama de principios básicos para distribución de planta

Fuente: (Muñoz, 2004)

2.7.2 Distribución por procesos

Agrupar máquinas similares en departamentos o áreas de trabajo según el proceso o la función que desempeñan (Figura 10).

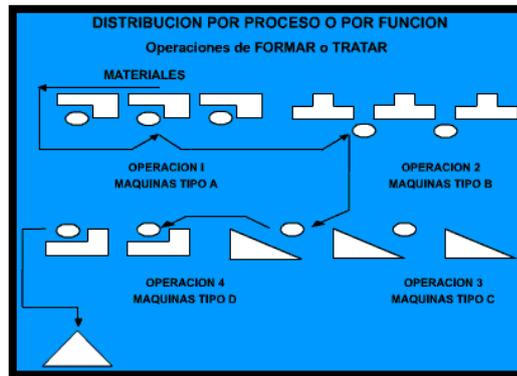


Figura 10. Distribución por procesos

Fuente: (Becerra, 2002)

2.7.3 Método de Muther

El método de Muther o Planeación Sistemática de Layout (SLP), está basado en el conocimiento de las actividades a desarrollar en un proceso, en el grado de proximidad que deben tener y los espacios necesarios para desarrollar cada actividad (Segura, 2008).

Según (Segura, 2008), los pasos para realizar la Planeación Sistemática de Layout, (SLP) son:

- Construir el diagrama de relaciones entre actividades.
- Construir el diagrama relacional de espacios

Diagrama de relación entre actividades

El diagrama de relaciones entre actividades (Figura 11), nos permite determinar la importancia que existe de la proximidad entre los departamentos, estos parámetros se expresan mediante un código de 6 letras con su respectiva valoración (Meyers & Stephens, 2006).

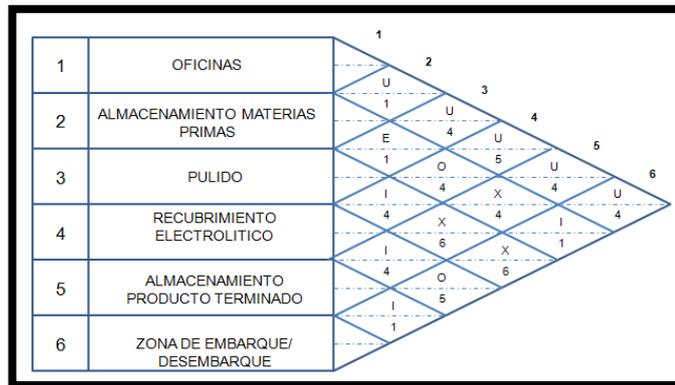


Figura 11. Diagrama de relación entre actividades

Fuente: (Meyers & Stephens, 2006)

Diagrama relacional de espacios

Con este diagrama (Figura 12), se recoge información sobre las necesidades de proximidad y las ubicaciones preferibles de cada actividad, considerándose los espacios físicos que utiliza cada área (Meyers & Stephens, 2006).

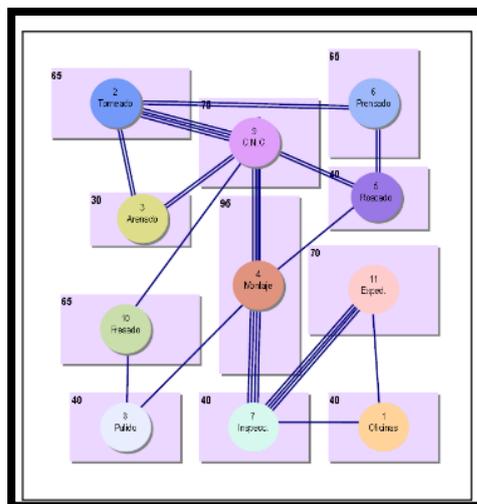


Figura 12. Diagrama relacional de espacios

Fuente: (Meyers & Stephens, 2006)

2.7.4 Cálculo de los espacios requeridos

Para los requerimientos de espacio, se utilizará el método de cálculo de superficies de Guerchet, este permite conocer la superficie total (S_t), con la sumatoria de superficies parciales según (Muñoz, 2004), las variables requeridas son las siguientes:

Superficie estática (S_s): Representa el espacio físico de máquinas y puestos de trabajo.

$$S_s = \text{largo} * \text{ancho}$$

Superficie gravitacional (S_g): Espacio en el que los operarios realizan su trabajo.

$$S_g = S_s * N$$

Donde (N) es el número de lados operables de la máquina y (S_s) la superficie estática.

Superficie evolutiva (S_e): Es el recorrido de materiales y operarios.

$$S_e = k(S_s + S_g)$$

$$k = \frac{\text{Altura de hombre u objetos desplazados}}{2 * \text{cota media de máquinas o muebles}}$$

Donde, k es un coeficiente único para toda la planta.

2.7.5 Distribución de luminarias

Para calcular el número de luminarias y la distancia necesaria para colocarlas, se utilizará el método de lúmenes (et al, L U M I N O T E C N I A: Cálculo según el método de los lúmenes, 2011), menciona las siguientes variables:

Cálculo del flujo luminoso (Φ_T): Requerimiento de luminosidad en instalaciones (LUX).

$$\Phi_T = \frac{E_m * S}{C_u * C_m}$$

Donde, E_m es nivel de iluminación medio en (LUX), C_u coeficiente de utilización, C_m Coeficiente de mantenimiento y S es la superficie de las instalaciones.

Cálculo del número de luminarias (NL)

$$NL = \frac{\Phi_T}{n * \Phi_L}$$

Donde, n es el número de lámparas que tiene la luminaria, Φ_L flujo luminoso de una luminarias este se toma de catálogos.

Determinación de altura de suspensión de luminarias

Las alturas presentes (Figura 13) me permiten calcular la altura de suspensión.

$$d' = \frac{2}{3} (H - h')$$

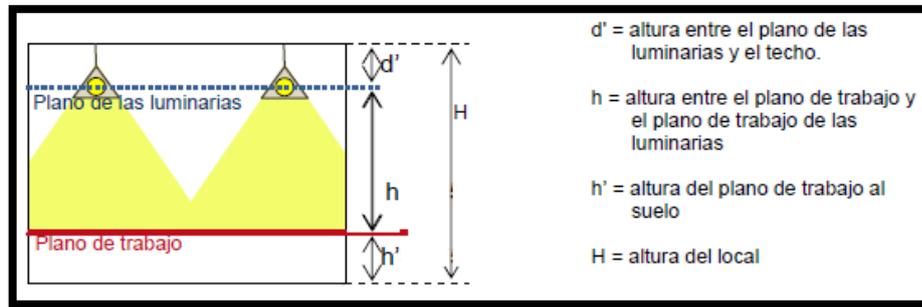


Figura 13. Identificación de las alturas para las luminarias

Fuente: (et al, L U M I N O T E C N I A: Cálculo según el método de los lúmenes, 2011)

Cálculo del índice local (k):

$$k = \frac{a * l}{h (a + l)}$$

Donde, a es el ancho y l el largo de las instalaciones.

Los coeficiente C_u y C_m se analizan (Figura 14 a 16) conforme al material y estado de mantenimiento de las instalaciones.

	Color	Factor de reflexión (ρ)
Techo	Blanco o muy claro	0.7
	claro	0.5
	medio	0.3
Paredes	claro	0.5
	medio	0.3
	oscuro	0.1

Figura 14. Identificación de coeficientes de reflexión

Fuente: (et al, L U M I N O T E C N I A: Cálculo según el método de los lúmenes, 2011)

Índice del local k	Factor de utilización (γ)								
	Factor de reflexión del techo								
	0.7			0.5			0.3		
k	Factor de reflexión de las paredes								
	0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1
1	.28	.22	.16	.25	.22	.16	.26	.22	.16
1.2	.31	.27	.20	.30	.27	.20	.30	.27	.20
1.5	.39	.33	.26	.36	.33	.25	.36	.33	.26
2	.45	.40	.35	.44	.40	.35	.44	.40	.35
2.5	.52	.46	.41	.49	.46	.41	.49	.46	.41
3	.54	.50	.45	.53	.50	.45	.53	.50	.45
4	.61	.56	.52	.60	.56	.52	.60	.56	.52
5	.63	.60	.56	.63	.60	.56	.62	.60	.56
6	.68	.63	.60	.66	.63	.60	.65	.63	.60
8	.71	.67	.64	.69	.67	.64	.68	.67	.64
10	.72	.70	.67	.71	.70	.67	.71	.70	.67

Figura 15. Identificación de coeficiente de utilización

Fuente: (et al, L U M I N O T E C N I A: Cálculo según el método de los lúmenes, 2011)

Ambiente	Factor de mantenimiento (f_m)
Limpio	0.8
Sucio	0.6

Figura 16. Identificación de coeficiente de mantenimiento

Fuente: (et al, L U M I N O T E C N I A: Cálculo según el método de los lúmenes, 2011)

Distribución de luminarias

$$N \text{ ancho} = \frac{Nl * a}{l}$$

$$N \text{ largo} = N \text{ ancho} \frac{l}{a}$$

Donde, N ancho es el número de filas de luminarias a lo ancho del local y N largo es el número de filas a lo largo del local, la distancia requerida entre luminarias (Figura 17 a 18) facilita la distribución.

Tipo de luminaria	Altura del local	Distancia máxima entre luminarias
intensiva	> 10 m	$e \leq 1.2 h$
extensiva	6 - 10 m	$e \leq 1.5 h$
semiextensiva	4 - 6 m	
extensiva	≤ 4 m	$e \leq 1.6 h$

Figura 17. Distancia entre luminarias

Fuente: (et al, L U M I N O T E C N I A: Cálculo según el método de los lúmenes, 2011)

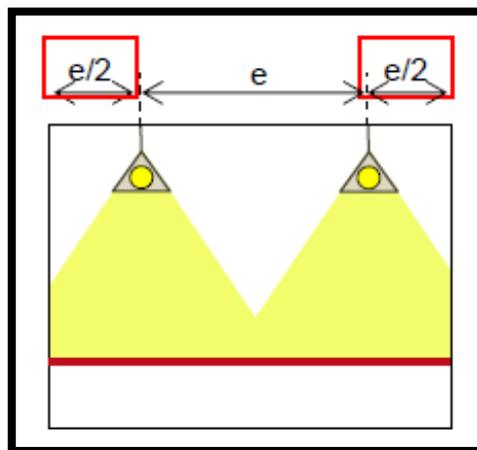


Figura 18. Distribución de luminarias

Fuente: (et al, L U M I N O T E C N I A: Cálculo según el método de los lúmenes, 2011)

2.8 Indicadores

El indicador es la relación, entre las variables cuantitativas y cualitativas, estas permiten observar la situación y las tendencias de cambio generadas en el objeto o fenómeno, respecto de objetivos y metas previstas e influencias esperadas, logrando el cumplimiento de un determinado proyecto. Los indicadores pueden ser Valores, Unidades, Índices, Series estadísticas (Estrategias Gerenciales).

2.8.1 Tipos de Indicadores

Los indicadores de gestión se pueden clasificar en seis tipos (Tandazo, 2013):

- **Eficiencia:** La eficiencia mide el impacto de los costos sobre la producción de los servicios.
- **Calidad:** Con la calidad podemos observar y asegurar que los servicios alcancen los estándares establecidos.
- **Eficacia:** Mide el grado de cumplimiento de los objetivos antes previstos comparando resultados reales con previstos.
- **Control de procesos:** Controla los procesos de una organización.
- **Financieros:** Analiza los rendimientos dentro de una organización.
- **Presupuestarios:** Analiza el desarrollo de las previsiones de recursos.

2.8.2 Elementos de un indicador

Los elementos para los indicadores de gestión son (Tandazo, 2013):

- **Nombre:** Específico y fácil de entender para todas las personas.
- **Descripción:** Significado y utilidad del indicador.
- **Forma de cálculo:** Como se obtiene o la fórmula matemática para relacionar el indicador.
- **Unidades:** Especificaciones del valor resultante del indicador.

- Límites: Son Superior, Central, Inferior.
- Frecuencia: Valor en un determinado tiempo para medir los indicadores.

2.9 Gestión Integral

La gestión integral es representada como un organismo completo e integrado en la sociedad, en la que está relacionada, desde los procesos de venta hasta los recursos humanos, se representa con los Sistemas Integrales o Integrados de Gestión, en los que todo es tomado en cuenta. Usuarios, consumidores, trabajadores, accionistas, todos deben quedar satisfechos con el trabajo realizado para que la empresa crezca y salga adelante (Echeverría, 2009).

2.9.1. Sistemas Integrales

Según (EXTRUCPLAN) un sistema integral debe tener:

- El proceso de calidad que influya sobre la mejora de productos y servicios y la satisfacción del cliente.
- La protección medioambiental, incluyendo la protección contra la contaminación y los desechos.
- La seguridad y la salud en los puestos de trabajo, así como podría incluir también la seguridad de los productos y servicios.

La integración de dichos elementos en el sistema general de gestión de una organización son los requeridos para un funcionamiento total dentro de una empresa (Figura 19).

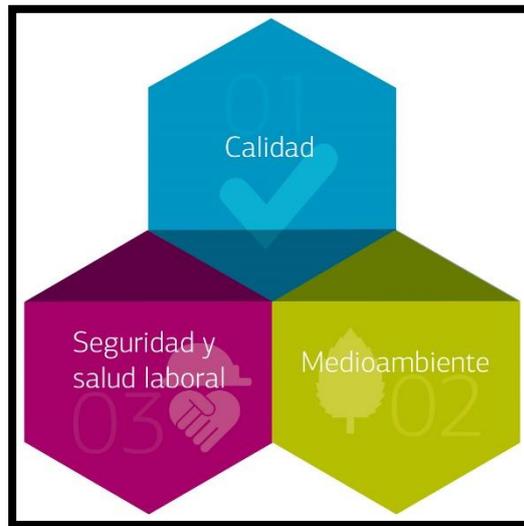


Figura 19. Sistemas integrales

Fuente: (EXTRUCPLAN)

2.10 Diseño Experimental

El diseño experimental, es el proceso para planear un experimento, tal que se tomen datos apropiados con la mayor realidad posible, estos deben ser analizados mediante métodos estadísticos que deriven conclusiones válidas y objetivas. Por lo que del diseño experimental se obtiene información con una alta fidelidad sobre el mensaje de la naturaleza a un costo mínimo (Bautista & Mendoza, 2014).

CAPÍTULO III: ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL LABORATORIO.

3.1 Identificación de normas y estándares

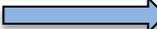
El laboratorio, actualmente está utilizando para su funcionamiento normativas internas establecidas por los responsables de la institución, las mismas que se encuentran representadas con rótulos informativos en las respectivas áreas de trabajo, manteniendo el orden y la seguridad del personal dentro de las instalaciones para la realizar las prácticas (Anexo A).

Debido a lo expuesto anteriormente, en la Tabla 1 se menciona las normas y estándares que recomendamos emplear en el laboratorio.

Tabla 1

Normas nacionales e internacionales, aplicadas para el funcionamiento de laboratorios

NORMAS NACIONALES	
NORMA	APLICACIÓN
NTE INEN-ISO/IEC 17025:2006	Requisitos generales para la competencia de los laboratorios.
NTE INEN 439:1984	Colores, señales y normas de seguridad.
INEN-ISO 3864-1:2013	Símbolos gráficos. Colores de seguridad y señales de seguridad. Parte 1: Principio de diseño para señales de seguridad e indicaciones de seguridad.
NTE INEN 731:2009	Extintores portátiles y estacionarios contra incendios. Definiciones y clasificación.
NTE INEN 739:1987 INEN 739:1987	Extintores portátiles. Inspección, mantenimiento y recarga.
NTE-INEN 802 1987-05	Extintores portátiles. Selección y distribución en edificaciones.

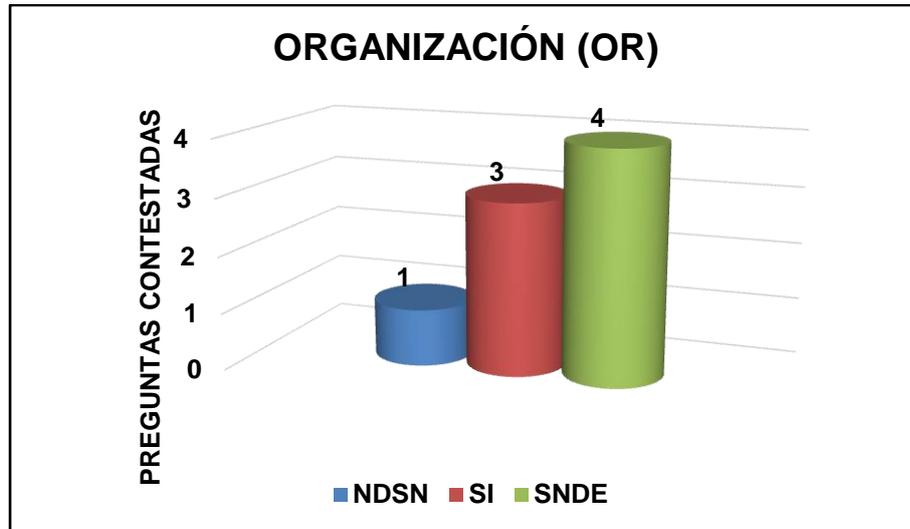
Continúa 

NTE-INEN 801 1987-05	Extintores portátiles. Requisitos generales.
NTE-INEN 2841 2014-03	Gestión ambiental. Estandarización de colores para recipientes de depósito y almacenamiento temporal de residuos sólidos.
INEN 1467 1986-07	Tarjetas de seguridad. Para prevención de accidentes.
NTE INEN 1926:92	Calzado de trabajo y de seguridad.
Reglamento de Seguridad y Salud de los trabajadores y Mejoramiento del ambiente de trabajo.	
NORMAS INTERNACIONALES	
NORMA	APLICACIÓN
NTP 399.010-01	Señales de seguridad. Colores símbolos, forma y dimensiones de señales de seguridad.

3.2 Establecimiento del sistema de evaluación

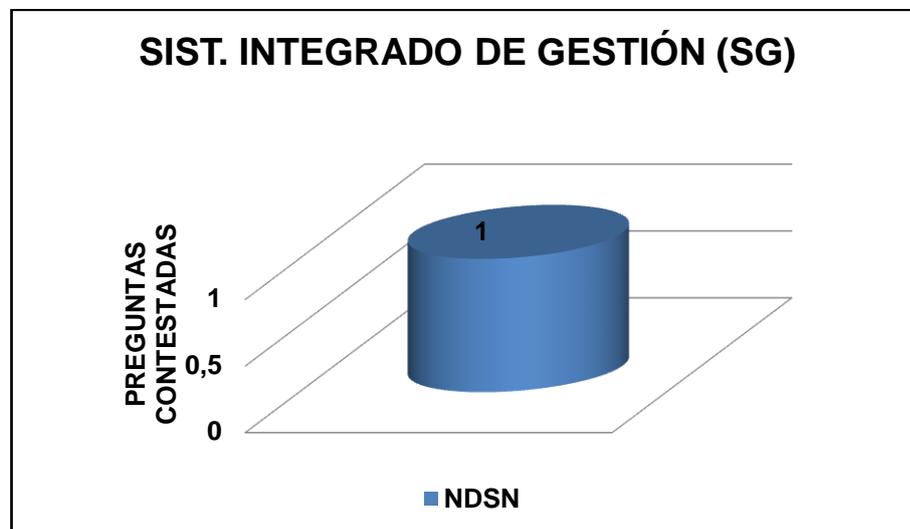
Para evaluar el sistema de gestión que se maneja actualmente en el Laboratorio de Procesos de Manufactura del DECEM, nos apoyamos de la Norma ISO 17025 que se encarga de la acreditación de laboratorios, para lo cual se realizó un sistema de evaluación personalizado, que permitió ser más flexible al momento de evaluar las normas internas vigentes establecidas por el personal del laboratorio. Este sistema está conformado por elementos necesarios, que son: organización, sistema integrado de gestión, control de documentos, acciones preventivas, revisión de la dirección, personal, académica, equipos, materiales e instalaciones y condiciones ambientales; cada elemento mencionado cuenta con preguntas generales, para conocer si la institución cumple o no cumple con las herramientas necesarias de funcionamiento. Para evaluar las preguntas planteadas, se utilizaron significados diferentes que se encuentran representados desde el número cero al cinco (Anexo B).

A continuación, se presenta el análisis de datos del sistema de evaluación realizado en el Laboratorio de Procesos de Manufactura del DECEM, lo cual está representado de la (Figura 20 a la Figura 29).



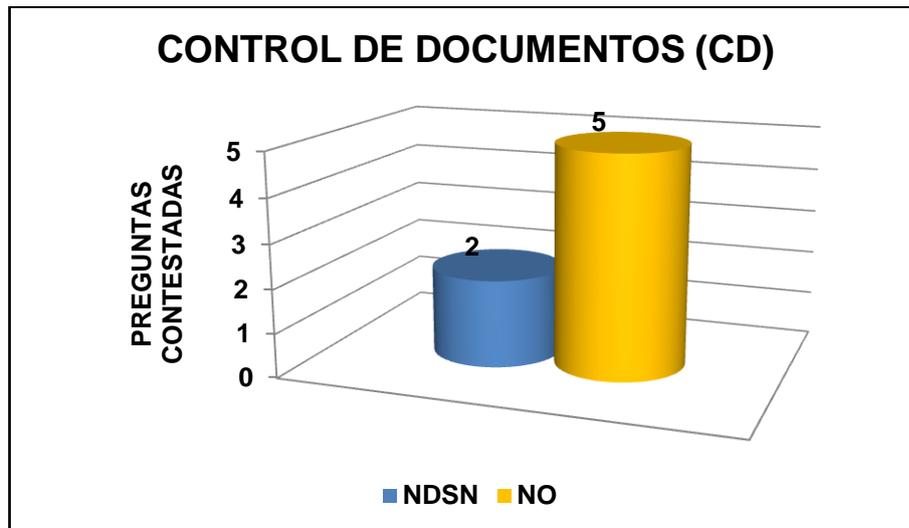
NDSN No se ha Definido sistemática alguna Ni se realizan Actuaciones relativas a la cuestión.
SI Cuenta con elementos requeridos.
SNDE Sistemática No Definida documentalmente pero existen Actuaciones que pretenden resolver la cuestión.

Figura 20. Organización del Laboratorio de Procesos de Manufactura del DECEM



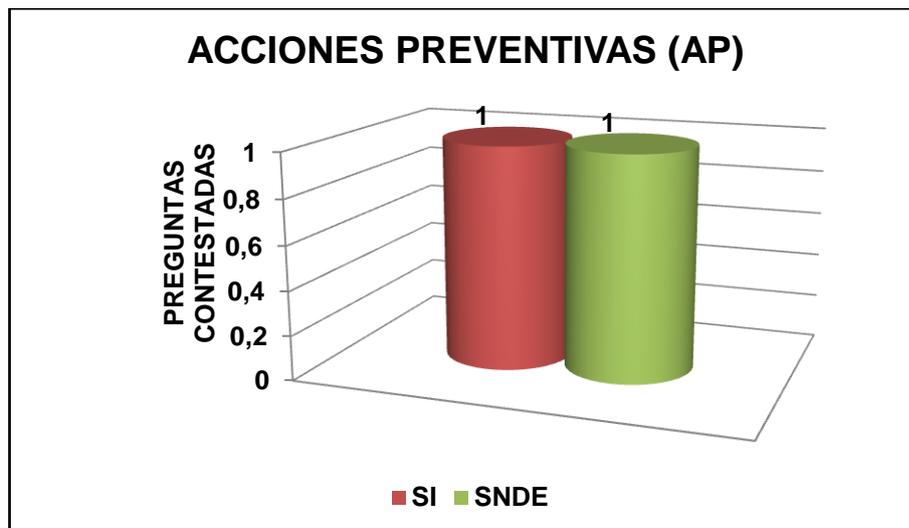
NDSN No se ha Definido sistemática alguna Ni se realizan Actuaciones relativas a la cuestión.

Figura 21. Sistema integrado de gestión del Laboratorio de Procesos de Manufactura del DECEM



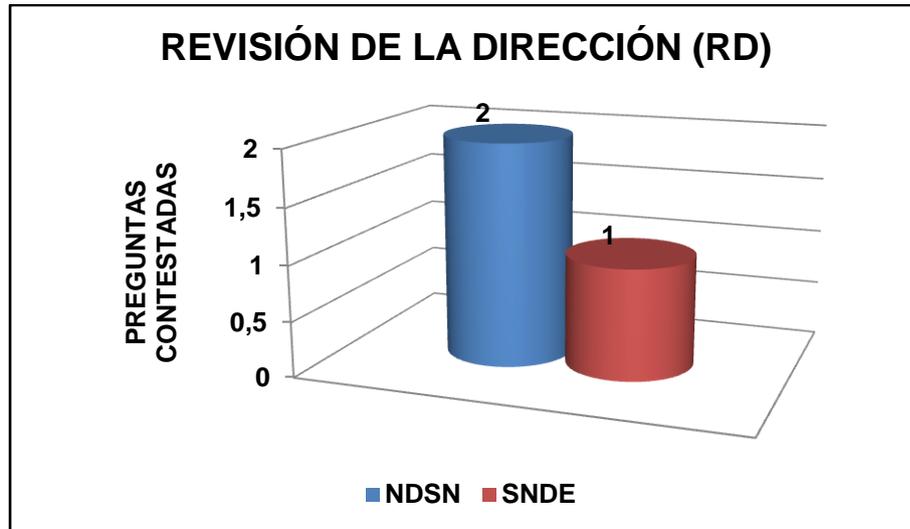
NDSN No se ha Definido sistemática alguna Ni se realizan Actuaciones relativas a la cuestión.
NO Carece de elementos requeridos.

Figura 22. Control de documentos del Laboratorio de Procesos de Manufactura del DECEM



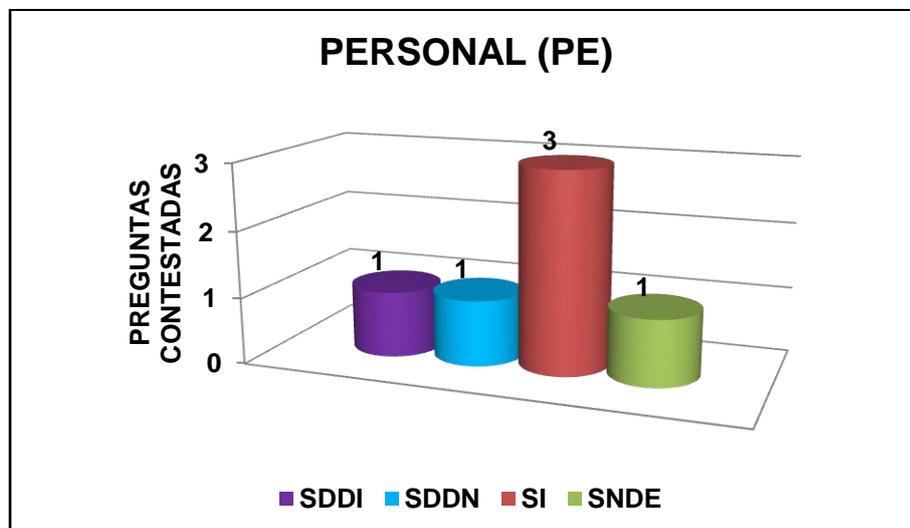
SI Cuenta con elementos requeridos.
SNDE Sistemática No Definida documentalmente pero existen Actuaciones que pretenden resolver la cuestión

Figura 23. Acciones preventivas en el Laboratorio de Procesos de Manufactura del DECEM



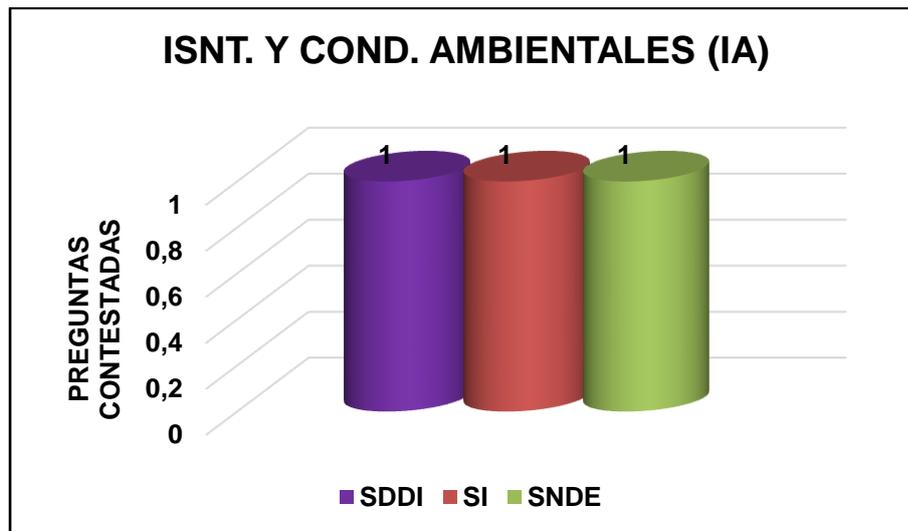
NDSN No se ha Definido sistemática alguna Ni se realizan Actuaciones relativas a la cuestión.
SNDE Sistemática No Definida documentalmente pero existen Actuaciones que pretenden resolver la cuestión.

Figura 24. Revisión de la dirección en el Laboratorio de Procesos de Manufactura del DECEM



SDDI Sistemática definida documentalmente e implantada eficazmente.
SDDN Sistemática definida documentalmente pero no implantada eficazmente.
SI Cuenta con elementos requeridos.
SNDE Sistemática No Definida documentalmente pero existen Actuaciones que pretenden resolver la cuestión.

Figura 25. Personal del Laboratorio de Procesos de Manufactura del DECEM

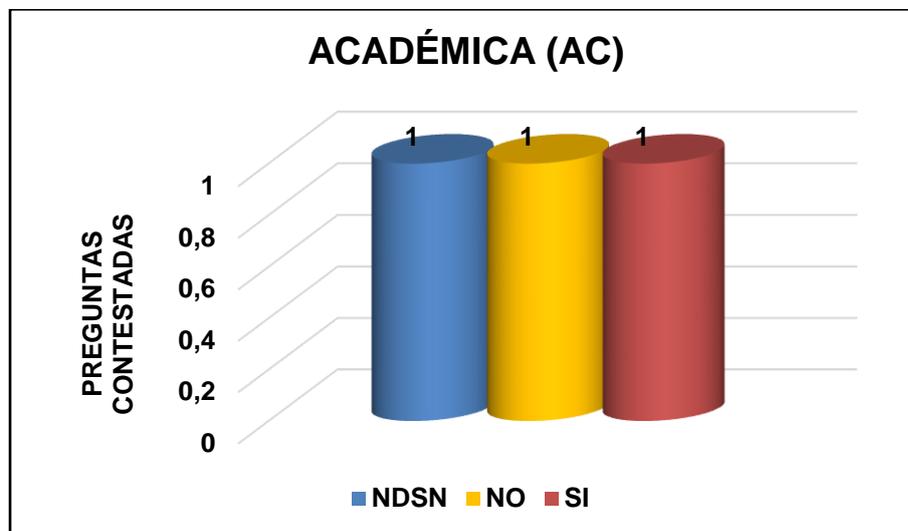


SDDI Sistemática definida documentalmente e implantada eficazmente.

SI Cuenta con elementos requeridos.

SNDE Sistemática No Definida documentalmente pero existen Actuaciones que pretenden resolver la cuestión.

Figura 26. Instalaciones y condiciones ambientales del Laboratorio de Procesos de Manufactura del DECEM

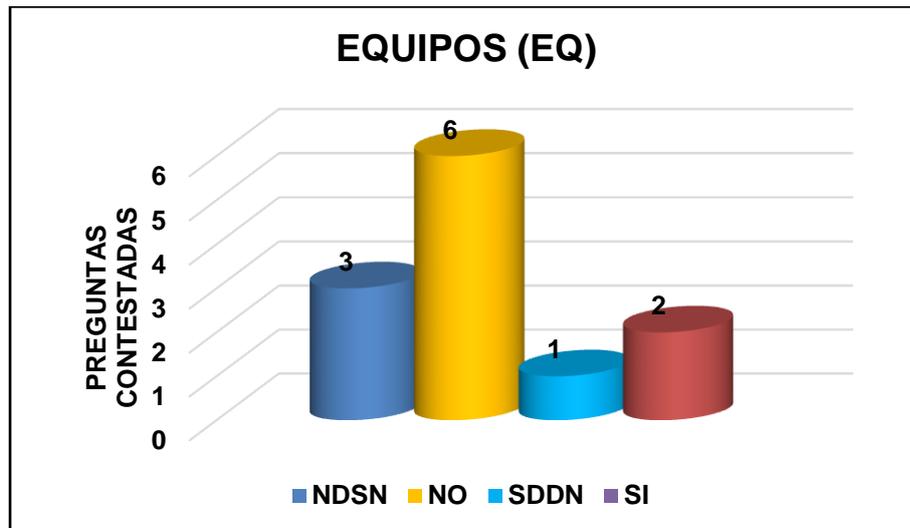


NDSN No se ha Definido sistemática alguna Ni se realizan Actuaciones relativas a la cuestión.

NO Carece de elementos requeridos.

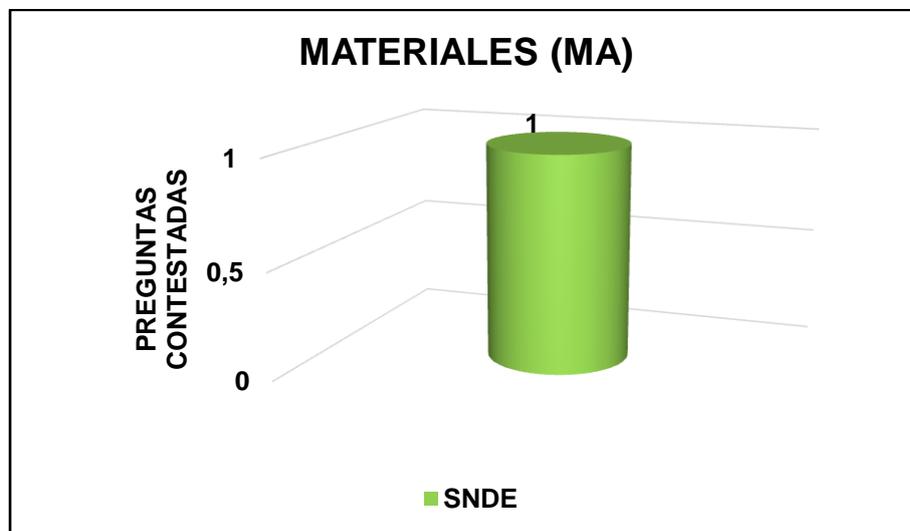
SI Cuenta con elementos requeridos.

Figura 27. Revisión académica del Laboratorio de Procesos de Manufactura del DECEM



NDSN No se ha Definido sistemática alguna Ni se realizan Actuaciones relativas a la cuestión.
NO Carece de elementos requeridos.
SDDN Sistemática definida documentalmente pero no implantada eficazmente.
SI Cuenta con elementos requeridos.

Figura 28. Equipos del Laboratorio de Procesos de Manufactura del DECEM



SNDE Sistemática No Definida documentalmente pero existen Actuaciones que pretenden resolver la cuestión.

Figura 29. Materiales del Laboratorio de Procesos de Manufactura del DECEM

Las gráficas expuestas anteriormente, indican los puntos más críticos de la situación actual del Laboratorio de Procesos de Manufactura del DECEM. Así, la organización muestra que existen (NDSN y SNDE), en el sistema integrado de gestión se presenta el (NDSN), en el control de documentos se muestra el (NDSN y el NO), en las acciones preventivas se observa el (SNDE), la revisión de la dirección está representada por (NDSN y SNDE), en el personal se muestran (SNDE y SDDN), las instalaciones y condiciones ambientales se representan con el (SNDE), en la parte académica se observan (NDSN Y NO), los equipos están representados por (NDSN y NO) y en los materiales se muestra el (SNDE).

3.3 Evaluación de la situación actual del laboratorio

3.3.1 Laboratorio de procesos de manufactura del DECEM

El Laboratorio de Procesos de Manufactura del DECEM, de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, se encuentra capacitando a estudiantes de la Carrera de Ingeniería Mecánica y Mecatrónica; sobre el manejo y mantenimiento adecuado de los equipos, maquinarias; utilizando sistemas de producción adecuados, respetando parámetros de calidad como normas de seguridad y salud ocupacional.

3.3.2 Análisis del equipo interno de trabajo en el laboratorio de procesos de manufactura

El equipo de trabajo dentro del laboratorio, está conformado por personal capacitado, que tienen sus funciones designadas como se detallan a continuación (Figura 30).

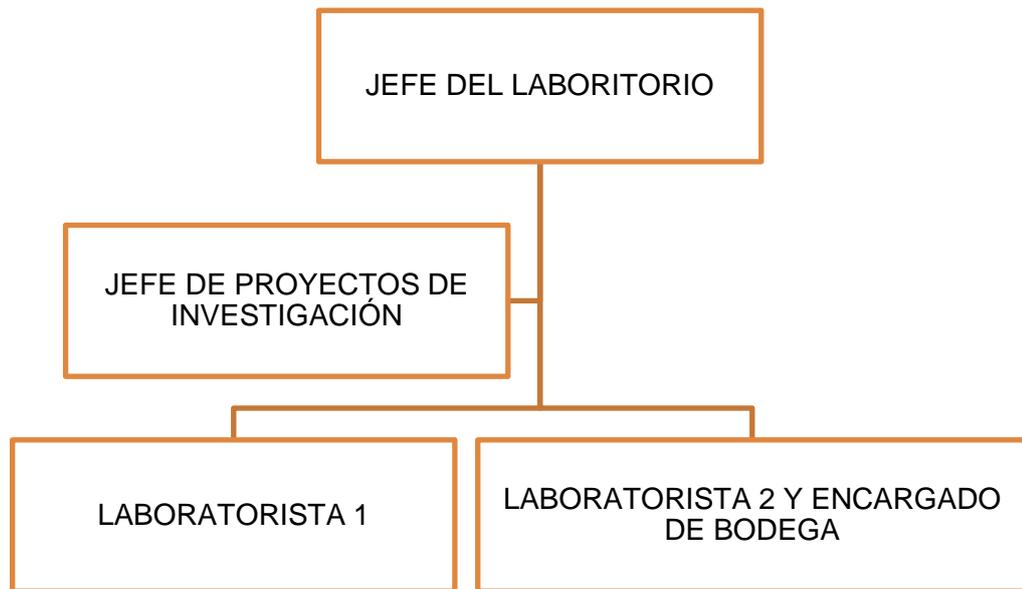


Figura 30. Organigrama del personal en el Laboratorio de Procesos de Manufactura del DECEM

3.3.3 Funciones del personal del laboratorio

Jefe de laboratorio:

- Ejecuta la dirección, control administrativo y disciplinario del personal y medios de los laboratorios.
- Coordinador de actividades de investigación y vinculación con la colectividad.
- Regula la adquisición de materiales y el mantenimiento de los equipos según las necesidades del laboratorio.
- Verifica y controla el desarrollo de cada uno de los proyectos a realizarse en el laboratorio.

Laboratorista 1:

- Facilita el material y equipo para la realización de prácticas con la debida planificación previa.
- Efectúa el mantenimiento rutinario de los equipo de laboratorio, llevando el libro de vida de cada uno.
- Ser responsable directo de la seguridad y disciplina dentro del laboratorio reportando cualquier novedad en forma inmediata al Jefe de Laboratorio respectivo.
- Responder ante el Jefe de Laboratorio por daños y pérdidas de repuestos, accesorios, elementos y demás enseres a él encomendados.

Laboratorista 2:

- El laboratorista 2 es el encargado de la administración de herramientas, bodega y cuidado de la misma a parte de las funciones antes mencionadas.

3.3.4 Actividades que se realizan en el laboratorio

Dentro de las instalaciones se realizan tres actividades principales:

- **Docencia:** Se realizan prácticas, para que los estudiantes de las carreras de Ingeniería Mecánica e Ingeniería Mecatrónica (Tabla 2), tengan el conocimiento necesario sobre los procesos de manufactura, el manejo de equipos y el mantenimiento de los mismos.

Tabla 2

Denominación, codificación y horas semestrales del Laboratorio de Procesos de Manufactura del DECEM

INGENIERÍA MECÁNICA E INGENIERÍA MECATRÓNICA				
TEORÍA	NIVEL	CÓDIGO	H SEMESTRALES	N ESTUDIANTES
Procesos de manufactura 1	5TO	22071	144 h	40
Soldadura 1	5TO	22073	96 h	42
Procesos de manufactura 2	6TO	32072	96 h	31
Soldadura 2	6TO	32076	48 h	33
INGENIERÍA MECATRÓNICA				
TEORÍA	NIVEL	CÓDIGO	H SEMESTRALES	N ESTUDIANTES
Procesos de manufactura 1	5TO	22071	72 h	44
Soldadura 1	5TO	22073	96 h	36
Sistemas flexibles de manufactura	7TO	32074	144 h	46
LABORATORIOS INGENIERÍA MECÁNICA				
LABORATORIO	NIVEL	NRC	H SEMESTRALES	N ESTUDIANTES
Procesos de manufactura 1	5TO	2045	48 h	10
Procesos de manufactura 1	5TO	2048	48 h	12
Procesos de manufactura 1	5TO	2044	48 h	9
Procesos de manufactura 1	5TO	2039	48 h	11
Soldadura 1	5TO	2053	24 h	10
Soldadura 1	5TO	2056	24 h	10
Soldadura 1	5TO	2054	24 h	11
Soldadura 1	5TO	2049	24 h	10
Soldadura 2	6TO	2576	24 h	12
Soldadura 2	6TO	2579	24 h	11
Soldadura 2	6TO	2580	24 h	10
LABORATORIOS DE INGENIERÍA MECATRÓNICA				
Procesos de manufactura 1	5TO	2043	48 h	10
Procesos de manufactura 1	5TO	2047	48 h	10
Procesos de manufactura 1	5TO	2042	48 h	11
Procesos de manufactura 1	5TO	2046	48 h	11
Soldadura 1	5TO	2057	24 h	7
Soldadura 1	5TO	2058	24 h	11
Soldadura 1	5TO	2060	24 h	9
Soldadura 1	5TO	2061	24 h	10
Sistemas flexibles de manufactura	7TO	2569	24 h	7
Sistemas flexibles de manufactura	7TO	2570	24 h	6
Sistemas flexibles de manufactura	7TO	2572	24 h	7
Sistemas flexibles de manufactura	7TO	2573	24 h	7
Sistemas flexibles de manufactura	7TO	2574	24 h	7
Sistemas flexibles de manufactura	7TO	2575	24 h	7
Sistemas flexibles de manufactura	7TO	4071	24 h	5

Fuente: (ESPE Sistema banner, 2014)

- **Investigación:** Se están realizando proyectos, utilizando plástico como materia prima, relacionados con la impresión en 3D. En la (Tabla 3) se detallan trabajos que actualmente se están realizando en esta área.

Tabla 3

Proyectos de investigación realizados en el Laboratorio de Procesos de Manufactura del DECEM

PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN
• Fluviómetro
• Medidor de Turbidez
• Anemómetro
• Conductímetro
• Máquina Centrífuga
• Radiación Solar

- **Vinculación con la colectividad:** El laboratorio presta sus instalaciones, a los estudiantes que se encuentran realizando proyectos, a instituciones públicas y privadas que requieran de sus servicios.

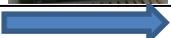
3.3.5 Máquinas y equipos utilizados en el Laboratorio de Procesos de Manufactura

Las máquinas y equipos, utilizados en el Laboratorio de Procesos de Manufactura se encuentran distribuidas por áreas de trabajo, facilitando el manejo por parte de los operarios (Tabla 4), que tiene la información necesaria para su identificación y el estado en el que se encuentran.

Tabla 4

Descripción de los equipos del Laboratorio de Procesos de Manufactura del DECEM.

C.O	TIPO	MARCA	E.E	E.O.	V.U	F.D	F.O	F.M	F.P.	ILUSTRACIÓN
MH-01	FRESADORA HORIZONTAL	HARRISON 600	34	90%	20	0,7	0,9	0,75	0,47	
MH-02	FRESADORA HORIZONTAL	XZ6350C	5	90%	17	0,71	0,9	0,75	0,48	
MH-03	FRESADORA VERTICAL	BRIDGEPORT	34	70%	20	0,7	0,9	0,75	0,47	
MH-04	RECTIFICADORA S.P	JONES-SHIPMAN 1400	34	90%	20	0,70	0,9	0,8	0,50	
MH-05	RECTIFICADORA S.C	JONES-SHIPMAN 1300	34	60%	20	0,70	0,9	0,8	0,50	
MH-06	TORNO PARALELO 1	HARRISON 600	33	75%	17	0,94	0,9	0,8	0,68	
MH-07	TORNO PARALELO 2	HARRISON 600	33	10%	17	0,94	0,9	0,7	0,59	
MH-08	TORNO PARALELO 3	HARRISON 600	33	85%	17	0,94	0,9	0,8	0,68	
MH-09	TORNO PARALELO 4	HARRISON 600	33	75%	17	0,94	0,9	0,8	0,68	
MH-10	TORNO PARALELO 5	HARRISON 600	33	75%	17	0,94	0,9	0,8	0,68	

Continúa 

C.O	TIPO	MARCA	E.E	E.O.	V.U	F.D	F.O	F.M	F.P.	ILUSTRACIÓN
MH-11	TORNO PARALELO 6	PBL 360 BX1000	6	98%	17	0,65	0,9	0,8	0,47	
MH-12	TORNO PARALELO 7	PBL 360 BX1000	6	99%	17	0,65	0,9	0,8	0,47	
MH-13	TORNO REVOLVER	WARD	33	99%	17	0,94	0,9	0,8	0,68	
MH-14	MANDRINADORA	KEARNS- RICHARDS	34	98%	20	0,70	0,9	0,7	0,44	
MH-15	RECTIFICADORA S.C	JONES- SHIPMAN 1300	34	60%	20	0,70	0,9	0,8	0,50	
MH-16	DOBLADORA DE TOOL	EDWARDS 600	34	97%	20	0,70	0,9	0,7	0,44	
MH-17	GUILLOTINA	EDWARDS 600	34	10%	20	0,70	0,9	0,7	0,44	
MH-19	PRENSA DE 60 TON.	NORTON	35	10%	30	0,17	0,9	0,7	0,11	
MH-20	PRENSA DE 40 TON.	COMPAC	35	85%	30	0,17	0,9	0,7	0,11	
MH-22	SUELDA MULTIPROCESOS	POWCON	22	80%	14	0,57	0,9	0,85	0,44	
MH-23	SUELDA MIG MILLERMATIC 300	MILLER	12	98%	14	0,14	0,9	0,85	0,11	

Continúa



C.O	TIPO	MARCA	E.E	E.O.	V.U	F.D	F.O	F.M	F.P.	ILUSTRACIÓN
MH-24	SUELDA MIG-MAG MILLERMATIC 252	MILLER	4	98%	14	0,71	0,9	0,85	0,55	
MH-25	SUELDA SINCROWAVE 250 (SMAW – TIG)	MILLER	7	98%	14	0,50	0,9	0,85	0,38	
MH-26	SUELDA SINCROWAVE 200 (TIG)	MILLER	9	98%	14	0,36	0,9	0,85	0,27	
MH-27	SUELDA PRECISIÓN TIG 225	LINCOLN	4	98%	14	0,71	0,9	0,85	0,55	
MH-28	SUELDA DE PUNTO	CEBORA	34	60%	20	0,7	0,9	0,85	0,54	
MH-29	CORTADORA POR PLASMA	HYPERTHERM 1000	12	80%	14	0,14	0,9	0,85	0,11	
MH-36	TALADRO DE BANCO	FOBCO	34	90%	14	1,43	0,9	0,7	0,90	
MH-37	TALADRO FRESADOR	PDM 45	5	98%	14	0,64	0,9	0,8	0,46	
MH-38	TALADRO DE PEDESTAL	RONG-LONG	6	98%	14	0,57	0,9	0,9	0,46	
MH-39	TALADRO DE PEDESTAL	VICEROY	34	90%	14	1,43	0,9	0,7	0,90	

Continúa



C.O	TIPO	MARCA	E.E	E.O.	V.U	F.D	F.O	F.M	F.P.	ILUSTRACIÓN
MH-42	GUILLOTINA MANUAL	NIAGARA	8	97%	17	0,53	0,9	0,7	0,33	
MH-44	CARRO MULTIPROPORCIONAL PARA SOLDADURA Y CORTE POR PLASMA	BUG.O SYSTEMS	5	97%	14	0,64	0,9	0,85	0,49	
MH-1412	EQUIPO OXIACETILÉNICO(3)	LINDE	5	97%	14	0,64	0,9	0,85	0,49	
S.C.	TORNILLO DE BANCO	S.M.	30	75%	17	0,76	0,9	0,7	0,48	
S.C.	FRESADORA DE CONTROL NUMÉRICO	FADAL	9	50%	17	0,47	0,9	0,9	0,38	
S.C.	CALADORA LIMADORA VERTICAL	THIEL	30	10%	17	0,76	0,9	0,9	0,62	
S.C.	BAROLADORA	NACIONAL	1	10%	17	0,94	0,9	0,98	0,83	
S.C.	SIERRA VAIVÉN	HARTLE	30	90%	20	0,50	0,9	0,7	0,32	
S.C.	EXTRUSORA	NACIONAL	1	99%	17	0,94	0,9	0,98	0,83	
S.C.	EQUIPO DE TREFILADO	NACIONAL	1	99%	17	0,94	0,9	0,98	0,83	
S.C.	TORNO CNC	VIWA VTC1640	9	98%	17	0,47	0,9	0,9	0,38	
S.C.	ESMERIL DOBLE PIEDRA	VICEROY	15	95%	17	0,12	0,9	0,7	0,07	

Continúa



C.O	TIPO	MARCA	E.E	E.O.	V.U	F.D	F.O	F.M	F.P.	ILUSTRACIÓN
S.C.	MECANIZADO ELECTROQUIMICO	NACIONAL	1	99%	17	0,94	0,9	0,98	0,83	

C.O Código de los equipos. E.E. Edad del equipo. E.O Estado de operación. V.U Vida útil. F.D Factor de depreciación. F.O Factor de obsolescencia. F.M Factor de mantenimiento. F.P Factor de peritaje.

3.3.6 Layout actual de la distribución de planta

En el (Anexo C) se muestra distribución layout actual de la maquinaria, seguridad, iluminación y sistema eléctrico.

3.4 Formulación de estrategias de mejoramiento y evaluación

3.4.1 Matriz FODA

Para analizar las estrategias de mejoramiento y evaluación, se realizó un análisis a través de una matriz FODA (Tabla 5), donde se visualizó las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas presentes en el actual sistema de gestión del Laboratorio de Procesos de Manufactura del DECEM, en función de los resultados obtenidos del sistema de evaluación para proponer mejoras en el diseño.

Tabla 5

Descripción de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas del Laboratorio de Procesos de Manufactura del DECEM

FACTORES INTERNOS	FORTALEZAS	DEBILIDADES
<p>FACTORES EXTERNOS</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Personal capaz de cumplir con las actividades en el laboratorio (conocimientos, aptitudes, experiencia y formación). • Tienen establecido la sistemática para identificar áreas de mejora. • Cuenta con registros actualizados sobre cualificación, experiencia y formación del personal. • Instalaciones adecuadas para el tipo de trabajo. • Medidas oportunas en caso de variaciones en las condiciones ambientales. • Capacitación del personal de trabajo. • Cuenta con un plan de mantenimiento adecuado. • Control adecuado en las prácticas por el equipo de trabajo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ausencia de documentación (funciones y responsabilidades del personal). • No existe un control de documentos establecido, ni se retiran los mismos cuando son obsoletos. • Falta de revisiones anuales del sistema de gestión y las actividades realizadas. • No aplican las descripciones de los puestos de trabajo. • Establecimiento de actividades inadecuado para el equipo de trabajo. • Falta de identificación de los equipos (para prácticas y mantenimiento) por etiquetas. • Falta de procedimiento a seguir por los estudiantes en caso de equipos dañados. • No se aplica de forma adecuada el plan de mantenimiento.
OPORTUNIDADES	FO	DO
<ul style="list-style-type: none"> • Ofrece servicios para vinculación con la colectividad. • Ofrece servicios para proyectos de investigación. • Cuenta con convenios empresariales para desarrollar proyectos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mejorar el mantenimiento a los equipos para obtener mayor calidad en los servicios. • Capacitar continuamente al personal según innovaciones industriales. • Distribuir las instalaciones para mejorar el ambiente de trabajo. • Mejorar la señalética y equipos de protección industrial para reducir los riesgos de salud ocupacional. 	<ul style="list-style-type: none"> • Contar con la documentación necesaria para respaldar los procesos de gestión que se realizan. • Establecer un control y eliminación de documentos. • Establecer el procedimiento a seguir para notificar lo equipos dañados, adecuada etiquetación y aplicar de forma adecuada el mantenimiento. • Realizar reuniones con la dirección y el personal del laboratorio para analizar el sistema de gestión y actividades realizadas en las instalaciones.
AMENAZAS	FA	DA
<ul style="list-style-type: none"> • Reducción de presupuestos para mantener en óptimas condiciones las instalaciones y equipos. • Desinterés de algunas empresas para la realización de proyectos. • Excesivos costos para implementar tecnología y ampliar las instalaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> • Entrenar al equipo de trabajo para mantener las instalaciones y equipos en buen estado. • Establecer revisiones periódicas de la seguridad y mantenimiento de las instalaciones y equipos. • Mejorar las máquinas y equipos existentes con el apoyo de los estudiantes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar reuniones para identificar empresas que desean realizar proyectos con la institución. • Establecer empresas para realizar mantenimientos externos de ser necesarios.

Del desarrollo de la matriz, principalmente de sus combinaciones como fortalezas con oportunidades, se pudo conocer el potencial que llegaría a tener el laboratorio para prestar servicios a los estudiantes. Los puntos a mejorar en el laboratorio se ven reflejados por la combinación de debilidades y oportunidades que se pueden optimizar mejorando el sistema de gestión interno. Por otra parte la combinación de fortalezas con amenazas se enfoca a la capacitación del personal para resguardar su seguridad y el estado de las instalaciones, mientras que las debilidades con amenazas permiten trabajar en la vinculación del laboratorio con otras instituciones respetando convenios establecidos.

3.4.2 Diagrama Causa-Efecto

Para establecer los problemas planteados en el Laboratorio de Procesos de Manufactura del DECEM, mostramos un diagrama causa-efecto utilizando el sistema de evaluación establecido, para esto se define los factores dentro de cada una de las áreas analizadas en la (Figura 31 a la 35).

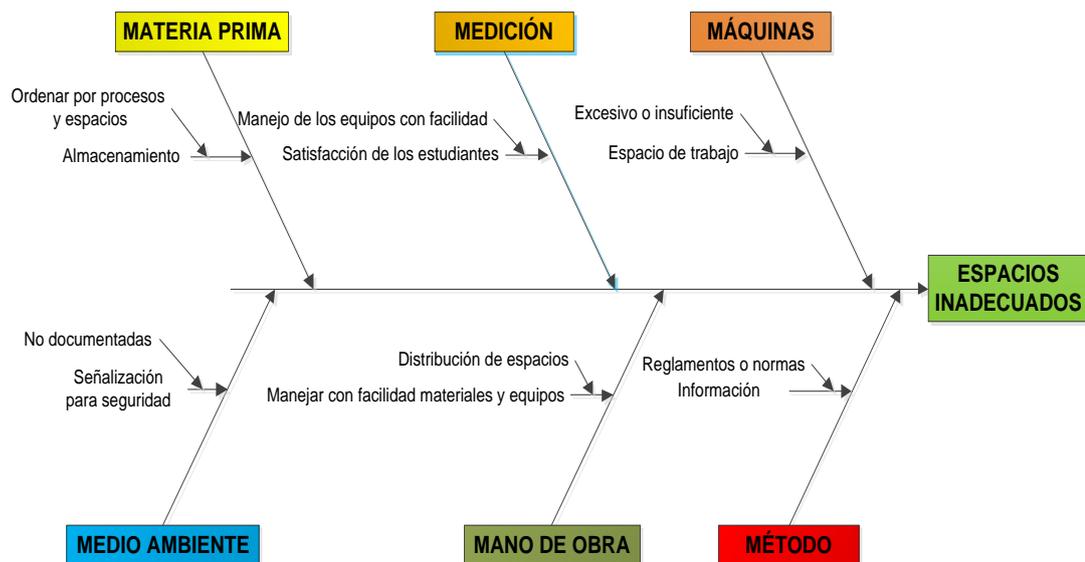


Figura 31. Diagrama causa-efecto de los espacios inadecuados

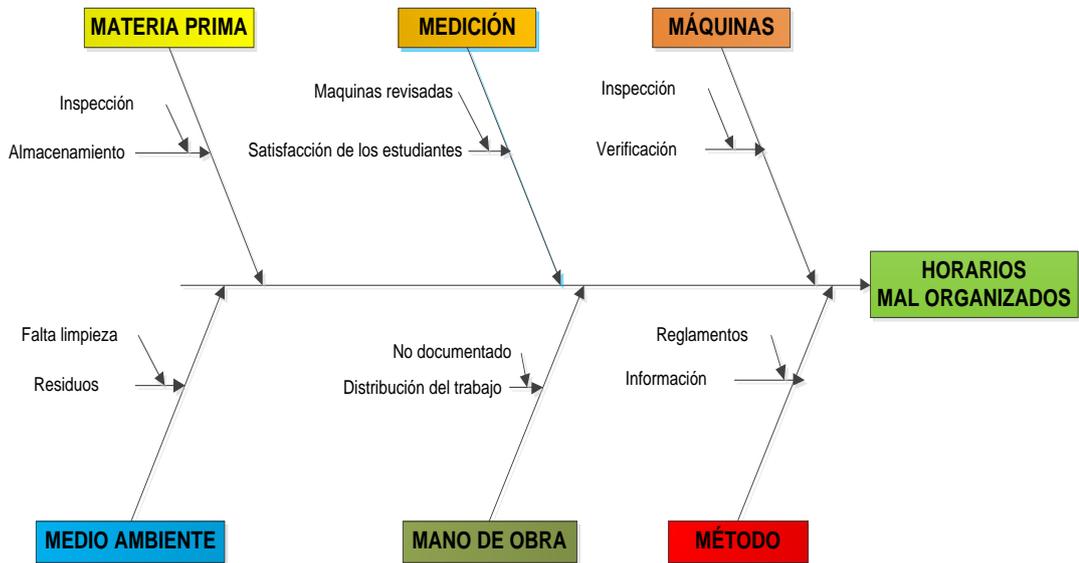


Figura 32. Diagrama causa-efecto de horarios mal organizados

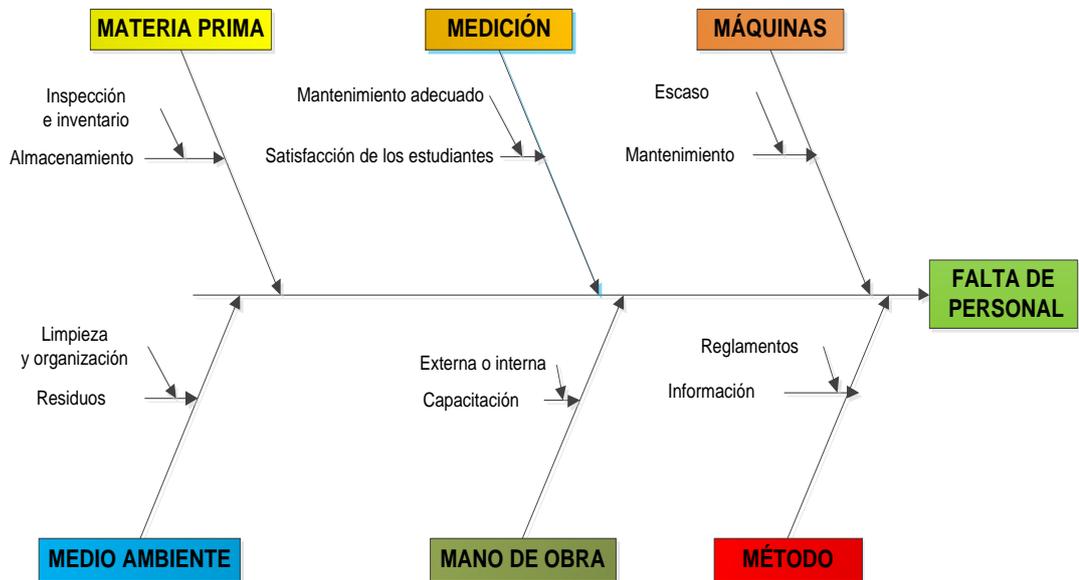


Figura 33. Diagrama causa-efecto de falta de personal

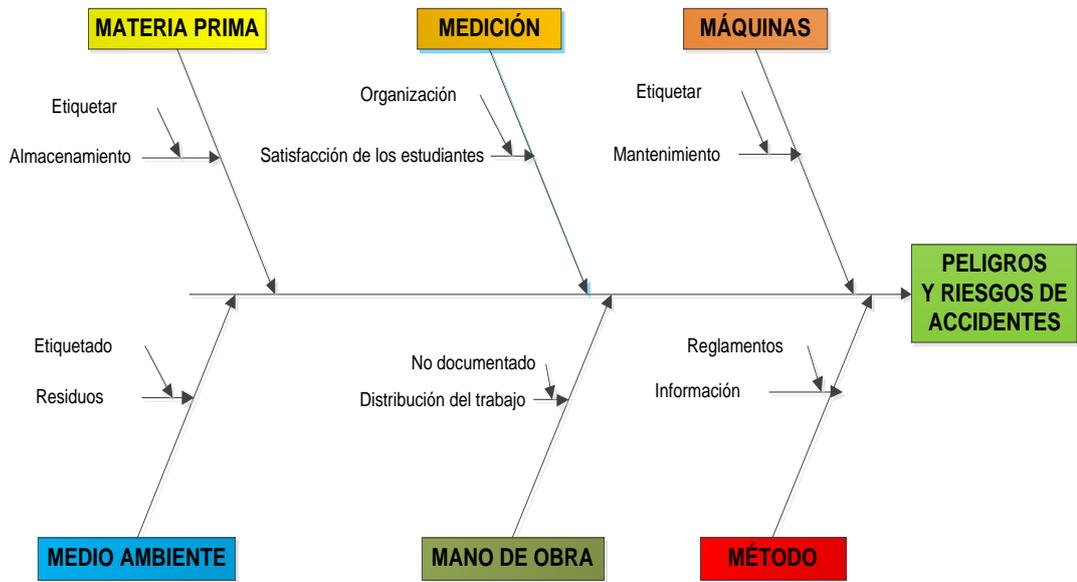


Figura 34. Diagrama causa-efecto de peligros y riesgo de accidentes

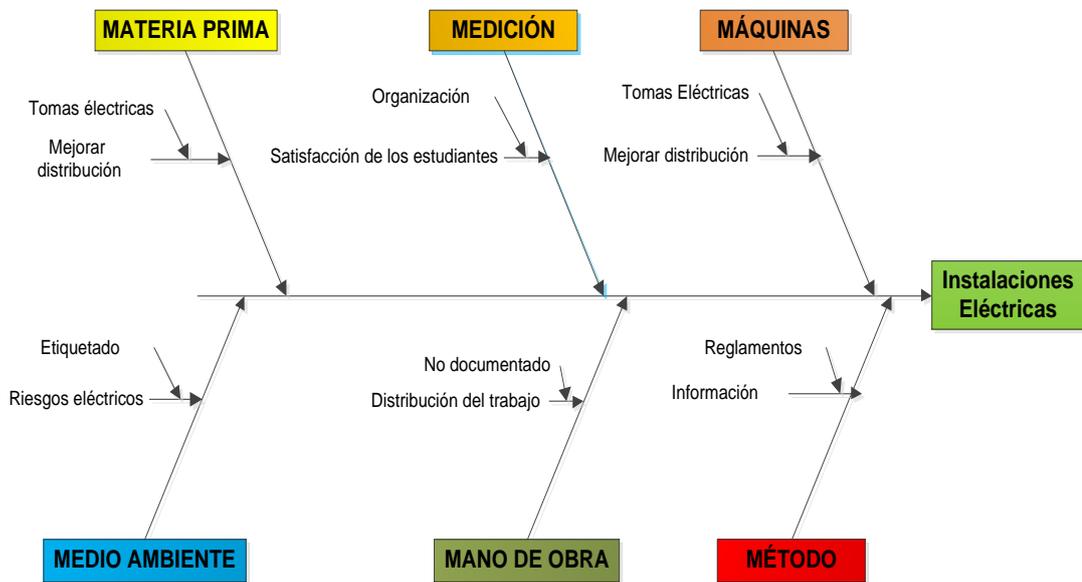


Figura 35. Diagrama causa-efecto de instalaciones eléctricas

En los diagramas causa-efecto se observa las distribuciones del sistema de evaluación con sus respectivos problemas, en los que se recomienda hacer mejoras como documentar requerimientos del laboratorio ya que los responsables actúan de forma eficaz, pero no cuentan con un sistema establecido. Los equipos pueden tener mejoras tecnológicas y utilizar tarjetas de identificación para el mantenimiento y uso de los mismos.

Otro de los puntos críticos es el personal, estos deben ser capacitados con mayor frecuencia para renovar sus conocimientos con innovaciones tecnológicas y producción en la industria Ecuatoriana, mejorando las instalaciones y condiciones ambientales con el sistema de gestión adecuado.

CAPÍTULO IV: DISEÑO DE LA ORGANIZACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

4.1 Organización

La propuesta de organización y distribución de planta permite el funcionamiento correcto de los laboratorios, apoyando a la docencia, la investigación y la vinculación, en el área de Procesos de Manufactura.

4.1.1 Organigrama estructural

Se presenta (Figura 36), el orden jerárquico propuesto para los puestos de trabajo.

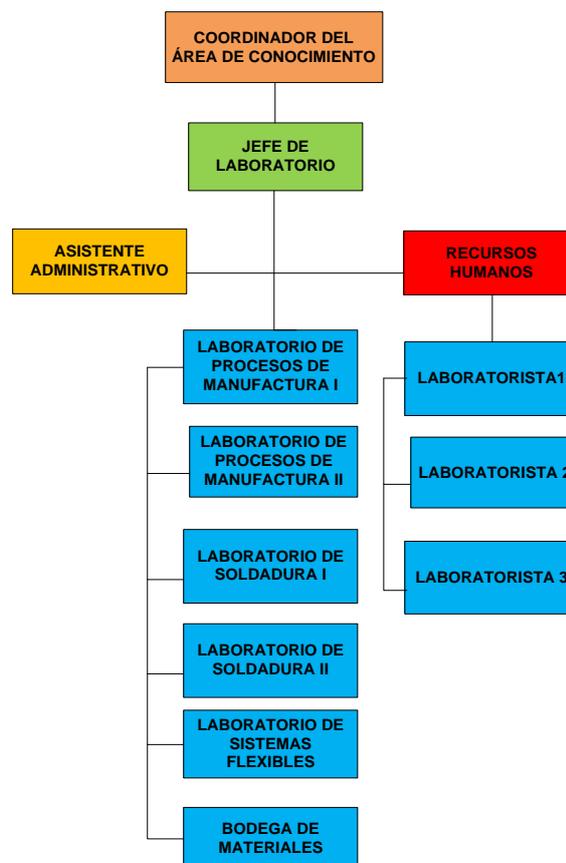


Figura 36. Propuesta del organigrama

4.1.2 Funciones Establecidas para el personal del Laboratorio

Las funciones que tiene el personal en el laboratorio, son necesarias para la realización de actividades o deberes, al mismo tiempo que son coordinadas de manera eficaz y eficiente cumpliendo con la planificación establecida (Anexo D).

4.1.3 Competencias Profesionales para el personal del Laboratorio

Las competencias profesionales son diferentes de acuerdo a las actividades que desempeña el personal, por esto el perfil del profesional se presenta según el cargo que va a desempeñar (Anexo E).

4.2 Control de documentos en el Laboratorio

El control de documentos, permite llevar un registro de las actividades que se desarrollan en el Laboratorio, facilitando la utilización de materiales, máquinas y equipos, estos serán reciclados cuando se termine cada semestre.

4.2.1 Registros de actividades

A continuación, se menciona cada uno de los registros que se utilizarán en el Laboratorio:

- **Registro de reuniones**

Servirá para registrar las reuniones realizadas por la dirección, para definir tareas y responsabilidades en el Laboratorio (Anexo F).

- **Registró de préstamo de herramientas o equipos**

Este registro permite dar seguimiento y control de los materiales existentes en bodega (Anexo G).

- **Registró para identificación de máquinas, equipos y herramientas**

Para registrar las máquinas (Anexo H), se pretende utilizar el sistema de catalogación, estableciendo sus características principales.

- **Registró de orden de compra**

Este registro permitirá controlar la adquisición de insumos o materiales internos, previo a esto se verificará si es necesario realizar la compra, con la debida autorización del jefe de laboratorio (Anexo I).

- **Registró de prácticas no conformes**

Ayudará a medir la conformidad de las prácticas ejecutadas por los estudiantes e identificará, los problemas que existen para que no se realicen las prácticas con normalidad. (Anexo J).

- **Registró para el control de asistencia de docentes**

El registro nos ayudara a verificar la asistencia de los docentes y el cumplimiento de todas las prácticas propuestas para el semestre. (Anexo K).

- **Propuesta de horarios para las prácticas**

Para el horario de prácticas, se propone el incremento de tres laboratoristas, que cumplirán con el siguiente horario de prácticas (Anexo L).

4.3 Diagramas de actividades y operaciones

A continuación, se propone en las (Figuras 37 a 41) y en las (Tablas 6 a 10), las diferentes actividades, dentro del Laboratorio:

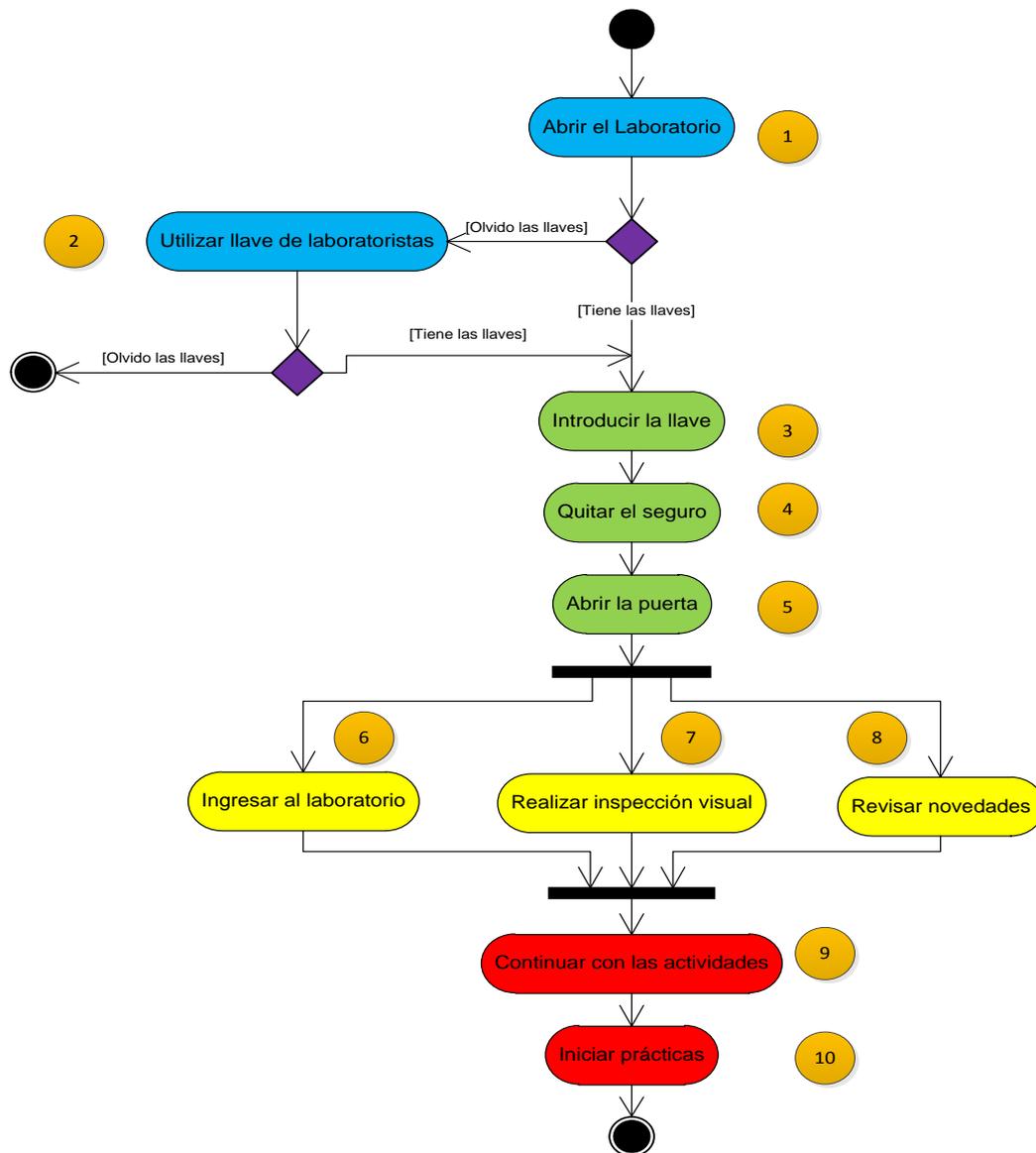


Figura 37. Diagrama de actividades para la apertura del Laboratorio

Tabla 6

Descripción de las actividades y los responsables de efectuarlas

PROCEDIMIENTO		APERTURA DEL LABORATORIO	
ÁREA QUE EJECUTA		ADMINISTRACIÓN DEL LABORATORIO	
RESPONSABLE	Nº ACTIVIDAD	ACTIVIDAD	DOCUMENTO
Jefe de Laboratorio	1	Abrir el Laboratorio	
	2	Utilizar llave de Laboratoristas	
	3	Introducir la llave	
	4	Quitar el seguro	
	5	Abrir la puerta	
	6	Ingresar al Laboratorio	
	7	Inspección visual	
	8	Revisar Novedades	
Laboratoristas	6	Ingresar al Laboratorio	
	9	Continuar Actividades	
	10	Realizar Prácticas	

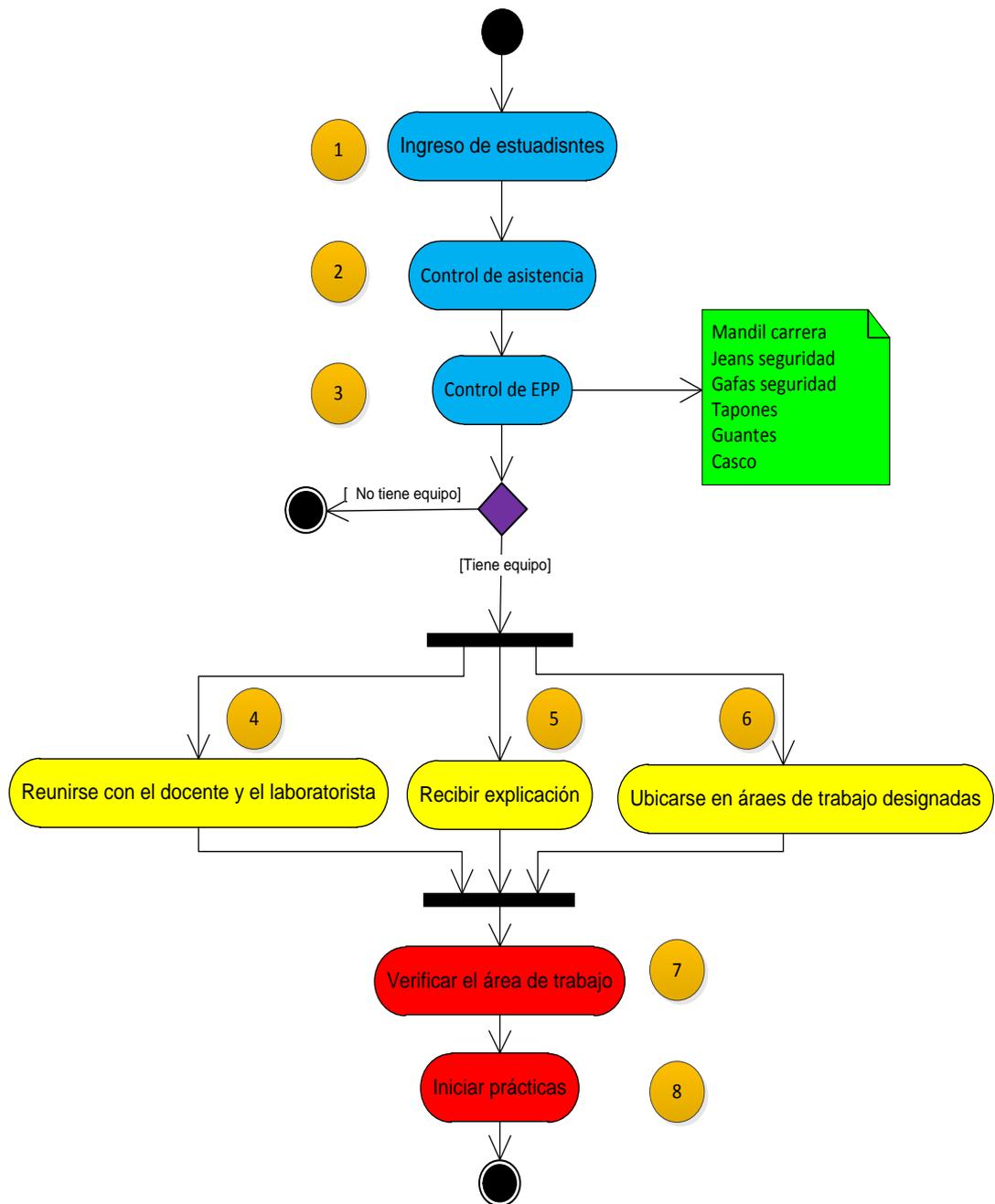


Figura 38. Diagrama para el ingreso de estudiantes

Tabla 7

Descripción de las actividades y los responsables de efectuarlas

PROCEDIMIENTO		APERTURA DEL LABORATORIO	
ÁREA QUE EJECUTA		ADMINISTRACIÓN DEL LABORATORIO	
RESPONSABLE	Nº ACTIVIDAD	ACTIVIDAD	DOCUMENTO
Docente y Laboratoristas	2	Controlar de asistencia	
	3	Control de EPP.	
Estudiantes	1	Reunión en punto estratégico	
	4	Reunirse con el docente y laboratorista	
	5	Recibir explicación	
	6	Ubicarse en áreas de trabajo designadas	
	7	Verificar el área de trabajo	
	8	Realizar prácticas	

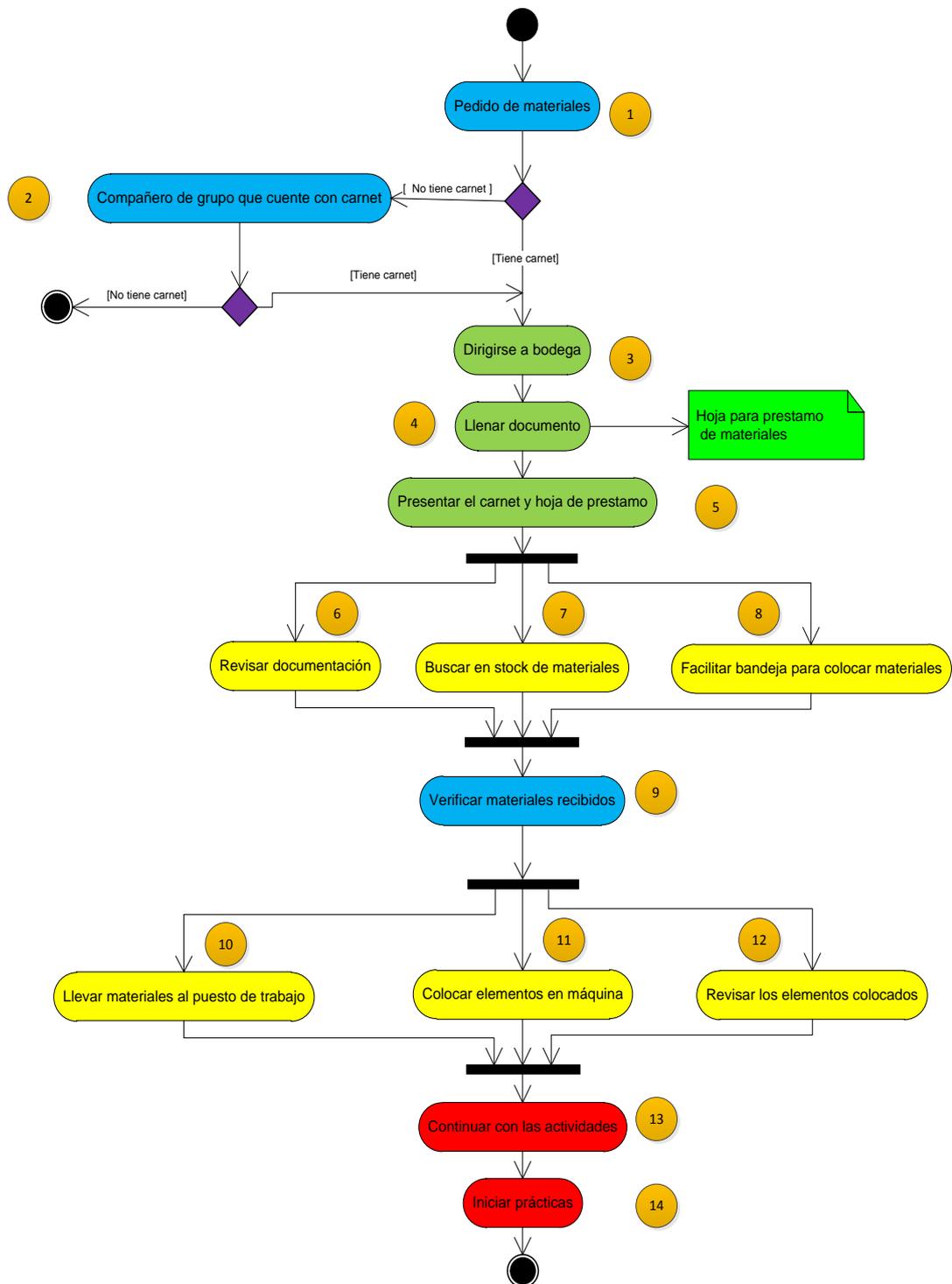


Figura 39. Diagrama de pedido de materiales para realizar las prácticas

Tabla 8

Descripción de las actividades y los responsables de efectuarlas

PROCEDIMIENTO		APERTURA DEL LABORATORIO		
ÁREA QUE EJECUTA		ADMINISTRACIÓN DEL LABORATORIO		
RESPONSABLE	Nº ACTIVIDAD	ACTIVIDAD	DOCUMENTO	
Estudiante	1	Pedir materiales de trabajo		
	2	Compañero con documento		
	3	Dirigirse a bodega		
	4	Llenar documento	Hoja de préstamo	
	5	Presentar carnet y hoja para préstamo		
	9	Verificar materiales recibidos		
	10	Llevar materiales al puesto de trabajo		
	11	Colocar elementos en máquina		
	12	Revisar los elementos colocados		
	13	Continuar con las actividades		
	14	Iniciar práctica		
	Laboratorista 3	6	Revisar documentación	
		7	Buscar en stock de materiales	
		8	Facilitar bandejas para materiales	

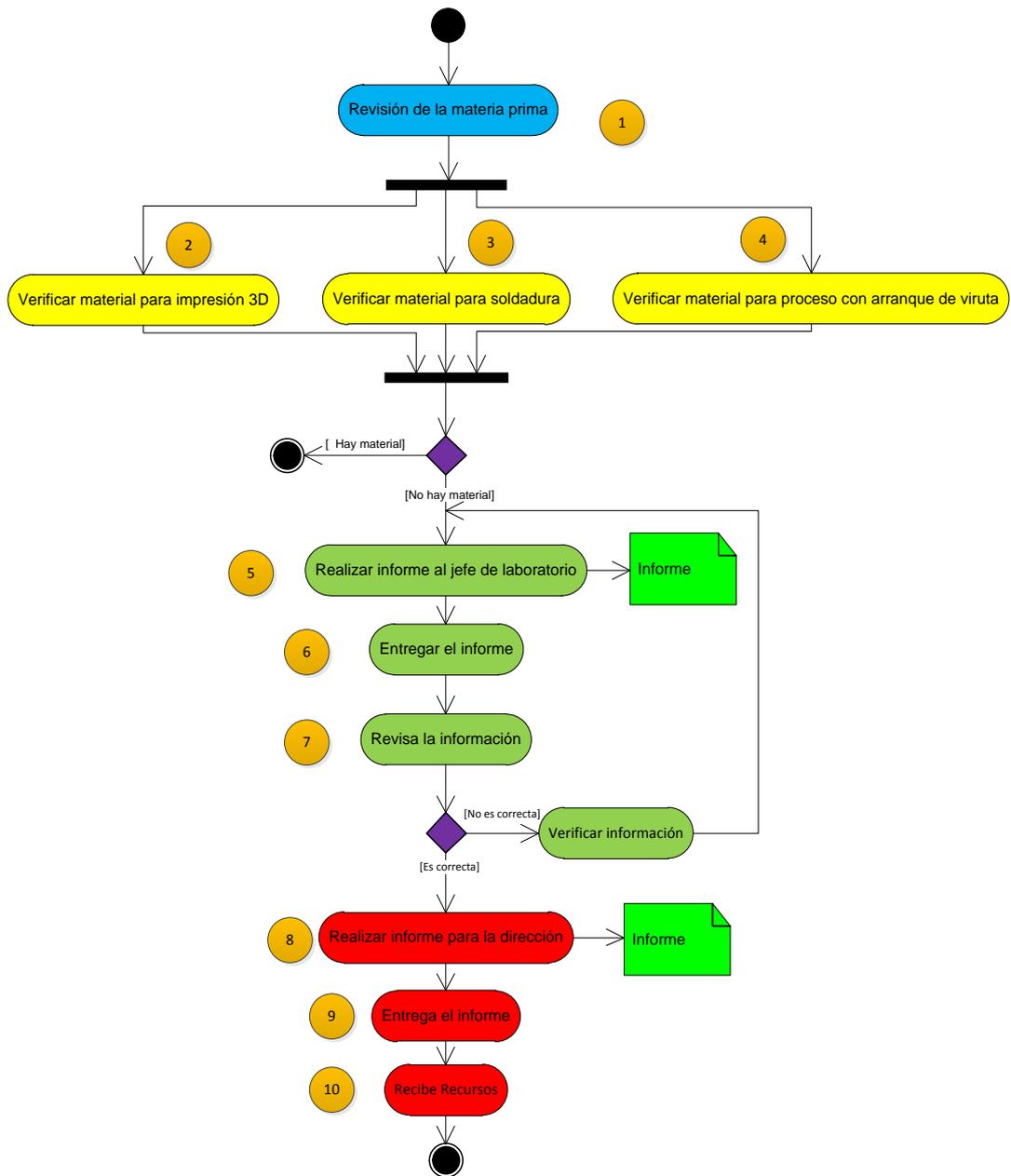


Figura 40. Diagrama de pedido de materiales para bodega

Tabla 9

Descripción de las actividades y los responsables de efectuarlas

PROCEDIMIENTO		APERTURA DEL LABORATORIO	
ÁREA QUE EJECUTA		ADMINISTRACIÓN DEL LABORATORIO	
RESPONSABLE	Nº ACTIVIDAD	ACTIVIDAD	DOCUMENTO
Laboratorista 3	1	Revisión de la materia prima	
	2	Verificar material para impresión 3D	
	3	Verificar material para soldadura	
	4	Verificar material para proceso con arranque de viruta	
	5	Realizar informe	Informe
	6	Entregar informe	
Jefe de laboratorio	7	Revisar información	
	8	Realizar informe de adquisición	Informe
	9	Entregar informe a la dirección	
	8	Recibir los recursos	Actas de entrega otros

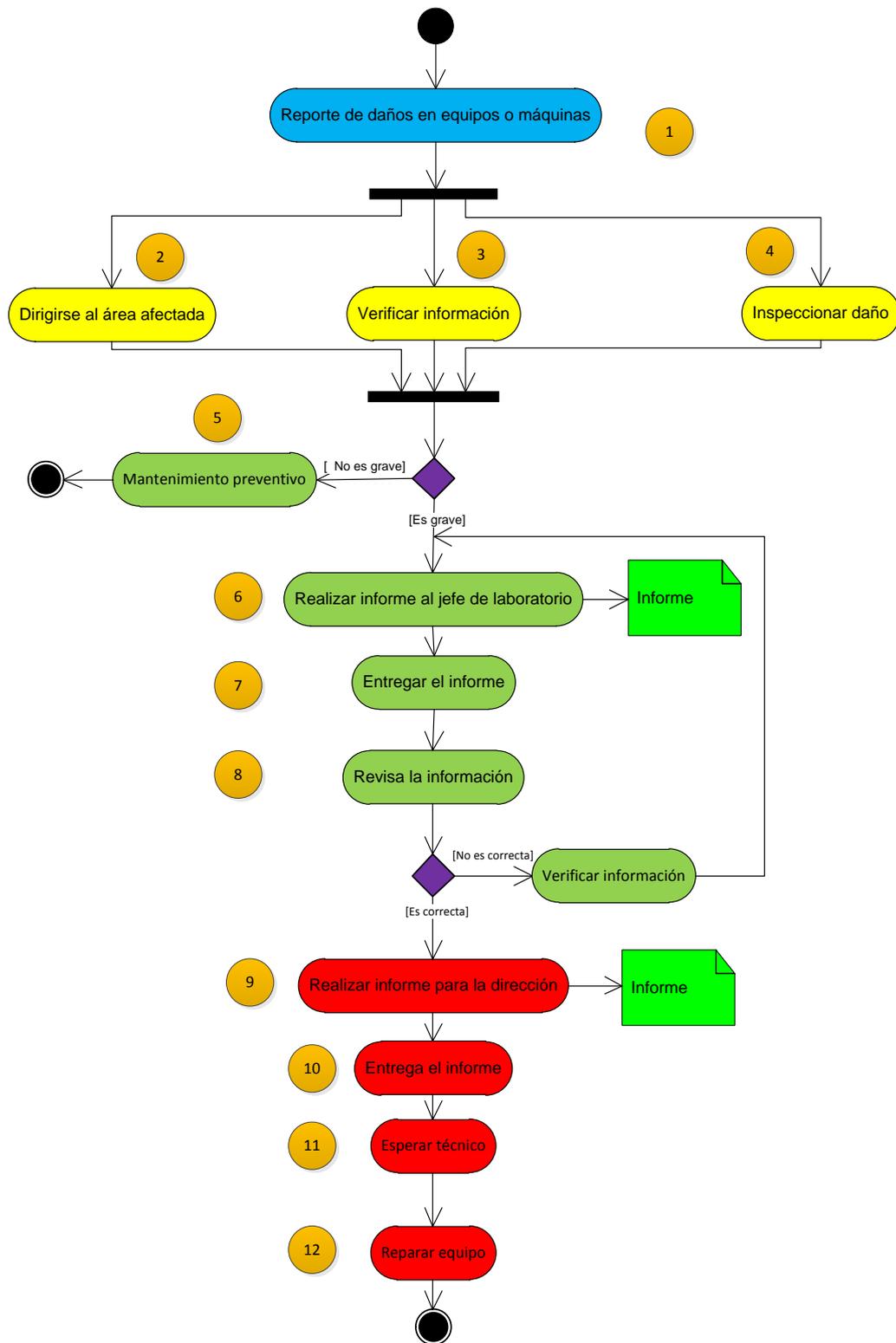


Figura 41. Diagrama de daños de equipos o máquinas

Tabla 10

Descripción de las actividades y los responsables de efectuarlas

PROCEDIMIENTO		APERTURA DEL LABORATORIO	
ÁREA QUE EJECUTA		ADMINISTRACIÓN DEL LABORATORIO	
RESPONSABLE	Nº ACTIVIDAD	ACTIVIDAD	DOCUMENTO
Estudiante	1	Reporte de daños de máquinas o equipos	
Laboratoristas	2	Dirigirse al área afectada	
	3	Verificar información	
	4	Inspeccionar daño	
	5	Mantenimiento preventivo	
	6	Realizar informe al jefe de laboratorio	
	7	Entregar el informe	
Jefe de laboratorio	8	Revisar información	
	9	Realizar informe para la dirección	
	10	Entregar el informe	
	11	Esperar técnico	
Técnico	12	Reparar equipo	

4.4 Estudio de mercado para análisis de las necesidades de las empresas

Para el estudio de mercado se realizó encuestas (Anexo M) a diferentes empresas, tomando en cuenta el área de Procesos de Manufactura, permitiendo conocer los requerimientos de la industria en los futuros profesionales para generar soluciones al desarrollo industrial y económico del país.

4.4.1 Campo de trabajo de las empresas

La encuesta realizada, está constituida con preguntas abiertas y cerradas se realizó a un total de 40 empresas, situadas en los sectores industriales. Se puede observar en la (Figura 42), que las empresas independientemente del servicio o la producción, tienen como mayor campo de trabajo la soldadura industrial con un 29% y control de la calidad con un 23%.

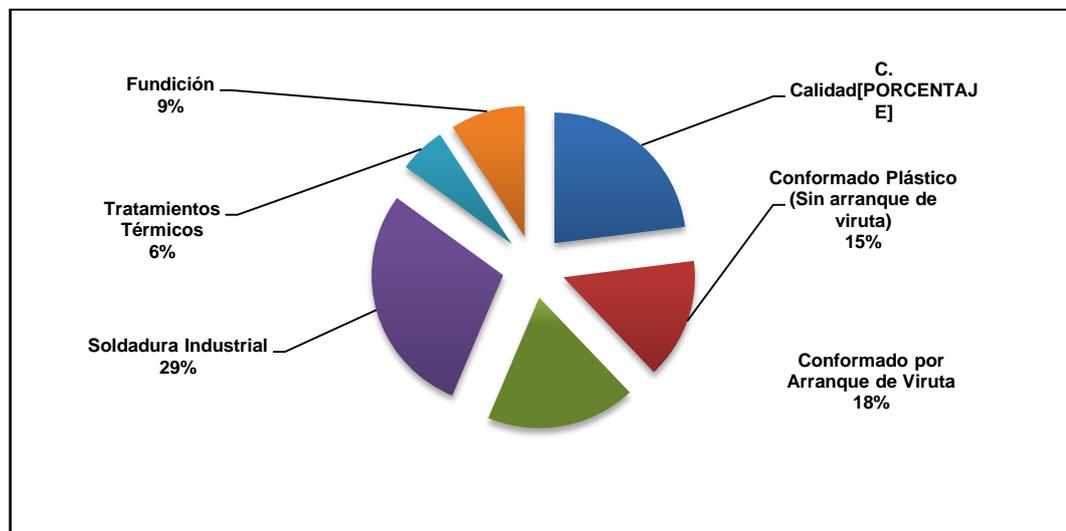
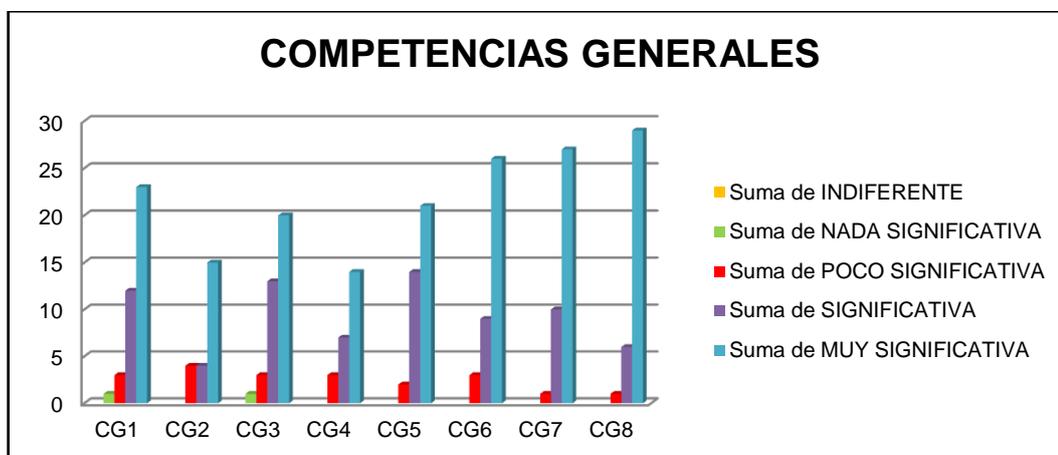


Figura 42. Campos de trabajo del desempeño empresarial

4.4.2 Competencias generales para el profesional



CG1: Aplicar criterios económicos y financieros.

CG2: Aplicar programas semanales, mensuales, semestrales de mantenimiento preventivo y predictivo.

CG3: Diseñar y evaluar proyectos técnicos industriales.

CG4: Evaluar técnica y económicamente la reposición de maquinaria, equipo, herramientas.

CG5: Resolver problemas de la realidad, aplicando contenidos de la profesión; así como de proyección empresarial y cultura, general.

CG6: Tener la capacidad para tomar decisiones con juicio crítico.

CG7: Trabajar con ética profesional.

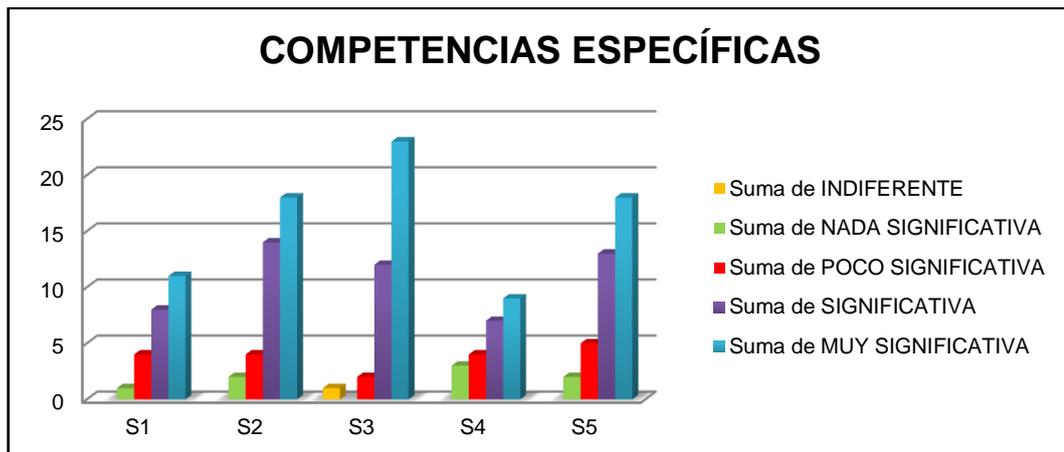
CG8: Trabajar en equipo respetando las ideas de los demás.

Figura 43. Competencias generales en la industria

Con los resultados de la (Figura 43), las competencias generales para las empresas son muy significativas, debido a la importancia de la integridad y compromiso del Ingeniero Mecánico con la empresa.

4.4.3 Competencias específicas para el profesional

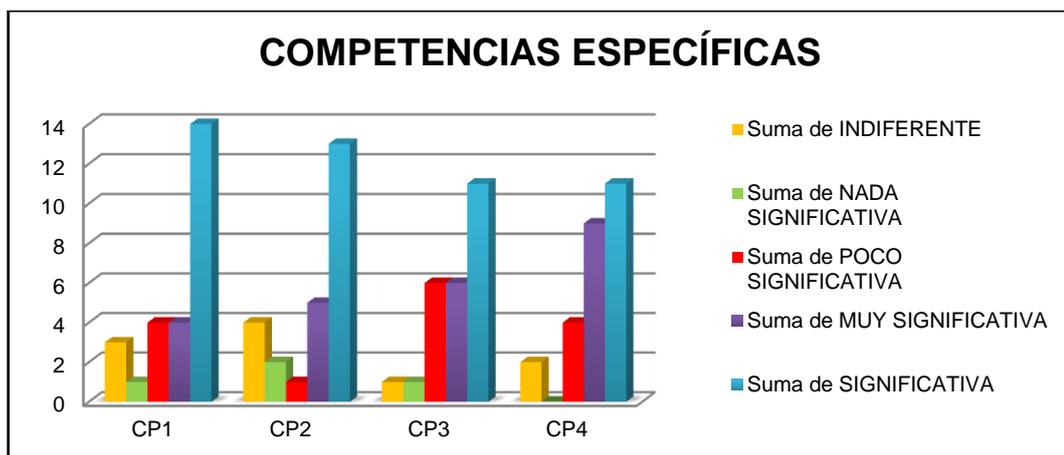
Dentro del análisis de las competencias específicas sugeriremos se profundice en ciertos campos o puntos en la formación del estudiante, (Figura 44 a 52) que son los resultados obtenidos por la encuesta anteriormente mencionada.



S1: Aplicar normas nacionales y/o internacionales de seguridad y salud ocupacional.
 S2: Asesorar sobre el diseño, implementación y certificación de un sistema de seguridad y salud ocupacional.
 S3: Diagnosticar y evaluar las condiciones actuales de seguridad y salud ocupacional.
 S4: Diseña e implementa sistemas de seguridad y salud ocupacional.
 S5: Realizar inspecciones y auditorías internas de seguridad y salud ocupacional.

Figura 44. Preguntas de seguridad industrial y salud ocupacional

Se puede concluir que en seguridad industrial y salud ocupacional (Figura 44), las empresas dan prioridad a este departamento por que la suma de MUY SIGNIFICATIVA sobresale en todas las preguntas, principalmente el profesional debe tener conocimientos sobre el diagnóstico y evaluación de las condiciones actuales de seguridad y salud ocupacional.



CP1: Diseñar y evaluar los procesos de formado en frío y en caliente.
 CP2: Identificar y evaluar los efectos producidos en el conformado plástico.
 CP3: Implementar la trazabilidad del producto.
 CP4: Tener conocimientos, sobre la estructura de los materiales para cumplir con las exigencias básicas constructivas.

Figura 45. Preguntas de conformado plástico

Según la (Figura 45), en el área de conformado sin arranque de viruta las empresas ven como principal competencia del futuro profesional diseñar y evaluar los procesos de formado en frío y caliente

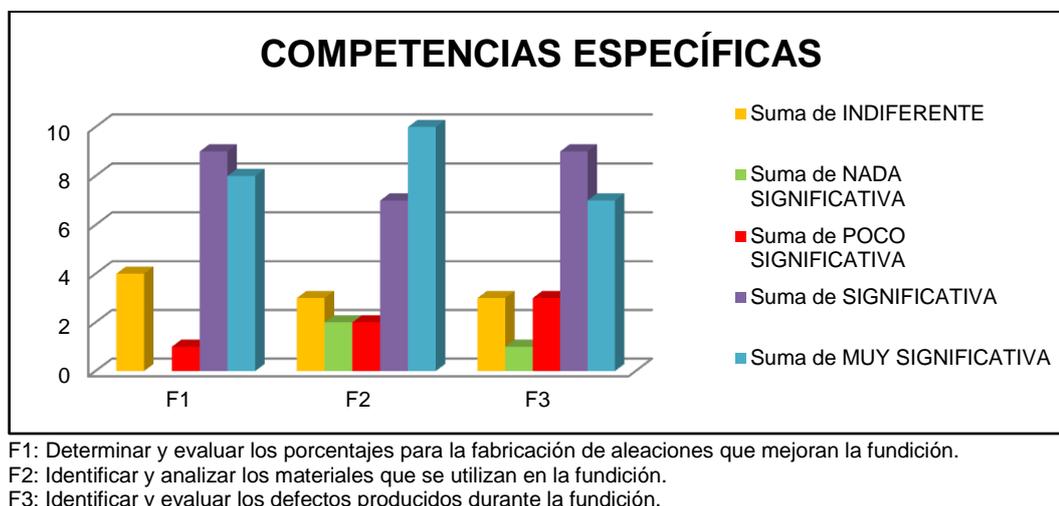


Figura 46. Preguntas de fundición

Se observa (Figura 46), que en el área de Fundición la identificación y análisis de los materiales que se utilizan dentro de este proceso, son considerados como el conocimiento fundamental para una empresa, sin embargo este proceso es indiferente para algunas empresa.

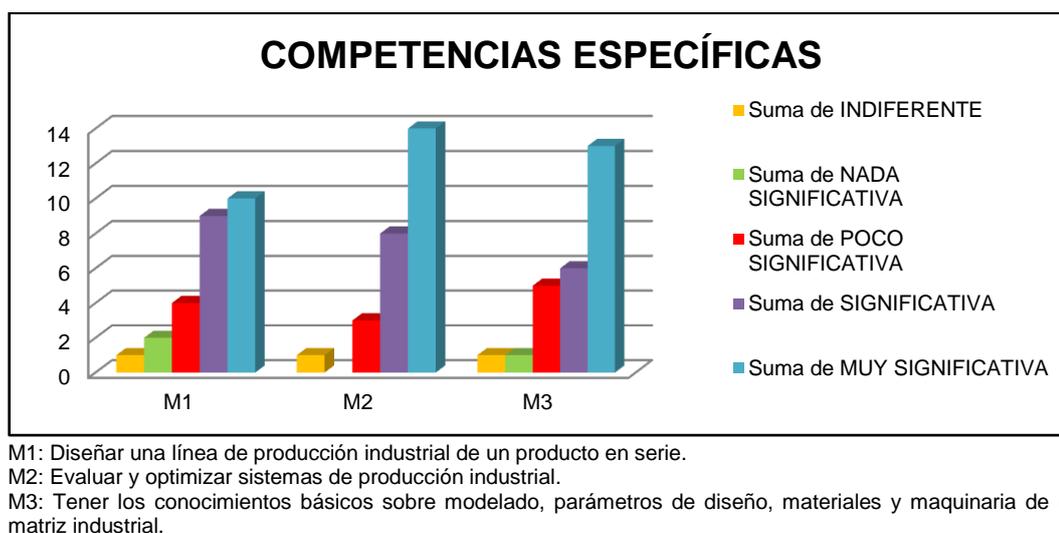


Figura 47. Preguntas de matricería

En el área de matricería (Figura 47), la principal competencia del futuro profesional es saber evaluar y optimizar sistemas de producción industrial.

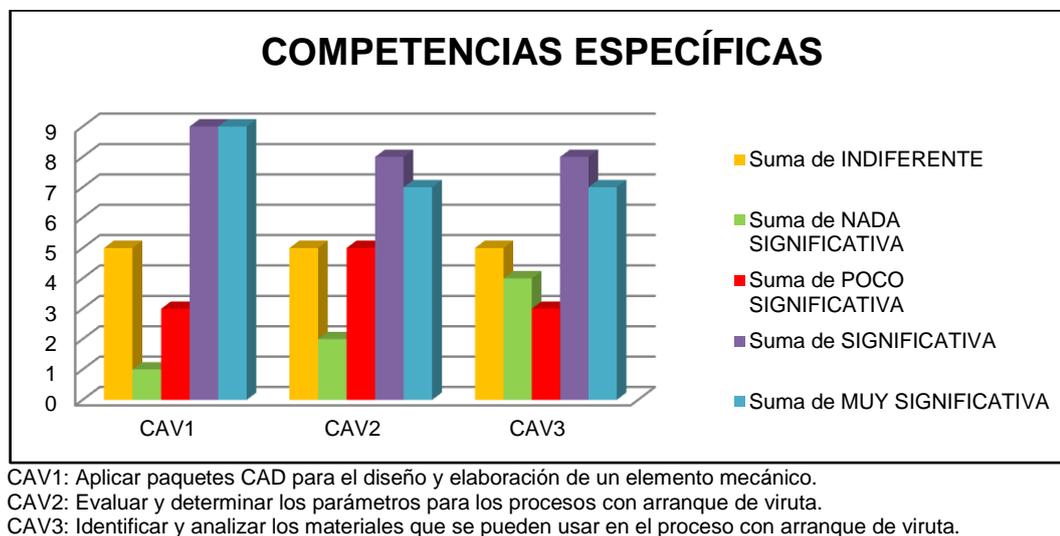


Figura 48. Preguntas de conformado por arranque de viruta

En el área de procesos con arranque de viruta (Figura 48), se puede apreciar que aplicar paquetes CAD para el diseño y elaboración de un elemento mecánico es fundamental en la industria.

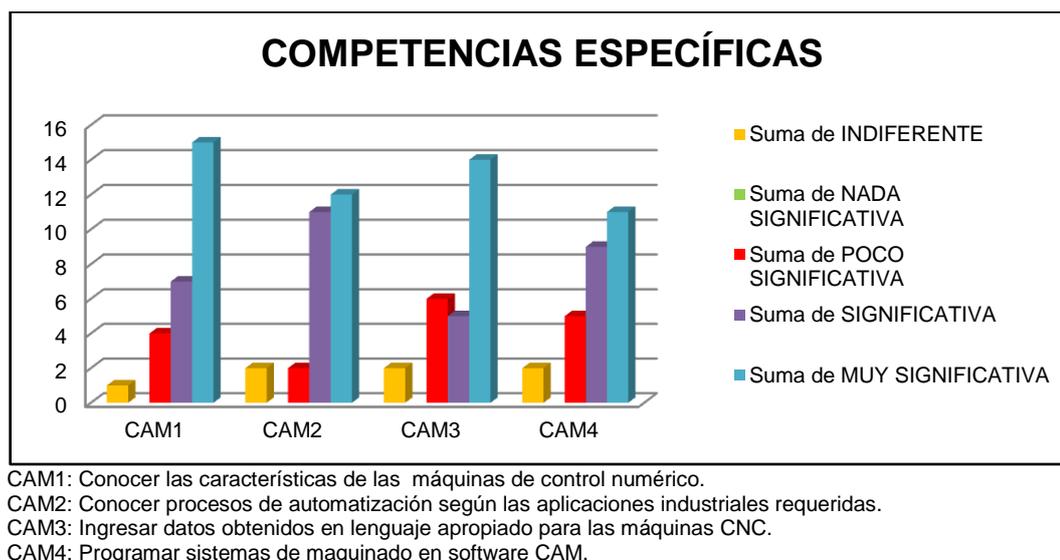
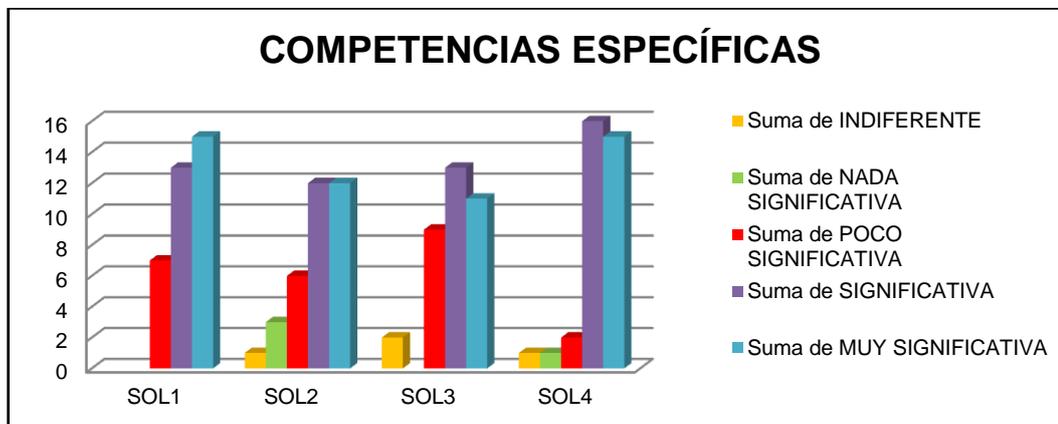


Figura 49. Preguntas de CAM (manufactura asistida por computador)

Conocer las características de las máquinas de control numérico, es lo que las empresas ven como prioridad en el área de CAM (Figura 49).



SOL1: Aplicar códigos, normas y estándares nacionales e internacionales en el campo de la soldadura.

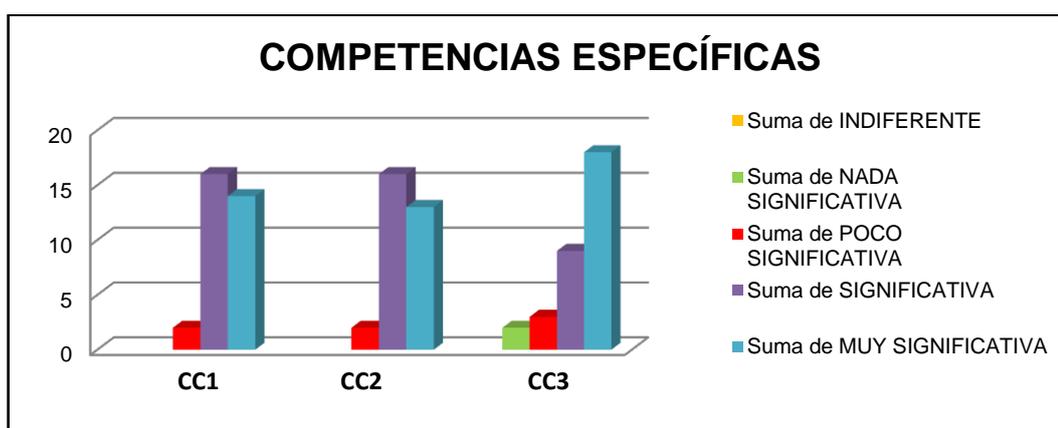
SOL2: Aplicar técnicas no destructivas para realizar la inspección en estructuras soldadas.

SOL3: Conocer los ensayos de tensión, composición química y de dureza para evaluar la fortaleza de las juntas soldadas.

SOL4: Supervisar la producción en juntas soldadas (verificar materiales, consumibles parámetros, procesos).

Figura 50. Preguntas de soldadura

En la (Figura 50) observamos que existen dos preguntas significativas que expresan que los profesionales mecánicos deben saber aplicar códigos, normas y estándares nacionales e internacionales en el campo de soldadura para realizar la supervisión en juntas soldadas.



CC1: Aplicar normas nacionales y/o internacionales para asegurar la calidad del producto.

CC2: Evaluar la capacidad del instrumento para establecer repetibilidad y reproducibilidad en el sistema de medición.

CC3: Verificar periódicamente los equipos e instrumentos de medición, determinando calibración y trazabilidad.

Figura 51. Preguntas de control de la calidad

Las empresas priorizan las preguntas de metrología industrial (Figura 51), por tal motivo aplicar normas, evaluar la capacidad de un instrumento de medición y el mantenimiento del mismo es algo que debe saber todo profesional mecánico.

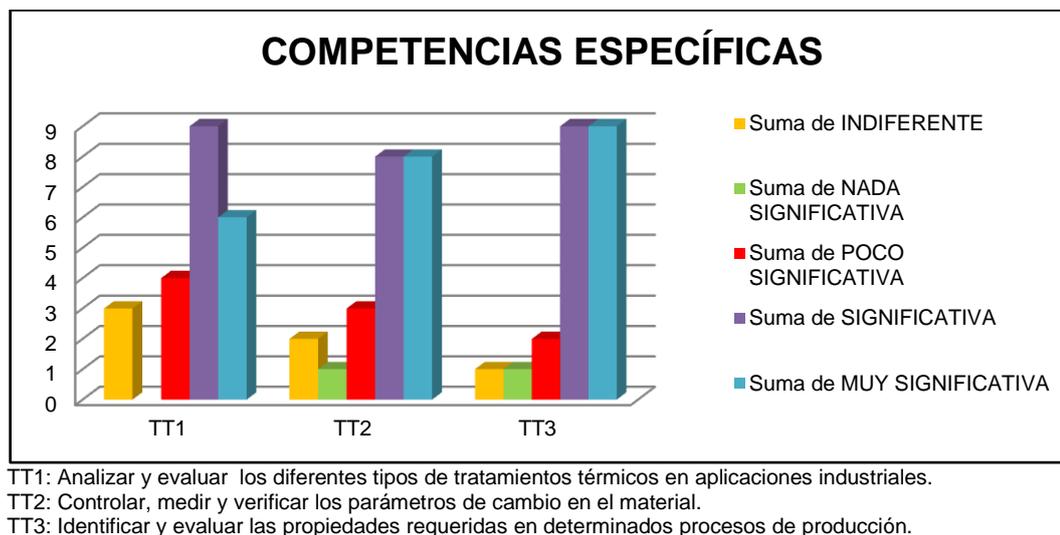


Figura 52. Preguntas de tratamiento térmico

La (Figura 52), representa una similitud en la calificación, esto se debe a que las empresas realizan o conocen de los procesos de tratamiento térmico pero como podemos apreciar la (Figura 42).no existe muchas empresas que se dediquen prioritariamente a este trabajo.

4.5 Diseño de distribución en planta

Se realizó un diseño de distribución en planta, que recomienda reorganizar las máquinas y equipos presentes en el Laboratorio, para facilitar el manejo y mantenimiento de los mismos, utilizando espacios y simbologías recomendadas por el Ministerio de Relaciones Laborales, aplicando normas de seguridad industrial para mejorar la señalización que beneficiará a los estudiantes y personal que utilice las instalaciones.

Tabla 11

Tabla de las Áreas de trabajo

N°	Descripción
1	Baños
2	Oficinas
3	Bodega de herramientas
4	Área de CNC
5	Área de prototipado
6	Área de torneado
7	Área de fresado
8	Área de taladrado
9	Área de rectificado
10	Área de trabajos manuales
11	Área de soldadura multiprocesos
12	Área de soldadura autógena
13	Área de procesos sin arranque de viruta
14	Área de mecanizado electroquímico
15	Área de máquinas complementarias

Identificadas las áreas, realizamos un diagrama de relaciones de actividades, para observar el grado de proximidad entre las máquinas, ubicando estas por áreas en una matriz diagonal y valorando la proximidad entre las mismas, utilizando la siguiente tabla de valores establecida en el método de muther (Tabla 12).

Tabla 12

Tabla de valores para el Método de Muther

CÓDIGO	Descripción
A	Absolutamente necesario
E	Especialmente importante
I	Importante
O	Ordinariamente importante
U	Sin importancia
X	No deseable

Fuente: (Meyers & Stephens, 2006)

A continuación en la (Figura 54), establecemos la relación de afinidad entre las áreas de trabajo, utilizando los códigos de cercanía para reflejar la importancia de cada relación, con los datos obtenidos realizamos la hoja de trabajo, para interpretar la información establecida en el diagrama de relaciones (Tabla 13).

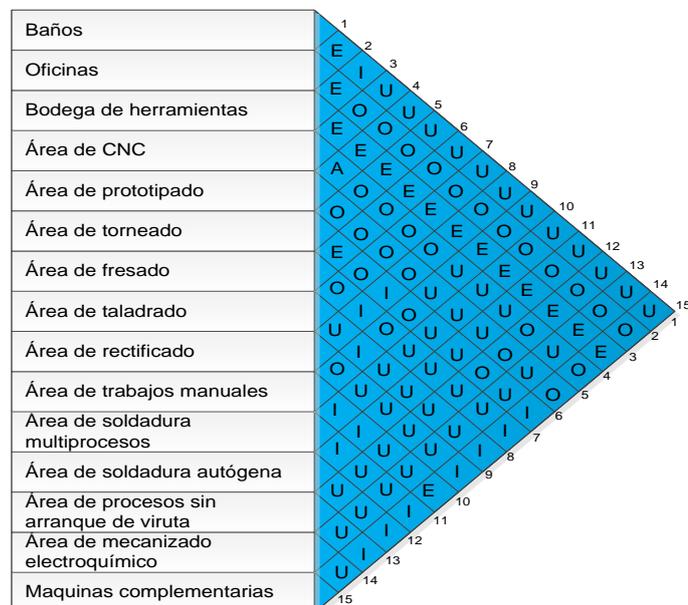


Figura 54. Diagrama de relaciones de afinidad

Tabla 13

Hoja de trabajo del diagrama de relaciones de actividades

ACTIVIDADES	A	E	I	O	U	X
Baños		2	3		4,5,6,7,8,9,10 11,12,13,14,15	
Oficinas		3,1		4,5,6,7,8,9,10 11,12,13,14,15		
Bodega de herramientas		2,4,5,6,7,8,9,10 11,12,13,14,15	1			
Área de CNC	5	3		6,7,8,9,13,2	10,11,12,14,1	
Área de prototipado	4	3		6,7,8,9,13,15,2	10,11,12,14,1	
Área de torneado		7,3	9,15	8,10,13,5,4,2	11,12,14,1	
Área de fresado		6,3	9,15	8,10,5,4,2	11,12,13,14,1	
Área de taladrado		3	10,15	7,6,5,4,2	9,11,12,13,14,1	
Área de rectificado		3	15,7,6	10,5,4,2	11,12,13,14,8,1	
Área de trabajos manuales		15,3	11,12,8	9,7,6,2	13,14,5,4,1	
Área de soldadura multiprocesos		3	12,15,10	2	13,14,9,8 7,6,5,4,1	
Área de soldadura autógena		3	15,11,10	2	13,14,9,8 7,6,5,4,1	
Área de procesos sin arranque de viruta		3	15	6,5,4,2	14,12,11 10,9,8,7,1	
Área de mecanizado electroquímico		3		2	15,13,12,11,10 9,8,7,6,5,4,1	
Área de máquinas complementarias		10,3	13,12,11,9,8,7,6	5,4,2	14,1	

Con la información obtenida en la hoja de trabajo (Tabla 13), realizamos el diagrama adimensional de bloques, obteniendo la distribución de planta en cada una de las áreas de trabajo (Figura 55).

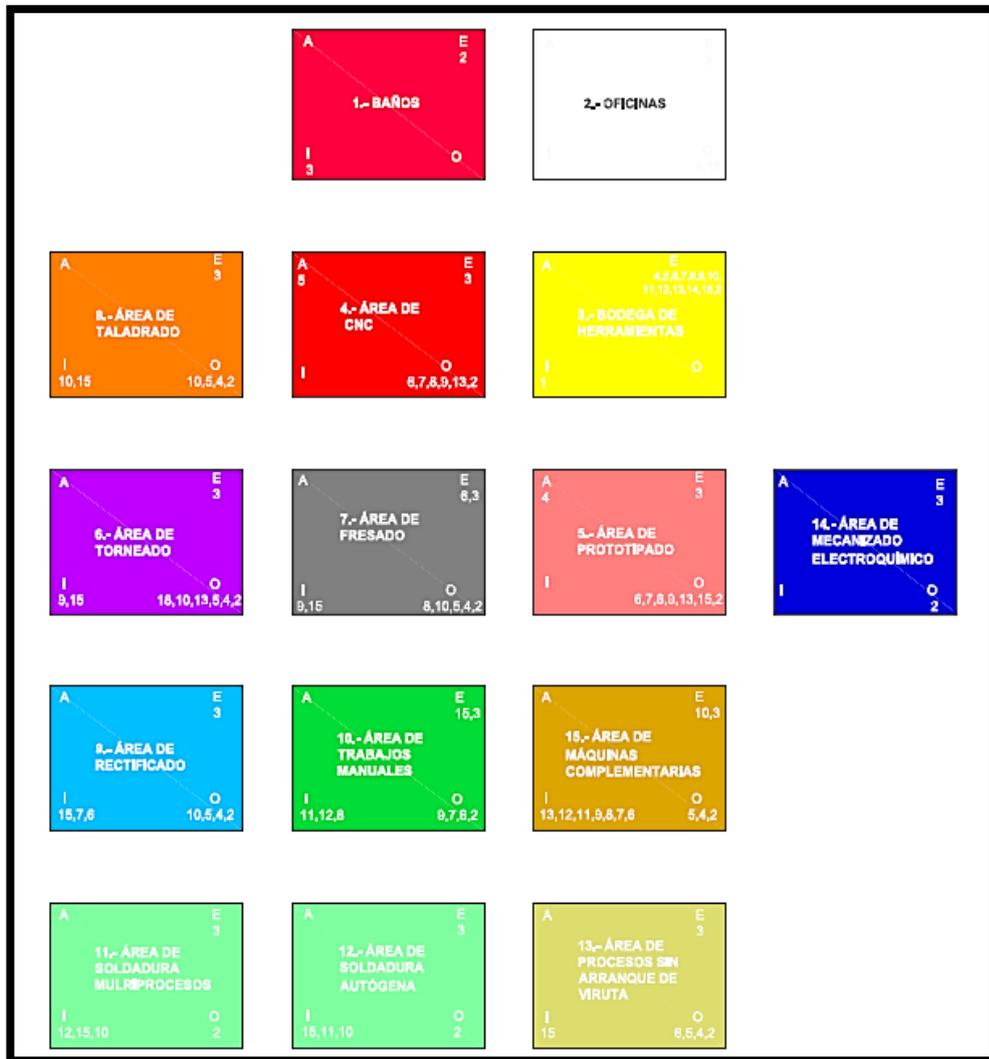


Figura 55. Diagrama adimensional de bloques

En la (Figura 55), se observa el diagrama adimensional de bloques que representa la distribución adecuada de la planta según el método de muther, para esta distribución se propone utilizar los recursos actuales en el laboratorio, por lo tanto debido al espacio insuficiente en el mismo se plantea realizar el intercambio de posiciones (Figura 56), del área de fresado con el área de CNC, el área de máquinas complementarias con el área de procesos sin arranque de viruta, en esta última se recomienda colocar la sierra vaivén en esta área debido a su utilidad frecuente en las respectivas prácticas de los estudiantes.

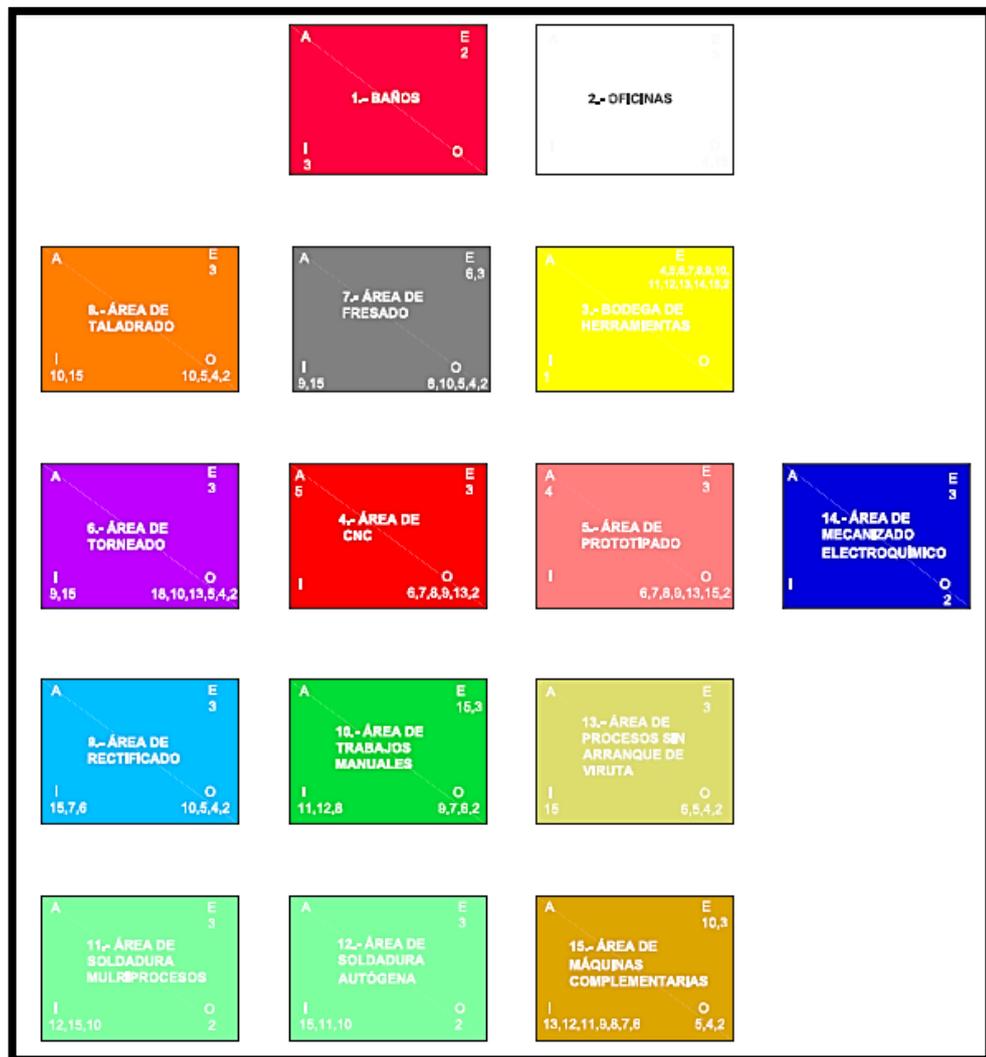


Figura 56. Diagrama adimensional de bloques propuesto

4.5.3 Cálculo de las áreas requeridas

Para conocer, cuál es la distribución apropiada dentro de las instalaciones (Tabla 14), necesitamos realizar los cálculos de las áreas individuales de la maquinaria y equipos, ya que estos son la base para las dimensiones en conjunto de todo el laboratorio (Anexo N).

Tabla 14

Dimensiones requeridas para el Laboratorio de Procesos de Manufactura del DECEM

TABLA DE SUPERFICIES REQUERIDAS		
ÁREAS DE TRABAJO	SUP. REQUERIDA (m ²)	SUP. DISPONIBLE (m ²)
Área de CNC y torno revolver	60,27	61,30
Área de torneado	32,93	40,50
Área de fresado	36,67	39,00
Área de rectificado	25,50	36,00
Área de taladrado	3,20	3,50
Área de trabajos manuales	42,08	44,00
Área de soldadura multiprocesos	9,91	25,00
Área de soldadura autógena	6,01	21,00
Área de prototipado	5,61	10,00
Área de procesos sin arranque de viruta	45,26	51,00
Área de mecanizado electroquímico	3,86	4,00
Área de máquinas complementarias	26,59	41,00
S. TOTAL (m²):	298,29	376,3

Los cálculos obtenidos del área total de las máquinas es 299 m² y el área actual de la infraestructura es 545 m², por lo tanto se propone optimizar el espacio mediante la reubicación de las máquinas (Figura 57 a 58), utilizando el diagrama adimensional de bloques (Figura 56) y las dimensiones requeridas para las mismas (Tabla 14).

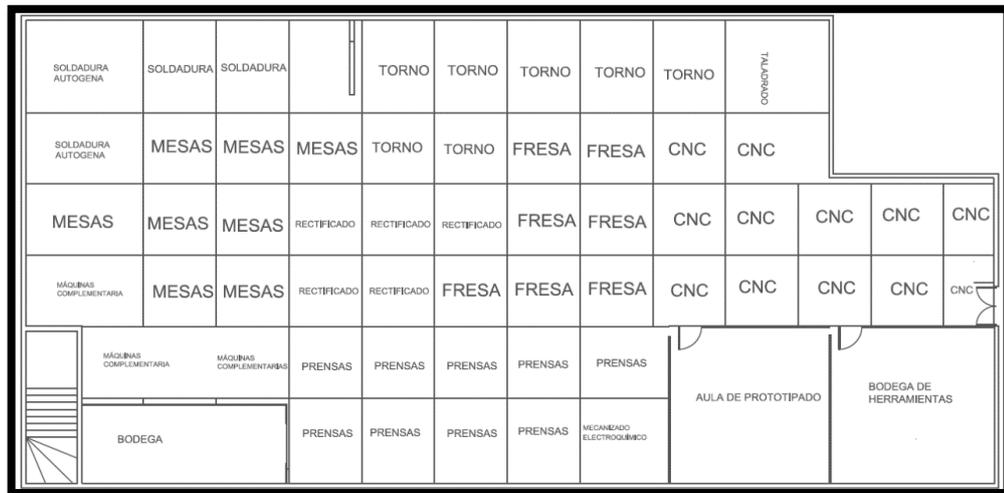


Figura 57. Diagrama de asignación de áreas

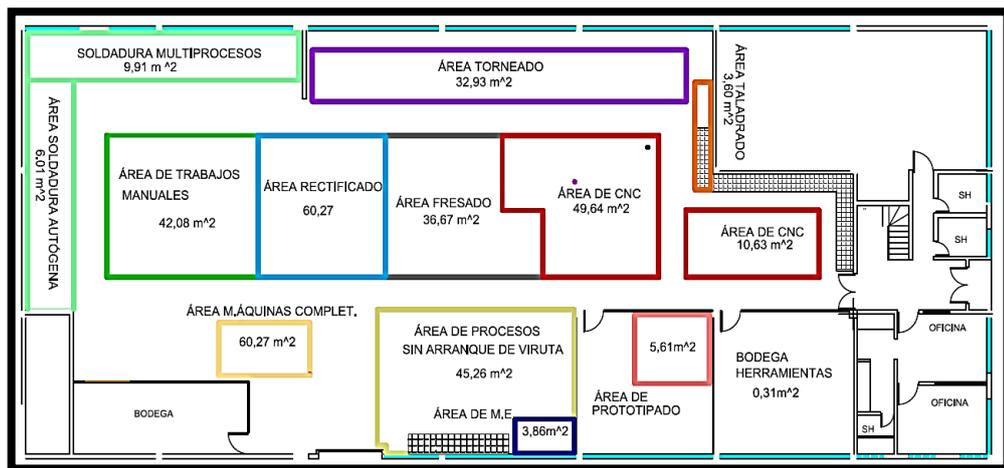


Figura 58. Distribución de planta

4.6 Requerimiento de espacios para la distribución de las máquinas

4.6.1 Espacio requerido entre máquinas

Para cubrir los requerimientos de los espacios necesarios entre máquinas y operarios dentro del Laboratorio de Procesos de Manufactura del DECEM, se tomó en cuenta el Artículo 74 del (Ministerio de relaciones laborales, 2012), que recomienda la distancia mínima de 800 mm entre las

partes fijas o móviles más salientes de las máquinas con una inclinación de 30° para tornos y fresas.

4.6.2 Espacio en los pasillos de seguridad

Los pasillos de seguridad protegen la integridad de las personas que circulan dentro de las instalaciones, tienen 1.20 m de ancho y una separación entre las máquinas con el pasillo de 400 mm; según el Artículo 74 respectivamente establecidos por el (Ministerio de relaciones laborales, 2012).

4.6.3 Layout de la distribución de planta propuesto

En el (Anexo O) se muestra la información necesaria con las dimensiones propuestas de los pasillos de seguridad y la distancia entre máquinas.

4.7 Iluminación e instalaciones eléctricas en el Laboratorio

4.7.1 Cálculo y distribución de luminarias

La iluminación es de fundamental importancia para el personal que trabaja en las instalaciones, para el Laboratorio de Procesos de Manufactura del DECEM, se plantea utilizar una iluminación mínima (Figura 59).

ILUMINACIÓN MÍNIMA	ACTIVIDADES
20 luxes	Pasillos, patios y lugares de paso.
50 luxes	Operaciones en las que la distinción no sea esencial como manejo de materias, desechos de mercancías, embalaje, servicios higiénicos.
100 luxes	Cuando sea necesaria una ligera distinción de detalles como: fabricación de productos de hierro y acero, taller de textiles y de industria manufacturera, salas de máquinas y calderos, ascensores.
200 luxes	Si es esencial una distinción moderada de detalles, tales como: talleres de metal mecánica, costura, industria de conserva, imprentas.
300 luxes	Siempre que sea esencial la distinción media de detalles, tales como: trabajos de montaje, pintura a pistola, tipografía, contabilidad, taquígrafía.
500 luxes	Trabajos en que sea indispensable una fina distinción de detalles, bajo condiciones de contraste, tales como: corrección de pruebas, fresado y torneado, dibujo.

Figura 59. Iluminación mínima

Fuente: (Ministerio de relaciones laborales, 2012)

Ejemplo de cálculo:

$$d' = \frac{2}{3} \cdot 3 - 1 = 1,3 \quad k = \frac{6,3 * 6,3}{0,7 (6,3 + 6,3)} = 4,73$$

$$\phi T = \frac{500 * 6.30 * 6.30}{0,6 * 0,6} = 55125 \quad NL = \frac{55125}{2 * 4450} = 6,19$$

$$N \text{ ancho} = \frac{6,19 * 6,3}{6,3} = 2,48 \quad N \text{ largo} = 2,48 \frac{6,3}{6,3} = 2,48$$

El número de lámparas que requiere el Laboratorio de Procesos de Manufactura del DECEM (Tabla 15), son los recomendados facilitando la visión y el manejo de la maquinaria y equipos.

Tabla 15

Número de lámparas requeridas en el Laboratorio

Lugar	N. lámparas	Filas ancho	Filas largo
Taller	70	6	14
Herramientas	6	2	3
Impresión 3D	6	2	3
TOTAL	82		

4.7.2 Layout de la distribución de las luminarias propuesto

En el (Anexo P) se muestra la información necesaria con el número de luminarias propuesto y la distancia entre ellas.

4.8 Seguridad industrial y salud ocupacional

4.8.1 Señalización dentro de las instalaciones

La señalización propuesta en el Laboratorio de Procesos de Manufactura del DECEM, debe ser organizada tomando en cuenta los lugares en los que se requiera marcar las zonas de riesgo llamando rápidamente la atención del personal que utilice las instalaciones, para esto se presenta las figuras geométricas y colores de seguridad que estas requieren de la (Figura 60 a 62).

FIGURA GEOMÉTRICA	SIGNIFICADO	COLOR DE SEGURIDAD	COLOR DE CONTRASTE AL COLOR DE SEGURIDAD	COLOR DEL SÍMBOLO GRÁFICO	EJEMPLOS DE USO
 CÍRCULO CON UNA BARRA DIAGONAL	PROHIBICIÓN	ROJO	BLANCO*	NEGRO	- NO FUMAR - NO BEBER AGUA - NO TOCAR
 CÍRCULO	ACCIÓN OBLIGATORIA	AZUL	BLANCO*	BLANCO*	- USAR PROTECCIÓN PARA LOS OJOS - USAR ROPA DE PROTECCIÓN - LAVARSE LAS MANOS
 TRIÁNGULO EQUILÁTERO CON ESQUINAS EXTERIORES REDONDEADAS	PRECAUCIÓN	AMARILLO	NEGRO	NEGRO	- PRECAUCIÓN: SUPERFICIE CALIENTE - PRECAUCIÓN: RIESGO BIOLÓGICO - PRECAUCIÓN: ELECTRICIDAD
 CUADRADO	CONDICIÓN SEGURA	VERDE	BLANCO*	BLANCO*	- PRIMEROS AUXILIOS - SALIDA DE EMERGENCIA - PUNTO DE ENCUENTRO DURANTE UNA EVACUACIÓN

Figura 60. Figuras geométricas, significado y colores de seguridad para señalización

Fuente: (Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO 3864-1, 2013)

FIGURA GEOMÉTRICA	SIGNIFICADO	COLOR DE SEGURIDAD	COLOR DE CONTRASTE AL COLOR DE SEGURIDAD	COLOR DEL SÍMBOLO GRÁFICO	EJEMPLOS DE USO
 CUADRADO	EQUIPO CONTRA INCENDIOS	ROJO	BLANCO*	BLANCO*	- PUNTO DE LLAMADO PARA ALARMA DE INCENDIO - RECOLECCIÓN DE EQUIPO CONTRA INCENDIOS - EXTINTOR DE INCENDIOS
* El color blanco incluye el color para material fosforescente bajo condiciones de luz del día con propiedades definidas en la norma ISO 3864-4.					

Figura 61. Figuras geométricas, significado y colores de seguridad para señalización

Fuente: (Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO 3864-1, 2013)

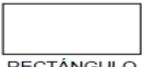
FIGURA GEOMÉTRICA	SIGNIFICADO	COLOR DE FONDO	COLOR DE CONTRASTE AL COLOR DE FONDO	COLOR DE LA INFORMACIÓN DE SEGURIDAD COMPLEMENTARIA
 RECTÁNGULO	INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA	BLANCO	NEGRO	CUALQUIERA
		COLOR DE SEGURIDAD DE LA SEÑAL DE SEGURIDAD	NEGRO O BLANCO	

Figura 62. Figuras geométricas, significado y colores de seguridad para señalización

Fuente: (Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO 3864-1, 2013)

4.8.2 Dimensionamiento de las señales de seguridad

Las señales de seguridad en las áreas de trabajo, serán dimensionadas de acuerdo a la distancia a la cual estas pueden ser visualizadas que es 10 m. La señal que representa la salida dentro de las instalaciones será representada con 30 m de distancia requerida ya que es el punto más alejado en el extremo del laboratorio (Figura 63).

DISTANCIA DE VISUALIZACIÓN (L) (metros)	SUPERFICIE MINIMA [S ≥ L ² / 2000] (cm ²)	DIMENSION MINIMA SEGUN FORMA GEOMETRICA DE LA SEÑAL				
		CUADRADO (por lado) (cm)	CIRCULO (diámetro) (cm)	TRIANGULO (por lado) (cm)	RECTANGULO (base 1.5: altura 1)	
					BASE	ALTURA
5	125,0	11,2	12,6	17,0	13,7	9,1
10	500,0	22,4	25,2	34,0	27,4	18,3
15	1 125,0	33,5	37,8	51,0	41,1	27,4
20	2 000,0	44,7	50,5	68,0	54,8	36,5
25	3 125,0	55,9	63,1	85,0	68,5	45,6
30	4 500,0	67,1	75,7	101,9	82,2	54,8
35	6 125,0	78,3	88,3	118,9	95,9	63,9
40	8 000,0	89,4	100,9	135,9	109,5	73,0
45	10 125,0	100,6	113,5	152,9	123,2	82,2
50	12 500,0	111,8	126,2	169,9	136,9	91,3

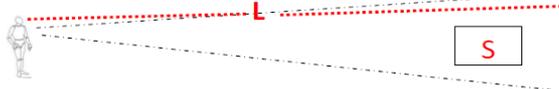


Figura 63. Dimensiones mínimas de las figura geométricas según la distancia de visualización requerida

Fuente: (Coordinador Nacional para la Reducción de Desastres Secretaría Ejecutiva, 2014).

Para la aplicación de los valores mencionados en la figura 61, cada representación geométrica cuenta con los requerimientos de diseño principales representados de la (Figura 64 a la 69).

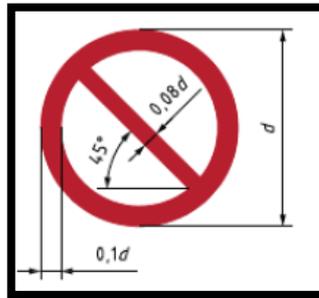


Figura 64. Diseño para la señal de prohibición

Fuente: (Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO 3864-1, 2013)

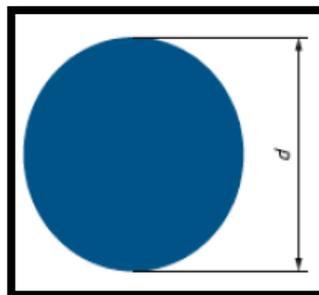


Figura 65. Diseño para la señal de acción obligatoria

Fuente: (Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO 3864-1, 2013)

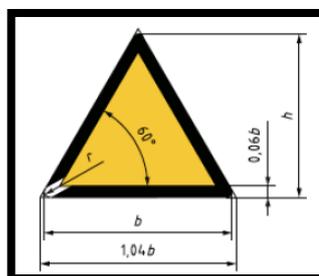


Figura 66. Diseño para la señal de precaución

Fuente: (Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO 3864-1, 2013)

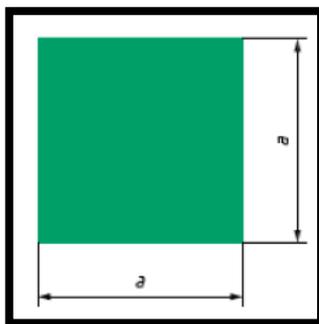


Figura 67. Diseño para la señal de condición segura

Fuente: (Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO 3864-1, 2013)

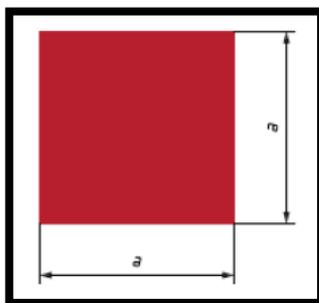


Figura 68. Diseño para la señal de equipos contra incendios

Fuente: (Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO 3864-1, 2013)

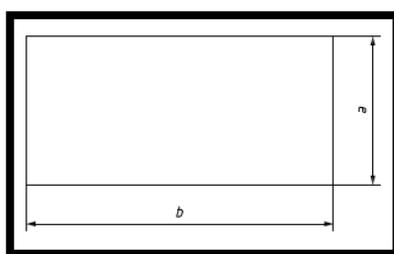


Figura 69. Diseño para señales complementarias

Fuente: (Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO 3864-1, 2013)

4.8.3 Ubicación estética de las señales de seguridad

Para una mejor funcionalidad y estética de la señalización en las áreas de trabajo del Laboratorio, se va a elegir las señales en función del ángulo de visualización, donde las señales sean visibles desde todos los lados. Estas se detallan a continuación con su respectiva ubicación:

- Las señales tipo 3 se ubicarán en las áreas de torneado, fresado, rectificado, doblado, corte y trefilado (Figura 70), que estarán suspendidas por hilos desde el techo dando una visibilidad de 90° hacia ambos lados, debido a que este sitio no tiene paredes alrededor de los equipos.

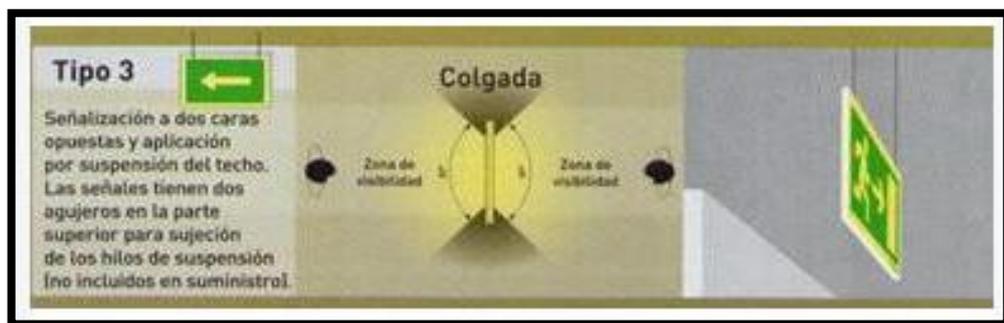


Figura 70. Ubicación de señales de tipo tres

Fuente: (Méndez, 2005)

- En las áreas de soldadura, taladrado, esmerilado, impresión 3D, oficinas, bodegas y servicios higiénicos, se utilizará la ubicación de las señales de tipo 1 (Figura 71), que estarán pegadas a la pared y brindarán una zona de visibilidad de 90°.



Figura 71. Ubicación de señales de tipo uno

Fuente: (Méndez, 2005)

- Para ubicar las señales contra incendios, las más adecuadas son las de tipo P (Figura 72), que consisten en señales de dos caras formando entre sí un ángulo de 90° , que cubre en este caso todo un sector o zona de visibilidad de 180° .

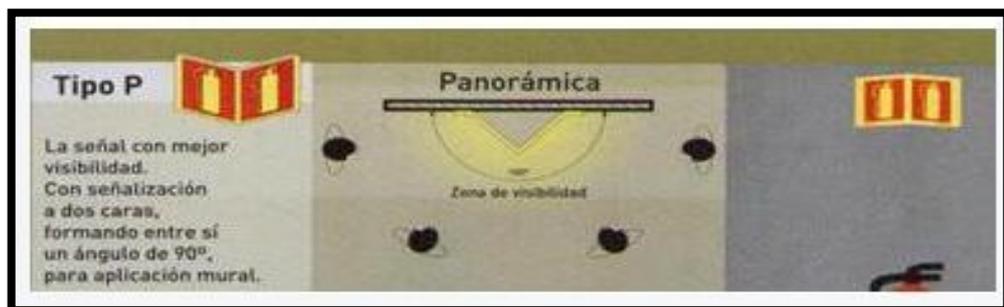


Figura 72. Ubicación de señales de tipo P

Fuente: (Méndez, 2005)

Según la información presentada anteriormente la recomendación de señales a implantarse en el laboratorio se encuentran en el (Anexo Q).

4.8.4 Señalización del piso

La señalización del piso en el Laboratorio de Procesos de Manufactura del DECEM, es de vital importancia para la circulación adecuada del personal, para esto es necesario que se realice líneas continuas de color

amarillo cuyo ancho esta entre 10 a 12 cm (Loya Darío, s.f.). Esto se muestra en el (Anexo O).

4.8.5 Equipos de extinción de fuego

La selección adecuada de los extintores contra incendios, se realiza de acuerdo al tipo de fuego presente debido al material de la infraestructura, la cantidad de personas, la diversidad de materiales utilizados, la temperatura ambiente y otros factores (Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-802, 1987).

Clasificación del tipo de fuego según materiales con los que cuenta el Laboratorio de Procesos de Manufactura del DECEM:

- Clase A: Producido por la combustión de materiales comunes: madera, tela, papel, plásticos y derivados sintéticos (Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-731, 2009).
- Clase B: Producidos por gases inflamables, grasas combustibles, aceites, alcoholes y otros derivados del petróleo (Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-731, 2009).
- Clase C: Incendios provocados por equipos eléctricos energizados (Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-731, 2009).

Con la clasificación anterior, seleccionamos el extintor por riesgos presentes (Figura 73).

CLASE DE FUEGO	AGENTE EXTINTOR									
	Agua	Anticongelante	Soda Ácida	Espuma	AFFF (1)	Agente Humectante	Polvo Químico	Halón 1211 (2)	Halón 1301(3)	CO2
A	X	X	X	X	X	X	X	X		
B					X		X	X	X	X
C							X	X	X	X
D	Agente extintor de acuerdo al metal combustible									

1) AFFF Aqueous Film Forming Foam = espuma generadora de espuma acuosa
2) Halón 1211 - Bromoclorodifluorometano
3) Halón 1301 - Bromotrifluorometano

Figura 73. Selección de Extintores

Fuente: (Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-802, 1987)

En la figura anterior, se muestra el extintor de polvo químico para combatir el fuego de tipo (A B C) y el extintor de dióxido de carbono para contrarrestar el fuego de tipo (B C).

Actualmente el Laboratorio cuenta con 6 extintores de polvo químico y 4 de dióxido de carbono, siendo el número adecuado para las instalaciones, los mismos que se deberán redistribuir por el tipo de fuego (A B C), la distancia no sobrepasará los 16 metros entre ellos y serán colocados entre 1.20 a 1.50 m respecto del piso (Figura 74), facilitando su visibilidad (Reglamento de prevención, mitigación y protección contra incendios, 2009).



Figura 74. Ubicación del equipo contra incendios

Fuente: (Méndez, 2005)

4.8.6 Manejo de desechos

Según la Norma INEN 2841, el manejo adecuado de los desechos, permite contribuir con la protección del medio ambiente para esto se recomienda el uso de recipientes normalizados por colores (Figura 75), por lo tanto en el laboratorio se utilizará cuatro recipientes para la recolección de los desechos de colores azul para materiales reciclables, negro para materiales no reciclables, anaranjado para aceites y blanco para la recolección de la viruta.

TIPO DE RESDUO	COLOR DE RECIPIENTE		DESCRIPCIÓN DEL RESIDUO A DISPONER
Reciclables	Azul		Todo material susceptible a ser reciclado, reutilizado. (vidrio, plástico, papel, cartón, entre otros).
No reciclables, no peligrosos.	Negro		Todo residuo no reciclable.
Orgánicos	Verde		Origen Biológico, restos de comida, cáscaras de fruta, verduras, hojas, pasto, entre otros. Susceptible de ser aprovechado.
Peligrosos	Rojo		Residuos con una o varias características citadas en el código C.R.E.T.I.B
Especiales	Anaranjado		Residuos no peligrosos con características de volumen, cantidad y peso que ameritan un manejo especial.

Figura 75. Colores para recipientes

Fuente: (Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-2841, 2014)

4.8.7 Tarjetas de seguridad

El etiquetado de seguridad, es importante para advertir los peligros existentes temporalmente, por lo tanto en el Laboratorio se debe colocar las tarjetas (Figura 76) que indicarán el estado en el que se encuentren equipos y materiales que requieren mantenimiento o un riesgo para los practicantes (Anexo Q).

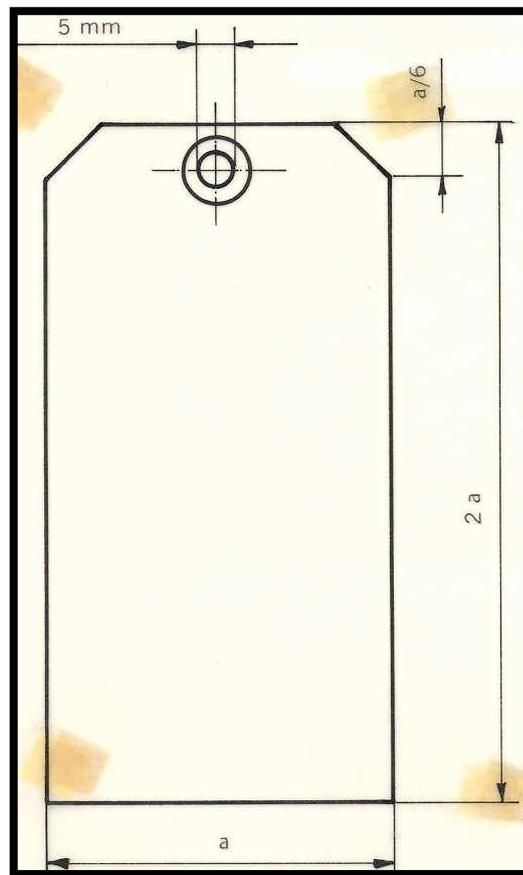


Figura 76. Tarjetas de Seguridad

Fuente: (Tarjetas de seguridad para prevención de accidentes., 1986)

4.8.8 Equipos de protección personal

La protección personal es fundamental de acuerdo al trabajo que se realice según él (Ministerio de relaciones laborales, 2012), para esto en la (Tabla 16), se especifica los equipos de protección que se deben utilizar dentro del Laboratorio de Procesos de Manufactura del DECEM.

Tabla 16

Equipo de protección personal

PROCESOS DE TORNEADO ,FRESADO, RECTIFICADO, TALADRADO, DOBLADO, TREFILADO, MECANIZADO ELECTROQUÍMICO, EMBUTIDO, PENSADO MECÁNICO, CNC Y CORTE DE METALES.			
IMPLEMENTO DE SEGURIDAD	CARACTERÍSTICAS	TIPO DE PROTECCIÓN	RIESGOS
<p>Anteojos</p> 	<p>Lentes en policarbonato. Amplio campo de visión. Protege de impactos de partículas metálicas. Resistente a salpicadura de líquidos no oxidantes ni degradantes. Norma de referencia ANSI Z87.</p>	Protección visual.	Daños oculares.
<p>Guantes</p> 	<p>Protege las manos de materiales filosos, bordes cortantes virutas metálicas, golpes leves y permiten la manipulación de herramientas. Elaborado en carnaza. Refuerzo en todo los dedos. Ribete elástico en la muñeca.</p>	Protección manual.	Cortaduras, perdidas de miembros.
<p>Orejas</p> 	<p>Reducción de ruido 20 db. Norma de referencia ANSI S3-19. Recomendado para trabajo con tornos, fresas, taladros, etc. Incluye cinta nylon que permite el uso de casco.</p>	Protección auditiva.	Daños auditivos graduales o irreparables.
<p>Zapatos</p> 	<p>Suela de poliuretano, antideslizante. Punta de acero. Pintura electrostática anticorrosiva. Protege de caída de objetos, salpicaduras de metales fundidos y caminar sobre virutas metálicas</p>	Protección de pies	Perdidas de miembros.
<p>Protector facial</p> 	<p>Mecanismo ajustable para esmerilado. Protección contra desprendimiento excesivo de material. Protector termoplástico de alta dureza.</p>	Protección facial.	Daños oculares y faciales.

Continúa 

SOLDADURA SMAW, GMAW, GTAW, OXICORTE Y CORTE CON PLASMA			
<p>Mascara para soldar</p> 	<p>Lentes para filtrar rayos ultravioletas e infrarrojos. Lentes intercambiables por proceso. Mecanismo ajustable. El número del cristal será de 8 para los procesos SMAW, GAMW, GTAW, Oxicorte y 9 para el proceso de corte con plasma,</p>	<p>Protección facial.</p>	<p>Daños oculares y faciales.</p>
<p>Mascarilla para soldar</p> 	<p>Higiene contra polvos metálicos. Filtro P3 de alta eficiencia. Banda ajustable. Almohadilla nasal.</p>	<p>Protección nasal.</p>	<p>Daño en las vías respiratorias.</p>
<p>Guantes, delantal, mangas de cuero para soldar</p> 	<p>Protege las extremidades superiores de materiales a altas temperaturas. Elaborados en carnaza. Ribete elástico en la muñeca. Protege de salpicaduras.</p>	<p>Protección en las extremidades superiores</p>	<p>Daño por quemaduras.</p>
<p>Zapatos</p> 	<p>Suela de poliuretano, antideslizante. Punta de acero. Pintura electrostática anticorrosiva. Protege de caída de objetos, salpicaduras de metales fundidos y caminar sobre virutas metálicas</p>	<p>Protección de pies</p>	<p>Perdidas de miembros.</p>

Fuente: (Elcosh, 2012)

4.9 Indicadores en el Laboratorio

- **Indicador A**

Nombre: Cumplimiento de las prácticas.

Descripción: Permite conocer el cumplimiento de las prácticas ya que es la relación entre el número de prácticas realizadas y el total de prácticas que debía realizarse según el cronograma.

Forma de cálculo:

$$CPR = \frac{NPR}{TPR} * 100$$

Dónde:

CPR: Cumplimiento de las prácticas realizadas.

NPR: Número de prácticas realizadas.

TPR: Total de prácticas a realizarse.

Unidades: El indicador será medido en Porcentaje (%).

Límites: Se establecen de en la (Tabla 17).

Tabla 17

Límites para el indicador de control de prácticas realizadas

SITUACIÓN	SIGNIFICADO	LÍMITES
Bajo control	Los valores están bajo control.	$95 \leq \text{CPR} \leq 100$
Advertencia	Los valores se encuentran en una zona de advertencia pero pueden ser mejorados con respuesta del entorno.	$90 > \text{CPR} \leq 95$
Fuera de control	Los valores están fuera de control por lo que hay que tomar medidas correctivas.	$\text{CPR} < 90$

Fuente: (Martínez, 2005)

Frecuencia: El tiempo para medir este indicador será semestral.

Información y datos para el indicador:

La recolección de datos para el indicador, será realizada por el jefe del Laboratorio, laboratoristas e ingenieros que imparten la asignatura, para establecer el total de prácticas a realizarse al inicio del semestre y el número de prácticas realizadas al finalizar el semestre.

- **Indicador B**

Nombre: Capacitación del personal interno del Laboratorio.

Descripción: Permite evaluar la capacitación del personal que integra el Laboratorio.

Forma de cálculo:

$$CDP = \frac{NPC}{TPC} * 100$$

Dónde:

CDP: Capacitación del personal.

NPC: Número de personas capacitadas.

TPC: Total de personas que deben capacitarse.

Unidades: El indicador será medido en Porcentaje (%).

Límites: Se establecen de en la (Tabla 18).

Tabla 18**Límites para el indicador de control de capacitación del personal**

SITUACIÓN	SIGNIFICADO	LÍMITES
Bajo control	Los valores están bajo control.	$95 \leq CDP \leq 100$
Advertencia	Los valores se encuentran en una zona de advertencia pero pueden ser mejorados con respuesta del entorno.	$90 > CDP \leq 95$
Fuera de control	Los valores están fuera de control por lo que hay que tomar medidas correctivas.	$CDP < 90$

Fuente: (Martínez, 2005)

Frecuencia: El tiempo para medir este indicador será anual.

Información y datos para el indicador:

El jefe del Laboratorio deberá llevar registros de las capacitaciones del personal en las áreas de manufactura, para cuantificar el indicador y compararlo con la (Tabla 18), con el propósito de conocer la situación de los laboratoristas en cuanto a capacitación se refiere.

- **Indicador C**

Nombre: Reclamos de los estudiantes que realizan las prácticas.

Descripción: Permite evaluar la satisfacción de los estudiantes con respecto a la atención del personal y el estado de las máquinas que utilizan.

Forma de cálculo:

$$RDE = \frac{NDR}{TDI} * 100$$

Dónde:

RDE: Reclamos de los estudiantes.

NDR: Número de estudiantes que reclaman.

TDI: Total de estudiantes que ingresan.

Unidades: El indicador será medido en Porcentaje (%).

Límites: Se establecen de en la (Tabla 19).

Tabla 19

Límite para el indicador de control de reclamos de los estudiantes

SITUACIÓN	SIGNIFICADO	LÍMITES
Bajo control	Los valores están bajo control.	$CPR \leq 90$
Advertencia	Los valores se encuentran en una zona de advertencia pero pueden ser mejorados con respuesta del entorno.	$90 > CPR \leq 95$
Fuera de control	Los valores están fuera de control por lo que hay que tomar medidas correctivas.	$95 \leq CPR \leq 100$

Fuente: (Martínez, 2005)

Frecuencia: El tiempo para medir este indicador será semestral.

Información y datos para el indicador:

Se colocará un buzón de reclamos en el Laboratorio al finalizar el semestre, donde los estudiantes depositarán los reclamos sobre el personal y las maquinas utilizadas.

CAPÍTULO V: SIMULACIÓN

En este estudio, se realizó la simulación, con el software Promodel versión 7.5 con licencia estudiantil, que permite observar el funcionamiento que tendrá el Laboratorio de Procesos de Manufactura al momento de realizar las prácticas. Para esto, se utilizó información sobre un número máximo y mínimo de estudiantes, establecidos por el sistema banner en el periodo 2014-2015, para luego compararlos con un número de estudiantes propuestos en esta investigación.

5.1 Procedimiento para realizar la simulación

Para el proceso de simulación en Promodel, se utilizó el siguiente procedimiento:

- Locaciones: Se refiere a las áreas que el estudiante ocupa, desde que el estudiante ingresa hasta cuando sale del laboratorio (Figura 77).

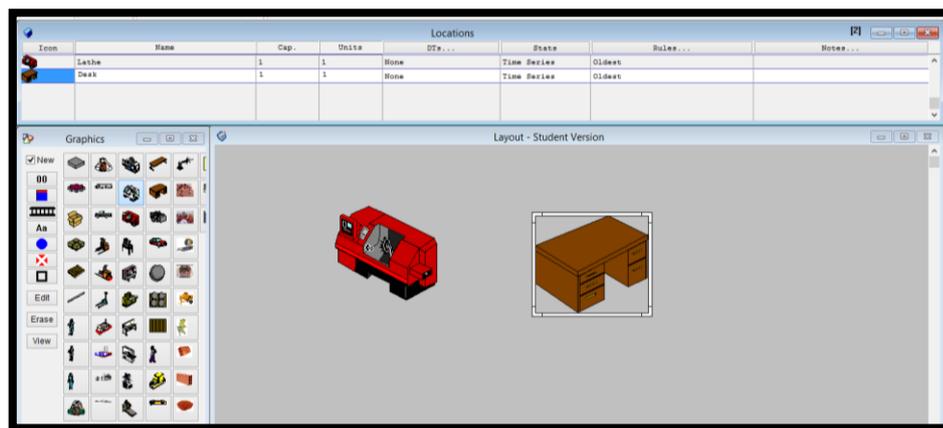


Figura 77. Locaciones de trabajo

- Entidades: Especificamos el número de estudiantes por prácticas (Figura 78).

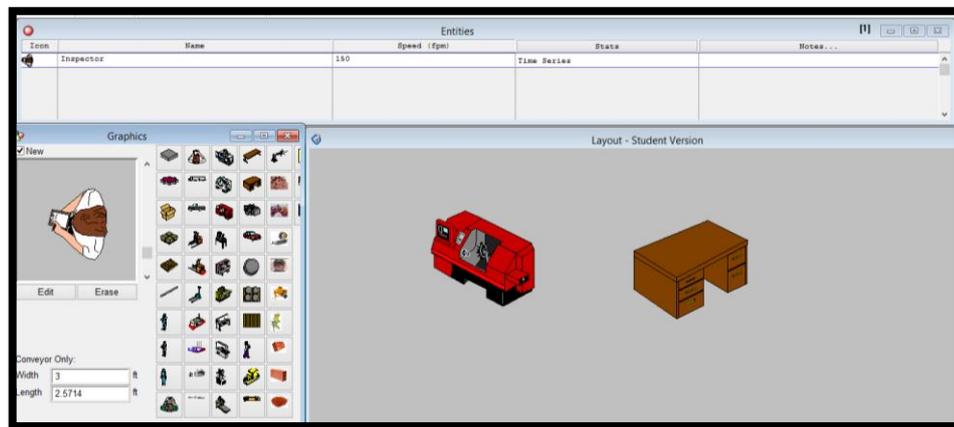


Figura 78. Entidades de ingreso

- Recursos: Se refiere al número de laboratoristas propuestos para el laboratorio (Figura 79).

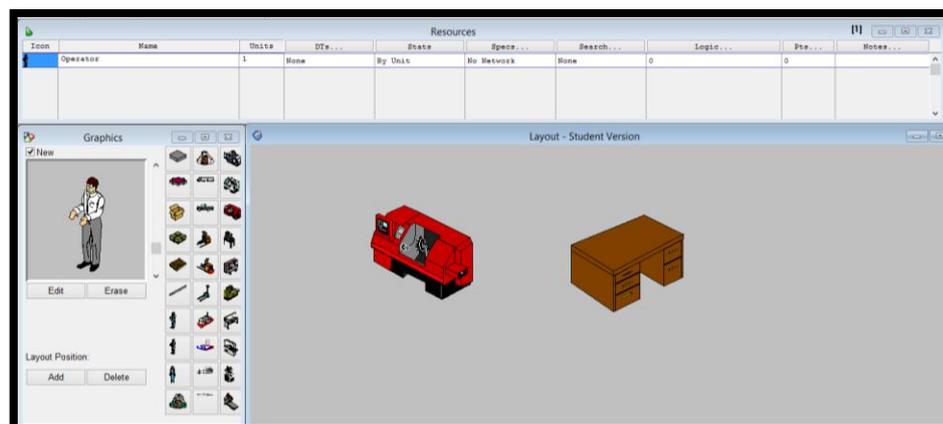


Figura 79. Recursos del laboratorio

- Proceso: Da a conocer la forma como se van a realizar los procesos de cada elemento del sistema (Figura 80).

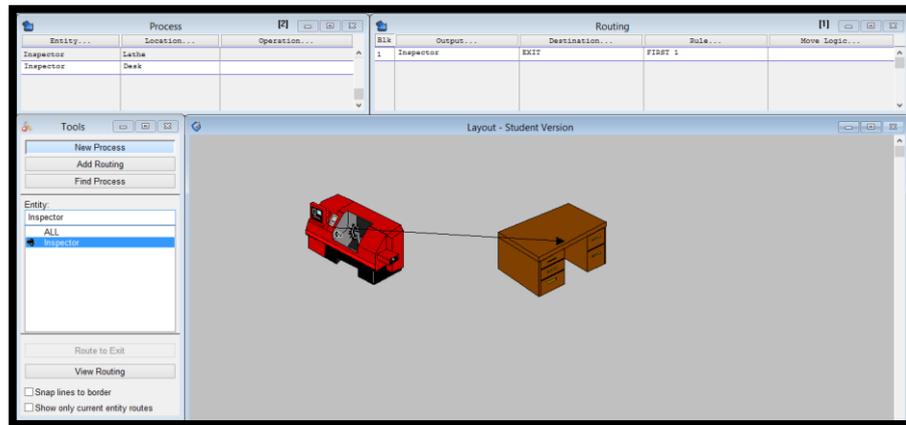


Figura 80. Procesos de cada elemento del sistema

- Llegadas: Se estableció los puntos de llegada para cada entidad (Figura 81).

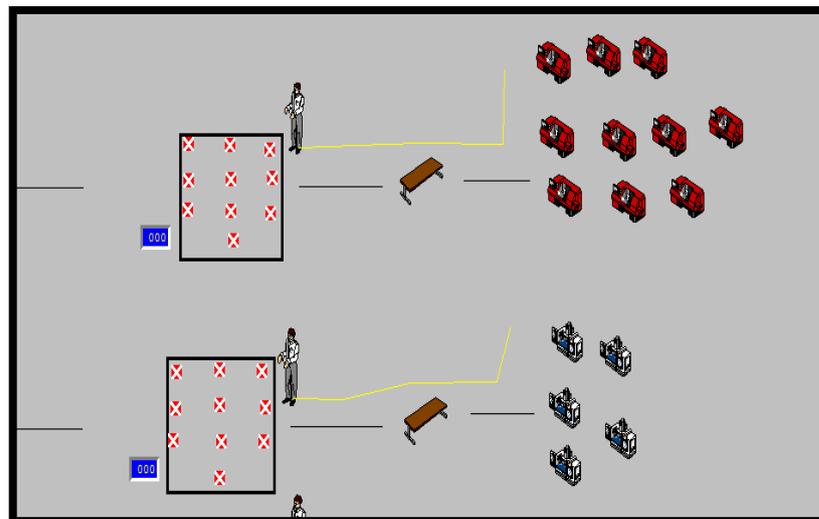


Figura 81. Parámetros de llegada

- Trayectoria: Describimos el recorrido de los laboratoristas durante el proceso de prácticas en el laboratorio (Figura 83).

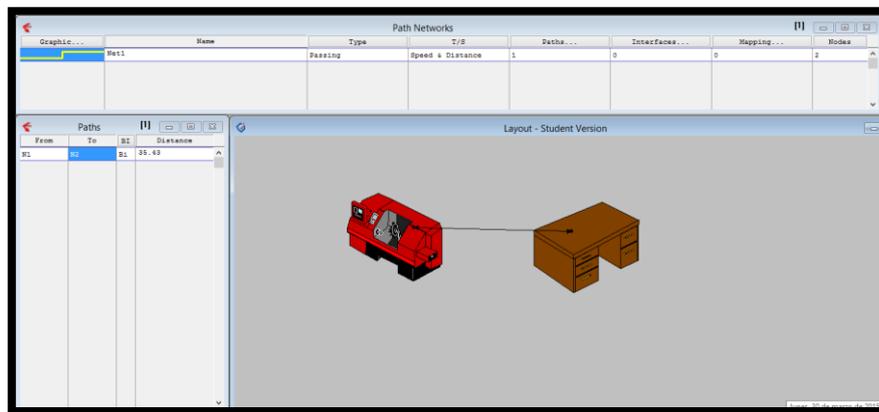


Figura 82. Recorrido de los laboratoristas

5.2 Resultados obtenidos en la simulación

En este estudio los resultados obtenidos (Anexo R), permiten verificar las horas programadas, la capacidad de cada elemento, el total de entidades que ingresaron, los tiempos de trabajo en cada proceso, el tamaño promedio de los procesos, el ingreso de los estudiantes y el porcentaje de utilización de los elementos.

A continuación, se procederá a describir cada uno de los resultados obtenidos de los procesos de simulación en las diferentes prácticas realizadas en el Laboratorio (Figuras 83 a 90).

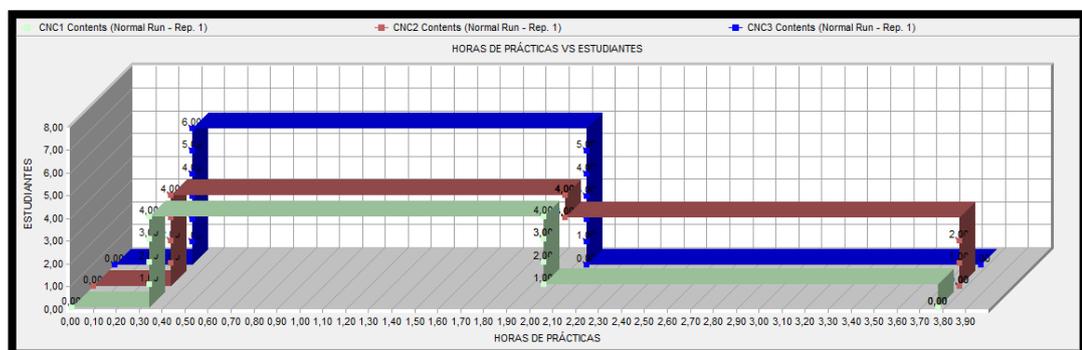


Figura 83. Gráfica de simulación para sistemas flexibles

En la (Figura 83) se observa tres situaciones diferentes, el color azul representa la situación propuesta, observándose que al ingresar seis alumnos ocupan todas las máquinas durante las dos horas de prácticas, el color marrón indica la situación actual del ingreso de siete estudiantes como máximo, de los cuales cuatro realizan la práctica en las dos horas y tres estudiantes en las dos horas siguientes, como mínimo (color verde) ingresan cinco estudiantes de los cuales tres estudiantes realizan la práctica las primeras dos horas y dos alumnos las siguientes dos horas.

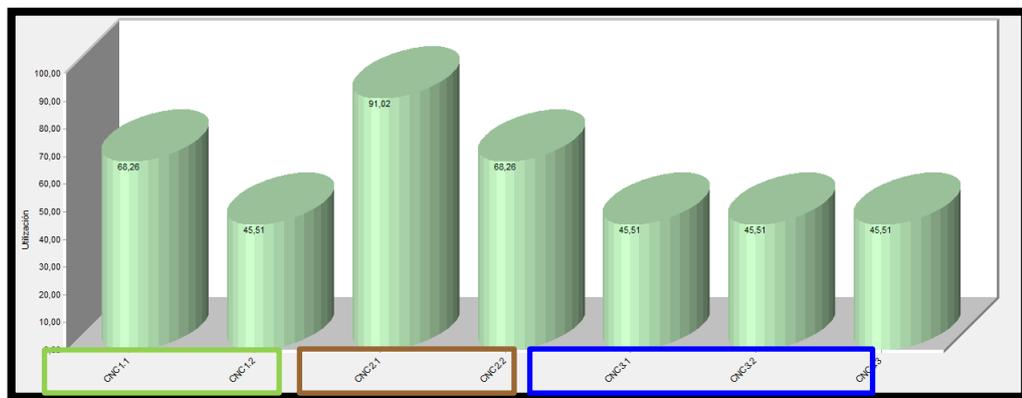


Figura 84. Porcentaje de utilización de las locaciones para sistemas flexibles

Se observa (Figura 84), que la locación de la CNC 1.1, trabaja con un 68,28% de utilización, la locación de la CNC 1.2, tiene un 45,51% de utilización, para un total de cinco estudiantes, la locación de la CNC 2.1, trabaja con un 91,02% de utilización, la locación de la CNC 2.1 tienen un 68,26% de utilización, para un total de siete estudiantes en las locaciones (CNC 3.1, CNC 3.2, CNC 3.3), trabajan con 45,51% de utilización, para la propuesta realizada de seis estudiantes.

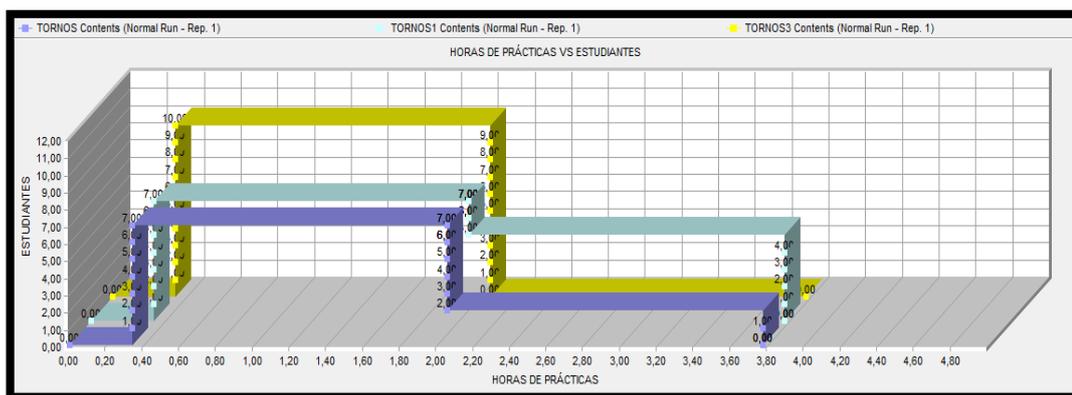


Figura 85. Gráfica de simulación para procesos de manufactura

En la (Figura 85), el color amarillo representa la situación propuesta, observándose que al ingresar diez alumnos ocupan todas las máquinas durante las dos horas de prácticas, el color celeste indica la situación actual del ingreso de doce estudiantes como máximo, de los cuales siete realizan la práctica en las dos horas y cinco estudiantes en las dos horas siguientes, como mínimo (color violeta) ingresan nueve estudiantes de los cuales siete estudiantes realizan la práctica las primeras dos horas y dos las siguientes dos horas.

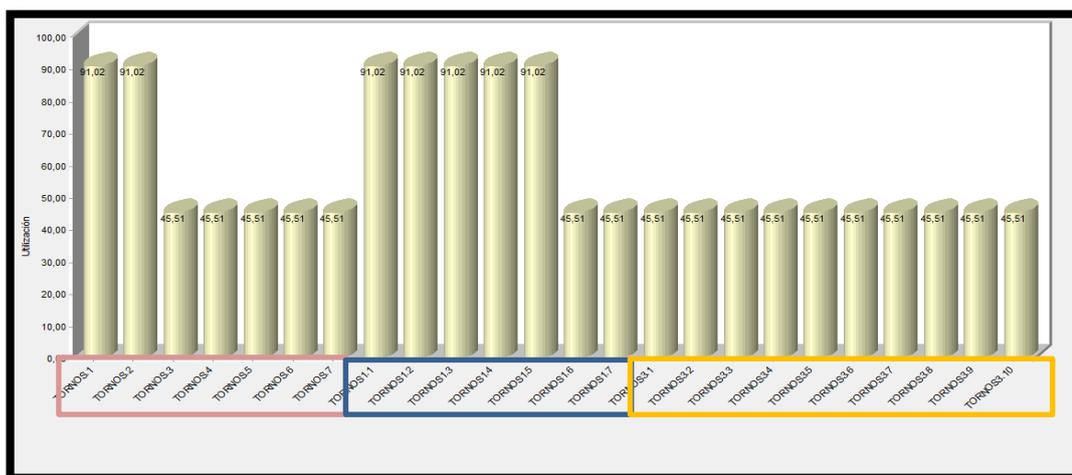


Figura 86. Porcentaje de utilización de las locaciones para Procesos de Manufactura

Se observa (Figura 86), que las locaciones de los (Tornos 1 y 2), tienen una utilización del 91.02%, las locaciones de los (Tornos 3 al 7), tienen un 45,51% de utilización, para un total de nueve estudiantes, las locaciones de los (Tornos 1.1 al 1.5), trabajan con el 91,02% de utilización, las locaciones de los (Tornos 1.6 y 1.7) tienen un 45,51% de utilización, para un total de doce estudiantes, los (Tornos 3.1 al 3.10), trabajan con 45,51% de utilización de las locaciones, para la propuesta realizada de 10 estudiantes.

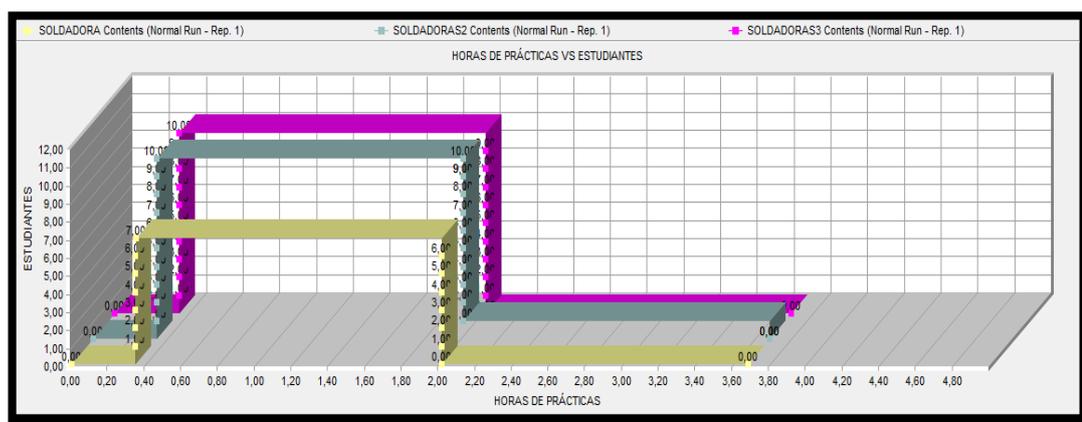


Figura 87. Gráfica de simulación para Soldadura I

En la (Figura 87), el color morado representa la situación propuesta, observándose que al ingresar diez alumnos ocupan todas las máquinas durante las dos horas de prácticas, el color plomo indica la situación actual del ingreso de once estudiantes como máximo, de los cuales diez realizan la práctica en las dos horas y uno estudiante en las dos horas siguientes, como mínimo (color amarillo) ingresan siete estudiantes que realizan la práctica en las dos horas.

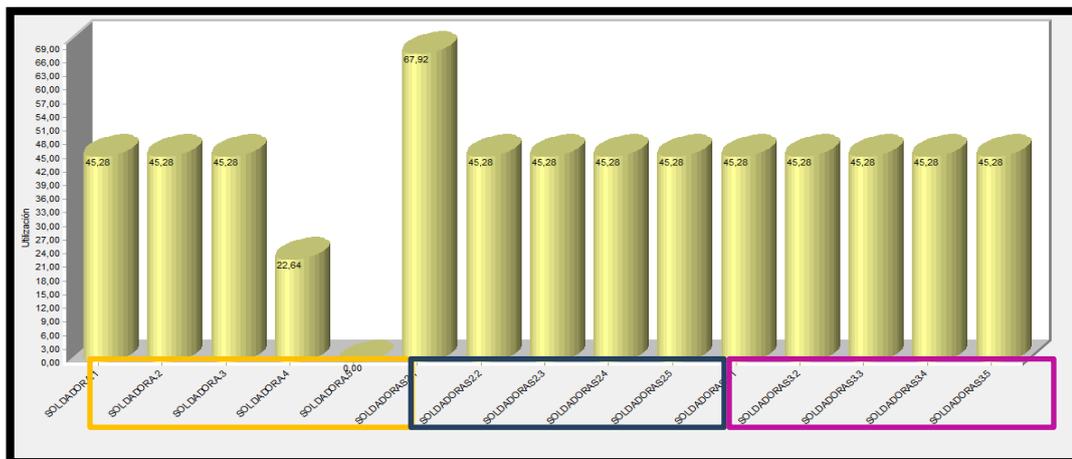


Figura 88. Porcentaje de utilización de las locaciones para Soldadura I

Se observa (Figura 88), que las (Soldadoras 1 a 3), tienen una utilización en las locaciones del 45,28%, en la locación de la soldadora 4, tienen un 22.84% de utilización, para un total de siete estudiantes, en la locación de la soldadora 2.1, trabaja con el 67,92% de utilización, las (Soldadoras 2.2 a 2.5) tienen un 45,28% de utilización en las locaciones, para un total de once estudiantes, las locaciones de las (Soldadoras 3.1 a 3.5), trabajan con 45,28% de utilización, para la propuesta realizada de 10 estudiantes.

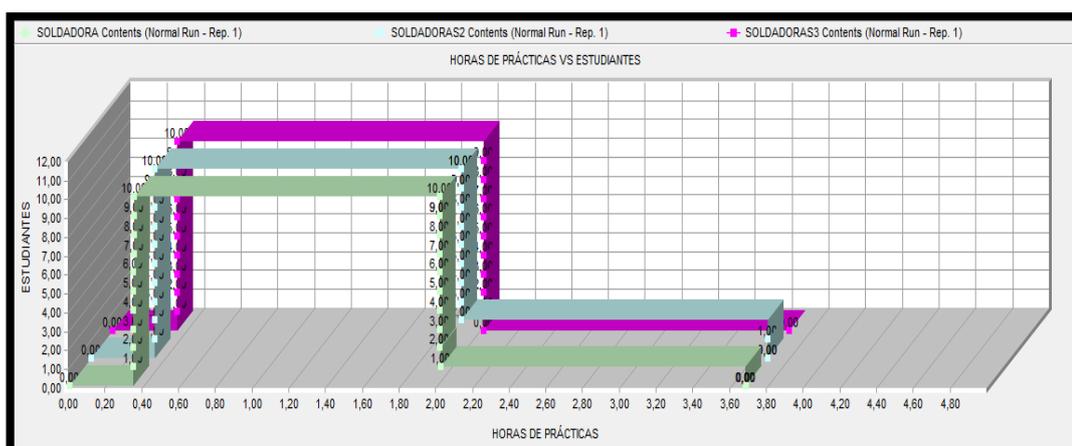


Figura 89. Gráfica de simulación para Soldadura II

En la (Figura 89), se visualiza tres situaciones diferentes, la gráfica de color violeta muestra la situación propuesta, observándose que al ingresar diez alumnos ocupan todas las maquinas durante las dos horas de prácticas, en la situación actual (color celeste), indica el ingreso de doce estudiantes como máximo, de los cuales diez realizan la práctica en las dos horas y dos en las dos siguientes horas y como mínimo (gráfica de color verde) ingresan once estudiantes de los cuales ingresan diez estudiantes en las dos primeras horas y uno en las siguientes dos horas.

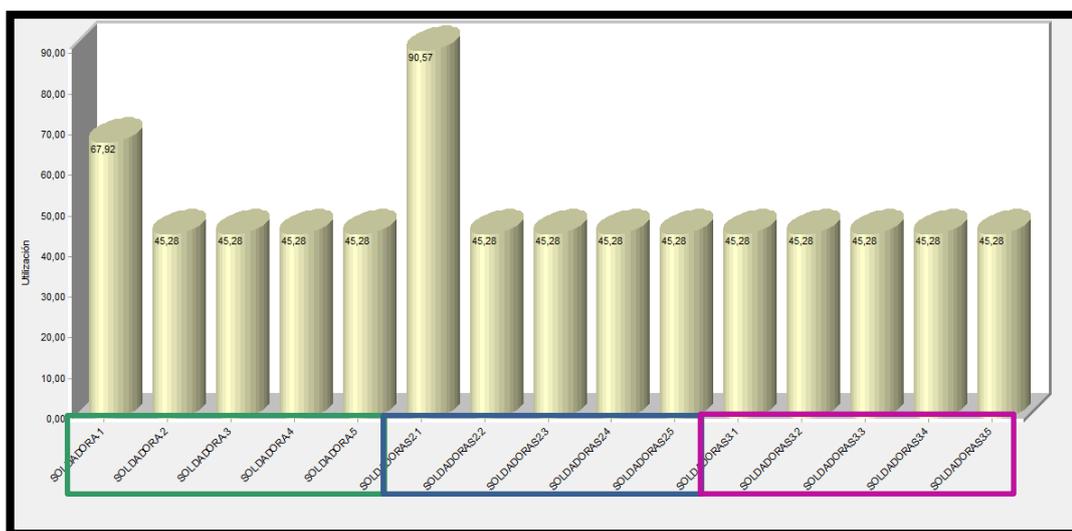


Figura 90. Porcentaje de utilización de las locaciones para Soldadura II

Se visualiza en la (Figura 90), que la Soldadora 1, tienen una utilización en las locaciones del 67,92%, las (Soldadoras 2 a 5), tienen un 45,28% de utilización en las locaciones, para un total de once estudiantes, la locación de la soldadora 2.1, trabaja con el 90,57% de utilización, las locaciones de las (Soldadoras 2.2 a 2.5) tienen un 45,28% de utilización, para un total de doce estudiantes, las (Soldadoras 3.1 a 3.5), trabajan con 45,28% de utilización en las locaciones, para la propuesta realizada de 10 estudiantes.

CAPÍTULO VI: ANÁLISIS ECONÓMICO FINANCIERO

6.1 Análisis económico:

- **Costos de inversiones:** Inversión utilizada para el diseño de ingeniería (Tabla 20 a 21).

Tabla 20

Costos directos para la realización de la tesis

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	V. UNIT (USD)	VALOR TOT.(USD)
MANO DE OBRA			
Elaboración tesis / Estudiantes	960 horas	5,00	4800,0
MATERIALES			
Impresiones A4 de la tesis	200	0,30	60,0
Impresiones A2 de la tesis(planos)	7	1,50	10,5
Copias del libro / Bibliografía	1000	0,03	30,0
Empastados	2	45	90,0
DVD	3	5,0	15,0
Normas	3	7,00	21,0
TOTAL(USD):			5026,5

Tabla 21

Costos indirectos para la realización de la tesis

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	V. UNIT (USD)	VALOR TOT.(USD)
MANO DE OBRA			
Director	30 horas	25,0	750,0
Codirector	20 horas	25,0	500,0
MATERIALES			
Útiles de oficina	(2cuadernos,4esferos,2lápices,2borradores)	9,0	90,0
Software	1	100	100,0

Continúa 

MATERIALES			
Útiles de oficina	(2cuadernos, 4esferos, 2lápices, 2borradores)	9,0	90,0
Software	1	100	100,0
GASTOS			
Transporte	100 viajes	4,0	400,0
Servicios básicos (Electricidad, agua potable, teléfono, internet)	1por mes	46,0	552,0
TOTAL(USD):			2742,0
TOTAL GASTOS DIRECTOS E INDIRECTOS (USD)			2392,0

- **Presupuesto para realizar el proyecto:** Para la realización del proyecto los costos serán materiales, movimiento y bienes de capital para la realización del proyecto (Tabla 22 a 23).

Tabla 22

Honorarios profesionales y materiales para la ejecución del proyecto

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	V. UNIT (USD)	VALOR TOT.(USD)
MANO DE OBRA			
Instalación y puesta en marcha	2	600,0	1200,0
Alquiler de montacargas 8 TON 3 personas HRS	8	55,30	442,40
Instalación para lámparas	10	22,00	220,00
SUBTOTAL MANO DE OBRA(USD):			1862,40
MATERIALES			
Cable sucre 3X8 AWG MTS	30	5,60	168,00
Tubería conduit 3/4" MTS	30	15,10	453,00
Señalética general con instalación	50	23,50	1175,0
Lámparas fluorescentes T5	10	200,0	2000,0
Accesorios conduit 3/4"	1	50,00	50,00
SUBTOTAL MATERIALES(USD):			3846,00
TOTAL MANO DE OBRA Y MATERIALES(USD):			5708,40

Tabla 23

Costo de bienes de capital para el laboratorio

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	V. UNIT (USD)	VALOR TOT.(USD)
MAQUINARIA			
Fresadora universal X6235 dimensiones de la mesa 350 x 1600 mm	2	28000,0	56000,0
Torno Pinacho, distancia entre puntos 1625mm	3	24000,0	72000,0
Mini centro de mecanizado CNC Mini Mill, recorrido xyz, 406x305x254	1	74457,0	74457,0
SUBTOTAL(USD):			202457,0
TOTAL ADQUISICIÓN DE MAQUINARIA(USD):			202457,0

- **Imprevistos:** Se tomó un valor del 5%, para los posibles imprevistos presentes durante la realización del proyecto (Tabla24).

Tabla 24

Valores totales con imprevistos

TOTAL MANO DE OBRA Y MATERIALES(USD):	5708,40
TOTAL ADQUISICIÓN DE MAQUINARIA(USD):	202457,0
IMPREVISTOS (Máximo al 5% de la suma de 1 y 2) (USD):	10408,27
Total general presupuestado (USD):	218573,7

- **Costos operativos:** Costos dedicados para el nuevo personal, servicios básicos y mantenimiento para las implementaciones propuestas (Tabla 25).

Tabla 25

Costos de operaciones presupuestadas para el funcionamiento de los equipos

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	V. UNIT (USD)	VALOR TOT.(USD)
Personal anual	1	1300,0	17729,8
Servicios básicos anual	1 por mes	200,0	2400,0
Mantenimiento anual	1 por mes	50,0	600,0
TOTAL(USD):			20729,8

- **Beneficios**

Los beneficios se los ejecutará para un periodo de 10 años, tiempo en el cual se desea recuperar la inversión a realizarse, el monto de los beneficios será de 4352 dólares para cada año (Tabla 26), que es un valor aproximado que invierte el estado para los estudiante (Anexo S).

Tabla 26

Beneficios para un periodo de cinco años

PERIODO	BENEFICIOS
(Años)	(USD)
1	49536,0
2	53896,7
3	58261,2
4	62625,8
5	66990,3
6	71354,9
7	75719,4
8	80084,0
9	84448,5
10	88813,1

6.2 Análisis financiero

El análisis financiero, es una herramienta que se utiliza para realizar evaluaciones y tomar decisiones, sobre las inversiones presente en nuestro proyecto (Tabla 27 a 28).

Tabla 27

Flujo de caja durante 5 años

AÑOS	EGRESOS	BENEFICIOS	FLUJO EFECTIVO
Año 0	218573,7		-218573,70
Año 1	20729,8	49536,0	28806,20
Año 2	20729,8	53896,7	33166,90
Año 3	20729,8	58261,2	37531,45
Año 4	20729,8	62625,8	41895,99
Año 5	20729,8	66990,3	46260,54
Año 6	20729,8	71354,9	50625,08
Año 7	20729,8	75719,4	54989,62
Año 8	20729,8	80084,0	59354,17
Año 9	20729,8	84448,5	63718,71
Año 10	20729,8	88813,1	68083,26
	425871,7	691729,9	

Tabla 28

Cálculo del VAN, TIR Y B/C

TASA	10%
VAN	\$ 53.016,45
TIR	15,01%
B/C	1,62

Los valores que se pueden observar de egresos e ingresos, para el proyecto no son valores determinantes en la inversión (Tabla 27), pero me

permiten analizar los índices (Tabla 28), el Valor actual neto (VAN), la tasa interna de retorno (TIR) y el costo beneficio (B/C), asegurándonos que la inversión es una buena decisión:

Para el cálculo de estos índices se utilizaron valores de la tasa de interés al 10%, por lo tanto el VAN (\$ 53.016,45), muestra que es un valor mayor que cero, la TIR (15,01%), indica que es mayor que la tasa propuesta (10%), y el B/C (1,62), es mayor que uno, estos valores mencionados indican que esta puede ser una buena inversión.

Tiempo real de recuperación de la inversión

El tiempo real de recuperación de la inversión basada en los flujos de efectivo (Tabla 27), me permiten realizar el cálculo real del tiempo requerido para recuperar el dinero invertido (Tabla 29).

Tabla 29

Tiempo real de recuperación de la inversión.

PERIODO REAL	
AÑOS	5
MESES	8

CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

La organización y distribución en el Laboratorio de Procesos de Manufactura del DECEM, no es la adecuada, por lo tanto en este estudio se realizó un plan, que propone la redistribución de la planta y la organización de las actividades para el cumplimiento de las prácticas.

Se seleccionó normativas nacionales e internacionales, que contribuirán con los requerimientos para mejorar el funcionamiento del Laboratorio.

Para el funcionamiento correcto del Laboratorio se estableció actividades específicas de carácter administrativo, que permitirá fortalecer el desempeño de cada uno de sus integrantes.

Con el Software Promodel, se realizó la simulación en las asignaturas de Soldadura I y II, Procesos de Manufactura I y Sistemas Flexibles, obteniéndose como resultados el número indicado de estudiantes y equipos para un desarrollo correcto de las prácticas durante el semestre.

Por lo tanto, para las áreas en este estudio (soldadura I, soldadura II, procesos de manufactura y sistemas flexibles), en el Laboratorio de Procesos de Manufactura del DECEM, el promedio de utilización de las locaciones es 45,43%, con esto se logrará aprovechar de mejor manera los equipos, lo cual permitirá realizar las prácticas durante las dos horas programadas sin interrupciones.

La inversión propuesta para la implementación del presente proyecto en el Laboratorio de Procesos de Manufactura del DECEM, se recuperará en un periodo de cinco años y ocho meses, según el análisis económico y financiero realizado.

El aporte de este estudio mediante las encuestas realizadas a diferentes industrias ecuatorianas, indica que los campos con mayor requerimiento de servicios profesionales en Ingeniería Mecánica, son las áreas de soldadura y control de la calidad que tienen un porcentaje de trabajo del 29% y 23 % respectivamente.

7.2 Recomendaciones

Se debe implementar la redistribución de la maquinaria y aplicación de la documentación sugerida, para conseguir el aprovechamiento de los espacios, el manejo e interpretación de los documentos que serán redactados de forma clara y sencilla.

Es conveniente que se aplique la normativa sugerida para el manejo de los desechos en el Laboratorio, incrementando tachos de basura previamente identificados con su respectivo color, para evitar la contaminación dentro y fuera de la instalación, la parte eléctrica debe contar con tomacorrientes en buen estado, las tapas de protección del arranque de los motores eléctricos deben estar colocadas, utilizar canaletas para cubrir cables visibles e identificar el voltaje en las tomas para evitar el daño en otros equipos, se debe controlar la utilización del equipo de protección personal para ayudar a la seguridad y salud ocupacional de los estudiantes y personal del Laboratorio.

Se recomienda designar las actividades administrativas específicas, para cada una de las personas que conforman el equipo interno de trabajo.

Para mejorar los servicios en el Laboratorio de Procesos de Manufactura del DECEM, se sugiere incrementar un centro de mecanizado para el área de sistemas flexibles, dos fresadoras universales, tres tornos paralelos para el área de procesos de manufactura y permitir el ingreso de diez estudiantes, para realizar las prácticas de procesos de manufactura I, soldadura I, soldadura II y seis estudiantes para sistemas flexibles, ayudando a mejorar aprendizaje de los mismos.

Se debe poner más énfasis, en el desarrollo de las competencias específicas en las materias de soldadura y control de la calidad, debido a que las industrias requieren profesionales con mayores conocimientos en estos campos.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilera, A. (Noviembre de 2012). Matriz FODA. Proudly Powered.
- Alcides, E. A. (16 de Febrero de 2012). Estructuración de mallas curriculares para la formación de profesionales en ciencias de la educación. Obtenido de <http://es.slideshare.net/charytoflores/mallas-afefce>
- Asociación Española de Normalización. (2010). Normalización. Recuperado el 15 de Marzo de 2014, de <http://www.aenor.es/DescargasWeb/normas/que-es-una-norma-es.pdf>
- Asociación Nacional de Protección contra el Fuego. (2006). Recuperado el 26 de Octubre de 2014, de http://www.nfpajla.org/?activeSeccion_var=50&art=329
- Avaluac. (2000). Líderes en valoración, certificación y control de activos. Recuperado el 16 de Marzo de 2014, de <http://www.avaluac.com/>
- Bautista, H., & Mendoza, G. (24 de Febrero de 2014). Diseño Experimental. Recuperado el 15 de Diciembre de 2014, de Diplomado Probabilidad y Estadística Fundamental para no Estadísticos: <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/ciencias/2000352/index.html>
- Becerra, F. (2002). Taller de Ingeniería de Métodos. Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales, 03(43).
- Beltrán, C. (30 de Mayo de 2013). Control interno y control de gestión. Recuperado el 24 de Marzo de 2014, de <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/economicas/2006838/html/cap02/cont12.html>
- Calsina Miramira, W. H. (2003). Gestión y desarrollo logístico en la industria gráfica peruana. Recuperado el 12 de Noviembre de 2014, de http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/tesis/ingenie/calsina_mw/calsina_mw.htm
- Coloma, G. (Julio de 2002). Apuntes de Organización Industrial. Recuperado el 15 de Diciembre de 2014, de <http://www.ucema.edu.ar/publicaciones/download/documentos/221.pdf>
- Congreso Nacional de Recreación. (1988). Sistema de evaluación . FUNILIBRE.
- Coordinador Nacional para la Reducción de Desastres Secretaría Ejecutiva. (2014). Guía de señalización de ambientes y equipos de seguridad. Recuperado el 09 de Noviembre de 2014, de http://www.conred.gob.gt/sitio2014/documentos/guias/Guia_Senalizacion_Ambientes_Equipos_Seguridad.pdf

- Cruz, J. (Diciembre de 2011). Procesos de Manufactura. VIRTUAL PRO, 4. Recuperado el 11 de Diciembre de 2014, de <http://www.revistavirtualpro.com/revista/procesos-de-manufactura/4>
- Dirección Red de Salud ISLAY. (2006). Estructura Orgánica. Recuperado el 10 de Marzo de 2014, de <http://www.saludarequipa.gob.pe/redislay/Informacion/MOF.pdf>
- Echeverría, A. (26 de Octubre de 2009). Que es la Gestión Integral. Iberestudios.
- Elcosh. (2012). *Equipo de protección personal*. Recuperado el 21 de Diciembre de 2014, de http://rutherfordcountyttn.gov/insurance/documents/ppe_safety_trng_spanish.pdf
- Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. (2012). Actualización curricular de la carrera de Ingeniería Mecánica. Recuperado el 21 de marzo de 2014, de http://www.esPOCH.edu.ec/Descargas/Pensum/PERFIL_EIM_dce68.pdf
- ESPE. (8 de Agosto de 1985). Reglamento para uso y funcionamiento de laboratorios de la ESPE. Recuperado el 14 de Noviembre de 2014
- ESPE Sistema banner. (30 de Octubre de 2014). ESPE. Obtenido de http://pentaho.espe.edu.ec:8080/pentaho/api/repos/%3Apublic%3AReportes%3AMatriculas%3ARZSP0002_BusquedaNRCES.prpt/viewer?userid=consulta&password=consulta
- Espinosa, R. (2014). Marketing y Ventas. Roberto Espinosa Copyright.
- Estrategias Gerenciales. (s.f.). Indicadores de Gestión. Recuperado el 20 de Marzo de 2014, de <http://www.iue.edu.co/documents/emp/comoGerenciar.pdf>
- et al, C. C. (2011). L U M I N O T E C N I A: Cálculo según el método de los lúmenes. Recuperado el 13 de Noviembre de 2014, de <http://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/12833/art%C3%ADculo%20docente%20C%C3%A1lculo%20m%C3%A9todo%20de%20los%20l%C3%BAmenes.pdf>
- EXTRUCPLAN. (s.f.). Los Sistemas Integrados de Gestión de la Calidad. Gestión de Procesos. Obtenido de <http://www.estrucplan.com.ar/articulos/verarticulo.asp?IDArticulo=363>
- Gonzalo González-Rey, A. G.-T.-B.-F.-D. (Mayo de 2011). El proyecto de curso en la formación de competencias profesionales en estudiantes de ingeniería mecánica. Scielo.

- Ingeniería Mecánica. (20 de Marzo de 2014). Mallas Curricular. Recuperado el 21 de Septiembre de 2014, de <http://mecanica.espe.edu.ec/mallas-curriculares/>
- Ingeniería Rural. (2008). Distribución en planta. Recuperado el 10 de Abril de 2014, de http://www.uclm.es/area/ing_rural/asignaturaproyectos/tema5.pdf
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (Mayo de 1984). Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-1154. Recuperado el 13 de Noviembre de 2014, de Iluminación natural de edificios para fábricas y talleres.: <http://normaspdf.inen.gob.ec/pdf/nte/1154.pdf>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (Agosto de 1992). Calzado de trabajo y de seguridad. Recuperado el 29 de Octubre de 2014, de <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.1926.1992.pdf>
- Instituto Superior de Comercio Alberto Blest Gana. (s.f.). Funciones administrativas y organizacionales. Recuperado el 12 de Marzo de 2014, de http://www.institutoblestgana.cl/virtuales/com_organiz/Unidad1/contenido3.htm
- IRAM 10005. (s.f.). Salud, seguridad y medio ambiente en la industria. Recuperado el 09 de Noviembre de 2014, de Colores y señales de seguridad según la norma IRAM 10005 - 2º Parte: <http://www.estrucplan.com.ar/Producciones/imprimir.asp?IdEntrega=24>
- Loya Darío, S. E. (s.f.). Implementación del sistema de seguridad industrial en el taller de prácticas de procesos de producción mecánica. Recuperado el 09 de Noviembre de 2014, de <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1408/1/CD-2121.pdf>
- Martínez, S. (23 de Septiembre de 2005). Diseño y propuesta de implementación de indicadores de gestión como herramienta de evaluación en el desempeño de operarios de granja porcícola tecnificada. Recuperado el 22 de Diciembre de 2014, de <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/3619/00779997.pdf?sequence=1>
- Méndez, E. R. (2005). Señalización de Seguridad. Environment, Safety.
- Meyers, F., & Stephens, M. (2006). Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales. Pearson Education. Recuperado el 30 de Octubre de 2014

- Ministerio de relaciones laborales. (2012). Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo. Decreto Ejecutivo 2393. Obtenido de <http://www.relacioneslaborales.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/12/Reglamento-de-Seguridad-y-Salud-de-los-Trabajadores-y-Mejoramiento-del-Medio-Ambiente-de-Trabajo-Decreto-Ejecutivo-2393.pdf>
- Mosquera, i. j. (2011). “La descripción de las asignaturas y su incidencia en la formación académica de los estudiantes de tecnología mecánica automotriz del secap – cuenca, periodo 2009 - 2010”. recuperado el 21 de marzo de 2014, de http://repo.uta.edu.ec/bitstream/handle/123456789/2483/t_ma_dyc_804.pdf?sequence=1
- Muñoz, M. (2004). Diseño de distribución en planta de una empresa textil. Recuperado el 04 de noviembre de 2014, de http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/monografias/ingenie/munoz_cm/munoz_cm.htm
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-731. (Noviembre de 2009). Instituto Ecuatoriano de Normalización . Recuperado el 10 de Noviembre de 2014, de Extintores portátiles y estacionarios contra incendios.: <http://normaspdf.inen.gob.ec/pdf/nte/731.pdf>
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-802. (Mayo de 1987). Instituto Ecuatoriano de Normalización . Recuperado el 10 de Noviembre de 2014, de Extintores portátiles. Selección y distribución en edificaciones.: <http://normaspdf.inen.gob.ec/pdf/nte/802.pdf>
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-2841. (Marzo de 2014). Instituto Ecuatoriano de Normalización. Recuperado el 13 de Noviembre de 2014, de Estandarización de colores para recipientes de depósito y almacenamiento temporal de residuos sólidos: <http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/03/2841.pdf>
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO 3864-1. (2013). Instituto Ecuatoriano de Normalización. Recuperado el 09 de Noviembre de 2014, de Símbolos gráficos. Colores de seguridad y señales de seguridad. Parte 1: Principio de diseño para señales de seguridad e indicaciones de seguridad.: http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/EXTRACTO_2014/AOC/nte_inen_iso_3864-1extracto.pdf

- Norma técnica peruana NTP 900.058. (18 de Mayo de 2005). Gestión de residuos. Código de colores para los dispositivos de almacenamiento de residuos. Recuperado el 30 de Octubre de 2015, de <http://www.epsgrau.com.pe/archivos/NTP%20900%20058%202005%20CODIGO%20DE%20COLORES%20PARA%20LMACENAMIENTO%20DE%20RESIDUOS.pdf>
- Organización Internacional de Normalización. (2010). ISO Responsabilidad Social. Recuperado el 16 de Marzo de 2014, de http://www.iso.org/iso/iso_26000_project_overview-es.pdf
- Provicom. (2008). Tu seguridad en nuestras manos. Recuperado el 26 de Octubre de 2014, de <http://provicomseguridad.jimdo.com/>
- Sánchez, B. (21 de Enero de 2006). Diagramas Causa-Efecto. Eduteka.
- Santillán, I. R. (Enero de 2012). Modelo educativo institucional. Recuperado el 21 de Marzo de 2014, de http://www.utelvt.edu.ec/DIGITALIZACION%20ACADEMICA/MOD_EDU.pdf
- Segura, A. (Enero de 2008). Layout Aplicación a un Despacho y Administración de Fincas. Recuperado el 29 de Noviembre de 2014, de <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/70169/fichero/CAPITULO+2.pdf>
- Servicio de Acreditación Ecuatoriano. (s.f.). Laboratorios. Recuperado el 15 de Marzo de 2014, de <http://www.acreditacion.gob.ec//como-acreditarse/>
- Tandazo, E. (2013). Módulo de Gestión de la Calidad. Quito.
- Tarjetas de seguridad para prevención de accidentes. (Julio de 1986). Instituto Ecuatoriano de Normalización. Recuperado el 30 de 10 de 2014, de <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.1467.1986.pdf>
- UDAED. (Noviembre de 2012). Actualización curricular de la carrera de medicina. Recuperado el 21 de Marzo de 2014, de http://www.esPOCH.edu.ec/Descargas/facultadpub/3_Plan_Curricular_03f09.pdf
- Universidad Nacional de Colombia sede Manizales. (s.f.). La planeación. Recuperado el 21 de Marzo de 2014, de <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4010014/Contenidos/Capitulos%20PDF/CAPITULOS%201%20AL%204.pdf>
- Zapata, A. (2006). Diseño del comportamiento. Recuperado el 13 de Marzo de 2014, de Diagrama de actividades: http://ocw.unizar.es/ciencias-experimentales/modelos-matematicos-en-bases-de-datos/uml/02UML_DiagramaActividades.pdf

ANEXOS

ANEXO “A” CAPITULO 3. Reglamentos y señalización de seguridad en los laboratorios del departamento de ciencias de la energía y mecánica

ANEXO “B” CAPITULO 3. Sistema de evaluación utilizado en esta investigación.

ANEXO “C” CAPITULO 3. Planos Layout, de distribución de la planta actual.

ANEXO “D” CAPITULO 4. Funciones administrativas establecidas para el personal del Laboratorio de Procesos de Manufactura.

ANEXO “E” CAPITULO 4. Competencias profesionales para el personal del Laboratorio de Procesos de Manufactura.

ANEXO “F” CAPITULO 4. Registro de las reuniones en el Laboratorio de Procesos de Manufactura.

ANEXO “G” CAPITULO 4. Registro de préstamo de herramientas o equipos para en el Laboratorio de Procesos de Manufactura.

ANEXO “H” CAPITULO 4. Registro para la identificación de los equipos, máquinas y herramientas en el Laboratorio de Procesos de Manufactura.

ANEXO "I" CAPITULO 4. Registro de orden de compra de insumos, materiales y equipos para el Laboratorio de Procesos de Manufactura.

ANEXO “J” CAPITULO 4. Registro de prácticas no conformes ejecutados en el Laboratorio de Procesos de Manufactura.

ANEXO “K” CAPITULO 4. Registro para el control de asistencia de los docentes a las prácticas en el Laboratorio de Procesos de Manufactura.

ANEXO “L” CAPITULO 4. Propuesta para los horarios de prácticas.

ANEXO “M” CAPITULO 4. Encuesta realizada en las industrias Ecuatorianas.

ANEXO “N” CAPITULO 4. Dimensiones y espacios requeridos para la redistribución de planta.

ANEXO "O" CAPITULO 4. Planos Layout, propuestos para la distribución de planta.

ANEXO “P” CAPITULO 4. Planos Layout propuesto para la distribución de luminarias.

ANEXO “Q” CAPITULO 4. Recomendación de señales de seguridad para implementarlas en el Laboratorio por puesto de trabajo.

**ANEXO "R" CAPITULO 5. Simulaciones realizadas en el Laboratorio de
Procesos de Manufactura.**

ANEXO "S" CAPITULO 6. Crecimiento de los estudiantes.