

DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN PARA EL
LABORATORIO DE AMBIENTE REAL DE MANUFACTURA DE LA ESCUELA DE
ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES DE LA UNIVERSIDAD
INDUSTRIAL DE SANTANDER.

JUAN BENEDICTO PEÑA OSORIO



TRANSEJES COLOMBIA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
BUCARAMANGA

2012

DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN PARA EL
LABORATORIO DE AMBIENTE REAL DE MANUFACTURA DE LA ESCUELA DE
ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES DE LA UNIVERSIDAD
INDUSTRIAL DE SANTANDER.

JUAN BENEDICTO PEÑA OSORIO

Trabajo de grado para optar por el título de
Ingeniero Industrial

Director

OLGA LUCIA MANTILLA CELIS

Ingeniera industrial

Tutor

EDWIN ALBERTO GARAVITO HERNÁNDEZ.

Ingeniero industrial

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
BUCARAMANGA

2012

DEDICATORIAS.

A Dios.

Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mi Madre

Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mi Padre

Por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor.

A mis familiares.

A mis hermanos, por ser el ejemplo de hermanos mayores y de los cuales aprendí mucho. Por querer ser como ellos profesionalmente.

A Stephany por el amor, apoyo y compañía que me ha brindado. A Oscar, William y a todos aquellos que participaron directa o indirectamente en la elaboración de este proyecto.

¡Gracias a ustedes!

A mis directores.

Ing. Olga Lucia Mantilla C. e Ing. Edwin Alberto Garavito H. por su gran apoyo y motivación para la culminación de mis estudios profesionales y para la elaboración de este proyecto;

A la Universidad Industrial de Santander y en especial a la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, por permitirme ser parte de una generación de triunfadores y gente productiva para el país.

JUAN BENEDICTO PEÑA O.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	19
1. GENERALIDADES DEL PROYECTO.....	21
1.1 TITULO DEL PROYECTO	21
1.2 OBJETIVOS.....	21
1.2.1 Objetivo General	21
1.2.2 Objetivos Específicos.....	21
1.3 ALCANCE	22
1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA PRÁCTICA.....	22
2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	24
2.1 INFORMACIÓN GENERAL.....	24
2.1.1 Universidad Industrial de Santander	24
2.1.2 Facultades.....	24
2.1.3 Escuela de Estudios Industriales y Empresariales.....	24
2.1.4 Reseña Histórica.....	25
2.1.5 Misión.....	26
2.1.6 Visión	26
3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	28
3.1 DISTRIBUCIÓN DE PLANTA (LAYOUT).....	28
3.1.1 Características de una Adecuada Distribución de Planta:	28
3.1.2 Objetivo de la Distribución en planta:.....	29
3.1.3 Tipos Básicos de Distribución en Planta:	30
3.1.4 Métodos para la planeación de Distribución de Planta	32
3.2 MÁQUINAS HERRAMIENTAS.....	34

3.2.1	Programación de Máquina Herramienta CNC.....	36
3.3	SIMULACIÓN.....	38
3.3.1	Etapas para realizar un Estudio de Simulación.....	39
3.3.2	Simulación por Computadora.....	40
4.	DESCRIPCIÓN ACTUAL DE LA INSTALACIÓN ASIGNADA PARA EL LABORATORIO DE AMBIENTE REAL DE MANUFACTURA	41
4.1	VÍAS DE ACCESO.....	42
4.2	PASILLOS.....	43
4.3	PISO	43
4.4	PAREDES Y COLUMNAS	43
4.5	VENTANAS.....	44
4.6	TECHO	44
4.7	INTERIOR.....	44
4.8	SUMINISTRO ELÉCTRICO	45
5.	ESTUDIO DEL PROCESO PRODUCTIVO EJE PASADOR SATÉLITE.	46
5.1	PRODUCTO.....	46
5.2	USUARIO – CLIENTE.....	46
5.3	DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	46
5.3.1	Constitución y partes del eje diferencial.....	46
5.4	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS EJE PASADOR SATÉLITE.....	47
5.4.1	Forma y dimensiones.....	47
5.5	DIAGRAMA DE PROCESO EJE PASADOR SATÉLITE:	48
5.6	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO.....	49
5.6.1	Empresa:.....	49

5.6.2	Corte	49
5.6.3	Torneado.....	50
5.6.4	Taladrado Hueco Pin	51
5.6.5	Fresado Caras Planas	52
5.6.6	Tratamiento Térmico	53
5.6.7	Rectificado	53
5.6.8	Inspección y Revisión de Grietas (Magnaflux)	54
5.6.9	Terminado.....	55
5.6.10	Almacenamiento	55
5.7	TIEMPOS ESTIMADOS A PARTIR DE OPERACIONES SIMILARES ...	56
5.8	CARACTERÍSTICAS MATERIA PRIMA	56
5.8.1	Material: Acero SAE 8620.....	57
5.8.2	Tratamientos térmicos recomendados (valores en ° C):	58
5.8.3	Propiedades mecánicas mínimas estimadas	58
5.9	INSUMOS REQUERIDOS PARA LA MANUFACTURA DEL EJE PASADOR SATÉLITE.....	59
5.10	ELEMENTOS DE PROTECCIÓN	61
5.11	HERRAMIENTAS BÁSICAS REQUERIDAS.....	62
5.12	SELECCIÓN DE MAQUINARIA CNC Y HERRAMIENTAS.	62
5.12.1	Centro de Mecanizado Vertical (Leadwell V-20)	62
5.12.2	Torno CNC Leawell T-6	63
5.12.3	Cortadora y/o sierra: selección de equipo de corte.	64
5.12.4	Máquina Para Tratamiento Térmico.....	69
5.12.5	Rectificadora:	69

5.12.6	Equipo de inspección de grietas Magnaflux:.....	70
6.	DESCRIPCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS PLANTEADAS	72
6.1	ALTERNATIVA 1.....	72
6.1.1	Utilización de Máquinas Herramientas y Equipos Actualmente Disponibles.....	72
6.1.2	Equipos Faltantes Seleccionados	72
6.2	ALTERNATIVA 2.....	73
7.	PROPUESTA DE DISTRIBUCIÓN	74
7.1	PROCEDIMIENTO UTILIZADO PARA LA DISTRIBUCIÓN DEL LABORATORIO	74
7.2	DESARROLLO DE LA ALTERNATIVA 1	74
7.2.1	Restricciones.....	74
7.2.2	Diseño del proceso productivo	75
7.2.3	Flujo del material y tiempos estimados:	75
7.2.4	Zonas de apoyo y servicios:.....	77
7.2.5	Determinar la importancia de la cercanía o lejanía de cada uno de los centros de trabajo	78
7.2.6	Gráfico de relaciones:	78
7.2.7	Análisis y Razones del Diagrama de Relaciones:	81
7.2.8	Necesidad del Espacio.....	84
7.2.9	Espacio Disponible.....	86
7.3	DESARROLLO ALTERNATIVA 2	88
7.4	DIAGRAMA RELACIONES DE ESPACIO PARA LAS DOS ALTERNATIVAS	92
7.4.1	Primera Propuesta de Diseño:	92

7.4.2	Segunda Propuesta de Diseño	93
8.	SIMULACIÓN DE LAS PROPUESTAS PLANTEADAS EN FLEXSIM....	94
8.1	MODELO DE SIMULACIÓN GENERAL	94
8.2	METODOLOGÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL MODELO DE SIMULACIÓN.....	95
8.2.1	Formulación del problema:.....	95
8.2.2	Configuración del sistema a ser modelado:	95
8.2.3	Recolección de datos:.....	96
8.2.4	Construcción del layout y objetos 3D involucrados en el modelo de simulación del Laboratorio de Ambiente Real de Manufactura	97
8.2.5	Construcción del Modelo de Simulación en Flexsim	97
8.3	MODELO DE SIMULACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN ALTERNATIVA 1.....	99
8.4	MODELO DE SIMULACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN ALTERNATIVA 2.....	101
8.5	RESULTADOS DE LOS MODELOS DE SIMULACIÓN.....	103
9.	PROPUESTA DE ACONDICIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN ASIGNADA AL LABORATORIO DE AMBIENTE REAL DE MANUFACTURA.....	105
10.	ESTUDIO FINANCIERO	107
10.1	EVALUACIÓN ECONÓMICA ALTERNATIVA 1.....	107
10.1.1	Inversiones requeridas máquinas y equipos alternativa 1.....	107
10.1.2	Materia prima directa	109
10.1.3	Mano de obra Directa.....	110
10.1.4	Costos Indirectos de fabricación	113

10.1.5	Costos Fijos	116
10.1.6	Costo Total De Funcionamiento Por Hora Alternativa 1.....	117
10.1.7	Costo total del lote de producción Alternativa 1	117
10.2	EVALUACIÓN ECONÓMICA ALTERNATIVA 2.....	119
10.2.1	Costo total de funcionamiento por hora Alternativa 2.....	121
10.2.2	Costo total del lote de producción Alternativa 2	121
11.	ESTUDIO DEL IMPACTO ACADÉMICO	123
11.1	PERFIL PROFESIONAL	124
11.2	INFRAESTRUCTURA.....	124
11.3	PLAN DE ESTUDIOS DEL PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL PRESENCIAL DE LA EEIE	125
11.4	RELACIÓN DE MATERIAS E IDENTIFICACIÓN DE LAS POSIBLES PRÁCTICAS DE LABORATORIO PARA LA LICENCIATURA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL CON EL LABORATORIO DE AMBIENTE REAL DE MANUFACTURA.	125
11.5	TABULACIÓN DE ENCUESTAS	127
11.6	CONCLUSIÓN GENERAL IMPACTO ACADÉMICO	137
12.	CONCLUSIONES	138
13.	RECOMENDACIONES	140
	BIBLIOGRAFÍA.....	141
	ANEXOS.....	142

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Escuela de Estudios Industriales y Empresariales UIS.....	25
Figura 2: Estructura Organizacional EEIE.	27
Figura 3: Localización geográfica de la EEIE en la UIS.	41
Figura 4: Componentes eje Diferencial.....	47
Figura 5: Corte varilla acero SAE 8620.....	50
Figura 6: Proceso de torneado barra acero SAE 8620	51
Figura 7: Taladrado hueco pin. (Similar para eje pasador satélite).....	52
Figura 8: Proceso fresado caras planas. (Similar para eje pasador satélite).	53
Figura 9: Proceso de rectificado. (Similar para el eje pasador satélite).	54
Figura 10: Equipo de inspección de grietas Magnaflux.....	55
Figura 11: Eje Pasador Satélite terminado	56
Figura 12: Porcentaje de costo de refrigerante del fabricante de la máquina.	60
Figura 13: Centro de mecanizado vertical (Leadwell V-20)	63
Figura 14: Torno CNC Leadwell T-6	64
Figura 15: B 125 S - Sierra de banda de inglete semiautomática KANUTH	68
Figura 16: Rectificadora sin centros Landis (Type R)	70
Figura 17: Construcción del modelo de simulación en Flexsim.	98

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Elementos de los métodos para la distribución de planta.	33
Tabla 2: Códigos G, para programación de maquinaria CNC.	37
Tabla 3: Códigos G, para programación de maquinaria CNC.	38
Tabla 4: Tiempos estimados a partir de operaciones similares.	57
Tabla 5: Composición química acero SAE 8620 según norma NMX.	57
Tabla 6: Tratamiento térmico recomendado.	58
Tabla 7: Propiedades mecánicas acero SAE 8620	58
Tabla 8: Representantes Legales e Importadores de Maquinaria CNC en Colombia.	65
Tabla 9: Valoración de parámetros para selección de la maquinaria para corte ...	66
Tabla 10: Selección de una sierra o cizalla para corte de barras de acero	67
Tabla 11: Alternativas de operaciones asignadas a línea de producción eje pasador satélite.	73
Tabla 12: Tiempos estimados para operaciones de productos similares al Eje pasador satélite. Propuesta 1 y 2.	77
Tabla 13: Tabla de Razón de proximidad.	79
Tabla 14: Definición de escalas para los tipos de intensidades.	80
Tabla 15: Representación de los tipos de interacción para el diagrama de relaciones.	82
Tabla 16: Tipo de relaciones entre los centros de trabajo del laboratorio de manufactura Alternativa 1.	83
Tabla 17: Tiempos estimados para operaciones de productos similares al Eje pasador satélite. Alternativa 2.	89
Tabla 18: Relaciones entre los C.T Alternativa 2	91
Tabla 19: Inversiones requeridas en equipo y maquinaria.	107
Tabla 20: Orden de producción semestral.	108
Tabla 21: Costos de materia prima requerida por unidad de producto.	110
Tabla 22: Costo insumos centros de mecanizado.	111

Tabla 23: Calculo costo hora - hombre del personal requerido	112
Tabla 24: Valor hora - hombre por orden de producción	112
Tabla 25: Datos técnicos de conexión eléctrica para el consumo de energía	113
Tabla 26: Potencia de equipos y valor consumo eléctrico	114
Tabla 27: Costos indirectos	115
Tabla 28: Resumen costos variables – Alternativa 1	115
Tabla 29: Costos fijos mensuales Alternativa 1	116
Tabla 30: Inversiones requeridas en equipo y maquinaria Alternativa 2	119
Tabla 31: Costos indirectos Semestrales Alternativa 2	120
Tabla 32: Resumen costos variables Alternativa 2.....	120
Tabla 33: Costos fijos mensuales Alternativa 2	121
Tabla 34: Materias relacionadas con el campo de la manufactura.....	125
Tabla 35: Porcentaje de aceptación de la implementación de un laboratorio de ambiente real de manufactura en la EEIE	127
Tabla 36: Porcentaje de docentes dispuestos a realizar prácticas dentro del laboratorio de ambiente real de manufactura.	129
Tabla 37: Porcentaje de docentes que podrían utilizar el laboratorio de manufactura para realizar prácticas de la asignatura.	130
Tabla 38: Porcentaje de docentes que están de acuerdo con la implementación del laboratorio de manufactura.	131
Tabla 39: Sugerencias generales por asignaturas	132
Tabla 40: Compromisos generales por parte de los docentes con el Laboratorio de ambiente real de manufactura	133
Tabla 41: Beneficios de realizar prácticas en el laboratorio de ambiente real de Manufactura.....	135
Tabla 42: Tipos de prácticas que se podrían llevar a cabo dentro del laboratorio de ambiente real de manufactura	136

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A: Plano físico Laboratorio de Ambiente Real de manufactura.....	142
ANEXO B: Dibujo detallado Eje pasador satélite Referencia 1 y 2	143
ANEXO C: Especificación de casos de endurecimiento No. FW-204 (ES-HT-FW0204)	145
ANEXO D: Especificaciones técnicas del CMV Leadwell V-20.	150
ANEXO E: Especificaciones Técnicas Torno CNC Leadwell V-20.....	151
ANEXO F: Especificaciones técnicas de la sierra de banda Kanuth	152
ANEXO G: Especificaciones técnicas Rectificadora LANDIS Type R	153
ANEXO H: Especificaciones y características equipo de Inspección de Grietas Magnaflux.	154
ANEXO I: Plantillas De Estación De Trabajo.....	155
ANEXO J: Diagrama de recorrido alternativa 1 y 2 respectivamente	160
ANEXO K: Construcción del layout en 3D desde el programa Google Sketchup 8.	162
ANEXO L: Equipos creados en Google Sketchup (corte, torno, fresadora, rectificadora, inspección de grietas, sillas y Tratamiento térmico en Transejes)....	163
ANEXO M: Elementos modelo de simulación alternativa 1	164
ANEXO N: Descripción del proceso de simulación alternativa 1.	165
ANEXO O: Modelo de simulación Alternativa 1.....	168
ANEXO P: Modelo de simulación Alternativa 2.	169
ANEXO Q: Elementos utilizados en modelo de simulación Alternativa 2.	169
ANEXO R: Descripción del proceso de simulación Alternativa 2.	170
ANEXO S: Cotizaciones Barras de acero SAE 8620.....	172
ANEXO T: Plan de estudios Escuela de Estudios Industriales y Empresariales de la Universidad Industrial de Santander	174
ANEXO U: Encuesta Estudio del Impacto Académico.	176

RESUMEN

TÍTULO:

DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN PARA EL LABORATORIO DE AMBIENTE REAL DE MANUFACTURA DE LA ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.¹

AUTOR:

Juan Benedicto Peña Osorio**

PALABRAS CLAVES: Distribución en planta, Eje pasador satélite, Laboratorio de manufactura, Línea de producción, Simulación

DESCRIPCIÓN:

Este proyecto se basa en diseñar una línea de producción para el Laboratorio de Ambiente Real de Manufactura, el cual será implementado en las instalaciones de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales de la Universidad Industrial de Santander. Para esto se inicia con un diagnóstico de la instalación donde se ubicará el laboratorio, junto con un conocimiento del proceso productivo del eje pasador satélite como producto a manufacturar.

Una vez conocido el proceso de manufactura del eje pasador satélite se procede a realizar propuestas de distribución de los equipos tanto disponibles como faltantes dentro del laboratorio. En dichas propuestas se involucran los procesos de corte, torneado, taladrado, fresado, rectificado, e inspección de grietas.

De acuerdo a las alternativas se realiza la simulación de la línea de producción en el programa Flexsim para observar de manera gráfica el comportamiento que tendrá el laboratorio de Ambiente Real de Manufactura dentro de las instalaciones de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales de la U.I.S.

Finalmente se realiza la evaluación financiera de cada una de las alternativas planteadas y se analizará el impacto académico que generará la implementación de un Laboratorio de Ambiente real de Manufactura en la Escuela de Estudios Industriales y empresarios de la Universidad Industrial de Santander.

¹ Proyecto de grado

** Facultad de Ingenierías Físico mecánicas, Escuela de Estudios Industriales y Empresariales.
Director: Ing. Olga Lucia Mantilla Celis; Codirector: Ing. Edwin Alberto Garavito Hernández.

ABSTRACT

TITLE:

DESIGN AND SIMULATION OF A PRODUCTION'S LINE FOR THE REAL ENVIRONMENT MANUFACTURE LABORATORY OF INDUSTRIAL AND BUSINESS STUDIES SCHOOL OF THE INDUSTRIAL UNIVERSITY OF SANTANDER.*

AUTHOR:

Juan Benedicto Peña Osorio**

KEY WORDS: Plant distribution, Satellite shaft, Laboratory of manufacture, Line of production, Simulation.

DESCRIPTION:

This project is based on the design of a production's line for the Real Environment Manufacture laboratory, which will be implemented in the installations of the School of Industrial and Business Studies of the Industrial University of Santander. The project begins with a diagnostic of the installation where the laboratory will be located and knowledge of the productive process of the satellite shaft as a product to manufacture.

Once known the manufacture process of the satellite shaft the project continues with distribution's proposals of available and missing equipment inside the laboratory. Those proposals involve the processes of cutting, drilling, milling, rectification and cracks inspection.

In accordance with the options the simulation of the production's line will be realized in the program Flexsim in order to observe with graphic way the behaviour that will have the Real Environment Manufacture Laboratory inside the installations of the School of Industrial and Business Studies of the U.I.S.

The last part of the project is dedicated to the realization of a financial evaluation of each one of the options formulated and the analysis of the academic impact that will generate the implementation of a Real Environment Manufacture laboratory of the School of Industrial and Business Studies of the Industrial University of Santander.

* Work Degree

** Faculty of physical and mechanical engineering, School of Industrial and Business Studies.
Director: Ing. Olga Lucia Mantilla Celis; Co-director: Ing. Edwin Alberto Garavito Hernández.

TABLA DE CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS

Objetivo	Descripción	Cumplimiento
1	Conocer y analizar el producto y proceso productivo del pasador satélite y determinar las máquinas herramientas requeridas para la línea de producción que se pretende diseñar y simular.	El cumplimiento de este objetivo se encuentra a lo largo del capítulo 5
2	Realizar propuestas de distribución de instalación, donde se incorporen los procesos que se llevarán a cabo dentro del laboratorio (todos los procesos productivos, excepto el de templado requerido para la elaboración del pasador satélite).	Las propuestas se plantan y describen en el capítulo 6 y el cumplimiento de la propuestas de distribución en el capítulo 7
3	Simular las alternativas de distribución para la línea de producción del producto pasador satélite, teniendo en cuenta los recursos y elementos existentes y aquellos que se sugieren incorporar al proceso productivo.	El cumplimiento de este objetivo se plantea en el capítulo 8 y se evidencian en los modelos anexos O y P
4	Realizar las propuestas de acondicionamiento para la instalación del Laboratorio de Ambiente real de Manufactura, en caso de ser necesario.	Se evidencian en el capítulo 9
5	Realizar la evaluación económica de la inversión y puesta en marcha del laboratorio para la alternativa seleccionada.	El cumplimiento de este objetivo se registra a lo largo del capítulo 10 sección 10.1 y 10.2
6	Estudio sobre el impacto académico en la EEIE.	El cumplimiento del objetivo se encuentra en el capítulo 11

INTRODUCCIÓN

El mundo contemporáneo ha obligado a las empresas a buscar continuamente iniciativas que puedan generar ventajas competitivas que les permita sobrevivir en el mercado y posicionarse como líderes en su sector. En ese sentido la innovación dentro de las organizaciones comienza a jugar un papel cada vez más protagónico, no sólo en el sentido de desarrollo de nuevos productos, sino en la innovación de los procesos de manufactura. Por esa razón, las empresas están reconociendo rápidamente la importancia de tener a la academia como un aliado estratégico en su camino de fortalecer la investigación y la innovación dentro de sus organizaciones.

Conociéndose esto, y reconociendo la importancia del papel que juega la universidad a través de la formación de sus egresados, la producción intelectual y el desarrollo de proyectos de extensión acordes a éstas líneas de crecimiento, la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales ha decidido crear un proyecto que facilite la integración entre la industria y la academia, dándose origen al proyecto de “Ambiente Real de Manufactura”.

En este proyecto se conocerá las condiciones actuales en las que está la instalación asignada al laboratorio de Ambiente Real de Manufactura junto con el proceso productivo del eje pasador satélite como primera medida. Posteriormente se realizarán dos propuestas de distribución para la línea de producción del eje pasador satélite y se simularán las mismas en el programa Flexsim para visualizar el comportamiento de dicha línea. Se evaluará además financieramente las propuestas y/o alternativas para conocer el monto de las inversiones iniciales requeridas para la implementación del laboratorio, y finalmente se realizará un estudio del impacto académico que podría generar la implementación del laboratorio en la EEIE.

Como resultado de lo anterior se pudo establecer que técnicamente las dos propuestas de distribución se acomodan a la instalación asignada, pero de acuerdo a la evaluación financiera la segunda alternativa se ajusta más a la posibilidad de iniciar la implementación del Laboratorio de Ambiente Real de Manufactura en la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales de la U.I.S.

Como resultado importante, además del estudio del impacto académico, es el grado de aceptación por parte de profesores que de una u otra forma tienen relación con el área de la manufactura y podrían vincularse por medio de prácticas con el Laboratorio de Ambiente Real de Manufactura.

1. GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1 TITULO DEL PROYECTO

DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN PARA EL LABORATORIO DE AMBIENTE REAL DE MANUFACTURA DE LA ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo General

Diseñar y simular la línea de producción del producto pasador satélite, para la creación del laboratorio de ambiente real de manufactura de la escuela de estudios industriales y empresariales de la universidad industrial de Santander, en cooperación con la empresa Dana Transejes.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Conocer y analizar el producto y proceso productivo del pasador satélite y determinar las máquinas herramientas requeridas para la línea de producción que se pretende diseñar y simular.
- Realizar propuestas de distribución de instalación, donde se incorporen los procesos que se llevarán a cabo dentro del laboratorio (todos los procesos productivos, excepto el de templado requerido para la elaboración del pasador satélite).

- Simular las alternativas de distribución para la línea de producción del producto pasador satélite, teniendo en cuenta los recursos y elementos existentes y aquellos que se sugieren incorporar al proceso productivo.
- Realizar las propuestas de acondicionamiento para la instalación del Laboratorio de Ambiente real de Manufactura, en caso de ser necesario.
- Realizar la evaluación económica de la inversión y puesta en marcha del laboratorio para la alternativa seleccionada.
- Estudio sobre el impacto académico en la EEIE.

1.3 ALCANCE

El alcance de este proyecto está definido en diseñar y realizar la simulación de una línea de producción para valorar la inversión de la misma, para la creación del laboratorio de ambiente real de manufactura propuesto para la EEIE de la Universidad Industrial de Santander.

1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA PRÁCTICA

La Escuela de Estudios Industriales y Empresariales ha decidido crear un proyecto que facilite la integración entre la industria y la academia, dándose origen al proyecto de “Ambiente Real de Manufactura”.

Actualmente la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales de la Universidad Industrial de Santander no cuenta con un laboratorio de ambiente real de manufactura, donde los estudiantes puedan afianzar los conocimientos teóricos del área de producción y simulación a través de la práctica. Adicional a esto, la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales en su deseo por integrar la parte académica e investigativa con la industria, desea crear espacios en los que sea

posible aplicar conocimiento, proveer formación práctica, desarrollar nuevos productos y servicios e innovar. Es por esto, que en una primera fase y como parte central de este proyecto para la creación del laboratorio de ambiente real de manufactura, se pretende diseñar y simular una línea de producción de un componente (pasador satélite) para la empresa Dana Transejes, teniendo en mente no sólo la producción en un sistema tradicional, sino también incursionar en el desarrollo de sistemas flexibles de manufactura.

2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

2.1 INFORMACIÓN GENERAL

2.1.1 Universidad Industrial de Santander

La Universidad Industrial de Santander (UIS) es un claustro de educación superior ubicado en la ciudad colombiana de Bucaramanga. Es la primera universidad que incorporo la ingeniería industrial como carrera de estudio profesional en Colombia. Cuenta con sedes en diferentes municipios de Santander como Barrancabermeja, Barbosa, Málaga y el Socorro. Es de carácter público y fue fundada en 1948.

2.1.2 Facultades

Actualmente la universidad cuenta con cinco facultades en las que se adelantan procesos de docencia, investigación y extensión: Ingenierías Físico-Mecánicas, Ingenierías Físico-Químicas, Ciencias, Salud y Humanidades. Cada facultad está conformada a su vez por una o más escuelas, y está dirigida por un decano y un consejo de facultad y tiene, además, un director de investigaciones. Este último es el encargado de la coordinación y el fomento de las actividades de investigativas y extensivas. Las escuelas son unidades académicas y administrativas independientes: cada una tiene un director, un consejo de escuela y un director administrativo, además del personal docente necesario para las labores de enseñanza y los laboratorios necesarios para la realización de actividades prácticas complementarias.

2.1.3 Escuela de Estudios Industriales y Empresariales

La EEIE hace parte de la Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas de la Universidad Industrial de Santander UIS.

La EEIE, cuenta el programa de ingeniería industrial y con programas de posgrado, ofreciendo especializaciones en Evaluación y Gerencia de Proyectos,

Alta Gerencia y Gerencia Estratégica de Marketing. Además ofrece un Diplomado en Gestión Administrativa, Maestría en ingeniería industrial y Maestría en Gerencia de Negocios MBA. Adicionalmente, la EEIE cuenta con una oficina de Extensión creada con el propósito de contribuir a la formación integral de sus estudiantes y egresados con la puesta en práctica de los conceptos aprendidos durante su formación académica, brindando así un servicio de apoyo y orientación al sector empresarial, para el mejoramiento y fortalecimiento de la competitividad a nivel regional.

Actualmente existen en la EEIE tres grupos de investigación como son: Grupo de Investigación FINANCE; Grupo de Optimización de Sistemas Productivos, Administrativos y Logísticos OPALO y el Grupo de Investigación INNOTECH.

Figura 1: Escuela de Estudios Industriales y Empresariales UIS.



Fuente: Escuela de Estudios Industriales y Empresariales UIS

2.1.4 Reseña Histórica

En el año de 1957 surgió la idea del Dr. Guillermo Camacho Caro de crear la Facultad de Ingeniería Industrial en la UIS (esta se convertiría en la primera iniciativa del país). Para su implementación encontró el respaldo del Dr. Low

Maus, Rector de la Universidad.² Un año después, en 1958 empezó a funcionar la carrera de Ingeniería Industrial y el primer centro de estudios conformado por aquellos estudiantes interesados por la facultad, quienes se encargaban de la parte social y académica y además apoyaban a los representantes estudiantiles al consejo, contribuyendo al mejoramiento de la vida estudiantil.

2.1.5 Misión

La Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, orientada por la Misión de la Universidad Industrial de Santander, es una organización académica adscrita a la Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas que tiene como propósitos fundamentales la docencia, investigación y extensión, para la formación integral de personas profesionales a nivel de pregrado y posgrado, capaces de diseñar, emprender, dirigir, gestionar y mejorar sistemas generadores de bienes y servicios; contribuyendo con el desarrollo tecnológico y empresarial de la sociedad.

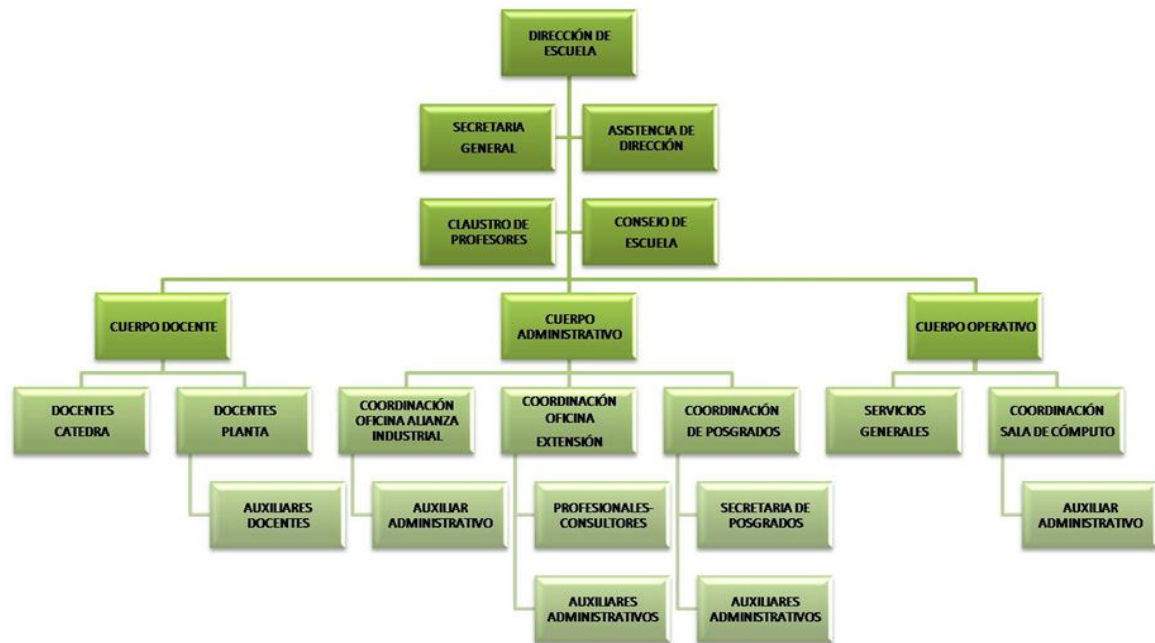
Su accionar se fundamenta en el conocimiento científico, la calidad, el aporte social, la transparencia de sus procesos y el respeto del ser humano y su entorno.

2.1.6 Visión

La Escuela de Estudios Industriales y Empresariales de la Universidad Industrial de Santander, será un actor con perspectiva y reconocimiento nacional e internacional que forma integralmente y con alta calidad profesional y ética a sus egresados a nivel de pregrado, postgrado y educación continua. Asimismo, a través de la investigación y extensión será partícipe de aportes a la ciencia y tecnología, y al crecimiento y desarrollo de las unidades productivas de la región y el país. En la figura 2 se observa la estructura organizacional de la Escuela de Estudios industriales y empresariales de la Universidad Industrial de Santander.

² Portal web Escuela de Estudios industriales y empresariales; EEIEWeb | Por Calumet: Grupo Software

Figura 2: Estructura Organizacional EEIE.



Última actualización: 12 Agosto de 2009. Fuente: Facultad de EEII

La Dirección de Escuela la ejerce actualmente el Ingeniero NÉSTOR RAÚL ORTIZ.

Secretaria: DUBIS JULEIMA ANGARITA U.

Correo electrónico: ingind@uis.edu.co

Carrera 27 con calle 9 ciudad universitaria uis

Bucaramanga - Santander

3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

3.1 DISTRIBUCIÓN DE PLANTA (LAYOUT)

La distribución de planta es un concepto relacionado con la disposición de las máquinas, los departamentos, las estaciones de trabajo, las áreas de almacenamiento, los pasillos y los espacios comunes dentro de una instalación productiva propuesta o ya existente³. La finalidad fundamental de la distribución en planta consiste en organizar estos elementos de manera que se asegure la fluidez del flujo de trabajo, materiales, personas e información a través del sistema productivo.

3.1.1 Características de una Adecuada Distribución de Planta:

- Minimizar los costos de manipulación de materiales.
- Utilizar el espacio eficientemente.
- Utilizar la mano de obra eficientemente.
- Eliminar los cuellos de botella.
- Facilitar la comunicación y la interacción entre los propios trabajadores, con los supervisores y con los clientes.
- Reducir la duración del ciclo de fabricación o del tiempo de servicio al cliente.
- Eliminar los movimientos inútiles o redundantes.
- Facilitar la entrada, salida y ubicación de los materiales, productos o personas.
- Incorporar medidas de seguridad.
- Promover las actividades de mantenimiento necesarias.
- Proporcionar un control visual de las operaciones o actividades.
- Proporcionar la flexibilidad necesaria para adaptarse a las condiciones cambiantes.

³ Distribución de planta (Layout) [online]. Caldas (Manizales): Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales. Dirección Nacional de Servicios Académicos Virtuales. Disponible en: <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4100002/lecciones/taxonomia/layout.htm#arriba>.

3.1.2 Objetivo de la Distribución en planta:

El objetivo básico que persigue la distribución en planta es hallar una ordenación de las áreas de trabajo y del equipo, que sea la más económica para el trabajo, al mismo tiempo que la más segura y satisfactoria para los empleados.⁴

La distribución en planta tiene dos intereses: Un interés económico, con el que persigue aumentar la producción, reducir los costos, satisfacer al cliente mejorando el servicio y mejorar el funcionamiento de las empresas. Y un interés social, con el que busca darle seguridad al trabajador y satisfacer al cliente.

Parámetros para la elección de una adecuada Distribución de Planta:

El tipo de distribución elegida vendrá determinado por:

- La elección del proceso.
- La cantidad y variedad de bienes o servicios a elaborar.
- El grado de interacción con el consumidor.
- La cantidad y tipo de maquinaria.
- El nivel de automatización.
- El papel de los trabajadores.
- La disponibilidad de espacio.
- La estabilidad del sistema y los objetivos que éste persigue.

Las decisiones de distribución en planta pueden afectar significativamente la eficiencia con que los operarios desempeñan sus tareas, la velocidad a la que se pueden elaborar los productos, la dificultad de automatizar el sistema, y la capacidad de respuesta del sistema productivo ante los cambios en el diseño de los productos, en la gama de productos elaborada o en el volumen de la demanda.

⁴ Juan Ramón Martínez, Mario Zamora Benjamín, Orlando Velado. Distribución en planta.

3.1.3 Tipos Básicos de Distribución en Planta:

Existen cuatro tipos básicos de distribuciones en planta:

- **Distribución por Procesos**⁵: Las máquinas y servicios son agrupados de acuerdo las características de cada uno, es decir que si organiza su producción por proceso debe diferenciar claramente los pasos a los que somete su materia prima para dejar el producto terminado, como por ejemplo primero cuando la selecciona la materia prima, segundo cuando la corta, tercero donde la pule y cuarto donde la pinta.

Características:

- Esta distribución es común en las operaciones en las que se pretende satisfacer necesidades diversas de clientes muy diferentes entre sí.
- El tamaño de cada pedido es pequeño, y la secuencia de operaciones necesarias para fabricarlo varía considerablemente de uno a otro.
- Las máquinas en una distribución por proceso son de uso general y los trabajadores están muy calificados para poder trabajar con ellas.

- **Distribución por Producto** o en Línea: Esta es la llamada línea de producción en cadena o serie. En esta, los accesorios, máquinas, servicios auxiliares etc. Son ubicados continuamente de tal modo que los procesos sean consecuencia del inmediatamente anterior.

Características:

- Toda la maquinaria y equipos necesarios para fabricar determinado producto se agrupan en una misma zona y se ordenan de acuerdo con el proceso de fabricación.

⁵ Tesis: La importancia de la distribución en planta dentro de la industria del poliestireno expandido en Guatemala, Ana Luisa Sanabria. Universidad Francisco Marroquín. 2004

- Se emplea principalmente en los casos en que exista una elevada demanda de uno o varios productos más o menos normalizados.
- **Distribución de Posición Fija:** Se trata de una distribución en la que el material o el componente permanecen en lugar fijo. Todas las herramientas, maquinaria, hombres y otras piezas del material concurren a ella.

Características:

- El producto permanece estático durante todo el proceso de producción.
- Los trabajadores, las máquinas, los materiales o cualquier otro recurso productivo son llevados hacia el lugar de producción.
- La intensidad de utilización de los equipos es baja, porque a menudo resulta menos gravoso abandonar el equipo en un lugar determinado. Donde será necesario de nuevo en pocos días, que trasladarlo de un sitio a otro.
- Con frecuencia las máquinas, ya que solo se utilizan durante un período limitado de tiempo, se alquilan o se subcontratan.
- Los trabajadores están especialmente cualificados para desempeñar las tareas que de ellos se esperan, por este motivo cobran salarios elevados.
- **Distribuciones Híbridas:** Las células de Trabajo: La distribución por células de fabricación consiste en la agrupación de las distintas máquinas dentro de diferentes centros de trabajo, denominadas celdas o células, donde se realizan operaciones sobre múltiples productos con formas y procesos similares.

Inconvenientes:

- Incremento costo
- Incremento de desorganización por el cambio de una distribución por proceso a una distribución celular.
- Potencial incremento de los tiempos inactivos de las máquinas.

- Riesgo de que las células queden obsoletas a medida que cambian los productos y procesos.

Ventajas

Las ventajas se verán reflejadas en un menor costo de producción y en una mejora en los tiempos y en una mejora en los tiempos de suministro y en el servicio al cliente, incluso, podrían conseguirse mejoras en la calidad, aunque ello necesitará de otras actuaciones aparte del cambio en la distribución.

3.1.4 Métodos para la planeación de Distribución de Planta

Se tienen varios tipos de métodos para la planeación de una distribución de planta, entre los cuales están: el Systematic Layout Planning (SLP), CRAFT, BLOCPLAN, MULTIPLE, y el diagrama de relación de actividades. Cada uno de los métodos se describe a continuación⁶:

SLP: Fue creado por Richard Muther (1976), que consiste en un marco laboral de fases con los cuales cada proyecto es una disposición; un patrón de los procedimientos para el planeamiento paso a paso de los procesos, y un sistema de las convenciones para identificar, visualizar, y clasificar las diferentes actividades, relaciones, y alternativas implicados en cualquier disposición de la distribución⁷

El método de CRAFT utiliza una caja o rectángulo para los datos de entrada para el flujo entre departamentos. El CRAFT comienza determinando los centros de los departamentos en la disposición inicial. Después calcula la distancia rectilínea entre los pares de centros de los departamentos y almacena los valores en una matriz de la distancia y calcula la disposición de los departamentos.

⁶ PIERRE, Michael. Distribución en planta. Ediciones Deusto. Serie B. Tomo 1

⁷ Muther, R. 1968. Planificación y proyección de la empresa industrial (Método SLP). Editorial Técnicos Asociados S.A., Barcelona (España).

El BLOCPLAN fue desarrollado por Donaghey and Pire, aquí los departamentos se arreglan en bandas, y en todos los departamentos se respetan la forma de dimensión y su forma. BLOCPLAN utiliza un diagrama de relación así como una caja o rectángulo con datos de entrada para el flujo. El número de bandas es determinado por el programa y limitado a dos o tres bandas, sin embargo, a las anchuras de la banda se le permiten variar y así determinar la nueva distribución.

En la tabla 1 se muestran los elementos de los métodos antes descritos, para tener una idea más clara de las características comunes de cada método:

Tabla 1: Elementos de los métodos para la distribución de planta⁸.

Método	Elementos
SLP	Diagrama de relación de actividades Producto (P), bienes producidos Cantidad (Q), Volumen producido Ruta (R), Procesos realizados Servicios (S), Auxiliar y utilidad a las actividades
CRAFT	Flujo de materiales y personas entre departamentos Datos de entrada Distancias Almacén de valores Disposición de departamentos
COMBINED COMPUTER AIDED APPROACH	Flujo de materiales entre departamentos Distancia entre departamentos Diagrama de relación de actividades
BLOCPLAN	Diagrama de relación de actividades Dimensión de los departamentos Formas de los departamentos
DIAGRAMA DE RELACIÓN DE ACTIVIDADES	Relación entre departamentos Distancia entre departamentos Flujo de material y personas entre departamentos
MÚLTIPLE	Distancia entre departamentos Localización de departamentos Distribuciones de planta

⁸ Ibid

3.2 MÁQUINAS HERRAMIENTAS

La máquina herramienta⁹ es una máquina estacionaria y motorizada que se utiliza para dar forma o modelar materiales sólidos, especialmente metales. El modelado se consigue eliminando parte del material de la pieza o estampándola con una forma determinada. Son la base de la industria moderna y se utilizan directa o indirectamente para fabricar piezas de máquinas y herramientas. Estas máquinas pueden clasificarse en tres categorías: máquinas desbastadoras convencionales, prensas y máquinas herramientas especiales. Las máquinas desbastadoras convencionales dan forma a la pieza cortando la parte no deseada del material y produciendo virutas. Las prensas utilizan diversos métodos de modelado, como cizallamiento, prensado o estirado. Las máquinas herramientas especiales utilizan la energía luminosa, eléctrica, química o sonora, gases a altas temperaturas y haces de partículas de alta energía para dar forma a materiales especiales y aleaciones utilizadas en la tecnología moderna.

A continuación se presenta un breve significado de las maquinas herramientas utilizadas en los procesos de manufactura.

SIERRAS: Las sierras mecánicas más utilizadas pueden clasificarse en tres categorías, según el tipo de movimiento que se utiliza para realizar el corte: de vaivén, circulares o de banda. Las sierras suelen tener un banco o marco, un tornillo para sujetar la pieza, un mecanismo de avance y una hoja de corte.

TORNO: La máquina giratoria más común y más antigua, sujeta una pieza de metal o de madera y la hace girar mientras un útil de corte da forma al objeto. El útil puede moverse paralela o perpendicularmente a la dirección de giro, para obtener piezas con partes cilíndricas o cónicas, o para cortar acanaladuras. Empleando útiles especiales un torno puede utilizarse también para obtener

⁹ Beltrán B. y Lovoz Arthur (sf). Máquinas y Herramientas, (Ed) CECSA.

superficies lisas, como las producidas por una fresadora, o para taladrar orificios en la pieza.

FRESADORA: En las fresadoras, la pieza entra en contacto con un dispositivo circular que cuenta con varios puntos de corte. La pieza se sujeta a un soporte que controla el avance de la pieza contra el útil de corte. El soporte puede avanzar en tres direcciones: longitudinal, horizontal y vertical. En algunos casos también puede girar. Las fresadoras son las máquinas herramientas más versátiles. Permiten obtener superficies curvadas con un alto grado de precisión y un acabado excelente. Los distintos tipos de útiles de corte permiten obtener ángulos, ranuras, engranajes o muescas.

TALADRADORAS Y PERFORADORAS: Las máquinas taladradoras y perforadoras se utilizan para abrir orificios, para modificarlos o para adaptarlos a una medida o para rectificar o esmerilar un orificio a fin de conseguir una medida precisa o una superficie lisa.

Hay taladradoras de distintos tamaños y funciones, desde taladradoras portátiles a radiales, pasando por taladradoras de varios cabezales, máquinas automáticas o máquinas de perforación de gran longitud. La perforación implica el aumento de la anchura de un orificio ya taladrado. Esto se hace con un útil de corte giratorio con una sola punta, colocado en una barra y dirigido contra una pieza fija. Entre las máquinas perforadoras se encuentran las perforadoras de calibre y las fresas de perforación horizontal y vertical¹⁰.

RECTIFICADORAS: Las rectificadoras son máquinas herramientas equipadas con muelas abrasivas de precisión y sistemas adecuados para sujetar, colocar, girar o desplazar la pieza para poder afinarla hasta lograr el tamaño, forma y acabado deseados. La muela va montada en un eje movido por un motor, que la hace girar

¹⁰ Ibid

a unos 30 metros/segundo. Las rectificadoras suelen clasificarse según la forma de la pieza a afinar, el modo de sujeción y la estructura de la máquina.

3.2.1 Programación de Máquina Herramienta CNC

Para la programación de una máquina herramienta CNC¹¹ los pasos a seguir para su programación son similares a aquellos establecidos en la manufactura. Primero el análisis del dibujo y definición de la pieza, el cual debe contener:

- La información dimensional.
- Las tolerancias dimensionales y de forma permitidas.
- El acabado superficial de la pieza.
- El material de la pieza.
- Otros datos

Del análisis de este dibujo el programador obtiene el conjunto de superficies que van a ser maquinadas, las dimensiones de la pieza en bruto y las herramientas de corte que van a utilizarse en el proceso.

3.2.1.1 Elección del sistema de coordenadas en control numérico:

Cuando la posición a la que la herramienta ha de desplazarse ha sido programada, el sistema de Control Numérico Computarizado mueve la herramienta a esa posición utilizando las coordenadas contenidas en los vocablos dimensionales del bloque.

3.2.1.2 El Sistema Coordinado de Trabajo:

El sistema coordinado utilizado en el maquinado de la pieza se conoce como sistema coordinado de trabajo. El origen de este sistema se define en un punto de utilidad para la programación de la geometría de la pieza.

¹¹ El Control Numérico y la Programación manual de las MHCN. J. Gonzalez.Ed. URMO

3.2.1.3 Información Geométrica:

La mayoría de los fabricantes ofrecen programación en códigos G, un lenguaje que usa códigos predefinidos para controlar los movimientos de la máquina. Los códigos G están normalizados por la ISO-EIA en la norma ISO 6983 —Numerical control of Machines¹².

Los códigos G son usados para especificar movimiento, caso en que se denominan códigos G de eventos, o para realizar funciones en el controlador CNC, caso en el que se llaman códigos G preparatorios. Existen códigos G para eventos especiales que denotan operaciones más complejas como roscados. Algunos controladores recientes toman medidas de anticipación al cambiar las condiciones de operación. Un ejemplo típico es disminuir la velocidad de mecanizado cuando se va a dar un cambio brusco de sección, de esta manera se provee un mejor terminado en la pieza.

En la tabla 2 se presentan los códigos G más comúnmente usados:

Tabla 2: Códigos G, para programación de maquinaria CNC.

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	TIPO DE CÓDIGO
G00	Movimiento Lineal Rápido	Evento
G01	Movimiento Lineal a una razón definida	Evento
G02	Movimiento en arco en sentido horario.	Evento
G03	Movimiento en arco en sentido anti horario.	Evento
G41/42	Valores de longitud y diámetro de la herramienta.	Preparación
G43	Selección de longitud de la herramienta.	Preparación
G53-G59	Valores de fijación del material.	Preparación
G70	Sistema inglés (medidas en pulgadas)	Preparación
G71	Sistema internacional	Preparación
G90	Posicionamiento absoluto (respecto a un cero conocido)	Preparación
G91	Posicionamiento incremental desde el último punto programado	Preparación

Fuente: Autor de Proyecto

¹² Norma DIN 66024 - ISO 6983 y DIN 66025

3.2.1.4 Información Tecnológica:

Además de los comandos que realizan las operaciones de mecanizado el integrador del control, la persona que incluye el controlador en la máquina CNC, define códigos M que se utilizan para realizar funciones diversas¹³. La norma ISO menciona algunos códigos M. En la tabla 3 se presentan algunos códigos M comunes.

Tabla 3: Códigos G, para programación de maquinaria CNC.

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
M02/M30	Fin de Programa CNC.
M03	Encender husillo, sentido horario
M04	Encender husillo, sentido anti horario
M05	Apagar husillo
M06	Cambio de herramientas
M08	Abrir llave de refrigerante
M09	Cerrar llave refrigerante

Fuente Autor de Proyecto

3.3 SIMULACIÓN

La simulación es la imitación de la operación de un proceso o de un sistema del mundo real a través del tiempo. Si se hace a mano o en un computador, la simulación implica la generación de una historia artificial de un sistema, y la observación de esa historia artificial para sacar conclusiones sobre las características de funcionamiento del sistema real¹⁴.

¹³ Lasheras, José María (1996). Tecnología mecánica y metrotécnia. Octavio y félez, S. A.

¹⁴ Banks, Jerry, y otros. Discrete-Event system simulation. Prentice Hall. 2001

Una definición más formal formulada por R.E. Shannon¹⁵ es: "La simulación es el proceso de diseñar un modelo de un sistema real y llevar a término experiencias con él, con la finalidad de comprender el comportamiento del sistema o evaluar nuevas estrategias -dentro de los límites impuestos por un cierto criterio o un conjunto de ellos - para el funcionamiento del sistema".

3.3.1 Etapas para realizar un Estudio de Simulación

- **Definición del sistema:** Consiste en estudiar el contexto del problema, identificar los objetivos del proyecto, especificar los índices de medición de la efectividad del sistema, especificar los objetivos específicos del modelamiento y definir el sistema que se va a modelar.
- **Formulación del modelo:** Una vez definidos con exactitud los resultados que se esperan obtener del estudio, se define y construye el modelo con el cual se obtendrán los resultados deseados. En la formulación del modelo es necesario definir todas las variables que forman parte de él, sus relaciones lógicas y los diagramas de flujo que describan en forma completa el modelo.
- **Colección de datos:** Es importante que se definan con claridad y exactitud los datos que el modelo va a requerir para producir los resultados deseados.
- **Implementación del modelo en la computadora:** Con el modelo definido, el siguiente paso es decidir si se utiliza algún lenguaje como el fortran, algol, lisp, etc., o se utiliza algún paquete como Automod, Promodel, Vensim, Stella y iThink, GPSS, simula, simscript, Rockwell Arena, [Flexsim], etc., para procesarlo en la computadora y obtener los resultados deseados.

¹⁵ Shannon, Robert; Johannes, James D. (1976). «Systems simulation: the art and science». IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics 6(10). pp. 723-724.

- **Verificación:** El proceso de verificación consiste en comprobar que el modelo simulado cumple con los requisitos de diseño para los que se elaboró. Se trata de evaluar que el modelo se comporta de acuerdo a su diseño.
- **Validación Del Sistema:** A través de esta etapa es valorar las diferencias entre el funcionamiento del simulador y el sistema real que se está tratando de simular.

3.3.2 Simulación por Computadora

La simulación por computadora se ha convertido en una parte útil del modelado de muchos sistemas naturales en física, química y biología, y sistemas humanos como la economía y las ciencias sociales (sociología computacional), así como en dirigir para ganar la penetración su comportamiento cambiará cada simulación según el conjunto de parámetros iniciales supuestos por el entorno. Las simulaciones por computadora son a menudo consideradas seres humanos fuera de un loop de simulación.¹⁶

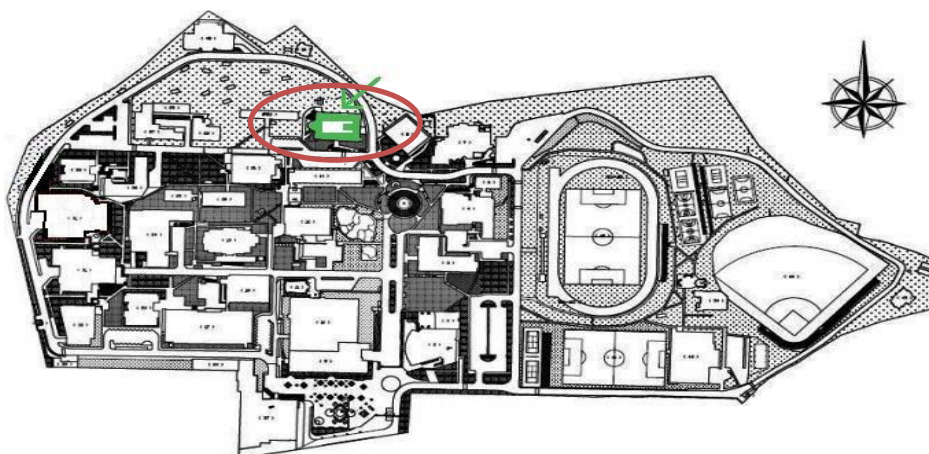
Es frecuentemente usada como un accesorio para las soluciones analíticas de forma cerrada. Se encuentran tipos diferentes de simulación por computadora. La característica común que todas ellas comparten es el intento por generar una muestra de escenarios representativos para un modelo en que una enumeración completa de todos los estados posibles sería prohibitiva o imposible.

¹⁶ Izquierdo, Luis R.; Galán, José M.; Santos, José I. del Olmo, Ricardo. Modelado de sistemas complejos mediante simulación basada en agentes y mediante dinámica de sistemas. 16. pp. 85-112.

4. DESCRIPCIÓN ACTUAL DE LA INSTALACIÓN ASIGNADA PARA EL LABORATORIO DE AMBIENTE REAL DE MANUFACTURA

La nueva instalación para el laboratorio de Ambiente Real de manufactura se encuentra ubicada en la planta baja o nivel cero del edificio de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales de la Universidad Industrial de Santander de la ciudad de Bucaramanga. En la Figura 3 se indica la ubicación geográfica del edificio de la EEIE.

Figura 3: Localización geográfica de la EEIE en la UIS.



Fuente: <http://carpintero.uis.edu.co>

La localización de la instalación del laboratorio de ambiente real de manufactura se encuentra en un lugar privilegiado donde dispone de accesibilidad rápida a estudiantes, profesores, clientes y proveedores. Al encontrarse ubicado dentro del edificio de Ingeniería Industrial ofrece un ambiente favorable al público en relación con las actividades propias de manufactura que se pretenden desarrollar dentro de la instalación.

La instalación está construida en forma de L y cuenta con un área utilizable total de 189.8098 m² aproximadamente.

Las dimensiones del lugar en metros son las siguientes:

- Altura: 3 metros aproximadamente debido a que la superficie del piso no es constante o pareja.
- Largo: 24 metros
- Ancho: 6 metros y 8.48 metros en la parte más profunda.

Las áreas de las diferentes secciones son:

- Área de trabajo y/o manufactura: 157.0118 m²
- Bodega: 26.1814 m²
- Baño: 7.0277 m²

Como se describe anteriormente, el laboratorio presenta una zona de Baño, el cual está dotado de los servicios de una Ducha, un sanitario, un orinal y un lavamanos.

Existe una pequeña área en la cual el espacio disponible está limitada por la altura que es de 2.24 metros, cuenta además con una ruta de acceso, por lo que debe estar despejada. La instalación se encuentra anexa a la subestación eléctrica como se observa en el Anexo A, en este mismo anexo se muestra el plano físico del Laboratorio de Ambiente real de Manufactura.

El diseño de la instalación, se construyó teniendo en cuenta las características para la instalación de una celda de manufactura y, faltan por ultimar detalles de construcción y acabados como es el caso del piso, techo y otros. Éstas características se describen a continuación:

4.1 VÍAS DE ACCESO

Presenta 2 vías de acceso. La entrada o puerta principal de un ancho de 3.401 metros y 3 metros de alto aproximadamente. Funciona como vía principal de evacuación por ser la más amplia.

Una puerta secundaria que conduce hacia el primer piso o planta 1 del edificio por medio de una escalera en concreto.

En cuanto a vías de acceso para vehículo liviano o pesado es nula la presencia de éstas, pero se facilita la utilización de una carretera principal que pasa cerca de la instalación.

4.2 PASILLOS

El laboratorio no cuenta con pasillos demarcados aún, debido a que no se ha hecho una distribución ni se ha instalado maquinaria. Uno de los objetivos de este proyecto es realizar propuestas de distribución en donde es necesario utilizar y demarcar el pasillo.

4.3 PISO

Es de concreto reforzado, para tráfico pesado, lo cual permite la resistencia de las máquinas y los equipos que se piensan instalar. Actualmente la superficie del lugar aún no tiene un acabado liso que permita un desplazamiento adecuado por el lugar.

4.4 PAREDES Y COLUMNAS

Las paredes están construidas con muros de ladrillo cubiertas de concreto y pintadas recientemente de color blanco, debido a la renovación del edificio, permitiendo de esta forma, un ambiente más claro y en donde se refleje la luz.

Las Vigas y columnas están construidas en concreto reforzado el cual tiene las siguientes especificaciones¹⁷:

- $F'c$ 250 Kg/cm² (Resistencia a compresión)
- TAM: 3/4''

¹⁷ Planos - Especificaciones de construcción EEIE

- Acero de refuerzo: Varilla 1/4'' 2529 Kg/cm²
- Varilla 3/8'' 4200 Kg/cm²

4.5 VENTANAS

El área de mecanizado del laboratorio dispone de 10 ventanas que permiten el paso de luz natural complementando la iluminación del lugar. Su estructura está fabricada de material metálico que en este caso es aluminio, provista de cristales (vidrio) traslucidos. Con el fin de mantener la seguridad del lugar se dispone de rejas de hierro.

4.6 TECHO

El techo es de concreto, debido a que está ubicado en la planta baja del edificio.

La altura es de aproximadamente 3 metros medida desde el piso hasta la placa de concreto y dispone de ductos de ventilación para aire acondicionado actualmente instalado. Tiene una alta capacidad de absorción del calor permitiendo que el lugar se mantenga en una temperatura agradable y fresca.

Al ser de concreto el techo no permite el ingreso de la luz solar, limitando un poco la iluminación natural. Cuenta con iluminación artificial.

4.7 INTERIOR

Un ambiente interior agradable puede contribuir de manera considerable a la productividad del personal.

De acuerdo a las observaciones realizadas a la instalación se describe lo siguiente:

- La temperatura ambiente del lugar oscila entre los 23 °C y 27 °C. La instalación cuenta con aire acondicionado por lo que esta temperatura puede ser menor o mayor de acuerdo a las necesidades.

- La iluminación del lugar está básicamente determinada por luz artificial o eléctrica. Cuenta con un total de 16 lámparas de luz alógena. Durante el día la luz solar no incide directamente en el interior del lugar teniendo poca iluminación, por lo que es necesario hacer uso de la luz artificial para tener una mayor claridad.
- Presenta poca ventilación, por lo que se pueden presentar acumulaciones de olores desagradables, polvo y gases, originados por los equipos causando un grado de impacto sobre el personal que esté trabajando, por lo cual es un factor considerable a la hora de hacer propuestas de acondicionamiento, como por ejemplo la instalación y utilización de extractores.

De acuerdo a lo anterior y de manera general todo esto debe someterse o limitarse al cumplimiento de la resolución 2400 de 1979¹⁸ en su título II, capítulo I artículos 7, 8 y 9 donde se especifican y exigen las condiciones adecuadas para las áreas de trabajo, que necesariamente se tendrán en cuenta.

4.8 SUMINISTRO ELÉCTRICO

El lugar está dotado con 12 cajas para tomacorrientes distribuidos uniformemente a lo largo de la instalación en las paredes a una altura aproximada de 1 metro del piso. El suministro eléctrico es de 110 v - 120 v. Cuenta con una subestación eléctrica anexa, la cual puede generar la cantidad de corriente requerida y mantener el fluido eléctrico constante.

¹⁸ RESOLUCIÓN 2400 DE 1979 (mayo 22) MINISTERIO DE TRABAJO Y SEGURIDAD SOCIAL, Por la cual se establecen algunas disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo. Artículos 7, 8 y 9

5. ESTUDIO DEL PROCESO PRODUCTIVO EJE PASADOR SATÉLITE

5.1 PRODUCTO

Eje pasador satélite.

- Eje pasador satélite Referencia 1.
- Eje pasador satélite Referencia 2.

5.2 USUARIO – CLIENTE

Empresa Dana Transejes seccional Bucaramanga.

5.3 DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

El eje pasador satélite es un componente que hace parte del eje diferencial de los automóviles. El eje diferencial cumple la función de transmitir la fuerza a las ruedas de un automóvil aumentando el torque del tren de mando, pero esto es solo una parte de lo que hace un eje diferencial.¹⁹

5.3.1 Constitución y partes del eje diferencial

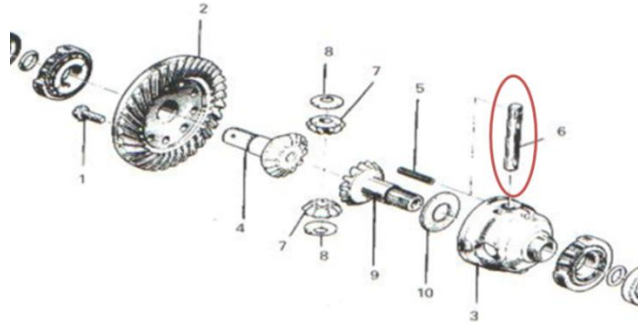
Está constituido por la corona (2), que se une a la caja del diferencial por medio de tornillos (1), y en su interior se aloja el mecanismo diferencial, formado por los satélites (7, en n° de dos generalmente) y los planetarios (4) y (9). Los satélites se montan sobre el eje pasador satélite (6) que va alojado en la carcasa (3), de manera que puedan girar libremente en él; pero son volteados por la caja (3) cuando gira la corona (2). El eje pasador satélite se ajusta a la caja (3) por medio de un pin (5).

Engranados con los satélites se montan los planetarios, cuyos ejes de giro se alojan en la corona y caja del diferencial respectivamente, pudiendo girar libremente en ellos con interposición de casquillos de fricción. A los ejes de los

¹⁹ DANA Transejes – Productos - Diferenciales

planetarios se unen a su vez los palieres, que transmitirán el movimiento a las ruedas. En la figura 4 se observa los componentes del eje diferencial.

Figura 4: Componentes eje Diferencial



Fuente: Dana Transejes

Una vez conocido e identificado la posición que juega el pasador satélite en el eje diferencial se describen a continuación sus características físicas y técnicas.

5.4 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS EJE PASADOR SATÉLITE

5.4.1 Forma y dimensiones

El eje pasador es un trozo de acero macizo de forma cilíndrica cuyas dimensiones varían según la referencia o especificación.

- **Largo:** 126.49 mm - 127.25 mm.
- **Diámetro:** Después de tratamiento térmico: 18.204 mm – 18.240 mm.
- **Peso:** 0.23 Kg – 0.27 Kg aproximadamente.

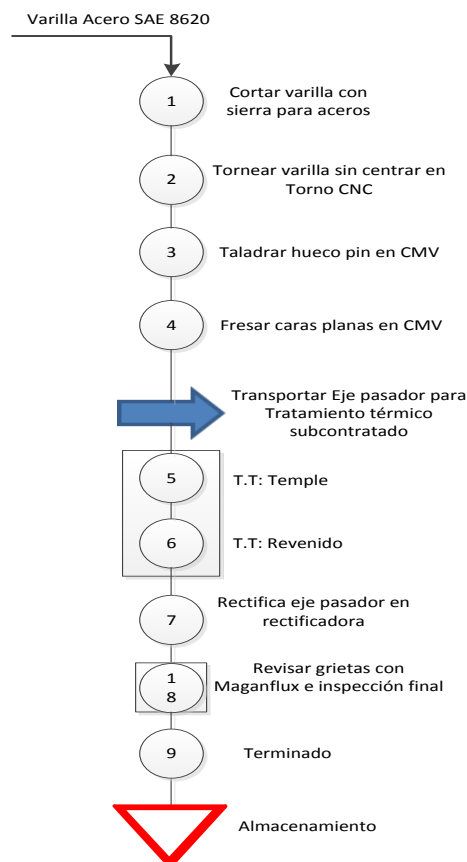
En el Anexo B se observa el diseño y las dimensiones del eje pasador satélite en sus 2 referencias.

5.5 DIAGRAMA DE PROCESO EJE PASADOR SATÉLITE:

A continuación se observa en el Diagrama 1 las operaciones para la manufactura del eje pasador satélite.

Diagrama 1: Diagrama de operaciones

LABORATORIO DE AMBIENTE REAL DE MANUFACTURA		
Diagrama de operaciones del proceso productivo		
Diagrama número: 1	Comienza en: Almacén de materia prima	Tiempo total de producción: Por estimar y según requerimiento del cliente.
Producto: Eje pasador satélite		
Nombre del proceso: Corte y mecanizado	Termina en: Almacén de producto terminado	Unidades estimadas para producción: 2000 unidades /año
Diagrama Elaborado por: Juan B. Peña.	Total operaciones: 9	
Fecha: Octubre 2011	Total Inspecciones: 1	



Fuente: Autor de Proyecto

5.6 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO

5.6.1 Empresa:

- Laboratorio de ambiente real de manufactura EEIE - UIS.

El análisis del proceso se realizó basándose en la secuencias de operaciones requeridas para la fabricación del eje pasador satélite tal como se observa en el diagrama 1.

El proceso productivo se inicia con la recepción de la materia e insumos requeridos por los diferentes centros de trabajo, corte, torneado, taladrado y fresado, tratamiento térmico (temple y revenido), rectificado, inspección de grietas (Magnaflux) y finalmente llegar al almacén de producto terminado.

La materia prima consiste en un acero especial SAE 8620 con diámetros entre los 20 mm y 30 mm según las necesidades del proceso y/o especificaciones por parte del proveedor.

A continuación se describe cada uno de los procesos directamente involucrados.

5.6.2 Corte

Previo al proceso de corte está el aprovisionamiento de las barras de acero por parte del proveedor, las cuales poseen una longitud promedio de fábrica que oscila entre los 5800 mm y 6000 mm. Sin embargo, de acuerdo a proveedores contactados es posible que estos puedan suministrar el material de acuerdo a los requerimientos que el cliente tenga en cuanto a longitud y diámetro específicamente.

También, una vez definido los planos de diseño del producto y la referencia a fabricar, la longitud de corte puede variar entre los 119 mm para una referencia y

130 mm para otra como máximo, donde se debe dar un margen de material sujeto a desgaste en los diferentes procesos de mecanizado.

Proceso: La barra de acero es ubicada en la máquina de corte que puede ser una sierra eléctrica que posee un disco dentado que gira a gran velocidad, o por medio de una sierra con una hoja dentada con movimientos de vaivén, ubicando la barra a una distancia determinada según dimensiones del producto. En la figura 5 se muestra el corte de la varilla de acero SAE 8620

Figura 5: Corte varilla acero SAE 8620



(a) Sierra de disco y hoja en el proceso de corte de varilla de acero SAE 8620

(b) Barras o trozos de acero SAE 8620 después del corte

5.6.3 Torneado

Una vez cortada la barra de acero se monta en el torno CNC Leadwell T-6 quien se encargará de realizar el proceso de torneado y desgaste de la superficie hasta dejar el eje pasador con las dimensiones exigidas en el diseño del producto.

Para este proceso, el operario debe realizar el desmontaje del componente 2 veces, esto es, la primera vez cuando el equipo ha realizado parte del trabajo en la mitad de la superficie del componente y es necesario girar la pieza 180° sobre el eje x o sujetarla por el otro extremo, y la segunda vez cuando se ha trabajado finalmente en la mitad del componente que hacía falta a causa de las mordazas de la máquina, obteniendo así el acabado sobre el total de la superficie del producto en proceso.

En este proceso se realiza además un biselado de las caras laterales del eje pasador tal como lo indica el Anexo B: Dibujo detallado Eje pasador satélite sección. En este caso el material es el que gira mientras la herramienta de corte se va desplazando sobre la superficie.

En la figura 6 se muestra el proceso de torneado. (Producto similar al eje pasador satélite). Se evidencia que una parte del material no es posible trabajarlo por estar bajo las prensas del mandril.

Figura 6: Proceso de torneado barra acero SAE 8620



Fuente: Celda de manufactura Escuela de Ing. Mecánica UIS.

5.6.4 Taladrado Hueco Pin

Este proceso se realiza en el centro de mecanizado vertical CMV Leadwell V-20. Consiste en el arranque de viruta por medio de una broca que gira a gran velocidad. Las dimensiones y calibre de la broca se determinan por las especificaciones requeridas para el producto. El diámetro de la broca teniendo en cuenta la función que cumple el agujero a realizar, es de 6.0 a 6.25 milímetros de diámetro, esto con el fin de que el “eje prisionero” o tornillo sujetador se acople perfectamente a la carcasa. Este proceso se realiza primero que el de fresado ya que un vez hecho el hueco para el pin de juste, se facilita demarcar las caras planas. La barra de acero se monta sobre la mesa del CMV de forma horizontal

quedando prensada y estática, mientras la herramienta, en este caso una broca va perforando el hueco hasta atravesar totalmente la barra. El proceso de taladrado se ilustra en la figura 7.

Figura 7: Taladrado hueco pin. (Similar para eje pasador satélite).



Fuente: Celda de manufactura Escuela de Ing. Mecánica UIS.

5.6.5 Fresado Caras Planas

Continuando el material dentro del centro de mecanizado Leadwell V-20 y programada la máquina herramienta, se procede a realizar el proceso de fresado de caras planas. En las tabla 2 y 3 se mostraron algunos de los códigos M más comunes utilizados en el lenguaje de programación para máquinas CNC.

El proceso de fresado consiste en el arranque de viruta por medio de una herramienta giratoria llamada fresa sobre una superficie, en este caso la del eje pasador satélite. En la figura 8 se muestra un proceso similar al que sería el fresado de caras planas del eje pasador satélite.

Figura 8: Proceso fresado caras planas. (Similar para eje pasador satélite).



Fuente: Celda de manufactura Escuela de Ing. Mecánica UIS.

5.6.6 Tratamiento Térmico

En el Anexo C. Especificación de casos de endurecimiento No. FW-204 (ES-HT-FW0204), se indican los métodos y condiciones que se deben tener en cuenta a la hora de realizar dicho proceso. Básicamente los procesos de tratamiento térmico que se le realizarán al eje pasador satélite son los siguientes:

- Templado
- Revenido

Estos procesos como tal no se pretenden realizar en las instalaciones del laboratorio de manufactura, por lo que se debe tercerizar dicho servicio.

En la ciudad de Bucaramanga actualmente dicho servicio de tratamiento térmico lo realizan tres empresas: Dana Transejes, IMAT y TANUSI. La primera de éstas, DANA Transejes, como partícipe del proyecto y beneficiaria directa será la encargada de realizar dicho tratamiento térmico.

5.6.7 Rectificado

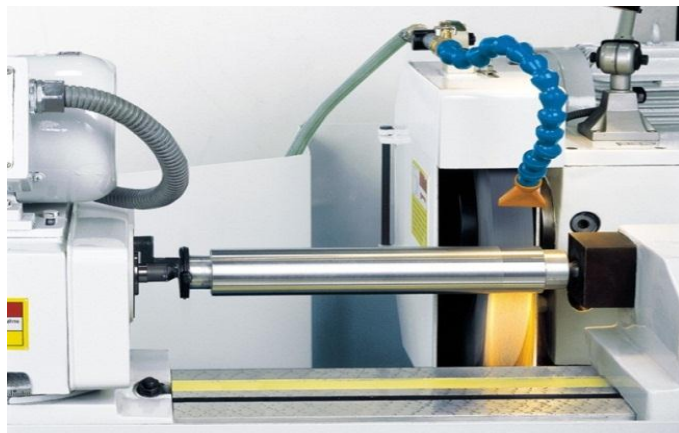
Una vez hecho el tratamiento térmico correspondiente, el eje pasador satélite es sometido al proceso de rectificado en el que la máquina herramienta rectificadora

realiza un acabado superficial utilizando discos abrasivos robustos llamados muelas.

Este proceso es realizado únicamente en el contorno del eje pasador, exceptuando las caras planas que se hicieron en el fresado. Estas caras planas se deben dejar sin rectificar ya que las condiciones de operación del producto así lo requieren. La función del proceso de rectificado es eliminar las impurezas mayores que quedaron del tratamiento térmico y darle la dimensión final requerida.

En la figura 9 se observa la operación de rectificado para un producto similar al eje pasador satélite.

Figura 9: Proceso de rectificado. (Similar para el eje pasador satélite).



Fuente: Knuth

5.6.8 Inspección y Revisión de Grietas (Magnaflux)

Uno de los métodos más utilizados en la detección de fallas por partículas magnéticas, es el "Magnaflux". Este método es un ensayo no destructivo que se usa para revelar desperfectos que no pueden ser vistos a simple vista. El proceso consiste en imantar la pieza a ser inspeccionada y sumergirla en un tanque que contenga óxido de hierro en suspensión en Varsol (un producto similar al kerosene), cuyo punto de ebullición esté aproximadamente a 150 C. El kerosene

puede ser usado, pero generalmente es demasiado aceitoso para dar resultados satisfactorios. La inspección deberá especializarse en aquellos sitios donde más frecuentemente se producen las fallas, las que de una manera general se dan inicialmente. En la figura 10 se observa el equipo para realizar este proceso.

En este proceso no solo se verifica que el producto no presente fallas, trizaduras, porosidad, fallas de sobrecalentamientos o enfriamientos bruscos, sino además que las dimensiones, especificaciones y estándares de calidad se cumplan.

Figura 10: Equipo de inspección de grietas Magnaflux.



Fuete. Tomado de la página web: <http://www.sager.com.co>

5.6.9 Terminado

Este proceso consta de un operario, el cual se encargará de darle los acabados finales al eje pasador, como por ejemplo, referenciación, limpieza, y clasificación.

5.6.10 Almacenamiento

Finalmente revisado el producto, este es almacenado en la bodega de producto terminado para su posterior entrega al cliente.

En la figura 11 se observa una fotografía del Eje pasador satélite como producto terminado.

Figura 11: Eje Pasador Satélite terminado



Fuente: Dana Transejes

5.7 TIEMPOS ESTIMADOS A PARTIR DE OPERACIONES SIMILARES

Una vez conocidos las operaciones básicas necesarias para la fabricación del eje pasador satélite, por medio de un estudio de tiempos para operaciones similares realizado en la empresa Dana Transejes se estimaron los tiempos de operación para la manufactura del eje pasador satélite. Los tiempos estimados para los diferentes procesos se calcularon con base en operaciones similares que se requieren para la manufactura del pasador.

Los tiempos que se muestran a continuación varían de acuerdo a las máquinas y equipos con los que se vayan a trabajar, pero básicamente los tiempos son los más aproximados.

En la Tabla 4 se observan los tiempos por ciclo estimados en segundos, para las operaciones anteriormente descritas.

5.8 CARACTERÍSTICAS MATERIA PRIMA

Según la Sociedad Norteamericana de Ingenieros Automotores (SAE) y el Instituto americano del hierro y el acero (AISI) como normas para la clasificación de aceros y aleaciones de materiales no ferrosos, el tipo de material requerido para la manufactura del eje pasador satélite es:

Tabla 4: Tiempos estimados a partir de operaciones similares.

Línea de Producción: EJE PASADOR SATÉLITE				
OPERACIÓN	EQUIPO	Tiempo de ciclo (seg/ciclo) Estimados	Unidades por ciclo	Capacidad a 100% (3600 / t ciclo)*Unid/ciclo
Corte Varilla 3 mt sin calibrar		20	1	180
Torneado (sin centrar)	CNC- Leadwell T-6	30 * 2	1	60
Fresado caras planas	CNC- Leadwell V-20	85	2	84,71
Taladrado hueco pin		30	1	120
Tratamiento térmico: Temple, Revenido	T.T. Dana Transejes	35	1	102,86
		7200	380	190
Rectificado		50	1	72
Revisión de Grietas (Magnaflux)	Magnaflux	18	1	200
Inspección Final		32	1	112,5

Fuente: Autor de Proyecto

5.8.1 Material: Acero SAE 8620.

- **Análisis químico:** según Norma Nacional NMX B-300²⁰ (% en peso):

En la Tabla 5 se observan los porcentajes de composición del acero SAE 8620.

Tabla 5: Composición química acero SAE 8620 según norma NMX.

C	Si	Mn	P máx	S máx	Ni	Cr	Mo
0.18 - 0.23	0.15 - 0.35	0.70 - 0.90	0.035	0.040	0.40 - 0.70	0.40 - 0.60	0.15 - 0.25

Fuente: Grupo Palmex – México

- **Tipo:** Acero de baja aleación al níquel-cromo-molibdeno.
- **Formas y Acabados:** Barra redonda, cuadrada, hexagonal y solera laminadas o forjadas en caliente, peladas o maquinadas.

²⁰ Norma Oficial Mexicana donde establece los requisitos que deben cumplir las barras de acero de baja aleación, forjadas, laminadas en caliente y formadas en frío.

- **Características:** Acero típico para cementación y para templar superficialmente manteniendo una gran tenacidad en el núcleo. Se puede soldar por métodos comunes.
- **Aplicaciones:** Se utiliza en la fabricación de engranes, piñones, árboles de levas, moldes para la industria del plástico, mordazas, coronas y satélites, entre otros.

5.8.2 Tratamientos térmicos recomendados (valores en ° C):

Tabla 6: Tratamiento térmico recomendado

FORJADO	NORMALIZADO	RECOCIDO		TEMPLADO	REVENIDO	PUNTOS CRÍTICOS APROX.	
		ABLANDAMIENTO	REGENERACIÓN			Ac1	Ac3
1100-1250	890-950	650-700	860-890 Enfriar en horno	925 Cementado 850-880 Aceite	175-200	732	830

Fuente: Grupo Palmex – México

5.8.3 Propiedades mecánicas mínimas estimadas

Tabla 7: Propiedades mecánicas acero SAE 8620

TIPO DE PROCESO Y ACABADO	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN			LÍMITE DE FLUENCIA			ALARGAMIENTO EN 2" %	REDUCCIÓN DE ÁREA %	DUREZA BRINELL	RELACIÓN DE MÁQUINA-BILIDAD 1212 EF = 100%
	MPa (kgf/mm2)	Ksi		MPa (kgf/mm2)	Ksi					
CALIENTE Y MAQUINADO	669	68	97	393	40	57	25	63	192	65
ESTIRADO EN FRÍO	703	72	102	586	60	85	22	58	212	
TEMPLADO Y REVENIDO *	903	92	131	683	70	99	21	52	255	

Fuente: Grupo Palmex – México

* Templado en agua a 840° C y revenido a 540° C. Para este caso las propiedades son promedio.

Notas²¹:

- Las propiedades arriba listadas corresponden a barras de 20mm a 30mm de sección, probadas conforme a las prácticas estándar con probeta de 50 mm según norma nacional NMX B - 172.
- En barras más delgadas de 20mm, deben esperarse valores ligeramente mayores en los datos de resistencia.
- En barras con diámetros mayores de 30mm, existe un efecto de masa que tiene una influencia directa sobre las propiedades mecánicas resultando en una disminución ligera de las mismas.

5.9 INSUMOS REQUERIDOS PARA LA MANUFACTURA DEL EJE PASADOR SATÉLITE

Básicamente los equipos y máquinas herramienta trabajan bajo la acción de la fuerza de fricción, por lo que están sometidas a constante desgaste.

Durante los diferentes procesos el material procesado puede genera desperdicio por lo que es necesario limpiar el material y las herramientas que serán utilizadas, requiriendo así elementos que favorezcan al mantenimiento de los equipos y herramientas. Para mantener la seguridad del operario se disponen de ciertos elementos que contribuyen a preservar la integridad y seguridad de quien opera y manipula las máquinas herramientas.

Algunos de los insumos requeridos por los centros de mecanizado, sea cual sea el tipo o marca del equipo, además de la materia prima indirecta que es utilizada por el personal en el trabajo:

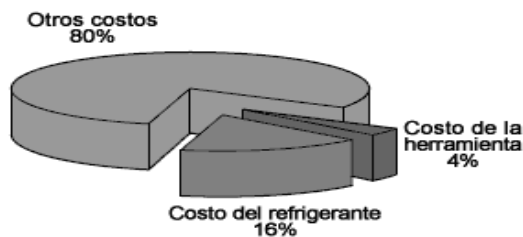
- **Refrigerante:** Actualmente, el refrigerante es muy utilizado especialmente en el mecanizado por tornos CNC y centros de mecanizado. El uso de refrigerante previene el decrecimiento anormal en la durabilidad del filo, que

²¹ Referencia: Acero Maquinaria – SAE 8620 Grupo Palmex.

se produce por el calentamiento y deformación del filo de la herramienta y la acumulación de virutas. El uso de refrigerantes sirve para tres propósitos principales, enfriamiento, lubricación y control de virutas. Para prevenir rupturas térmicas durante el mecanizado, es importante aplicar mucho refrigerante sobre el filo.

- **Costos de los refrigerantes:** En la figura 12 se indica el porcentaje de costo de refrigerante del fabricante de la máquina. El refrigerante puede llegar a abarcar un costo del 16% del total. Esto demuestra que, en ocasiones, el costo del refrigerante puede llegar a ser cuatro veces mayor al costo de la herramienta. Los costos de los refrigerantes (compra, mantenimiento, reciclaje) son muy altos.

Figura 12: Porcentaje de costo de refrigerante del fabricante de la máquina.



Fuente: HyT Metals S.A.²²

- **Aceite guías:** Es un tipo especial de aceite utilizado en la industria manufacturera donde los equipos o máquinas están sometidas a desgastes constantes. Su función es mitigar el deterioro de las máquinas herramientas durante su utilización.
- **Taladrina**²³: Las taladrinas son una serie de productos con un alto poder lubricante y refrigerante, empleados mayoritariamente en la industria del mecanizado metálico y, en menor medida, en la transformación del vidrio,

²² HyT Metals S.A. [en línea] www.hytonline.com.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=238:refrigeracion-en-el-mecanizado&catid=43:infotecnica&Itemid=27 [citado el 7 de noviembre de 2011]

²³ Revista Ambientum. Edición 2004 -Suelos y Residuos

como fluidos de corte y mecanizado en las operaciones donde existe un contacto directo entre la pieza en construcción y la herramienta empleada.

- **Estopas:** Es un material de tela utilizado para la limpieza de superficies muy contaminadas o abrasivas, absorbiendo la mayor cantidad de material residual.
- **Seguetas:** Estas son utilizadas para pequeños cortes de metales o materiales secundarios que se necesiten a una medida determinada.
- Es necesario además contar con seguetas para la sierra de cinta llegado el caso de ser adquirida, ya que su desgaste es constante.
- **Lubricantes en aerosol o líquido:** Hace referencia al modo de uso de elementos en este caso lubricantes para máquinas herramientas. Forma de presentación del producto si es en aerosol o líquido.
- **Aire comprimido:** funcionan mediante la energía mecánica que les proporcionan el aire comprimido. Los actuadores neumáticos se utilizan para transmitir pequeños esfuerzos a altas velocidades. Como las máquinas herramientas a utilizar (torno cnc y centro de mecanizado cnc) están siendo utilizadas actualmente en la escuela de mecánica cuentan con este tipo de equipo para su funcionamiento.
- **Líquido removedor para limpieza:** son insumos utilizados para darle un acabado limpio al producto, encargados de remover manchas de grasa o de cualquier otro tipo de partículas que se adieren al producto durante su manufactura. En estos productos no solo están los que utilizan para el producto manufacturado sino también para elementos que componen el laboratorio como el caso de pisos, paredes, ventanas, máquinas etc. que requieren de una limpieza adicional.

5.10 ELEMENTOS DE PROTECCIÓN

- **Tapa oídos:** Elementos de protección auditivo contra ruidos fuertes provocados por los equipos
- **Gafas:** Elementos de protección ocular.

- **Guantes:** Elemento de protección para las manos, evitando el contacto directo con el material y/o con los elementos filosos y corrosivos causantes de cortaduras o abrasiones.
- **Mascarilla:** Elemento de protección facial.

5.11 HERRAMIENTAS BÁSICAS REQUERIDAS

- **Pulidora:** Equipo eléctrico para refinar y/o pulir la superficie del material trabajado.
- **Limas:** Elemento manual utilizado para pulir pequeños detalles en la superficie del producto.
- **Tenazas:** Instrumento sujetador de elementos pequeños que a la vez es usado para cortes tipo cizalla.
- **Alicates:** Similares a las tenazas, con la función adicional de tomar objetos de tamaño diminuto.
- **Calibrador:** Instrumento de medición, utilizado para obtener resultados exactos y estandarizados de los productos manufacturados.
- **Equipo de cómputo:** Sistema informático utilizado para el almacenamiento, procesamiento y suministro de datos y programación de los centros de mecanizado CNC.

5.12 SELECCIÓN DE MAQUINARIA CNC Y HERRAMIENTAS.

Una vez conocida las secuencias de las operaciones para la manufactura del eje pasador satélite, tal como se expuso en el Diagrama 1, las máquinas herramientas requeridas para este trabajo se describen a continuación:

5.12.1 Centro de Mecanizado Vertical (Leadwell V-20)

Este equipo se encuentra actualmente en la Escuela de Ingeniería mecánica y hace parte de la celda de manufactura de dicha escuela. El equipo hace parte tanto de la Escuela de Ingeniería Mecánica como de la de EEIE. En la figura 13 se observa El centro de mecanizado vertical Leadwell V-20.

5.12.1.1 Características generales:

De fabricación Taiwanesa la máquina Leadwell V-20 es un centro de mecanizado vertical CNC, con capacidad de intercambio automático rápido de hasta 16 herramientas. La fresadora con tecnología CNC como se observa en la figura 13, se utilizada para realizar mecanizados por arranque de viruta mediante el movimiento de una herramienta rotativa de varios filos de corte denominada fresa. Los principales tipos de mecanizado que realiza son: Perforación, Fresado, Chaflanado y Ranurado.

Figura 13: Centro de mecanizado vertical (Leadwell V-20)



Fuente: Escuela de Ingeniería Mecánica. U.I.S.

5.12.1.2 Especificaciones técnicas del CMV Leadwell V-20

En el Anexo D se detallan las especificaciones técnicas para el centro de mecanizado vertical V-20

5.12.2 Torno CNC Leawell T-6

5.12.2.1 Características generales Torno Leadwell T-6:

El torno Leadwell T-6 como se observa en la figura 14 es una máquina con la que se pueden fabricar sólidos de revolución, es decir, piezas cilíndricas, al ser de control numérico podemos asegurar la precisión de las piezas producidas así como la calidad y el menor tiempo de producción. Tiene la capacidad de albergar un máximo de 12 herramientas de trabajo intercambiables.

Figura 14: Torno CNC Leadwell T-6



Fuente: Autor de Proyecto

5.12.2.2 Características generales Torno Leadwell T-6:

Para conocer las especificaciones técnicas del Torno Leadwell T-6 ver Anexo E.

5.12.3 Cortadora y/o sierra: selección de equipo de corte.

Se aplicará la técnica de análisis de valoración jerárquico, para ello disponiendo de las bases técnicas respectivas se realizó las solicitudes de proformas a proveedores nacionales y/o internacionales.

Con esta metodología se seleccionará la maquinaria más recomendable tomando en cuenta la Tabla 8 donde se muestran los datos obtenidos por las proformas de los representantes legales e importadores de maquinaria CNC en Colombia.

Tabla 8: Representantes Legales e Importadores de Maquinaria CNC en Colombia.

REPRESENTANTES LEGALES	CARACTERÍSTICAS
MIKRA DE COLOMBIA	Empresa que trabaja como subsidiaria, y es la encargada de distribuir directamente productos de la marca FADAL maquinaria americana y Deckel Maho Gildemeister.
IMOCOM	Empresa que trabaja distribuyendo productos de la marca LEADWELL, FADAL y maquinaria de procedencia China.
BKB	Empresa que trabaja con la importación de maquinaria CNC de procedencia China; además de maquinaria similar GSK.
TRAVIS	Máquinaria CNC de procedencia española, ofertada a través de sus representantes legales.
SAVAIN	Máquinaria de origen español, ofertado el mercado nacional a través de sus representantes legales.
PINACHO	Máquinaria CNC importada de procedencia española, ofertada por sus representantes en el país.

Fuente: Consulta vía web: Principales proveedores maquinaria CNC en Colombia.

A continuación se realiza la selección de la maquinaria para corte por el método de comparación y valoración jerárquica; además se describen en forma general sus capacidades, características técnicas, principios de funcionamiento, y trabajos que se pueden realizar.

En la Tabla 9, se detallan los parámetros de valoración asignada para la selección de la maquinaria para corte, según los datos obtenidos por la proformas presentadas por varios proveedores, y se los califica según ponderación mostrada a continuación.

Para esta selección del equipo a utilizar se debe tener en cuenta las dimensiones como principal prioridad a la hora de plantear las propuestas de distribución.

Tabla 9: Valoración de parámetros para selección de la maquinaria para corte

PARÁMETROS	CALIFICACIÓN (0,8 – 1,0)	CALIFICACIÓN (0,5 – 0,7)	CALIFICACIÓN (0,0 – 0,4)
Marca	Empresa conocida y con respaldo en antigüedad.	Empresas nuevas en el mercado de reciente formación	Empresas sin respaldo y de dudosa procedencia
Servicio técnico	Si prestan este servicio en el país o en la Provincia.	Si el servicio técnico prestan en el exterior o en lugares de fabricación.	Si no prestan este servicio; o disponen en forma reducida.
Controlador numérico	Si el controlador está disponible en el mercado y es genérico en su uso.	Si el controlador es fabricado sólo para un tipo de maquinaria específico.	No presenta información o es limitada la misma.
Peso	Si se adapta al espacio previsto.	Si sus dimensiones son exageradas.	No presenta la información completa.
No. de revoluciones máx.	Cumplió con los requerimientos pedidos en las bases técnicas.	No cumple requerimientos pero están en rangos aceptables.	No presenta la información completa.
Garantías	Cumplió con los requerimientos pedidos en las bases técnicas.	No cumple requerimientos pero están en rangos aceptables.	No presenta la información completa.
Capacitación	Ofrece capacitación en la EEIE	Ofrece capacitación en los centros de producción	No ofrece capacitación u ofrece capacitación limitada.
Precio (usd) (no incluye iva)	El precio se adapta a los presupuestos de la EEIE.	El precio sale de los presupuestos de la EEIE.	El precio está fuera de lo presupuestado, no presentan información actualizada, o está incompleta.
Tiempo de entrega	El menor tiempo de entrega en las mejores condiciones	Mayor tiempo de entrega	No presenta la información completa.
Otros no considerados en la tabla	Cumplió con los requerimientos pedidos en las bases técnicas.	No cumple requerimientos pero están en rangos aceptables.	No presenta la información completa.

Fuente: Autor de Proyecto

Dado que la barra de acero es de 20 milímetros de diámetro, como así lo ofrece el proveedor, también se debe considerar este factor para la selección de la máquina de corte.

5.12.3.1 Elección técnica para máquina de corte de barras de acero, mediante el método de valoración.

En la Tabla 10 se indican los criterios que se tuvieron en cuenta a la hora de realizar la selección del equipo de corte.

Tabla 10: Selección de una sierra o cizalla para corte de barras de acero

ORD	PARÁMETROS	B 180 - Sierra de cinta semiautomática	CALIF (100%)	Sierra circular manual KKS 250	CALIF (100%)	B 125 S - Sierra de banda de inglete semiautomática	CALIF (100%)
1	MARCA	knuth	1	knuth	1	knuth	1
2	SERVICIO TÉCNICO	SERVICIO EN EL PAÍS DISPONIBLE	1	SERVICIO EN EL PAÍS DISPONIBLE	1	SERVICIO EN EL PAÍS DISPONIBLE	1
3	CAPACIDAD DE CORTE	A 90° y 45° redondo 180 mm 100 mm	1	A 90° y 45° redondo 80 mm 65 mm	0,8	A 90° y 45° 125 mm 95 mm	1
4	Velocidad de la banda de corte	39 / 66 / 82 m/min	1	velocidades del husillo 45,90 min-1	0,8	22 / 33 / 45 / 65 m/min	1
5	DIMENSIONES	1244x457x1580 mm	1	Hoja de sierra 250 mm Ancho de prensa 100 mm	1	1000x550x1100 mm	1
6	PESO	105 kg	0,8	131 kg	0,8	100 kg	1
7	GARANTÍAS	1 AÑO	1	1 AÑO	1	1 año	1
8	INDICACIÓN	No presenta	0,7	No presenta	0,7	No presenta	0,7
9	PRECIO (€) (NO INCLUYE IVA)	1.250,00 €	0,8	1.390,00 €	0,8	540,00 €	1
10	TIEMPO DE ENTREGA	90 DÍAS	0,8	60 días	1	Mínimo 60 días	1
TOTAL		9,1		8,9		9,7	

Fuente: Autor de Proyecto

La información mostrada en la Tabla 10 se tomó de las consultas realizadas a proveedores y fabricantes de máquinas de corte de barras de acero por medio de correos electrónicos.

Según la ponderación realizada considerando las características presentadas por los diferentes proveedores, además de las características que debe ofrecer para la instalación, se puede ver que la sierra de banda de inglete, de marca KNUTH modelo B 125 S obtuvo el puntaje de 9,8. Por dicha razón la recomendación para la adquisición se sujeta a este modelo.

En la figura 15 se observa la máquina de corte seleccionada. En el Anexo F se encuentra las especificaciones técnicas de la sierra de banda Kanuth.

Figura 15: B 125 S - Sierra de banda de inglete semiautomática KANUTH



Fuente: KNUTH Werkzeugmaschinen GmbH.

5.12.4 Máquina Para Tratamiento Térmico

5.12.4.1 Tratamiento térmico subcontratado:

Como se mencionó en la sección 5.6.6. Tratamiento térmico, este servicio en la ciudad de Bucaramanga actualmente lo ofrecen las empresas del sector metalmeccánico:

- Dana Transejes
- Tanuzi S.A. A través de la empresa Tratar, Tratamientos Térmicos S.A.
- Imatt Ltda.

La empresa que se encargará de realizar el proceso de tratamiento térmico llegado el caso de ser requerida será DANA Transejes. Adicional a esto, una vez realizado el proceso de fresado de caras planas y taladrado del hueco pin, el producto en proceso es almacenado en bodega. Por acuerdo con la empresa se estima un lote de quinientas (500) unidades de cada referencia, el cual será enviado a Dana Transejes semestralmente con el fin de realizar allí el respectivo tratamiento térmico. El tiempo de entrega estimado para esta operación es de dos (2) días.

5.12.5 Rectificadora:

Para el proceso de rectificado se cuenta con una Rectificadora sin centros, marca Landis (type r senterless grinder) donada por la empresa Dana Transejes, que hacía parte de las antiguas instalaciones de Forcol (forjas de Colombia). La rectificadora mecánicamente está en buenas condiciones, pero debido al desgaste de las piezas se hace pensar en realizar un cambio de las mismas. En la parte eléctrica se requiere de una reinstalación completa del cableado eléctrico y tableros de control, debido al tiempo inactivo del equipo.

En la Figura 16 se ilustra la fotografía tomada a la máquina rectificadora en instalaciones de la empresa Forcol. En el Anexo G se aprecian las dimensiones y características del equipo seleccionado.

Figura 16: Rectificadora sin centros Landis (Type R)



Fuente: Forcol – Dana Transejes

Los costos asociados para el mantenimiento y reparación del equipo es de aproximadamente de 4,000 dólares (7'000,000 pesos) según valoración realizada por Ingenieros con conocimiento en el tema.²⁴

5.12.6 Equipo de inspección de grietas Magnaflux:

Equipo Magnaflux: Es un equipo de control de calidad muy utilizado para verificar y observar en el producto si hay o no presencia de fisuras o grietas que puedan causar algún problema furo.

Por la naturaleza del producto, el equipo seleccionado es el siguiente:

- EQUIPO Y-6 AC DE YUGO

La selección de este equipo se basa en los siguientes criterios:

- Practicidad.

²⁴ Información fue suministrada por el ing. Fabio González, tras una valoración de las condiciones actuales de la Rectificadora sin centros marca Landis.

- Económico.
- Calidad de operación.
- Preferencia para este proceso
- Genera mayor confiabilidad en el proceso.

En el Anexo H se evidencia las características del equipo Magnaflux junto las condiciones de uso.

6. DESCRIPCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS PLANTEADAS

Basados en la información anterior, en el desarrollo de las operaciones para la manufactura del eje pasador satélite (ver Diagrama 1), se describen a continuación dos (2) alternativas y/o propuestas de distribución de instalación, para el laboratorio de ambiente real de manufactura.

6.1 ALTERNATIVA 1

Esta alternativa consiste en lo siguiente:

6.1.1 Utilización de Máquinas Herramientas y Equipos Actualmente Disponibles

En ésta alternativa se considera que se va a manufacturar el eje pasador satélite teniendo en cuenta las máquinas herramientas que se encuentran disponibles en la universidad Industrial de Santander, y que actualmente hacen parte del centro integrado de manufactura de la Escuela de Ingeniería Mecánica, adicionando además la rectificadora donada por Dana Transejes.

- Centro de mecanizado CNC Leadwell V-20
- Torno CNC Leadwell T-6
- Rectificadora sin centros LANDIS (tipe R senterless grinder).

6.1.2 Equipos Faltantes Seleccionados

- Cortadora: Sierra de banda de inglete semiautomática B 125 S KNUTH
- Equipo de inspección de grietas: Yunque - Magnaflux.
- Tratamiento térmico subcontratado con la empresa Dana Transejes Bucaramanga. (Este proceso no hace parte de la alternativa, por lo que se subcontrata el servicio con la empresa Dana Transejes)

En la Tabla 11 se muestra la operación y la alternativa planteada para desarrollar dicha operación.

Tabla 11: Alternativas de operaciones asignadas a línea de producción eje pasador satélite

OPERACIÓN	ALTERNATIVA 1
Corte	Sierra de banda de inglete semiautomática B 125 S KANUTH
Torneado varilla sin centrar	Torno Leadwell T-6
Taladrado hueco pin	CMV Leadwell V-20
Fresado caras planas	CMV Leadwell V-20
Tratamiento térmico: Temple y revenido	Dana Transejes
Rectificado sin caras planas	Rectificadora sin centros LANDIS tipo r
Revisión de grietas	Magnaflux

Fuente: Autor de Proyecto

6.2 ALTERNATIVA 2

Esta alternativa básicamente consiste en realizar las siguientes operaciones principales dentro del laboratorio de ambiente real de manufactura:

- Corte
- Torneado
- Fresado y Taladrado

Los procesos anteriores son los mismos descritos en la sección 5.6. debido a que el producto a manufacturar es el eje pasador satélite.

Los equipos a utilizar en la alternativa 2 son:

- Sierra de banda de inglete semiautomática B 125 S KANUTH
- Torno CNC Leadwell T-6
- CMV-Fresadora CNC Leadwell V-20

7. PROPUESTA DE DISTRIBUCIÓN

El estudio de distribución que se realizará para esta línea se basará en la metodología SLP (planeación sistemática de la distribución) de Muther, pero antes se definirá que tipo de distribución es la más conveniente para la línea.

El diseño de la línea propuesto, se plantea sólo para un único producto (Eje pasador satélite), sin embargo, en un futuro podrían manufacturarse piezas similares o no similares pero en bajo volumen, por lo cual se tratará como una distribución por proceso.

7.1 PROCEDIMIENTO UTILIZADO PARA LA DISTRIBUCIÓN DEL LABORATORIO

En general, se establecerán los elementos que están limitando el estudio de distribución, que son importantes para tener en cuenta y poder establecer el ordenamiento adecuado de los procesos.

Este estudio se realizó considerando los equipos con los que se cuentan actualmente en la institución y las máquinas seleccionadas faltantes para cada una de las operaciones.

El procedimiento utilizado aplica tanto para la alternativa 1 como para la 2.

7.2 DESARROLLO DE LA ALTERNATIVA 1

7.2.1 Restricciones

- Mantener la infraestructura actual de la instalación, debido a que la EEIE acabó de pasar por un proceso de remodelación.
- Las dimensiones actuales de la instalación, las cuales definen la ubicación los equipos y posiciones, dentro de la instalación.

7.2.2 Diseño del proceso productivo

En la Diagrama 1 se muestra el diagrama de operaciones propuesto para la alternativa1.

7.2.3 Flujo del material y tiempos estimados:

- **Producto:** Eje pasador satélite.
- **Cantidad:** No es un valor estandarizado, presenta fluctuación de acuerdo a las necesidades de cada cliente. Para la empresa Dana Transejes se estima una cantidad promedio de 2000²⁵ unidades anuales. Esta cantidad promedio anual actualmente es la que la empresa Dana Transejes está demandando.
- **Ruta:** Esta se describe en el flujo de operaciones teniendo en cuenta que existen actividades u operaciones que se ejecutan en algunos casos y en otros no se realizan, esto depende de la necesidad del servicio y/o cliente.
- **Tiempo:** Al no estar estandarizadas las actividades y la variabilidad en el nivel de experiencia, genera que el tiempo no se pueda determinar con exactitud. El sistema aun no es real para hacer toma de tiempos.

Se habla entonces de capacidad instalada, debido a que tan solo se cuenta con la información y recursos anteriormente mencionados y seleccionados para la alternativa 1.

Los tiempos estimados²⁶ (ver Tabla 4), se realizaron bajo operaciones similares para producto similar al eje pasador satélite.

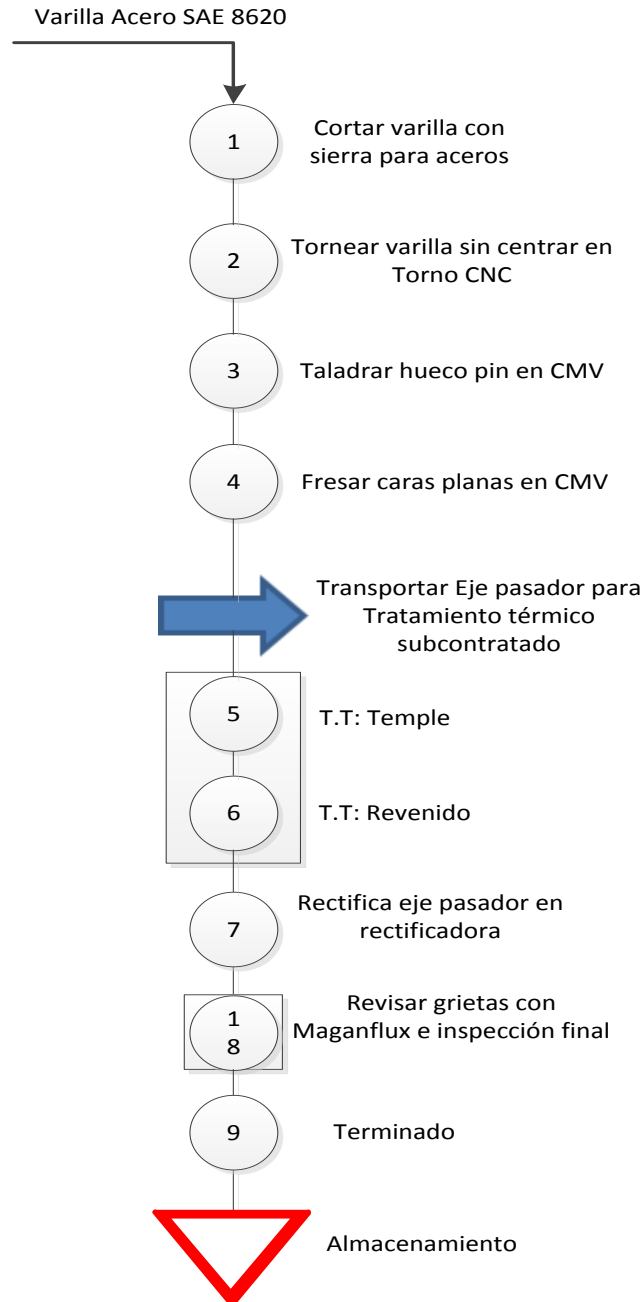
En la Tabla 12 se detallan los tiempos estimados tanto para la alternativa 1 como para la 2.

²⁵ Información suministrada por el ING Fabio González Gerencia de producción DANA Transejes Bucaramanga Santander.

²⁶ Estos tiempos fueron suministrados por la empresa DANA Transejes a partir de operaciones similares a las empleadas para la manufactura del eje pasador satélite.

A continuación se observa el Diagrama de Flujo diseñado para la alternativa 1 y en la tabla 12 se indican los tiempos determinados a partir de procesos similares.

Diagrama 2: Diagrama de flujo propuesto para la alternativa 1



Fuente: Autor de Proyecto

Tabla 12: Tiempos estimados para operaciones de productos similares al Eje pasador satélite. Propuesta 1 y 2.

Operación	Equipo	Tiempo de ciclo (seg) Estimados	Unidades por ciclo	Capacidad a 100% (3600/t ciclo) *(Unid/ciclo)
Corte Varilla 6 mt sin calibrar	Sierra de cinta	20	1	180
Torneado (sin centrar)	CNC- Leadwell T-6	60	1	60
Fresado caras planas	CNC- Leadwell V-	85	2	84,71
Taladrado hueco pin	20	30	1	120
Tratamiento térmico: Temple, Revenido	T.T. Dana	35	1	102,86
	Transejes	7200	380	190
Rectificado	Danobat	50	1	72
Revisión Grietas (Magnaflux)	Magnaflux	18	1	200

Fuente: Autor de Proyecto

7.2.4 Zonas de apoyo y servicios:

En el diseño y propuesta de distribución de la instalación, no se debe olvidar asignar espacio para las actividades de apoyo y por eso es conveniente tener en cuenta los siguientes lugares:

- Oficinas de Administración: Presenta una área aproximada de 63.09 m². Allí estará el personal de administración y control de las operaciones.
- Recepción: No se ha definido área específica para esta zona.
- Pasillos: Aún no se han delimitado debido a la no presencia de equipos, pero se diseña teniendo en cuenta una anchura mínima de 1.20 m. según estatuto de seguridad industrial. Resolución Número 02400 de 1979 (Mayo 22).
- Zona de MP, PP y PT: Presenta un área aproximada de 18.4 m². Esta área está destinada al almacenamiento de la materia prima, producto en proceso y terminado junto con los insumos requeridos. Al tratarse de almacenamiento de

un producto con dimensiones del orden de los 118 mm a 127 mm el espacio requerido es suficiente.

- Almacén de herramientas y mantenimiento: Será asignada a la zona de bodega descrita anteriormente.
- Inspección y control de calidad: Dentro del área asignada para la inspección de grietas con magnaflux se encuentra esta zona. (6 m²)
- Embalaje: Clasificación y empaque del producto terminado realizado en bodega.
- Baños: Cuanta con área aproximada de 7.027 m². Se encuentra en buenas condiciones.
- Lockers: No se han asignado dentro del laboratorio.
- Planta eléctrica: Suministro de energía requerida por parte de los equipos. Será la encargada de proporcionar un voltaje de 110-120 voltios junto con el voltaje requerido por los equipos y máquinas CNC.
- Planta neumática: Suministro de aire comprimido para el centro de mecanizado y torno CNC. Actualmente en uso por la escuela de Mecánica. Ocupa un espacio comprendido entre los 2 y 3 metros cuadrados.
- Depósito líquido refrigerante y aceites máquinas CNC: Junto con la planta neumática es necesario destinar una zona para el almacenamiento de estos insumos requeridos para el funcionamiento de las máquinas CNC.

7.2.5 Determinar la importancia de la cercanía o lejanía de cada uno de los centros de trabajo

7.2.6 Gráfico de relaciones:

Estos diagramas se realizarán de acuerdo al flujo de material y al grado de importancia o no de la cercanía de los equipos y/o centros de trabajo. Para el diseño de los diagramas de relaciones se tuvieron en cuenta los criterios que se expresan en la Tabla13.

Tabla 13: Tabla de Razón de proximidad

CÓD.	RAZÓN
1	Cantidad de flujo
2	Control de inventario
3	Movimiento de personal
4	Movimiento de herramientas o equipo
5	Ruido y vibración

Fuente: Autor de Proyecto

Justificación de las razones:

- **Cantidad de flujo:** Es fundamental determinar cuál será la cantidad de material que fluirá a través de los diferentes centros de trabajo. Se determinó que una vez cortado el material fluirá una (1) unidad a la vez por cada proceso.
- **Control de Inventario:** Como se mencionó anteriormente en la sección 5.1, se manejan dos tipos de referencias diferentes, por lo que es necesario llevar control del número de unidades fabricadas para llegada la hora de enviarlas al tratamiento térmico no se presenten confusiones.
- **Movimiento de personal:** Es importante considerar al operario, ya quien es el encargado de que el flujo del material y trabajos se realicen de manera coordinada, evitando pérdidas de tiempo y material. Además esto deberá obedecer a uno de los principios de distribución de planta, Principio de la mínima distancia recorrida.
- **Movimiento de herramientas y equipo:** Llegado el caso en el que se presente alguna falla en las máquinas herramientas, y/o alistamiento de las mismas, reduciendo así tiempo y costo.

- **Ruido y vibración:** Al utilizar máquinas herramientas CNC éstas pueden provocar este tipo de efectos en el ambiente (ruido y vibración), por lo que es necesario aislar las áreas que puedan verse afectadas.

Adicionalmente, se ha definido una escala que permite medir la intensidad de las relaciones que existen entre las diversas actividades. Estas escalas se describen en la Tabla 14:

Tabla 14: Definición de escalas para los tipos de intensidades.

V	CÓD.	DEFINICIÓN
10	A	Absolutamente necesaria
5	E	Especialmente importante
2	I	Importante
1	O	Ordinaria
0	U	No importante
-10	X	Indeseable

Fuente: Meyers, Fred; Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de Materiales 3ra Ed

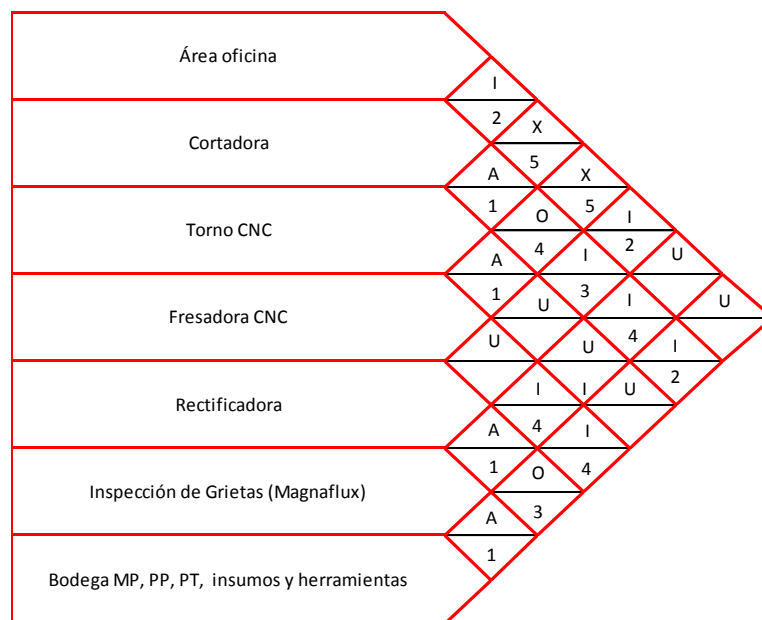
Este gráfico es un diagrama de doble entrada en el cual se registran las intensidades de la relaciones por las letras de la escala que se relacionó en la Tabla 14. En una casilla se pone la categoría de la intensidad, y en la otra el motivo de ésta, y básicamente se trata de conseguir distribuciones de planta en la que las actividades con el mayor flujo estén lo más cerca posible.

Las operaciones de TRATAMIENTO TÉRMICO (temple y revenido) no consideradas como operaciones a realizar dentro del laboratorio, se excluyen para el análisis de relación de proximidad. Con motivo de la realización de los diseños preliminares del producto y programación de los centros de control numérico, se

debe destinar una zona o área para la instalación de equipos de cómputos y demás elementos que son requeridos para este fin.

A continuación se realizara teniendo en cuenta los diferentes centros que operarán dentro del laboratorio el Diagrama de relación. Ver Diagrama 3. Diagrama de relaciones propuesta 1.

Diagrama 3: Diagrama de relaciones Propuesta 1.



Fuente: Autor de Proyecto

7.2.7 Análisis y Razones del Diagrama de Relaciones:

Se consideraron importantes la cercanía de los centros de trabajo en los cuales el flujo de material o producto requiere ser procesado en dicho centro de trabajo. Por ejemplo, el centro de trabajo de torneado debe estar cerca del centro de trabajo de corte porque es la operación siguiente o consecutiva y así lo requiere el proceso, por lo que el flujo de material y desplazamiento del personal son indispensables.

Asimismo sucede con los demás centros de trabajo que son consecutivos, como se mostró en el diagrama de operaciones propuesto en la sección 7.1.3. Diagrama 2: Diagrama de proceso eje pasador satélite propuesto Alternativa 1.

Así como cada centro de trabajo debe estar cerca uno del otro, es importante también considerar la lejanía entre los mismos que así lo requieren. Es el caso de las oficinas las cuales deben estar resguardadas del ruido y emisiones de gases o materiales que puedan afectar a las personas que no tiene contacto directo con los equipos. También al considerarse el flujo de material y el desplazamiento del personal entre los centros de trabajo resultan claro que para el fin del proceso de producción del eje pasador satélite los últimos centros de trabajo (Rectificado y revisión de grietas) no requieren quedar próximos a los centros de trabajo que se realizan inicialmente (Corte y torneado).

A continuación en la Tabla 15 se evalúan los criterios ya definidos en el diagrama 3: Diagrama de relaciones propuesta1.

Tabla 15: Representación de los tipos de interacción para el diagrama de relaciones.

CÓDIGO	REPRESENTACIÓN	VALOR
A		10
E		5
I		2
O		1
U		0
X		-10

Fuente: Meyers, Fred; Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales, 3ra Ed.

Una vez definido las condiciones o razones para la elaboración del diagrama de relaciones se procede a construir la relación que existe entre cada zona, comenzando por el área de oficina, pasando por cada uno de las zonas de trabajo y culminar en la zona de almacén o bodega. Es aquí donde comienza a tomar importancia la posición relativa en el espacio del conjunto de los centros de trabajo, de tal manera que se pueda visualizar la ubicación de los elemento de la nueva planta.

En la tabla 16 se muestra el diagrama de relación de actividades de Muther propuesto para la Alternativa 1 de distribución de la instalación y en la Tabla 16 la relación entre los diferentes centros de trabajos plantados para esta propuesta de distribución.

Tabla 16: Tipo de relaciones entre los centros de trabajo del laboratorio de manufactura Alternativa 1.

Centro de Trabajo	Oficina	Cortadora	Torno CNC	Fresado CNC	Rectificado	Inspección de grietas	Bodega	TOTAL
Oficina	-	2	-10	-10	2	0	0	-16
Cortadora		-	10	5	2	2	2	21
Torno CNC			-	10	0	0	0	10
Fresado CNC				-	2	0	10	12
Rectificado					-	10	1	11
Insp. Grietas						-	5	5
Bodega							-	

Fuente: Autor del proyecto

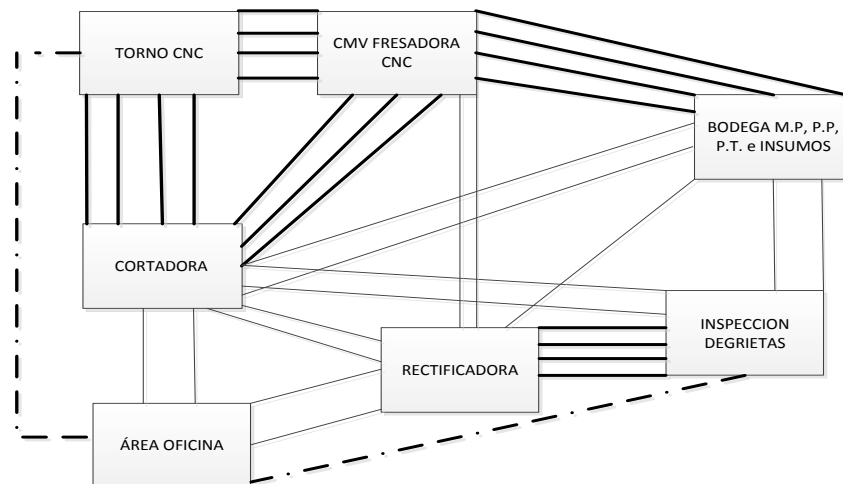
7.2.8 Necesidad del Espacio

Existen diferentes maneras de determinar la superficie necesaria para cada centro de actividad entre los que se encuentran²⁷:

- Cálculo: Cantidad de espacio requerido por máquina, pasillos, operarios, materiales, etc.
- Conversión: Espacio actual de las máquinas y ajustar para hacerlo eficiente y luego convertir mediante un factor o coeficiente.
- Borrador de distribución: Borrador del esquema de distribución detallado y a escala, de modo que se inquieten los espacios necesarios aproximados para evaluar según las necesidades.
- Espacios típicos: Cuando existen ciertos tipos de áreas que se repiten, determinan el tipo de espacio que necesitan.
- Tendencias de ratios y proyección: Tendencia de un ratio en relación con el tiempo, la cual puede ser explorada al futuro.

En el diagrama 4 se ilustra la relación entre los diferentes centros de trabajo.

Diagrama 4: Diagrama de relaciones propuesta 1.



Fuente: Autor del proyecto

²⁷ Vallhonrat, Josep y Corominas, Albert. Localización, Distribución en Planta y Mantenimiento. Marcombo Boixareu Editores, Barcelona, 1991.

Basados en esta información, las condiciones actuales en las que se encuentra la instalación asignada para el laboratorio de ambiente real de manufactura y la información disponible sobre el proceso a realizar, se determinó el espacio que requiere la línea de producción.

Cabe aclarar que los ajustes y correcciones a realizar a los espacios disponibles es un proceso de continuas evaluaciones y acuerdos, por lo tanto pueden llegar a ser modificadas según la institución o proceso a desarrollar lo requiera antes o después de la propuesta del diseño. Para la presente propuesta no se presentan restricciones de espacio para el diseño del sistema productivo, por lo cual se ajusta a la flexibilidad.

Para el nuevo laboratorio de manufactura se asignó un área para la zona de bodega, destinada para materia prima, producto en proceso, producto terminado, insumos y herramientas, ya que el espacio general asignado al laboratorio es muy limitado en cuanto a extensión de superficie.

Para determinar el espacio requerido para cada centro de trabajo, se tiene establecida la siguiente fórmula:

Espacio Total = Área de la máquina + área para operario + área para producto + zonas libres.

Para esta primera propuesta se plantea utilizar equipos nuevos y usados para los diferentes centros de trabajo, se tiene en cuenta que cada máquina tiene la capacidad de procesar una (1) unidad a la vez de ejes pasador satélite.

De acuerdo a esto, el área de cada centro se definirá como el área de la máquina más el área para el desplazamiento del operario.

7.2.9 Espacio Disponible

Las necesidades del espacio están limitadas por el espacio disponible con el que se cuenta cuando se está diseñando una nueva planta.

La instalación del nuevo laboratorio de ambiente real de manufactura ubicado en el edificio de la EEIE, fue construido bajo la visión y contemplación de que todos los elementos y equipos necesarios para el desarrollo de las actividades propias de manufactura funcionaran y desarrollaran normalmente. Vale aclarar que de acuerdo a la propuesta 1 y del diseño de la línea de producción dependerá básicamente hacer modificaciones y/o adecuaciones al lugar.

Dentro del diseño de la línea de producción y de las propuestas de distribución de planta, además de los criterios y principios básicos de la distribución de planta, se tuvieron en cuenta los siguientes factores:

- Estatuto de seguridad industrial. Resolución Número 02400 de 1979.
- Normas de señalización y demarcación de áreas²⁸.

La propuesta 1 tiene en total 3 áreas o espacios definidos, entre los cuales están definidos 5 centros de trabajo:

- **Corte:** Este centro de trabajo tendrá un área total de 3 m X 2.5 m = 7.5 m², considerando el área total del laboratorio.

Este centro de trabajo realizará el proceso de corte de las barras de acero única y exclusivamente. Una vez realizada esta tarea el producto será enviado a la operación siguiente o la bodega de producto en proceso según este programada la orden de producción.

²⁸ GARAVITO, Edwin, Documento técnico señalización y demarcación, UIS, recurso electrónico de la materia Diseño de plantas, disponible en: www.torcaza.uis.edu.co/~garavito/docencia/asignatura1/index.html (Recurso consultado en Octubre/2011)

Se tuvieron en cuenta las dimensiones del equipo de corte para determinar cuál sería el área que cubriría dentro del laboratorio de manufactura. En el anexo F se muestra las especificaciones técnicas y dimensiones de la máquina de corte B 125 S - Sierra de banda de inglete semiautomática.

- **Torneado:** El centro de trabajo de torneado tendrá un área de trabajo total según especificaciones del equipo de:
 $2663\text{mm} \times 3152\text{mm} = 8393776 \text{ mm}^2 = 8.4 \text{ m}^2$

En esta área se ubicará un torno CNC marca Leadwell T-6 que actualmente hace parte de la celda de manufactura de la escuela de ingeniería Mecánica de la UIS y que comparte propiedad con la escuela de estudios industriales y empresariales.

- **Fresado:** La fresadora actual CNC Leadwell V-20, que se encuentra en las instalaciones de la escuela de Ingeniería Mecánica junto con el torno CNC como se mencionó anteriormente, tendrá un área de $3 \text{ m} \times 3 \text{ m} = 9 \text{ m}^2$ dentro de la nueva instalación del laboratorio de manufactura de la EEIE. Allí se realizara el proceso de fresado de las caras planas del eje pasador y taladrado del hueco pin.
- **Rectificado:** Esta zona de trabajo tendrá un área de:
 $3010\text{mm} \times 3250\text{mm} = 9782500 \text{ mm}^2 = 9.7825 \text{ m}^2$
- **Inspección de grietas (Magnaflux):** Este centro de trabajo requiere ciertos elementos para llevar a cabo su labor. Es por eso que se debe disponer un espacio amplio para su instalación.

El área para dicho centro de trabajo es: $2 \text{ m} \times 3 \text{ m} = 6 \text{ m}^2$

Estará limitada con paneles aislantes, los cuales permiten proteger al personal de las actividades que se realicen. En este centro de trabajo se tendrán las

herramientas que se requieren para la inspección del producto, una vez realizado el tratamiento térmico.

- **Bodega:** Según planos del laboratorio, el área destinada al almacenamiento de insumos, herramientas, MP, PP y PT es aproximadamente de: 26.2 m²
- **Baño:** Cuenta con una ducha, un lavamanos y un sanitario abarcando un área de: 7.027 m².

En el Anexo I se observan en modo de plantilla la configuración de cada centro de trabajo descrito anteriormente, en donde se definen todos los elementos de espacio estático, dinámico, espacio para el operario, entrada y salida de material e información, fuente de energía (eléctrica y neumática) requerido por la máquina, adicionando una descripción breve del proceso y dimensiones del equipo en el centro de trabajo. Las plantillas fueron creadas en el programa Microsoft Visio Premium 2010.

7.3 DESARROLLO ALTERNATIVA 2

La alternativa 2 consiste en la manufactura del eje pasador satélite utilizando solo los siguientes procesos:

- Corte
- Torneado
- Fresado

Los demás procesos se pueden subcontratar con empresas interesadas con el producto, en este caso la empresa DANA Transejes.

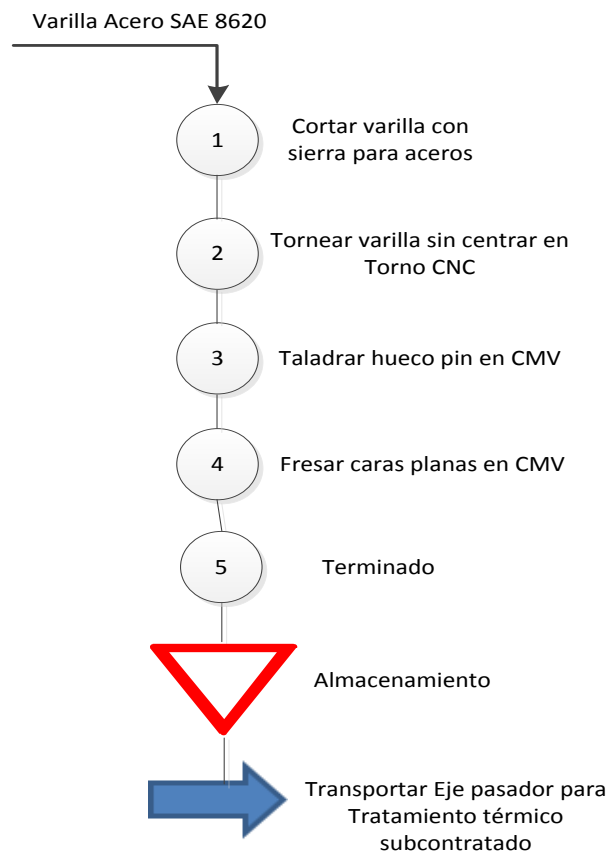
En el diagrama 5 se describen los procesos involucrados para esta propuesta y en la Tabla 17 se observan los tiempos estimados correspondientes para cada una de las operaciones planteadas en esta propuesta.

Tabla 17: Tiempos estimados para operaciones de productos similares al Eje pasador satélite. Alternativa 2

Operación	Equipo	Tiempo de ciclo (seg) Estimados	Und por ciclo	Capacidad a 100% (3600/t ciclo) *(Unid/ciclo)
Corte Varilla 6 mt	Sierra de cinta	20	1	180
Torneado (sin centrar)	CNC- Leadwell T-6	60	1	60
Fresado caras planas	CNC- Leadwell V-20	85	2	84,71
Taladrado hueco pin		30	1	120

Fuente: Autor de proyecto

Diagrama 5: Diagrama proceso Eje pasador satélite. Propuesta 2



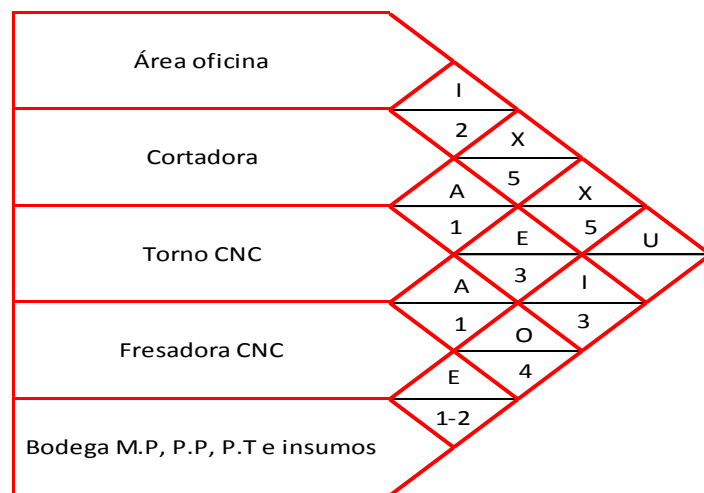
Fuente: Autor proyecto

Como se mencionó anteriormente en la propuesta 1, se toman los mismos tiempos ya que el proceso como tal no se ha ejecutado para realmente hacer una toma de tiempos, por lo que se toman tiempos de operaciones similares a los que se utilizan para la manufactura del eje pasador satélite como se ha venido mencionando.

A continuación se elabora el diagrama de relación de proximidad propuesto para la alternativa 2. Tomando en cuenta los criterios mencionados en la propuesta 1.

En el diagrama 6: Diagrama de relaciones, se toman únicamente las operaciones de interés para la propuesta 2.

Diagrama 6: Diagrama de relaciones propuesta 2



Fuente: Autor de proyecto

En la Tabla 18 se indican los valores obtenidos para la relación existente entre los diferentes centros de trabajo.

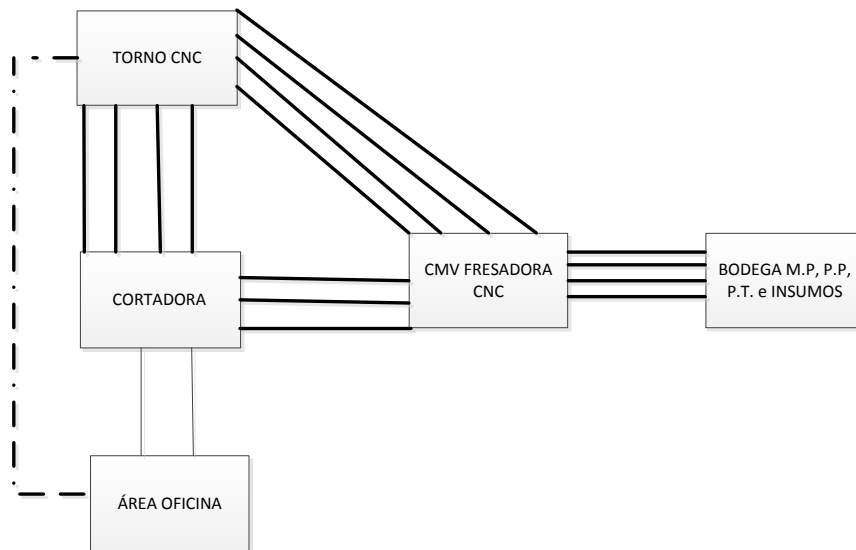
Tabla 18: Relaciones entre los C.T Alternativa 2

Centro de Trabajo	Oficina	Sierra	Torno CNC	Fresado CNC	Inspección de grietas	Bodega	TOTAL
Oficina	-	2	-10	-10	0	0	-18
Cortadora		-	10	5	2	2	19
Torno CNC			-	10	0	0	10
Fresado CNC				-	0	10	10
Bodega						-	

Fuente: Autor de proyecto

Las áreas para los diferentes centros de trabajo de la Alternativa 2 son iguales a las plantadas en la alternativa 1, es decir para las áreas de los centros de trabajo de corte, torneado y fresado – taladrado, se utilizará el valor correspondiente para cada centro de trabajo.

Diagrama 7: Diagrama de relaciones de proximidad - Propuesta 2



Fuente: Autor de proyecto

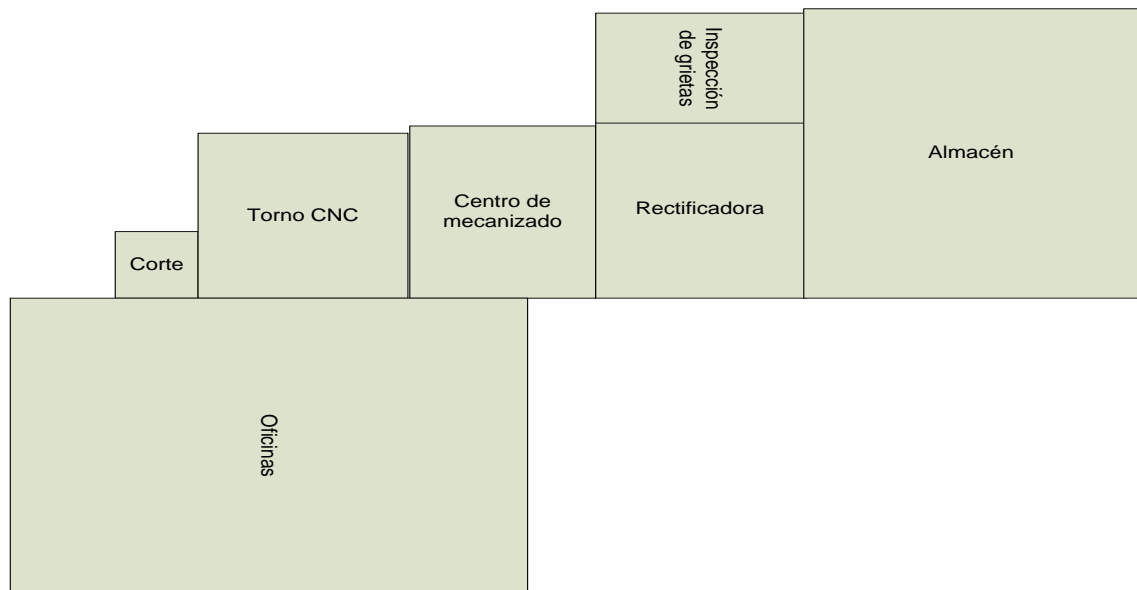
7.4 DIAGRAMA RELACIONES DE ESPACIO PARA LAS DOS ALTERNATIVAS

Se realizó el diagrama de relación de espacios teniendo como base el diagrama de relaciones de actividad, en el cual se ubicaron de la forma más cercana posible aquellos centros de trabajo con relaciones A, E, I. Luego, se buscó el centro de trabajo que presentaba el mayor número de relaciones con los otros, dando como resultado el C.T. de Corte. Posteriormente se realizaron a escala las áreas que tendrían los centros de trabajo, de manera que se pudiera evaluar la propuesta con base en el criterio de adyacencias.

A continuación, se muestra el resultado final del diagrama de relación de espacios para las propuestas.

7.4.1 Primera Propuesta de Diseño:

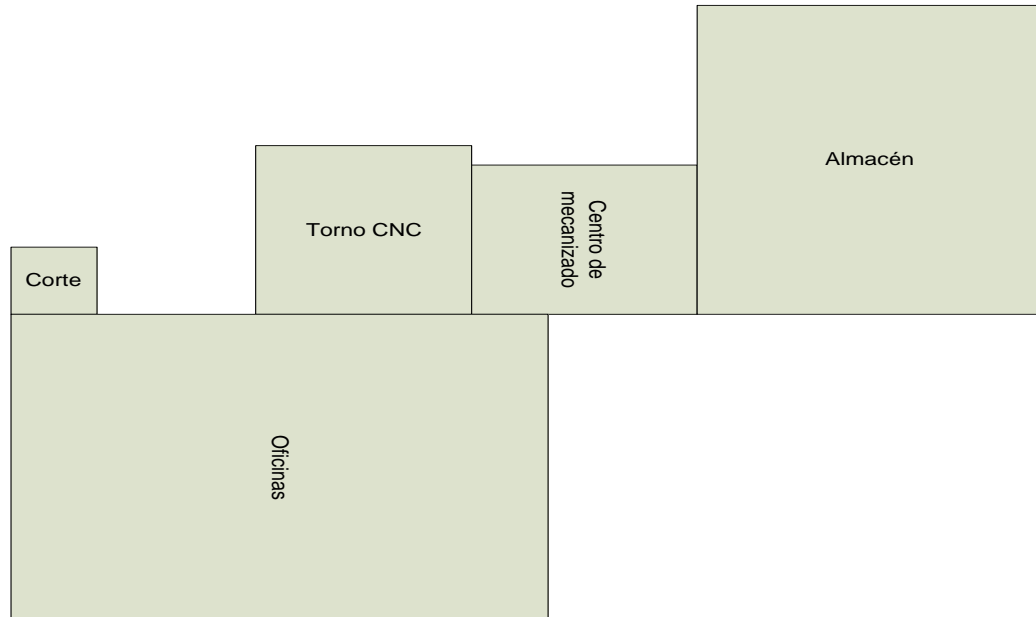
Diagrama 8: Diagrama de relación de espacios para la propuesta 1.



Fuente: Autor de Proyecto

7.4.2 Segunda Propuesta de Diseño

Diagrama 9: Diagrama de relación de espacios para la propuesta 2



Fuente: Autor de Proyecto

Para cada una de las propuestas de distribución se realizaron los diagramas de recorrido una vez definido la relación de espacios y la ubicación de los diferentes centros de trabajo facilitando visualizar cual será el comportamiento de la línea.

Los diagramas de recorrido se observan en el Anexo J.

8. SIMULACIÓN DE LAS PROPUESTAS PLANTEADAS EN FLEXSIM

Basados en las diferentes ventajas que proporciona FLEXSIM como herramienta de simulación, se ha tomado la decisión de utilizar dicha herramienta para simular las propuestas de distribución descritas en el capítulo anterior, ya que permite observar el funcionamiento que tendrá el Laboratorio de Ambiente Real de Manufactura de acuerdo a las Alternativas planteadas y además ayudará en un futuro a tomar decisiones que se realicen dentro del proceso productivo.

Para el desarrollo del modelo de simulación se utilizó una versión estudiantil de FLEXSIM, debido a que el modelo requería de elementos y herramientas que solo la versión licenciada o estudiantil brinda, aun así, la cantidad de estaciones y elementos utilizados fueron mínimos con el fin de facilitar el desarrollo del modelo.

Dado que la manufactura del eje pasador satélite, tanto la Referencia 1 como la Referencia 2 son similares y los tiempos de operación son los mismos, solo se realizó la simulación para un producto.

8.1 MODELO DE SIMULACIÓN GENERAL

Las alternativas de simulación planteadas en el capítulo anterior se realizaron teniendo en cuenta las mismas estaciones, entidades y recursos que conforman la línea de producción del eje pasador satélite. El resto del modelo se maneja de igual manera, por tanto primero se describirá el modelo de simulación de forma general, describiendo los aspectos generales y luego se describirán los cambios realizados teniendo en cuenta las propuestas de distribución del laboratorio y nuevos requerimientos, tanto de espacio, desplazamiento, capacidad u otros que se hayan tenido en cuenta.

Para la realización del modelo de simulación actual se tomaron datos de tiempos a partir de procesos similares a los que se realizarán para la manufactura del eje

pasador satélite. Estos tiempos fueron determinados en equipos CNC que hacen parte de la empresa DANA Transejes y realizan los mismos procesos.

Al no partir de datos reales histórico para la simulación, el modelo de simulación que se presentará no se realizará bajo un enfoque probabilístico, sino determinístico haciendo uso de los tiempos estimados de procesamiento.

8.2 METODOLOGÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL MODELO DE SIMULACIÓN

Para la construcción del modelo de simulación se definió la siguiente metodología:

8.2.1 Formulación del problema:

Dado que aún no se cuenta con elementos físicos dentro de la instalación del laboratorio de ambiente real de manufactura, donde se visualice de manera real los procesos que se llevarán a cabo para la manufactura del producto Eje pasador satélite, se pretende con la simulación de la línea de producción diseñada en los capítulos 5 y 6.

8.2.2 Configuración del sistema a ser modelado:

En esta etapa, se modelará la propuesta de distribución que dentro del laboratorio de ambiente real de manufactura se plantean todos los procesos de acuerdo al diagrama de proceso del eje pasador satélite, exceptuando el proceso de tratamiento térmico, pero que dentro del modelo será necesario considerar el tiempo de operación de dicho tratamiento con el fin de considerar todos los elementos del proceso posibles.

Como solo se modelará el proceso productivo, este sistema presenta los siguientes elementos:

- El sistema cuenta con un turno de 4 horas por día y 5 días a la semana.
- Los trabajadores directos considerados son uno.

- La única entidad en el modelo de simulación es el eje pasador satélite representado en una barra de acero.
- El laboratorio de ambiente real de manufactura presenta 4 zonas; oficinas, área de manufactura, bodega y baño.
- Se simulan las dos alternativas planteadas, por lo que se crean dos escenarios de simulación ya descritos en el capítulo 6.

Según los resultados obtenidos se pensará en:

- Realizar propuestas de distribución de la instalación de ser necesario.
- Definir la mejor propuesta o alternativa desarrollada en el capítulo 7.

8.2.3 Recolección de datos:

En vista de no tener un estudio de tiempos basado en la línea de producción real planteada para la manufactura del eje pasador satélite, se determinaron los tiempos de manufactura de un producto de diseño similar al eje pasador satélite.

La recolección de los datos se realizó mediante visitas a la empresa Dana Transejes, con el fin de identificar y visualizar parte de los procesos que se llevarán a cabo dentro del laboratorio de ambiente real de manufactura, cumpliendo con la línea de producción diseñada y propuesta en este proyecto. De las operaciones que allí se realizan se tomaron los tiempos de acuerdo a cada proceso similar a desarrollarse dentro del laboratorio de ambiente real de manufactura, estos tiempos se muestran en el capítulo 7, sección 7.1.3. Tabla 12. Adicional a esto se determinó por medio del cliente (Dana Transejes) la cantidad de unidades demandadas anualmente, esto bajo pronósticos realizados por dicha empresa, definiendo así la cantidad de unidades a producir para el año.

Se definieron 4 horas de trabajo diario para el operario encargado de realizar la manipulación y operación de los equipos. (Realizar labor productiva). Se definió

éste horario con el fin de facilitar el desarrollo de las actividades académicas dentro del laboratorio.

El tiempo de suministro de la materia prima por parte del proveedor seleccionado se prevé realizarlo semestralmente.

8.2.4 Construcción del layout y objetos 3D involucrados en el modelo de simulación del Laboratorio de Ambiente Real de Manufactura

Aprovechando la reciente remodelación del edificio de la EEIE de la UIS, la información referente a los planos del laboratorio de ambiente real de manufactura permitió reconstruir por medio del programa llamado GOOGLE SKETCHUP 8 la instalación permitiéndola visualizar en 3D. Este plano permite ser exportado al programa FLEXSIM facilitando el entorno de simulación. En Anexo K se visualiza el layout del laboratorio de manufactura realizado en el programa Google SketchUp 8.

Una vez construido el layout en 3D en el programa Google Sketchup 8, este se guardó como formato .skp, para poder ser cargado y/o importado a FLEXSIM. Los demás elementos que integran el modelo tales como equipos (Corte, torno CNC, CMV CNC, rectificadora, inspección de grietas, sillas, mesas y la locación de la empresa Dana Transejes, también fueron creados en el programa Google Sketchup 8, tal como se muestran en el Anexo L.

8.2.5 Construcción del Modelo de Simulación en Flexsim

Una vez definido los elementos que componen el modelo y determinados los tiempos de operación, se utilizó el software de simulación Flexsim 5 bajo licencia estudiantil y se realizó lo siguiente:

- Importar el layout del plano del laboratorio a Flexsim.
- Definir los tipos de Flexsim object a ser incluidos en el modelo.
- Definir las características de los Flexsim objects en el modelo.

- Realizar las conexiones del flujo del proceso entre los Flexsim objects.
- Realizar la programación del modelo de simulación.

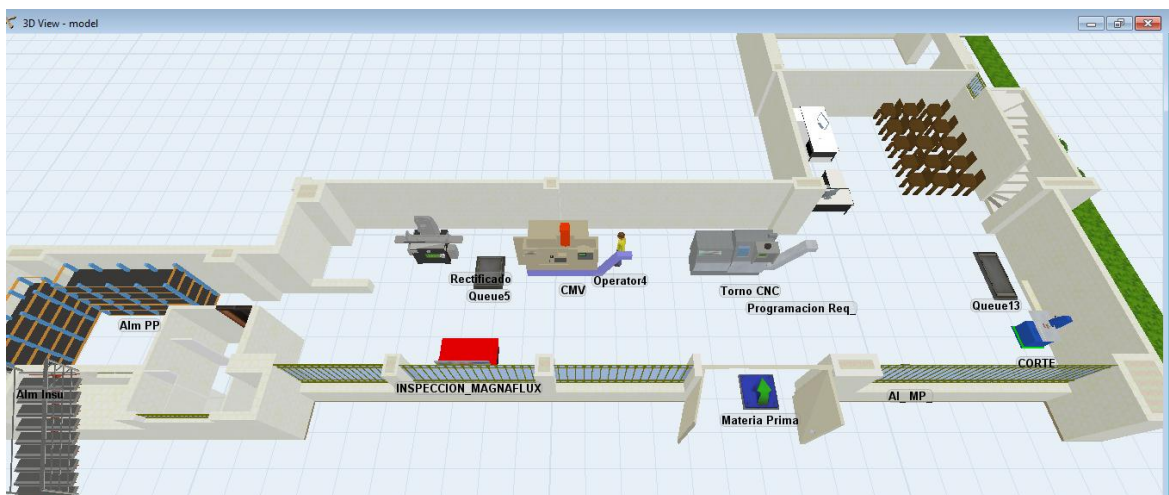
Para crear el nuevo modelo en Flexsim se realiza lo siguiente:

- Abrir Flexsim.
- Seleccionar la opción New model.

Una vez creado el nuevo modelo para importar el plano del laboratorio realizado en Google Sketchup, se crea en Flexsim un Basic FR en donde modificando las propiedades se importa el plano del laboratorio, además se colocan los Flexsim objects que representan la celda de manufactura del laboratorios de ambiente real de manufactura en la posición correcta, respetando las dimensiones reales del sistema a simular.

Lo anterior se realiza teniendo en cuenta las alternativas de distribución planteadas en el capítulo 7, por lo que dentro de la simulación se plantean dos escenarios tal como se observa en la figura 17.

Figura 17: Construcción del modelo de simulación en Flexsim.



Fuente: Autor de Proyecto

8.3 MODELO DE SIMULACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN ALTERNATIVA 1.

Este modelo de simulación inicial toma en cuenta la mayoría de los procesos que son realizados para la manufactura del eje pasador satélite. A partir de este modelo se podrá observar el comportamiento que tendrá la celda en las instalaciones del laboratorio y posteriormente utilizarlo como base para la realización del modelo de simulación de la segunda alternativa.

Para el modelo de la alternativa 1 se tomaron tiempos en cada uno de los procesos en los que el operario interviene y el tiempo que se determinaron para cada centro de operación, estos tiempos se expusieron en el capítulo 7.

El modelo se realiza sobre el plano construido en el programa Google Sketchup y que fue importado a Flexsim, conservando las dimensiones originales del plano.

El modelo inicia con la llegada de materia prima representados por 135 a 136 barras de acero SAE 8620 equivalentes a 1 tonelada, las cuales son almacenadas sobre soportes anexos al proceso de corte por parte del técnico operario. Los elementos utilizados en el modelo se describen en el Anexo M y la descripción del proceso en el Anexo N.

A continuación se describen los elementos utilizados en el modelo propuesto para la alternativa 1.

- **Llegadas:** Hace referencia al tiempo de llegadas de la materia prima, en este caso de las barras de acero SAE 8620. Estas llegadas se genera directamente una vez se ejecuta la simulación.
- **Operaciones o estaciones (Processor, Separator):** En la alternativa 1 se disponen de 6 operaciones únicamente para el proceso de manufactura del eje pasador satélite, corte, torneado, fresado, taladrado, rectificado e inspección de gritas. Para el proceso de Tratamiento térmico se genera un tiempo de espera

una vez terminado el lote de 1000 unidades provenientes de los procesos de corte, torneado, fresado y taladrado. En el proceso de corte se utiliza un Separator, el cual divide una barra de 3 m en 25 partes de 118 mm para la referencia 1 y en 23 partes de 127 mm para la referencia 2. Para el procesos de fresado y taladrado se utiliza solo un processor debido a que el centro de mecanizado Leadwell v-20 realiza ambas operaciones. Las demás estaciones de trabajo utilizan un solo Processor para cada operación tal como se observan en el modelo de simulación. Ver figura 19.

- **Colas (Queue):** En el modelo de simulación se utilizan 5 colas para representar lugares de descargue y almacenamiento temporal de materia prima y producto en proceso. Estas colas cumplen a la vez de contabilizar las unidades que se producen. El operario se dirige hasta cada una de las colas (Queue) para recoger y/o depositar material y producto en proceso y llevarlos a los distintos centros de trabajo.
- **Almacenes (Rack):** Es utilizado para el almacenamiento del producto en proceso, producto terminado e insumos. En el almacén permanecen las piezas en proceso asumiendo un tiempo de espera destinado al proceso de tratamiento térmico.
- **Transporter:** Se utiliza solo un operario para modelar los desplazamientos. Este será el encargado de desplazar y transportar el material a las diferentes estaciones de trabajo y al almacén. La velocidad del transportador es asumida por defecto en su configuración.
- **Flowitems:** Se manejan dos referencias de producto. Eje pasador satélite referencia 1 y Eje pasador satélite referencia 2.
- **Redes:** Se crearon redes de transporte (Networknodes – nodos) para el transporte de las diferentes referencias del productos (Flowitems) entre las estaciones y colas que requieren del operario.
- **Atributos:** Son utilizados para dar una característica al objeto y para hacerle seguimiento y control a través de la simulación. Todos los objetos dentro del modelo presentan un atributo o características que permiten atribuirles

dimensiones, color del objeto y forma ya que se importaron figuras del programa Google Sketch Up, y así poder definir e identificar elementos y flujos en la simulación.

- **Source:** El único Source (Fuente) llegada de barras de acero SAE 8620 se configura de tal forma que una vez ejecutada la simulación se genere el pedido requerido para 1 tonelada de este material correspondientes a 135 barras de 3 metros cada una. Además se configura para establecer los dos lotes que serán producidos limitando el número de barras a ser utilizadas por el operario, facilitando clasificarlas por referencia y generar así dos lotes de 500 unidades por cada referencia.

Para identificar las dos referencias en el modelo, el operario procesa el primer lote de 500 unidades únicamente de la referencia 1 y lo almacena, posteriormente procede a manufacturar el segundo lote de 500 unidades de la referencia 2 almacenándolas junto con las de referencia 1.

El modelo para esta alternativa se observa en el archivo Anexo O.

8.4 MODELO DE SIMULACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN ALTERNATIVA 2.

Tal como se describió en el modelo de simulación de la línea de producción de la alternativa 1, y conociendo que los procesos involucrados para la alternativa 2 son corte, tornado, fresado y taladrado, el diseño del modelo maneja la misma metodología descrita para el modelo 1.

El modelo de simulación para esta alternativa es construido sobre el mismo plano de la alternativa 1 pero haciendo uso de la distribución en planta propuesta para la alternativa 2. En el Anexo P se encuentra el modelo para esta alternativa. Los elementos utilizados en el modelo de simulación para la alternativa 2 se describen en el Anexo Q y la descripción del proceso en el Anexo R.

Por medio de estimulación se pretende visualizar el comportamiento que tendrá el modelo de la línea utilizando únicamente los procesos planteados para esta propuesta y ver la capacidad de dicha línea.

El proceso inicia con la generación de las barras de acero representando el pedido de materia prima, en donde el operario toma una barra de acero SAE 8620 y la lleva al proceso de corte representado por un Separator, el cual divide la barra en 25 partes iguales. Estas son transportadas por el operario a los centros de mecanizado (Torno y Centro de mecanizado vertical) para la realización del respectivo proceso de mecanizado. Al terminar el operario toma de a 25 unidades y las almacena en la bodega de Producto en proceso y terminado. El modelo se repite una vez se han completado las 500 unidades de la referencia 1 y se da inicio de nuevo a cortar una barra de donde salen 23 unidades de referencia 2, pasando cada unidad por los demás centros de trabajo, finalizando con un lote de 500 unidades de referencia 2.

A continuación se describen cada uno de los elementos que son utilizados en el modelo de simulación para la alternativa 2.

- **Llegadas:** La configuración de llegadas es similar a la que planteó en el modelo de la alternativa 1. Esto como consecuencia de la selección del proveedor de materia prima y de la demanda del producto por parte de Dana Transejes. Las unidades se generan al inicio del modelo con una cantidad de 135 barras de 3 metros de longitud y 20 mm de diámetro.
- **Operaciones o estaciones:** se utiliza un Separator representando el proceso de corte, y dos processor los cuales se asignan al proceso de torneado y fresado. En uno de los processor que representa los procesos de fresado y taladrado se unifican los tiempos asumiendo que es una máquina CNC quien realiza las dos operaciones simultáneamente. Se comienza por el proceso de corte siguiendo con el torneado y finalizando con el proceso de fresado taladrado. Cada estación de trabajo requiere la presencia del operario.

- **Colas:** En este modelo se utilizan 3 colas. La primera para la recepción de materia prima que además es la que genera el material. La segunda ubicada en el centro de trabajo de corte se encarga de contener las piezas resultantes del proceso de corte y la tercera ubicada al finalizar la línea contendrá las unidades provenientes del último proceso realizado.
- **Almacenes:** Se utiliza un solo almacén tal como se describió en la alternativa 1. Es utilizado para el almacenamiento de insumos y del producto terminado.
- **Operator:** Se utiliza solo un operario para todo el modelo. Él se encargará de transportar las unidades a los diferentes centros de trabajo, empezando desde el proceso de corte y terminar llevando el producto hasta el almacén.
- **Flowitems:** Al igual que el modelo 1 solo se manejan dos referencias del producto. Eje pasador satélite referencia 1 y eje pasador satélite referencia 2.
- **Redes:** Se crearon nodos para que el operario pudiera tener interacción con los diferentes elementos que componen la línea de manufactura. El operario puede transportar el producto y llevarlo finalmente a la bodega de almacenamiento de producto terminado.
- **Atributos:** a caracterización del modelo dos es similar a la del modelo 1 variando únicamente la cantidad de estaciones de trabajo.

8.5 RESULTADOS DE LOS MODELOS DE SIMULACIÓN

- El resultado de ambas simulaciones, tanto de la Alternativa 1 como la de la Alternativa 2 es visualizar u observar el comportamiento del flujo del material en la línea y la distribución de los equipos dentro de la instalación.
- Podemos concluir que en ambos modelos las unidades producidas cumplen con la demanda en el tiempo establecido, y a su vez permite disponer del laboratorio para el desarrollo de actividades académicas.

- Con un solo operario se puede cumplir con la programación de producción y por ende cumplir con la demanda. (Este resultado se basa únicamente en los tiempos determinado, por lo que en el campo real variaría)
- En el modelo para a alternativa 1 la carga de trabajo para el operario aumenta, lo que hace que la producción tome más tiempo.
- Es bueno aclarar que en ambas alternativas solo se simula la línea de producción propuesta para el laboratorio de ambiente real de manufactura, y no involucra llegadas de estudiantes ni prácticas de laboratorio, si no que el modelo se sujeta al cumplimiento del objetivo específico.

9. PROPUESTA DE ACONDICIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN ASIGNADA AL LABORATORIO DE AMBIENTE REAL DE MANUFACTURA

En este capítulo se discriminarán las propuestas de acondicionamiento con base en el estudio de inspección actual de la instalación, las condiciones exigidas por las alternativas de distribución y demás elementos que paulatinamente serán incorporados al proceso.

Propuestas de acondicionamiento sugeridas:

- Como primera sugerencia de acondicionamiento es el mantener el lugar limpio.
- Acondicionar la superficie del lugar tanto en áreas de oficinas como para manufactura, ya que actualmente el piso presenta un acabado de regulares condiciones.
- Dado que existen áreas o departamentos aledaños a la instalación asignada al laboratorio de ambiente real de manufactura, se sugiere realizar una prueba de vibración y ruido para determinar el aislamiento necesario del laboratorio y realizar programas de mantenimiento preventivo a los equipos para que minimicen el nivel de vibración y ruido.
- Para la zona de oficinas se sugiere realizar divisiones o colocar separadores que permitan un aislamiento entre dicha área y la de manufactura.

Como el objetivo específico solo sugiere realizar propuestas de acondicionamiento de la instalación, de ser necesarias, las anteriores sugerencias son las que requieren mayor atención por parte de los directivos para lograr realizar el acondicionamiento requerido.

En conclusión la instalación actual del laboratorio de ambiente real de manufactura permite la instalación y ejecución de una de las 2 Alternativas que plantea este proyecto.

No es recomendado realizar más adecuaciones fuera de las ya sugeridas sin antes haber escogido la alternativa a ser implementada.

10. ESTUDIO FINANCIERO

Para el diseño de la línea de producción del producto eje pasador satélite en el laboratorio de ambiente real de manufactura de la EEIE-UIS, tiene como etapa final evaluar los costos asociados al montaje, puesta en marcha y funcionamiento de las alternativas planteadas, dado que las dos alternativas propuestas son técnicamente viables.

Para esto, se definirán las inversiones que se harán en adquisición de los equipos nuevos requeridos y adecuación de instalaciones y los costos de operación tales como materias primas, mano de obra, entre otros, que conduzcan a la determinación del costo de producción por hora, como base para establecer las tarifas con futuros clientes.

10.1 EVALUACIÓN ECONÓMICA ALTERNATIVA 1

10.1.1 Inversiones requeridas máquinas y equipos alternativa 1

En las alternativas de distribución planteadas en el capítulo 6, se determinaron y seleccionaron los equipos faltantes en la línea de producción.

Según esto en la Tabla 19 se especifica el concepto y valor del equipo seleccionado.

Tabla 19: Inversiones requeridas en equipo y maquinaria.

Proceso	Equipo	Concepto	Proveedor	Valor ²⁹
Corte	Sierra de banda de inglete semiautomática KANUTH	Nueva	KANUTH	(540,00 €) \$ 1,185,295.31
Rectificado	Rectificadora sin centros LANDIS tipo R.	Reparación y mantenimiento	Dana Transejes	(4.000 USD) \$ 7,088,000.00

²⁹ Estos valores fueron obtenidos a través de cotizaciones realizadas a empresas proveedoras de equipos industriales, y además nombradas en los catálogos de los equipos anexos.

Inspección de grietas	Magnaflux	Nuevo	Magnaflux Mex	(800 USD) \$ 1,067,987.04
Total inversión equipos				5,234.69USD \$ 9'341,282.35

Fuente: Autor de Proyecto

Se emplea un sistema de costeo por orden de producción, considerando que en el momento de una asesoría tanto a empresarios como a estudiantes, se debían utilizar el proceso productivo de la línea diseñada, (ver capítulo 5 y 6). Además se tuvo en cuenta que la línea de producción planteada está configurada para trabajar por orden de producción (2 referencias) de máximo 1000 unidades de cada referencia, y que cada unidad tiene un tiempo de fabricación similar por tener el mismo proceso de producción.

La Tabla 20 muestra la información de las órdenes de producción³⁰ que sirvieron de base para el sistema de costeo.

Tabla 20: Orden de producción semestral

ORDEN DE PRODUCCIÓN (Semestral)			
Orden N°	Producto	Descripción	Cantidad (und)
1	Ref. 1	Eje pasador satélite N° 1	500
2	Ref. 2	Eje pasador satélite N° 2	500
Total Unidades Semestre			1000

Fuente: Autor de Proyecto

Se definieron cada uno de los elementos que componen los costos variables de producción, es decir, materia prima, mano de obra directa y los costos indirectos.

³⁰ Demanda de 2000 und. anuales. 1000 und. de cada referencia. Dana Transejes

10.1.2 Materia prima directa

La materia prima que se definió es la barra de acero especial SAE 8620, ya que es requerida para la manufactura del eje pasador satélite como producto principal.

Para evaluar el rubro se tuvieron en cuenta los siguientes datos básicos:

- Este material se compra importado por toneladas: FOB³¹ USD 1270/Ton (\$ 2'250,000), (Diámetro: 20 mm a 30 mm * 5800mm de longitud). Precio en el puerto de Buenaventura - Colombia.
CIF³² - USD 5360/2 Ton, Incluyendo todos los costos (Desde China hasta puerto BUENAVENTURA Colombia).
- Proveedor: - Dongguan Bo Yunte Metal Co. LTD. China³³.
Sichuan Liaofu Special Steel Trading Co. Ltd. China (Mainland)
- El tiempo de entrega se hace de 25 – 30 días después de la orden confirmada.
- Para la fabricación de las dos referencias se utiliza el mismo material, barra de acero SAE 8620 de 20 mm de diámetro, variando únicamente la longitud y diámetro según referencia del producto del producto.

El proveedor puede entregar el producto con dimensiones de 3 metros de largo, por lo que de una barra se pueden obtener 25 partes para la referencia 1 y 23 partes para la referencia 2 respectivamente.

Las cotizaciones sobre el valor de este material se hicieron mediante correos electrónicos y por medio de la página web: <http://www.alibaba.com/> tal como ven en el Anexo S. Como Transejes importa acero de México o Brasil es por medio de este que llegado el caso tendríamos la oportunidad de hacer pedidos de acero SAE 8620 disminuyendo costos. Para efectos de cálculos se toma el valor cotizado en Dongguan Bo Yunte Metal Co. LTD. China.

³¹ Términos Comerciales Internacionales INCOTERMS 2000. Free on Board - Libre a bordo

³² Términos Comerciales Internacionales INCOTERMS 2000. Cost, Insurance & Freight - Costo, Seguro y Flete.

³³ Proveedor contactado por medio de la página web: Alibaba.com. Barra de acero SAE 8620. |

En la Tabla 21 se indica el consumo de materia prima por unidad producida.

Tabla 21: Costos de materia prima requerida por unidad de producto

Materia Prima (semestral) (pesos)					
Producto	Cantidad (Und)	Cantidad unitaria (Kg)	Valor/Uni	Cantidad total (Kg)	Costo total (\$)
Ref. 1	500	0.29 Kg/Und	\$ 657.33	145	\$ 328,667.00
Ref. 2	500	0.31 Kg/Und	\$ 702.67	155	\$ 351,333.00
TOTAL				300	\$ 680,000.00

Fuente: Autor de Proyecto

Los valores mostrados en la anterior tabla hacen referencia solo a las unidades que se producirán durante el semestre (1000 Und), por lo que para fines académicos el material a utilizar será el excedente del total pedido, es decir, de la tonelada pedida se dispondrán de 700 Kg aproximadamente, además se dispondrá como inventario de materia prima llegado el caso de un nuevo pedido del producto.

10.1.3 Mano de obra Directa

La mano de obra que interviene directamente en la fabricación del producto está compuesta por:

- **Auxiliar de laboratorio:** Es la persona encargada de los sistemas CAD/CAM que se usarán en laboratorio.
- **Técnico de laboratorio:** Es el encargado del funcionamiento del todo el sistema, para lograr la fabricación del eje pasador satélite. Pone en marcha las máquinas de control numérico y todas las demás estaciones de trabajo.

Nota: Se dispondrá sólo de una persona u operario, quien se encargará de realizar todas las operaciones en los diferentes centros de trabajo, por lo que se

definieron 4 horas/día (80 horas/mes) de trabajo durante 5 días a la semana. Trabajo de medio tiempo con el fin de dar disposición a actividades académicas.

En la Tabla 22 se observa la cantidad y precio de los insumos requeridos para los centros de mecanizado que actualmente se tienen en mecánica:

Tabla 22: Costo insumos centros de mecanizado

INSUMO	CANTIDAD	PRECIO
Hidráulico IP ISO 46	5 Galones	\$ 128,020
Taladrina	5 Galones	\$151,397
Grasa: Calcio y/o Litio	6 Kg	\$ 133,825
TOTAL		\$ 413,242.00

Fuente: Autor de proyecto – Lubrigas – Bucaramanga

Estos insumos se irán adquiriendo paulatinamente de acuerdo al tiempo de utilización de los equipos y del consumo que generen.

Para determinar el costo de la mano de obra para cada una de las órdenes de producción, se determinó el costo hora – hombre del personal requerido, y adicionalmente con los tiempos determinados a partir de operaciones similares a las que se utilizarán en la manufactura del producto eje pasador satélite mostrados en el capítulo 5 (sección 5.7) se definieron las horas que se necesitarán para cubrir la demanda de cada referencia. En esta última, según los tiempos determinados se utilizan los mismos para la manufactura de las dos referencias ya que la variabilidad del diseño del producto es solo dimensional que no van más allá de los 10 milímetros y las operaciones son las mismas.

El cálculo de las horas – hombre como se indica en la Tabla 23 se realizó teniendo en cuenta un solo operario que trabaja 8 horas al día y 5 días a la semana. Para efectos de soportar y/o apoyar al técnico se asigna un auxiliar de laboratorio quien

será designado a cumplir labores de control y orientación a estudiantes durante las diferentes prácticas que se realicen.

Tabla 23: Calculo costo hora - hombre del personal requerido

Cargo	Función	Sueldo base³⁴	Valor hora
Técnico de laboratorio	Controlador y operario de Equipos	\$ 850.000.00	\$5,312.5
Auxiliar de laboratorio	Colaborar con las actividades académicas a realizar	1 SMMLV (\$ 566,700)	\$ 3,500
Total Hora-Hombre			\$ 8,814.5

Fuente: Autor de proyecto

Para los cálculos del valor Hora – Hombre, solo será utilizado el valor del técnico de laboratorio que en este caso el valor corresponde a \$ 5,312.5 la hora dado que es el que intervine directamente en el producto.

En la Tabla 24 se indica el valor generado por orden de producción respecto a la Hora – Hombre asignada al técnico del laboratorio.

Tabla 24: Valor hora - hombre por orden de producción

ORDEN	REF	Cantidad	Tiempo Total Producción (horas)	Valor H-H (\$)	Valor Total H-H
1	Ref. 1	500	32.01	\$ 5,312.5	\$ 170,053.12
2	Ref. 2	500	32.01	\$ 5,312.5	\$ 170,053.12
TOTAL SEMESTRE y/u Orden					\$ 340,106.24

Fuente: Autor de proyecto

³⁴ El sueldo base se realiza de acuerdo al Salario mínimo mensual legal vigente para el año del 2012, según acuerdo y resolución ministerio del trabajo, empresarios y trabajadores. (Central Unitaria de Trabajadores (CUT), Confederación General del Trabajo (CGT), la Confederación de Pensionados de Colombia (CPC) y la Confederación de Trabajadores de Colombia (CTC)).

10.1.4 Costos Indirectos de fabricación

Los cargos indirectos corresponden a los costos que intervienen en la fabricación del eje pasador satélite y que no se identifican o cuantifican plenamente con el producto, se definió como costo indirecto el servicio de luz y agua.

Los equipos que se utilizarán en el laboratorio de ambiente real de manufactura requieren para su funcionamiento de energía; para determinar qué porcentaje de este servicio se usa para cada ordenen se tomaron como base los tiempos de fabricación, así la orden de producción que más tiempo tomará tendría un cargo indirecto del servicio de luz más alto que las demás.

Dado que los equipos no están instalados en el laboratorio de manufactura, el consumo energético de los diferentes centros de mecanizado no facilita el cálculo de dicho consumo, correspondiente al proceso que realiza.

Dentro de las especificaciones técnicas de los equipos se describen el tipo de conexión y cantidad de corriente requerida para su funcionamiento. En la Tabla 25 de indican estos valores:

Tabla 25: Datos técnicos de conexión eléctrica para el consumo de energía

Red de Voltaje		
Torno	205 V	11.2 Kw
Fresa	440 V	11.2 Kw
Sierra de Cinta	230 V	0.55 Kw
Rectificadora	1.5 Kw	11 Kw
Magnaflux	110/220 Vac	1.5 Kw
Bombillas alógenas	110 V	0.054 Kw
Max. Corriente	440 V	

Fuente: Autor de Proyecto

El valor por unidad de consumo tanto de energía eléctrica como de agua se expresa a continuación³⁵.

³⁵ División Planta Física – Universidad Industrial de Santander

- Valor Kilovatio hora = \$ 299 Kw/h
- Valor Metro cubico = \$ 2435 m³

La anterior información fue suministrada por la dirección de Planta Física, quien es la encargada de pagar los servicios públicos de la Universidad industrial de Santander.

Una vez conocido el costo unitario del Kilovatio hora de electricidad y el metro cubico de agua, además del tiempo de funcionamiento del equipo, en la Tabla 26 se realiza el cálculo del costo de consumo eléctrico por hora de producción.

Tabla 26: Potencia de equipos y valor consumo eléctrico

SERVICIO DE LUZ Alternativa 1			
Equipo	Potencia Kw/h	Valor Kw/h (\$)	Valor Consumo (\$)
Sierra de Cinta	11.2	\$ 299	\$ 3,348.8
Torno CNC	11.2	\$ 299	\$ 3,348.8
Fresadora CNC	11.2	\$ 299	\$ 3,348.8
Compresor	0.299	\$ 299	\$ 89.4
Rectificadora Landis	11	\$ 299	\$ 3,289
Equipo de Inspección Magnaflux	1.5	\$ 299	\$ 448.50
Bombillas 16	0.864	\$ 299	\$ 258.4
Equipo de computo	0.15	\$ 299	\$ 44.85
Total hora de consumo			\$ 13,683.14
Total horas de trabajo al semestre			\$ 876,104.08

Fuente: Autor de Proyecto

Para realizar los cálculos de los costos indirectos por hora de la alternativa 1, se tomaron los tiempos totales de producción de las 1000 unidades al semestre, basado en el tiempo que se determinó para cada operación, por lo que el tiempo total para producir las 1000 unidades al semestre será:

- $230.5s \times 1000un = 230500s / 3600s/hora = 64.02 \text{ Horas}$

Este sería el tiempo total de producción de las 1000 unidades al semestre.

En la Tabla 27 se observa los costos indirectos asociados al eje pasador satélite en sus dos referencias.

Tabla 27: Costos indirectos

Costos indirectos Semestrales Alternativa 1			
Valor Hora consumo tiempo total (\$)		\$ 876,104.08	
Orden N°	Producto	% utilización	Valor en pesos (\$)
1	Eje Pasador satélite Ref. 1	50 %	\$ 438,052.04
2	Eje Pasador satélite Ref. 2	50 %	\$ 438,052.04

Fuente: Autor de Proyecto

La TABLA 28 presenta el total de costos variables para cada una de las dos referencias que se fabricarán, representadas en dos órdenes de producción.

Tabla 28: Resumen costos variables – Alternativa 1

CALCULO DE COSTOS VARIABLES (semestre)- Alternativa 1						
Producto Ref.	Unid	Costos de mano de obra	Materia prima	Indirectos	Costos variables	Variable unitario
Eje Pasador Ref.1	500	\$ 170,053.12	\$ 328,667.00	\$ 438,052.04	\$ 936,772.16	\$ 1,873.5
Eje pasador Ref. 2	500	\$ 170,053.12	\$ 351,333.00	\$ 438,052.04	\$ 959,438.16	\$ 1,918.9
TOTAL	1,000	\$ 340,106.24	\$ 680,000.00	\$ 876,104.08	\$ 1'896,210.32	

Fuente: Autor de Proyecto

10.1.5 Costos Fijos

Los costos fijos que se tendrán en cuenta para el laboratorio de manufactura son:

- Gastos Administrativos: estos gastos corresponden a los sueldos del personal del laboratorio que no interviene en la fabricación de los productos sino que realizan tareas de apoyo y gestión para que esta funcione correctamente.
- La depreciación del equipo: es un rubro en el que se incurre independientemente a las unidades que se fabriquen en el laboratorio de ambiente real de manufactura, para determinar este valor se usó como base el porcentaje de utilización del equipo seleccionado para el laboratorio. Cabe aclarar que los equipos actuales, torno CNC y Centro de mecanizado vertical CNC que están actualmente en la Escuela de Ingeniería Mecánica fueron adquiridos desde el año 2003, cumpliendo ya con los años de vida útil, por lo que solo para los equipos y/o maquinaria nueva a ser adquirida se le realizará el cálculo de la depreciación.

Tal como se muestra en la Tabla 29 el cálculo de cada uno de estos rubros se hace para un mes, sin embargo ese valor se dividió por el número de horas mensuales 160 que corresponden a 8 horas diarias por 5 días y 4 semanas al mes, con el fin de conseguir un valor por hora. Dado que las horas propuestas de trabajo directo del técnico son de 4 horas/día, en base a esta jornada de trabajo se realiza los diferentes cálculos de costo correspondientes a 80 horas mensuales.

Tabla 29: Costos fijos mensuales Alternativa 1

Costos fijos mensuales Alternativa 1	
Gastos Administrativos	(\$) Pesos (año 2012)
Técnico de laboratorio	1.5 SMLV (\$ 850.000)
Depreciación Equipos (mensual)	

Equipos de mecanizado: (sierra de cinta, Torno CNC, Fresadora CNC, Rectificadora e Insp. Magnaflux).	Sierra : \$ 118,529.53 (10 años) Torno: \$ 0.00 CMV: \$ 0.00 Rectificadora: \$ 0.00 Magnaflux: \$ 106,798.70 (10 años)
Total costo Fijo mensual	\$ 1'075,328.23
Total Costo Fijo hora	\$ 13,441.6

Fuente: Autor de Proyecto

Una vez calculados tanto los costos variables como los fijos se determinó el valor de funcionamiento de una hora, sumando estos dos rubros por hora.

10.1.6 Costo Total De Funcionamiento Por Hora Alternativa 1.

= Costo variable/h + Costo fijo/h

- **Alternativa 1:** = 29,619.03 \$/h + 13,441.6 \$/h = **43,060.63 \$/h**

10.1.7 Costo total del lote de producción Alternativa 1

= Costo total de funcionamiento/hora * total de horas requeridas para el lote

- **Alternativa 1** = 43,060.63 \$/h * 64.02 h = **\$ 2'756,741.5**

Los anteriores cálculos se realizaron basados en la alternativa 1, en donde se involucran todos los procesos que serían llevados a cabo dentro de las instalaciones del Laboratorio de ambiente real de manufactura de la EEIE.

El valor del costo total del lote de producción corresponde a las 1000 unidades que serán manufacturadas dentro del laboratorio de ambiente real de manufactura.

El costo asociado para el Tratamiento térmico es de \$ 500 por unidad. Por lo que para el lote total será de \$ 500,000.00. Este valor será asumido por la empresa Dana Transejes. Según información suministrada por la empresa Dana Transejes,

el precio que estarían dispuestos a pagar por una unidad del eje pasador satélite será:

- Eje pasador Ref. 1: \$ 7,500.00 pesos por unidad.
- Eje pasador Ref. 2: \$ 12,000.00 Pesos por unidad

Asumiendo los procesos planteados para la alternativa 1 el valor total por el lote de cada una de las referencias será:

- Valor neto Lote Ref. 1: $7,500.00 \text{ \$/und} * 500 \text{ und} = \mathbf{\$ 3'750,000.00}$
- Valor neto Lote Ref. 2: $12,000.00 \text{ \$/und} * 500 \text{ und} = \mathbf{\$ 6'000,000.00}$

Valor neto de la venta de las 1000 unidades es de: **\$ 9'750,000.00.**

Dado que la empresa Dana Transejes realizaría el proceso de tratamiento térmico, el costo asociado a dicho proceso que es de \$ 500,000.00 será descontado del valor neto de la venta obteniendo:

- **Valor neto ventas de las 1000 unidades = \$ 9'750,000.00 - \$ 500,000.00 = \$ 9'250,000.00**

Este valor correspondería entonces a los ingresos por ventas de las 1000 unidades del eje pasador satélite.

Para el periodo de recuperación de la inversión, se establece la diferencia entre los ingresos por ventas y los montos de inversión, costos fijos y variables y demás gastos incurridos, calculando finalmente el valor de la ganancia neta y poder así mirar en que tiempo podrá recuperarse lo que inicialmente se invirtió y cuyo rubro es **\$ 9'341,282.35**

Este valor (\$9'341,282.35 inversión inicial) deberá ser recuperado con las ganancias en ventas menos los costos asociados (materia prima, mano de obra y costos fijos y variables), pero como se puede apreciar este valor es superior a las

ganancias que se obtienen que son de \$ 9'250,000.00. Además se debe recordar que el valor de las ganancias obtenido para la alternativa 1 se le serán descontado los demás cosos y gastos que se generen, por lo que el valor final será inferior incluso negativo.

Esto indica que con lo que se produce no se podrá recuperar la inversión que se realizará para esta alternativa.

10.2 EVALUACIÓN ECONÓMICA ALTERNATIVA 2

La inversión en quipos y maquinaria para esta propuesta se describe en la Tabla 30:

Tabla 30: Inversiones requeridas en equipo y maquinaria Alternativa 2

Proceso	Equipo	Concepto	Proveedor	Valor ³⁶
Corte	Sierra de banda de inglete semiautomática KANUTH	Nueva	KANUTH	(540,00 €) \$ 1,185,295.31
Total inversión equipos				(540,00 €) \$ 1,185,295.31

Fuente: Autor de Proyecto

Basados en el estudio económico realizado para la Alternativa 1 se determinó el costo de funcionamiento por hora de la Alternativa 2, bajo los procesos involucrados en dicha alternativa. Para el cálculo se excluye solo los procesos de Rectificado e Inspección de grietas.

³⁶ Estos valores fueron obtenidos a través de cotizaciones realizadas a empresas proveedoras de equipos industriales y además nombradas en los catálogos de los equipos anexos.

Se tomaron los tiempos totales de producción de las 1000 unidades al semestre, basado en el tiempo que se determinó para cada operación, por lo que el tiempo total para producir las 1000 unidades al semestre será:

- $162.5s \times 1000un = 162500s / 3600s/hora = 45.14 \text{ Horas}$

Este sería el tiempo total de producción de las 1000 unidades al semestre.

- Total Hora de consumo eléctrico: **\$ 10,439.05**
- Total horas de trabajo al semestre: **\$ 471,218.72**

En la Tabla 31 se indican los costos Indirectos asociados para la Alternativa 2.

Tabla 31: Costos indirectos Semestrales Alternativa 2

Costos indirectos Semestrales Alternativa 2			
Valor Hora consumo tiempo total (\$)		\$ 471,218.72	
Orden N°	Producto	% utilización	Valor en pesos (\$)
1	Eje Pasador satélite Ref. 1	50 %	\$ 235,609.36
2	Eje Pasador satélite Ref. 2	50 %	\$ 235,609.36

Fuente: Autor de Proyecto

La Tabla 32 presenta el total de costos variables para cada una de las dos referencias que se fabricarán, representadas en dos órdenes de producción.

Tabla 32: Resumen costos variables Alternativa 2

CALCULO DE COSTOS VARIABLES (semestre)						
Producto Ref.	Unid	Costos M.O.D	Materia prima	Indirectos	Costos variables	Variable unitario
Eje Pasador Ref.1	500	\$ 170,053.12	\$ 328,667.00	\$ 235,609.36	\$ 734,329.48	\$ 1,468.65
Eje pasador Ref. 2	500	\$ 170,053.12	\$ 351,333.00	\$ 235,609.36	\$ 756,995.48	\$ 1,514.00
TOTAL	1,000	\$ 340,106.24	\$ 680,000.00	\$ 471,218.72	\$ 1'491,325.00	

Fuente: Autor de Proyecto

Para determinar el costo variable por hora se tomó el valor total del costo variable, es decir, **\$ 1'491,325.00** pesos; este valor corresponde a las 45.14 horas que se consumen en total en la fabricación de las 1000 unidades de ejes pasadores satélites, luego el costo variable para 1 hora de funcionamiento en el laboratorio de ambiente real de manufactura sería de **\$ 33,037.80 pesos/h.**

Finalmente los costos fijos se indican en la Tabla 33.

Tabla 33: Costos fijos mensuales Alternativa 2

Costos fijos mensuales Alternativa 2	
Gastos Administrativos	(\$ Pesos (año 2012))
Técnico de laboratorio	1.5 SMLV (\$ 850.000)
Depreciación Equipos (mensual)	
Equipos de mecanizado: (sierra de cinta, Torno CNC, Fresadora CNC, Rectificadora e Insp. Magnaflux)	Sierra : \$ 118,529.53 (10 años) Torno: \$ 0.00 Fresadora: \$ 0.00
Total costo Fijo mensual	\$ 968,529.53
Total Costo Fijo hora	\$ 12,106.62

Fuente: Autor de Proyecto

10.2.1 Costo total de funcionamiento por hora Alternativa 2

= Costo variable/h + Costo fijo/h

- Alternativa 2: = 33,037.80 \$/h + 12,106.62 \$/h = **\$ 45,144.42 \$/h**

10.2.2 Costo total del lote de producción Alternativa 2

- Alternativa 2 = 45,144.42 \$/h * 45.14 h = **\$ 2'037,819.12**

Los demás costos como son el transporte del producto y realización del proceso de tratamiento térmico son cargados a la Empresa Dana Transejes y será esta la encargada de responder por dicho costo.

La empresa Dana Transejes para la alternativa 2 el precio que pagaría por unidad de producto en proceso será del 50% del valor total por unidad:

- Referencia 1: \$ 3,750
- Referencia 2: \$ 6,000

Valor lote a vender: $(\$ 3,750 * 500) + (\$ 6,000 * 500) = \$ 4'875,000$

Para esta alternativa la inversión inicial es solo de \$ 1'185,295.31 y los costos asociados en la producción del lote en el semestre es de \$ 2'037,819.12 sumando en total **\$ 3'225,114.43** siendo un valor inferior a las ganancias recibidas en el semestre, quedando un excedente de \$ 1'649,885.57 pesos los cuales serán destinados a suplir otros gastos que se incurran durante el proceso de adecuación del laboratorio, por lo que hace que esta alternativa se económicamente viable y tan solo en la primera venta del producto se recupere la inversión inicial, luego el tiempo de recuperación de la inversión se reduce al primer semestre de producción.

Como conclusión general, comparando estos costos con el precio del eje pasador satélite en el mercado que están entre los \$ 7,500 y \$ 12,000 pesos según consultas hechas a la empresa Dana Transejes, se puede observar que desde el punto de vista comercial sería imposible competir en el mercado, sin embargo, esto no significa que la implementación del laboratorio de ambiente real de manufactura en la Escuela de Estudios Industrias y Empresariales de la UIS no se convierta en factor competitivo. Además la implementación de dicho laboratorio está diseñada para objetivos académicos que le da un valor agregado.

11. ESTUDIO DEL IMPACTO ACADÉMICO

El laboratorio de ambiente real de manufactura tiene como propósito ser más que un espacio físico dotado de maquinaria, es decir, se busca la interacción del estudiante con un entorno real de manufactura, que permita visualizar la importancia de la integración (física y de comunicación) en los sistemas productivos, fundamentalmente, cuando una empresa incursiona en procesos automatizados. Por ende, este centro depende en gran parte del uso de un sistema integrado de comunicaciones comprendido por controladores y equipos de computación, con maquinaria programable como son las máquinas de control numérico computarizado (CNC).

En éste capítulo se pretende reconocer la interacción que puede existir entre el laboratorio de ambiente real de manufactura y el personal académico de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales de la UIS (Docentes y estudiantes), basándose en el plan de estudios actual del programa de Ingeniería Industrial. Para esto, se identificarán dentro del programa de ingeniería industrial las asignaturas que de una u otra forma tienen alguna relación temática con el laboratorio de manufactura propuesto, con el fin de identificar las prácticas académicas que se puedan realizar dentro del laboratorio, facilitando el aprendizaje y la interacción de estudiantes y profesores con un ambiente real de manufactura y con el medio industrial en el caso de actividades de extensión.

Tomando en cuenta la filosofía de la EEIE (ver misión y visión EEIE), la cual contribuye a la investigación y extensión basadas en el conocimiento científico orientada por la misión de la Universidad Industrial de Santander, el laboratorio de ambiente real de manufactura se debe enfocar en fortalecer los procesos de enseñanza - aprendizaje, que garanticen el conocimiento teórico-práctico para estudiantes en el área de la manufactura avanzada.

También se encuentra relacionado uno de los objetivos del programa de ingeniería industrial de la EEIE, el cual busca formar profesionales emprendedores, analíticos y creativos que mejoren la productividad del sistema de producción de bienes y servicios mediante el uso adecuado de los recursos disponibles, y que actúen como agentes de cambio en su disciplina.

Este objetivo va ligado de forma importante a desarrollar en los estudiantes la competencia de reconocer los tipos de sistemas productivos, las tecnologías actuales, su forma de operar y las soluciones de integración de procesos que permitan a las empresas ser más productivas.

11.1 PERFIL PROFESIONAL

El Ingeniero Industrial de la Universidad Industrial de Santander es³⁷:

- Un líder comprometido con el desarrollo humano, social, económico y sostenible de su entorno.
- Un estratega que vislumbra y evalúa diversas alternativas en pro de mejorar la posición competitiva de las organizaciones.
- Un creador y emprendedor de proyectos útiles e innovadores.
- Un motivador, consejero y orientador del talento humano de la empresa.
- Un profesional idóneo para diseñar, dirigir, transformar y mejorar los procesos.
- Un trabajador proactivo y entusiasta en equipos interdisciplinarios.
- Un ser humano que busca permanentemente su superación personal y el desarrollo pleno de sus potencialidades.

11.2 INFRAESTRUCTURA

La EEIE actualmente no cuenta con un laboratorio donde se puedan llevar a cabo prácticas relacionadas con el área de la manufactura y procesos, por lo que en

³⁷ Tomado del portal web de la Universidad Industrial de Santander. <http://www.uis.edu.co/webUIS/es/academia/facultades/fisicoMecanicas/escuelas/estudiosIndustrial esEmpresariales/programaAcademicos/ingenieriaIndustrial/perfilEgresado.jsp>

ocasiones se llevan a cabo visitas a empresas dificultando el desarrollo de la práctica.

11.3 PLAN DE ESTUDIOS DEL PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL PRESENCIAL DE LA EEIE

En el Anexo T se encuentra el plan de estudio del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander.

11.4 RELACIÓN DE MATERIAS E IDENTIFICACIÓN DE LAS POSIBLES PRÁCTICAS DE LABORATORIO PARA LA LICENCIATURA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL CON EL LABORATORIO DE AMBIENTE REAL DE MANUFACTURA.

De acuerdo con el plan de estudios del programa de pregrado presencial de la EEIE (ver Anexo T) las materias que tienen relación de temas referentes a análisis de planeación y producción en tiempo real de manufactura, con posibles prácticas directas en el laboratorio se describen en la Tabla 34:

Tabla 34: Materias relacionadas con el campo de la manufactura.

NIVEL 6					
CÓDIGO	MATERIA	CRÉDITOS	Horas T.A.D *	Horas T.I **	REQUISITOS
23519	Procesos industriales	3	4	5	R: 24258
NIVEL 7					
CÓDIGO	MATERIA	CRÉDITOS	Horas T.A.D *	Horas T.I **	REQUISITOS
23522	Dirección de Procesos I	4	4	8	R: 23519
					R: 23520
					S: 23574
NIVEL 8					
CÓDIGO	MATERIA	CRÉDITOS	Horas T.A.D *	Horas T.I **	REQUISITOS
23524	Análisis de procesos	4	5	7	R: 23522

					S: 23526
23525	Dirección de procesos II	4	5	7	R: 23522
23526	Salud ocupacional	3	3	6	R: 23519
					S: 23524
NIVEL 9					
CÓDIGO	MATERIA	CRÉDITOS	Horas T.A.D *	Horas T.I **	REQUISITOS
22975	Trabajo de grado I	3	2	0	
23530	Ingeniería de la calidad	4	5	7	R: 23521
					S: 23531
23531	Diseño de sistemas productivos	4	5	7	R: 23525
					S: 23532
ASIGNATURAS ELECTIVAS					
CÓDIGO	MATERIA	CRÉDITOS	Horas T.A.D *	Horas T.I **	REQUISITOS
23536	Técnicas Modernas de Optimización	3	4	5	R: 21525
					R: 23574
23537	Sistemas Flexibles de Manufactura I	3	4	5	R: 23525
23543	Sistemas flexibles de manufactura II	3	4	5	R: 23537

Fuente: EEIE-UIS

Analizando el programa de estudios que regula las áreas que integran la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander, se ha encontrado que aproximadamente un 18.3 % (35 créditos) de 193 créditos totales de los que dispone el programa tiene una relación con el área de manufactura, adicional de lo que es reconocido como ingeniería industrial en el entorno, razón por la cual se encuentra importante desarrollar instrumentos que permitan llevar a cabo prácticas afines al programa de estudio en la asignatura.

Las prácticas de los posibles laboratorios se identifican para algunas materias de Ingeniería Industrial de acuerdo a los resultados obtenidos en encuestas realizadas a los profesores involucrados en dichas materias.

A continuación se desarrolla el análisis de la encuesta aplicada a profesores que actualmente dictan materias con relación a la manufactura. El formato de la encuesta aplicada se observa en el Anexo U.

11.5 TABULACIÓN DE ENCUESTAS

A continuación se presentan los resultados de las encuestas realizadas a los docentes que dictan materias relacionadas con el área de la manufactura de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales con respecto a la implementación del laboratorio de ambiente real de manufactura.

Pregunta 1: ¿Considera conveniente la creación de un laboratorio de ambiente real de manufactura, donde los alumnos puedan interactuar con los procesos productivos, maquinaria, y demás elementos que ofrezca el laboratorio para la realización de prácticas?

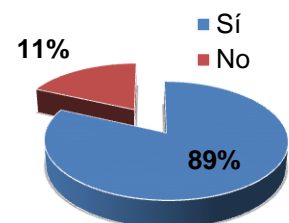
Objetivo: Conocer la percepción de los docentes de las áreas de la manufactura de la EEIE acerca de la creación del laboratorio de ambiente real de manufactura.

En la Tabla 35 se indica el porcentaje de aceptación sobre la implementación de un laboratorio de manufactura en la EEIE.

Tabla 35: Porcentaje de aceptación de la implementación de un laboratorio de ambiente real de manufactura en la EEIE

RESPUESTA	Cantidad	Porcentaje (%)
Sí	11	89
No	2	11
Total	13	100

Fuente: Autor de proyecto



Interpretación: La grafica de la Tabla 35 refleja que el 89% de los docentes encuestados respondieron que sí consideran conveniente la creación del laboratorio de ambiente real de manufactura, mientras que el 11% de los mismos, manifestaron no estar de acuerdo.

Análisis: Dentro del porcentaje de los docentes que consideraron conveniente la creación del laboratorio, se argumentó lo siguiente:

- La creación del laboratorio permite desarrollar la teoría con la práctica.
- Es fundamental para que los estudiantes tengan contacto directo con el entorno real de manufactura, interactúen con los procesos y variables y tengan la oportunidad de tomar decisiones para mejorarlo.
- Es necesario que los enfoques de diversas asignaturas, en especial las de línea directa con los procesos, sean prácticos y permitan a los docentes acercar a los estudiantes con la realidad del entorno, manteniendo a su vez una constante actualización con los sistemas de manufactura.

Algunas de las razones argumentadas por el porcentaje de docentes que no está de acuerdo con la creación del laboratorio de manufactura, se mencionan a continuación:

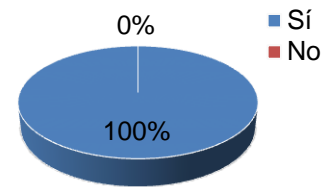
- La creación del laboratorio representa un lucro muy elevado existiendo otras alternativas posibles como las que se les brindaba anteriormente a los estudiantes a través de talleres en el Colegio Tecnológico y/o Sena.
- Los estudiantes requerirán de un nivel de experticia para operar los equipos, debido a la alta precisión que se requiere para su manipulación, por lo tanto la parte productiva se vería afectada ocasionando retrasos en la producción, afectando la calidad y tiempo de entrega del producto final.
- La operación de los equipos a utilizar en el laboratorio generan unos niveles de vibración y ruido que podría afectar a las áreas aledañas, por ejemplo: sala de cómputo.

Pregunta 2: ¿Cree importante realizar prácticas de laboratorio para la asignatura que dicta?

Objetivo: Conocer la importancia para los docentes de realizar prácticas dentro del laboratorio de manufactura como complemento práctico de la asignatura.

Tabla 36: Porcentaje de docentes dispuestos a realizar prácticas dentro del laboratorio de ambiente real de manufactura.

RESPUESTA	Cantidad	Porcentaje (%)
Sí	13	100
No	0	0
Total	13	100



Fuente: Autor de proyecto

Interpretación: La grafica de la Tabla 36 refleja que el 100% de los docentes encuestados creen importante realizar prácticas dentro del laboratorio de ambiente real de manufactura.

Análisis: Se demuestra que el total de docentes está dispuesto a realizar prácticas dentro del laboratorio. Algunas de las razones argumentadas por los docentes, se mencionan a continuación:

- En el laboratorio se pueden simular situaciones reales de manufactura, analizar riesgos, planear y ejecutar mejoras, midiendo el impacto real de la toma de decisiones, de esta forma se engrandece a través de la práctica los conocimientos teóricos vistos en clase y se mejora el proceso de aprendizaje por parte del estudiante.
- Es importante que los estudiantes posean un cierto nivel de conocimiento sobre los procesos industriales, pues ello les permitirá contextualizar los temas que allí se desarrollan.

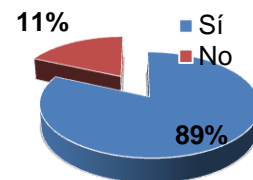
Pregunta 3: ¿Según la materia que dicta, podría aplicar prácticas en el laboratorio de ambiente real de manufactura?

Objetivo: Identificar las asignaturas en las cuales se podrán desarrollar prácticas en el laboratorio de manufactura.

En la Tabla 37 se observa el cálculo del porcentaje de docentes que podrían utilizar el laboratorio de manufactura en las instalaciones de la EEIE.

Tabla 37: Porcentaje de docentes que podrían utilizar el laboratorio de manufactura para realizar prácticas de la asignatura.

RESPUESTA	Cantidad	Porcentaje (%)
Sí	11	89
No	2	11
Total	13	100



Fuente: Autor de proyecto

Interpretación: La grafica de la Tabla 37 refleja que el 89% de los docentes encuestados respondieron que sí podrían aplicar prácticas en el laboratorio de ambiente real de manufactura, mientras que el 11% de los mismos, justificaron no poder hacerlo.

Análisis: Dentro del porcentaje de los docentes que podrán utilizar el laboratorio de manufactura para desarrollar prácticas, se argumentó lo siguiente:

- En el laboratorio se podrán desarrollar mediciones de factores de riesgo, higiénicos y de seguridad industrial.
- Se podrá observar el diseño del producto, las tecnologías de operaciones, aplicación de métodos y tiempos, diagramas de procesos, distribución de planta y análisis de datos.
- Al contar con elementos y equipos necesarios se podría trabajar con materiales dúctiles, y hacerle seguimiento en las propiedades mecánicas del producto mecanizado y conformado.

Algunas de las razones argumentadas por el porcentaje de docentes que no puede realizar prácticas dentro del laboratorio de ambiente real de manufactura, se mencionan a continuación:

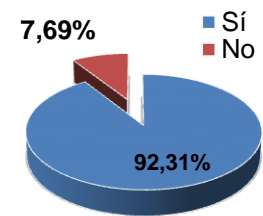
- El estudiante no puede modificar las máquinas para mejorar el método de trabajo.
- Trabajar en un ambiente real de manufactura conduce a tener que someterse a los tiempos reales que este demanda, lo cual no se corresponde con los calendarios académicos establecidos.

Pregunta 4: ¿Está de acuerdo con la implementación de un laboratorio de ambiente real de manufactura en la EEIE?

Objetivo: Conocer el impacto que generará en los docentes la creación del laboratorio de ambiente real de manufactura.

Tabla 38: Porcentaje de docentes que están de acuerdo con la implementación del laboratorio de manufactura.

RESPUESTA	Cantidad	Porcentaje (%)
Sí	12	92,31
No	1	7,69
Total	13	100



Fuente: Autor de proyecto

Interpretación: La Tabla 38 refleja que el 92% de los docentes encuestados respondieron que sí están de acuerdo con la implementación del laboratorio de ambiente real de manufactura, mientras que el 8% de los mismos, manifestaron no estar de acuerdo.

Análisis: Se concluye que la mayor parte de los docentes de la EEIE, está de acuerdo con la implementación del laboratorio de manufactura, las razones se expusieron en los análisis anteriores. Se resalta en gran medida la interacción que

tendrán los estudiantes con los procesos, de esta forma se permite experimentar y practicar los conceptos vistos en las diferentes asignaturas.

Pregunta 5: ¿Qué sugerencias tiene acerca de la implementación de un laboratorio de ambiente real de manufactura en la EEIE?

Objetivo: Conocer las diferentes apreciaciones de los docentes con respecto a la implementación del laboratorio de ambiente real de manufactura.

Análisis: Recopilando la información de los docentes encuestados, se presenta en la siguiente tabla la sugerencia general por asignatura con respecto a la implementación del laboratorio.

En la Tabla 39 se describen las sugerencias por parte de los docentes acerca de la implementación de un laboratorio de ambiente real de manufactura en la EEIE.

Tabla 39: Sugerencias generales por asignaturas

ASIGNATURA	Nº DE DOCENTES	SUGERENCIA
Salud Ocupacional	2	Durante y después de la implementación del laboratorio se cumpla con los estándares de seguridad industrial y salud ocupacional.
Procesos Industriales	2	Contar con personal que programe y evalúe económicamente los procesos, además de incluir procesos metalmecánicos de acabado y manufactura integrada por computador CIM.
Análisis de Procesos	3	Teniendo en cuenta las tendencias mundiales se requieren no sólo prácticas centradas en procesos de manufactura sino también en procesos relacionados con servicios.
Dirección de Procesos	3	Justificar la viabilidad de implementar un laboratorio de manufactura en la escuela de EEIE, dado que existe la negativa en el docente. Es importante que después de decidir si la implementación es viable, se capacite a los docentes en los temas

		relacionados con celdas de manufactura para generar proyectos prácticos y de investigación.
Diseño de Sistemas Productivos	1	Planear los contenidos programáticos para el desarrollo de las prácticas
Sistemas Flexibles de Manufactura	1	Diseñar el laboratorio de forma tal que el estudiante pueda a la vez ser gerente y operario que tenga la oportunidad de variar la distribución, de planear la producción, de “jugar” con las variables del proceso para diferentes productos y ritmos de producción, de tal forma que sea un ambiente “flexible” de manufactura.
Técnicas Modernas de Optimización	1	Planear los contenidos programáticos para el desarrollo de las prácticas.

Fuente: Autor de proyecto

Pregunta 6: ¿De qué manera podría comprometerse como docente con el laboratorio de ambiente real de manufactura?

Objetivo: Evidenciar el grado de compromiso de los docentes con la implementación del laboratorio de manufactura.

Análisis: Recopilando la información de los docentes encuestados, se presenta en la siguiente tabla los compromisos generales por asignatura que podrían adquirir con el laboratorio de ambiente real de manufactura. En la Tabla 40 se analizan los resultados obtenidos.

Tabla 40: Compromisos generales por parte de los docentes con el Laboratorio de ambiente real de manufactura

ASIGNATURA	Nº DE DOCENTES	COMPROMISO
Salud Ocupacional	2	Realizar análisis de trabajo seguro, aplicando los conceptos impartidos a los estudiantes por medio de prácticas.
Procesos Industriales	2	Realizar prácticas de laboratorio, dar soporte en el diseño y montaje de quipos, en la selección de herramientas, dispositivos e instrumentos, puesta en

		marcha de los equipos y diseño de planes de entrenamiento.
Análisis de Procesos	3	Aunque la mayor parte de los docentes manifestaron no poder realizar prácticas en el laboratorio, la minoría de docentes se comprometería en diseñar actividades y orientar al estudiante en el desarrollo de la práctica, de tal manera que la experiencia le sirva para que obtenga un aprendizaje significativo.
Dirección de Procesos	3	Diseñar y hacer parte de un grupo de gestión de prácticas de laboratorio, participar en la organización y funcionamiento del mismo.
Diseño de Sistemas Productivos	1	Definir prácticas y promover su uso en los estudiantes.
Sistemas Flexibles de Manufactura	1	Participar activamente en el diseño y creación del ambiente, tratando de recrear un sistema de producción real y dinámica.
Técnicas Modernas de Optimización	1	Promover el uso del laboratorio para el desarrollo de prácticas que pueden aplicarse cuando otros estudiantes estén haciendo uso de los equipos.

Fuente: Autor de Proyecto

Pregunta 7: ¿Qué beneficios cree que podrá ofrecer para los estudiantes de su asignatura (s) la realización de prácticas en laboratorio de ambiente real de manufactura?

Objetivo: Conocer los beneficios que pueden adquirir los estudiantes de la EEIE, con la realización de prácticas en el laboratorio de manufactura.

Interpretación: Recopilando la información de los docentes encuestados, se presenta en la siguiente tabla los beneficios que podrán adquirir los estudiantes con la realización de prácticas en laboratorio de ambiente real de manufactura. En la Tabla 41 se observan los beneficios de realizar prácticas de laboratorio.

Tabla 41: Beneficios de realizar prácticas en el laboratorio de ambiente real de
Manufactura

ASIGNATURA	Nº DE DOCENTES	BENEFICIOS
Salud Ocupacional	2	Visualizar factores de riesgo en forma directa, analizando las causas que se generan y proponiendo alternativas de mitigar factores de riesgos. Evidenciar el cumplimiento de las normas.
Procesos Industriales	2	Evidenciar la diferencia entre la teoría y la práctica como medio para afirmar las situaciones que se presentan en el mundo laboral.
Análisis de Procesos	3	Adquirir experiencias al aplicar los conocimientos. Afianzar conocimientos: analizar y comprender las técnicas y herramientas Aprender a trabajar en equipo y colaborativamente. Posibilidad de compartir conocimientos y retroalimentarse de las experiencias.
Dirección de Procesos	3	Se presentan dos puntos de vista de los docentes encuestados. Mejora el perfil profesional, debido a que pierden el temor a los elementos reales (máquinas y herramientas) que hasta el momento sólo se conocen de forma teórica. Se deben considerar otras alternativas que brinden mejores beneficios.
Diseño de Sistemas Productivos	1	Mejores posibilidades para su proceso de aprendizaje y entender de mejor manera los elementos conceptuales desde la práctica.
Sistemas Flexibles de Manufactura	1	Familiarizar al estudiante con situaciones reales de manufactura.
Técnicas Modernas de Optimización	1	Mejores posibilidades para su proceso de aprendizaje y entender de mejor manera los elementos conceptuales desde la práctica.

Fuente: Autor de proyecto

Pregunta 8: De acuerdo a la asignatura, ¿Qué tipo de práctica podría realizar en un laboratorio de ambiente real de manufactura?

Objetivo: Identificar los diferentes tipos de prácticas a realizar por asignatura en el laboratorio de manufactura.

Interpretación: Recopilando la información de los docentes encuestados, se presenta en la siguiente tabla los posibles tipos de prácticas a realizar en el laboratorio de ambiente real de manufactura.

La tabla 42 muestra algunas de las prácticas expuestas por los profesores que podrían llevarse a cabo en el laboratorio de ambiente real de manufactura.

Tabla 42: Tipos de prácticas que se podrían llevar a cabo dentro del laboratorio de ambiente real de manufactura

ASIGNATURA	Nº DE DOCENTES	TIPOS DE PRÁCTICA
Salud Ocupacional	2	Practica para evidenciar sistemas de control de incendios automáticos (detectores de humo, calor, sistemas de inundación, sistemas hidrantes) Evidenciar la aplicación del código de colores. Evidenciar la aplicación del código de seguridad humana en cuanto a: Puertas, ventanas, Techos. Aplicaciones medición de iluminación, ruido, temperatura y presión, panorama de riesgos, entre otros factores higiénicos.
Procesos Industriales	2	Laminación, conformado y mecanizado. Pruebas de programación CNC. Prácticas de medición y uso correcto de instrumentos. Prácticas de sistemas CIM. Demostración del uso de la documentación propia de los procesos de manufactura, sus requisitos, sus parámetros, sus condiciones y en general, todas las variables involucradas en una planta de producción.
Análisis de Procesos	3	Práctica de métodos y tiempos. Análisis de los procesos involucrados.

Dirección de Procesos	3	Manejo de tamaños de lote y como influyen en el tiempo de procesamiento, tiempos de setup, secuenciación de trabajos, la apropiación del concepto de celdas de manufactura, entre otros temas. Estudios de productividad, planeación de capacidad, programación de operaciones. Proceso de desarrollo del producto Diseño del flujo del proceso
Diseño de Sistemas Productivos	1	Levantamiento de planos, distribución de espacios.
Sistemas Flexibles de Manufactura	1	Muchas prácticas, donde en términos generales el estudiante de la mano del docente pueda “jugar” con todas las variables del proceso, buscando los mejores índices de productividad, con ciertos parámetros dados por “el cliente”.
Técnicas Modernas de Optimización	1	Conceptualización de modelos, toma de datos, caracterización de flujos y operaciones para desarrollo de modelos de simulación, validación de modelos.

Fuente: Autor de proyecto

11.6 CONCLUSIÓN GENERAL IMPACTO ACADÉMICO

Según los resultados de las encuestas contestadas por los docentes, se considera la implementación del ambiente real de manufactura una propuesta que se ve importante en el proceso de formación, no sólo porque que los estudiantes podrán interactuar con los procesos y complementarán sus conocimientos teóricos con la práctica, sino que les permitirá familiarizarse con los ambientes reales de manufactura en el uso de los equipos, análisis de datos y procesos.

12. CONCLUSIONES

- La instalación asignada al laboratorio de ambiente real de manufactura es suficiente para la implementación y ejecución del laboratorio propuesto.
- Se pudo establecer la viabilidad técnica de la implementación del laboratorio de ambiente real de manufactura en la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales de la U.I.S.
- La mejor alternativa desde el punto de vista técnico y financiero es la Alternativa 2, sin embargo, puede haber una variabilidad en estos resultados debido a que los tiempos empleados en el análisis son estimados para la producción de un producto similar.
- Gracias a la simulación en Flexsim se pudo observar el bosquejo de las dos alternativas de distribución del laboratorio de ambiente real de manufactura, y bajo los tiempos estimados conocer el comportamiento del proceso productivo.
- A pesar de que el operario tiene labor productiva durante 4 horas por día y 5 días a la semana para las dos alternativas, los tiempos utilizados se ajustan al cumplimiento de la demanda permitiendo disponer de tiempo para actividades académicas.
- Por medio del análisis financiero se pudo establecer que la alternativa 2 permite tener ingresos por ventas superiores a las inversiones iniciales en el primer semestre, por lo que permite en un periodo de un semestre recuperar la inversión realizada.

- En el estudio del impacto académico se pudo establecer el grado de aceptación de la implementación de un laboratorio de ambiente real de manufactura en la Escuela de Estudios Industriales por parte de los docentes involucrados con el área de la manufactura y que allí laboran.
- Se pudo establecer que la implementación del laboratorio de ambiente real de manufactura es una propuesta que se percibe importante en el proceso de formación, no sólo porque los estudiantes podrán interactuar con los procesos y complementar sus conocimientos teóricos con la práctica, sino que les permitirá familiarizarse con los ambientes reales de manufactura en el uso de los equipos, análisis de datos y procesos.

13. RECOMENDACIONES

- ❖ La Escuela de Estudios Industriales y Empresariales deberá llegar a un acuerdo con la Escuela de ingeniería Mecánica de la Universidad Industrial de Santander para definir la transferencia de los equipos y centros de mecanizado que hacen parte de la celda de manufactura y que se encuentran actualmente la escuela de Ingeniería Mecánica.
- ❖ Definir la alternativa a ser implementada y realizar las adecuaciones necesarias de la instalación.
- ❖ Utilizar el modelo de simulación como base de estudio de desarrollo de nuevas propuestas de distribución que puedan llegar a ser generadas.
- ❖ Definir una programación de actividades a realizar en el laboratorio de ambiente real de manufactura para las prácticas que se pretendan desarrollar, impidiendo así la interferencia con el proceso productivo.
- ❖ Para la implementación del modelo de ambiente real de manufactura es recomendable desarrollar inicialmente la Alternativa 2, ya que será un punto de referencia para el desarrollo del eje pasador satélite o productos que se pretendan manufacturar.
- ❖ La evaluación económica realizada puede variar considerablemente debido a los cambios en el mercado tanto de Materias primas, insumos y equipos, por lo que se recomienda realizar ajustes a dicha evaluación.

BIBLIOGRAFÍA

CHASE Richard B., JACOBS F. Robert, AQUILANO Nichikas J. Administración de la producción y operaciones para una ventaja competitiva. Décima edición. México, Mc Graw Hill 2005. P 207-208, 719-724.

DILEEP R. Sule. 2001, Instalaciones de manufactura, Thomson Learning, México.

GARAVITO, Edwin Alberto. Diseño de sistemas productivos. Universidad Industrial de Santander UIS. 2011.

GARAVITO, Edwin Alberto. Simulación de procesos de manufactura, Escuela de estudios industriales y empresariales, UIS, 2008.

MEYERS, Fred; Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales, 3ra Ed.

OLGA L. Mantilla. Presentación Clase Diseños de Sistemas Productivos.

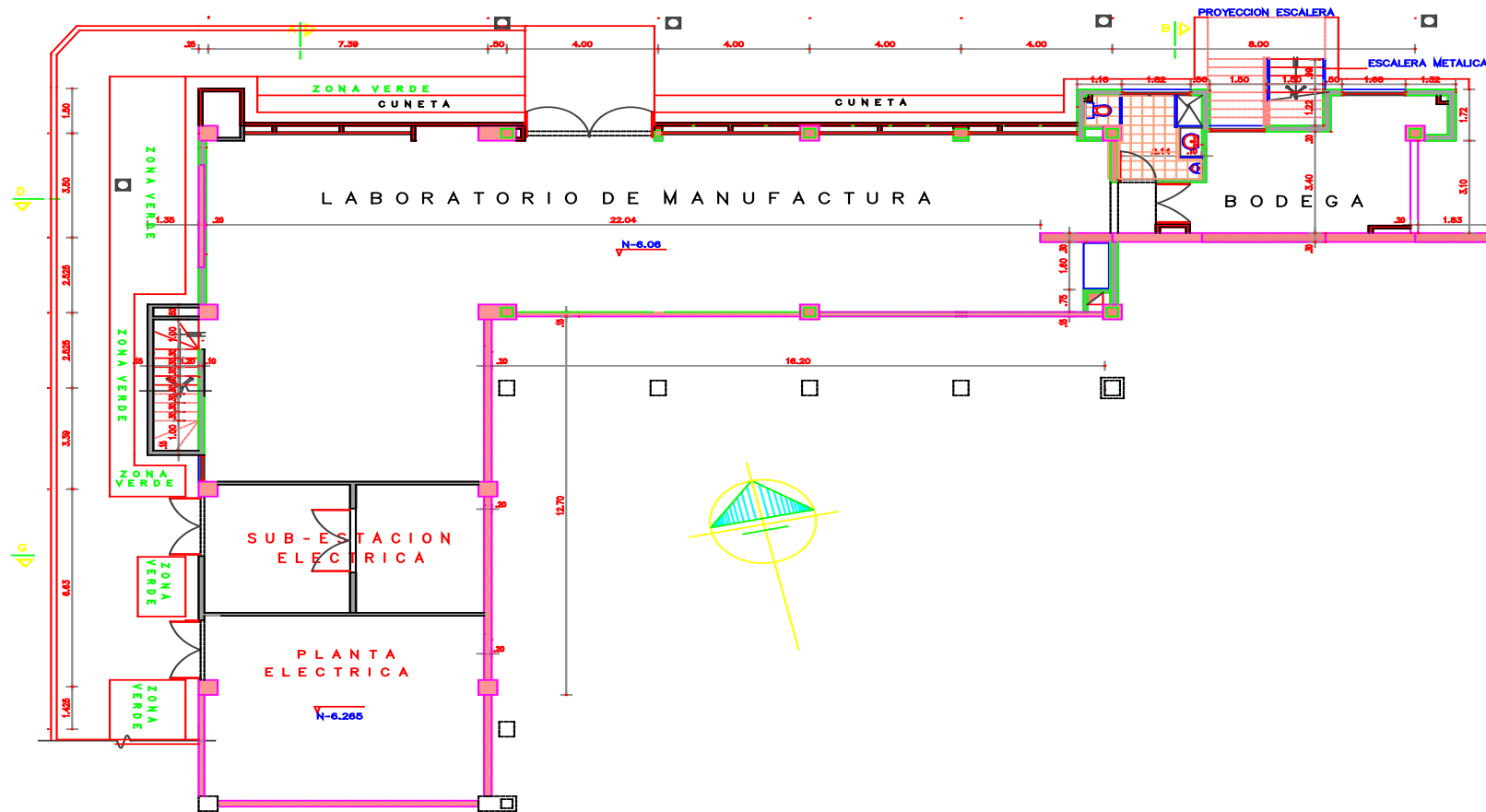
Resolución 2400 de 1979 (mayo 22) del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social.

RICHARD Muther, (1977). Distribución en planta. Barcelona: Hispano Europea.

VALLHONRAT, Josep y Corominas, Albert. Localización, Distribución en Planta y Manutención. Marcombo Boixareu Editores, Barcelona, 1991.

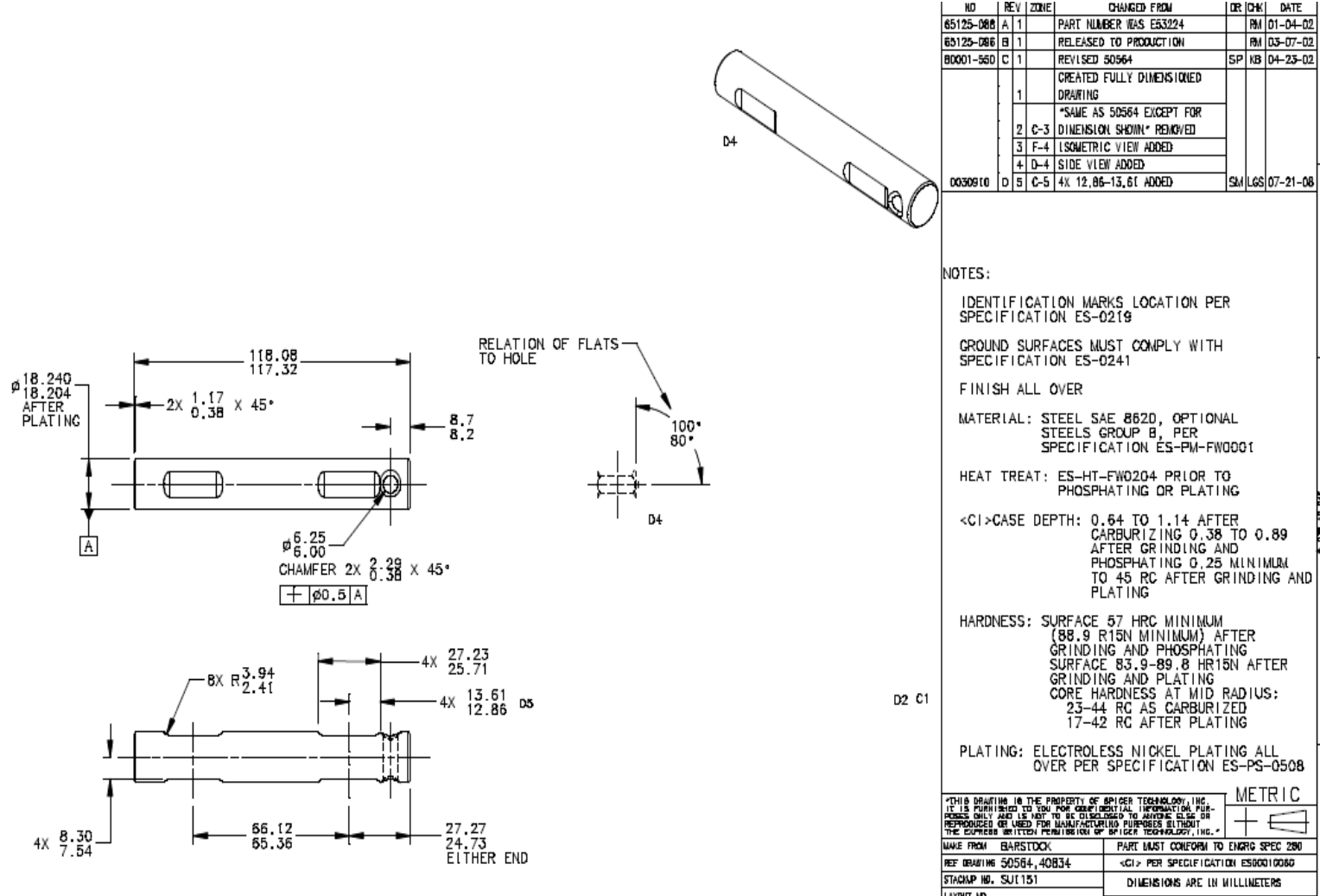
ANEXOS

ANEXO A: Plano físico Laboratorio de Ambiente Real de manufactura.



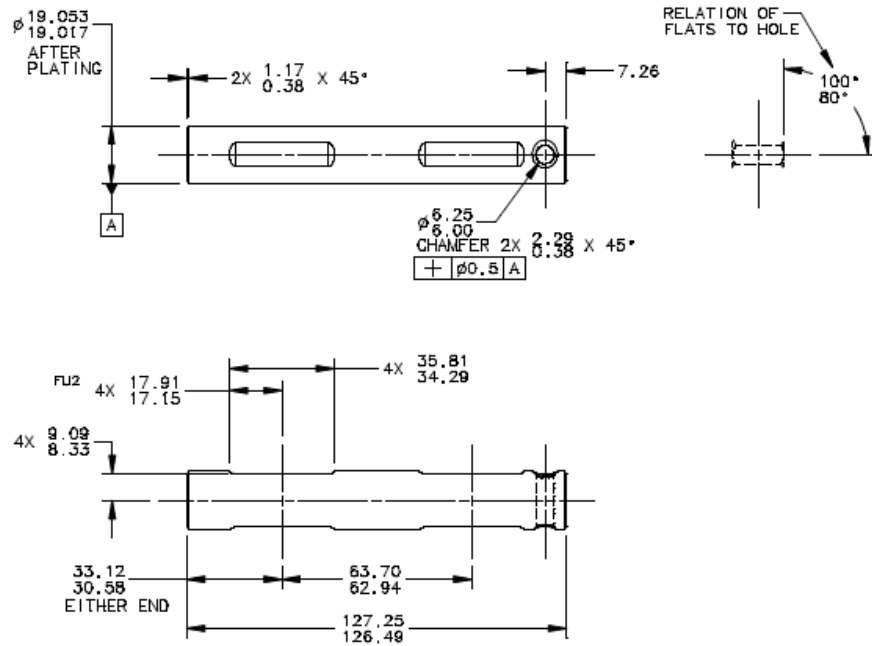
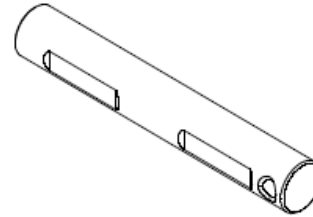
Fuente: Dirección general EEIE.

ANEXO B: Dibujo detallado Eje pasador satélite Referencia 1 y 2



Fuente: Empresa Dana Transejes

Dibujo detallado Eje pasador satélite Referencia 2



NO	REV	ZONE	CHANGED FROM	DR	CHK	DATE
H18-389-C			RELEASED TO PRODUCTION	HR		01-28-86
	1	-	RELOCATED FROM 40834			
0030810	FU2	C-B	4X 17.15/17.91 ADDED	CV	LGS	07-21-08

NOTES:

IDENTIFICATION MARKS LOCATION PER SPECIFICATION ES-0219

GROUND SURFACES MUST COMPLY WITH SPECIFICATION ES-0241

FINISH ALL OVER

MATERIAL: STEEL SAE 8620, OPTIONAL STEELS GROUP B, PER SPECIFICATION ES-PM-FW0001

HEAT TREAT: ES-HT-FW0204 PRIOR TO PHOSPHATING OR PLATING

CASE DEPTH: 0.64 TO 1.14 AFTER CARBURIZING
0.38 TO 0.89 AFTER GRINDING AND PHOSPHATING
0.25 MINIMUM TO 45 RC AFTER GRINDING AND PLATING

HARDNESS: SURFACE 57 HRC MINIMUM (88.9 R15N MINIMUM) AFTER GRINDING AND PHOSPHATING
SURFACE 83.9-89.8 HR15N AFTER GRINDING AND PLATING
CORE HARDNESS AT MID RADIUS: 23-44 RC AS CARBURIZED
17-42 RC AFTER PLATING

PLATING: ELECTROLESS NICKEL PLATING ALL OVER PER SPECIFICATION ES-PS-0508

THIS DRAWING IS THE PROPERTY OF SPICER TECHNOLOGY, INC. IT IS LOANED TO YOU FOR CONFIDENTIAL INFORMATION PURPOSES ONLY AND IS NOT TO BE DISCLOSED TO ANYONE ELSE OR REPRODUCED OR USED FOR MANUFACTURING PURPOSES WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN PERMISSION OF SPICER TECHNOLOGY, INC.

METRIC

NAME FROM 32011-6	PART MUST CONFORM TO ENGRG SPEC 280
REF DRAWING 40834	<C1> PER SPECIFICATION ES00010080
STACKUP NO.	DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
LAYOUT NO.	REF DRAWING STANDARDS
APPROX WT 0.27 kg	ASME Y14.5M - 1984
MATERIAL SEE NOTE	UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
HEAT TREAT SEE NOTE	FINISHED TOL: ± 0.25
HARDNESS SEE NOTE	RHOLE TOL: ± 2%
	SPECIFICATION: SPICER TECHNOLOGY, INC.

Fuente: Empresa Dana Transejes

ANEXO C: Especificación de casos de endurecimiento No. FW-204 (ES-HT-FW0204)



DANA CORPORATION
 SPICER LIGHT AXLE GROUP
 FORT WAYNE, INDIANA

Heat Treatment Specification No. FW-204 (ES-HT-FW0204)
Case Hardening

Sheet 1 of 4

Operation	Indicated Temperature	Time at Heat	Quenching Cooling Means	Remarks
Normalizing – Annealing Treatment				
Normalize				
Anneal				
Stress Relief				
Hardening Treatment				
Harden				
Martemper				
Austemper				
Temper				
Case Hardening Treatment				
Carburize ☒	1600-1750°F	To obtain specified case depth	Oil quench from 1550-1625°F to obtain specified core hardness. Optional: Hot oil quench. Oil quench from 1550-1625°F to obtain specified core hardness. Marquench oil at 240-350°F.	Ring gear press quench only. Direct (free) quench are per ES-HT-FW0250. Free (direct) quench material requirements are different from press quench. For optional hot oil quench, parts must remain in oil a minimum of 10 minutes to equalize temperature. Air cool to room temperature prior to tempering.
Carbonitride				
Cyanide				
Gas Nitride				
Liquid Nitride				
Reheat	177°C (350°F) See note	40 minutes minimum at temperature	Air	
See notes below.				

Rev. R

Notes:

Rev. P

Process Parameters:

This document is the property of Dana Corporation. It is furnished to you for confidential information purposes only and is not to be disclosed to anyone else or reproduced or used for manufacturing purposes without the express written permission of Dana Corporation.



Heat Treatment Specification No. FW-204 (ES-HT-FW0204)
Case Hardening

Sheet 2 of 4

~~Process variables such as quench oil, quench temperature, quench agitation, tray loading, equalization temperature, etc., should be optimized to maintain proper case / core properties and to minimize part to part variation.~~

Unless otherwise noted on print:

Rev. R

Tempering:

It is permissible to lower the tempering temperature to maintain hardness when required (i.e. SAE 9310). The minimum temperature allowed is 138°C (280°F). If a common furnace is used other materials may be tempered at this lower temperature as necessary.

Surface hardness:

Rev. R

Surface hardness is measured by converting microhardness measurements (500g Vickers and Knoop, or 500 - 1000g direct reading methods) at 0.10 – 0.15 mm (0.004 – 0.006 inches) below the surface to Rockwell C scale (HRC). On gears the hardness is measured at the mid-tooth tooth pitchline and root with the total range reported.

When only a minimum surface hardness is specified:

The maximum carburized and as-tempered surface hardness shall be 7 HRC harder than the minimum specified.

For gears that are subsequently shot peened the maximum surface hardness shall be 9 HRC harder than the minimum specified.

Rev. S

Case Carbon Content:

The final carbon content at the surface of the carburized case should be between 0.65 and 0.95%. The target and average should be between 0.75 and 0.80% depending on the process.

Typically 0.80% is used for traditional atmosphere furnaces where the variation is greater. While 0.75% is used for vacuum furnaces where the variation is reduced.

The maximum carbon content should be at the surface. It should decrease with increasing depth.

This requirement is to insure maximum strength and fatigue properties without compromising contact strength and life.

Core hardness:

Rev. S

Core hardness of gears measured mid tooth at the tooth root shall be as specified in ES00010447, unless otherwise specified on the drawing.

For pinions made from Manganese / Chrome series steels (i.e. SAD 5119, DIN 16MnCr5, JIS SCR 420 types), the core hardness measured at the half radius at the outboard bearing radius shall be 33 HRC maximum per Figure 1.

~~This document is the property of Dana Corporation. It is furnished to you for confidential information purposes only and is not to be disclosed to anyone else or reproduced or used for manufacturing purposes without the express written permission of Dana Corporation.~~



DANA CORPORATION
SPICER LIGHT AXLE GROUP
FORT WAYNE, INDIANA

Heat Treatment Specification No. FW-204 (ES-HT-FW0204)
Case Hardening

Sheet 3 of 4

Rev. R

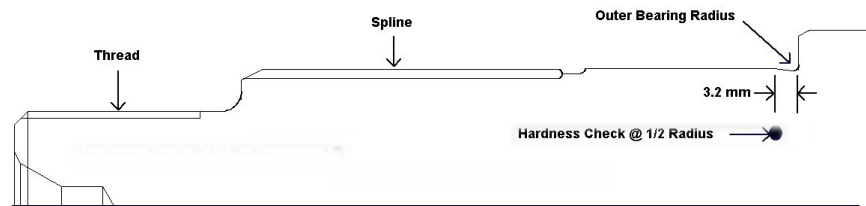


Figure 1

Case depth:

Case depth is effective case to 50 HRC measured by converting microhardness traverse measurements (500g Vickers and Knoop, or 500 - 1000g direct reading methods) to Rockwell C scale (HRC). Case depth on gears to be measured at the mid-tooth pitch line. Case depth on gears at the tooth root to be no less than one half the minimum specified case depth. Case depth on shafts will be measured at smallest diameter (excluding splines).

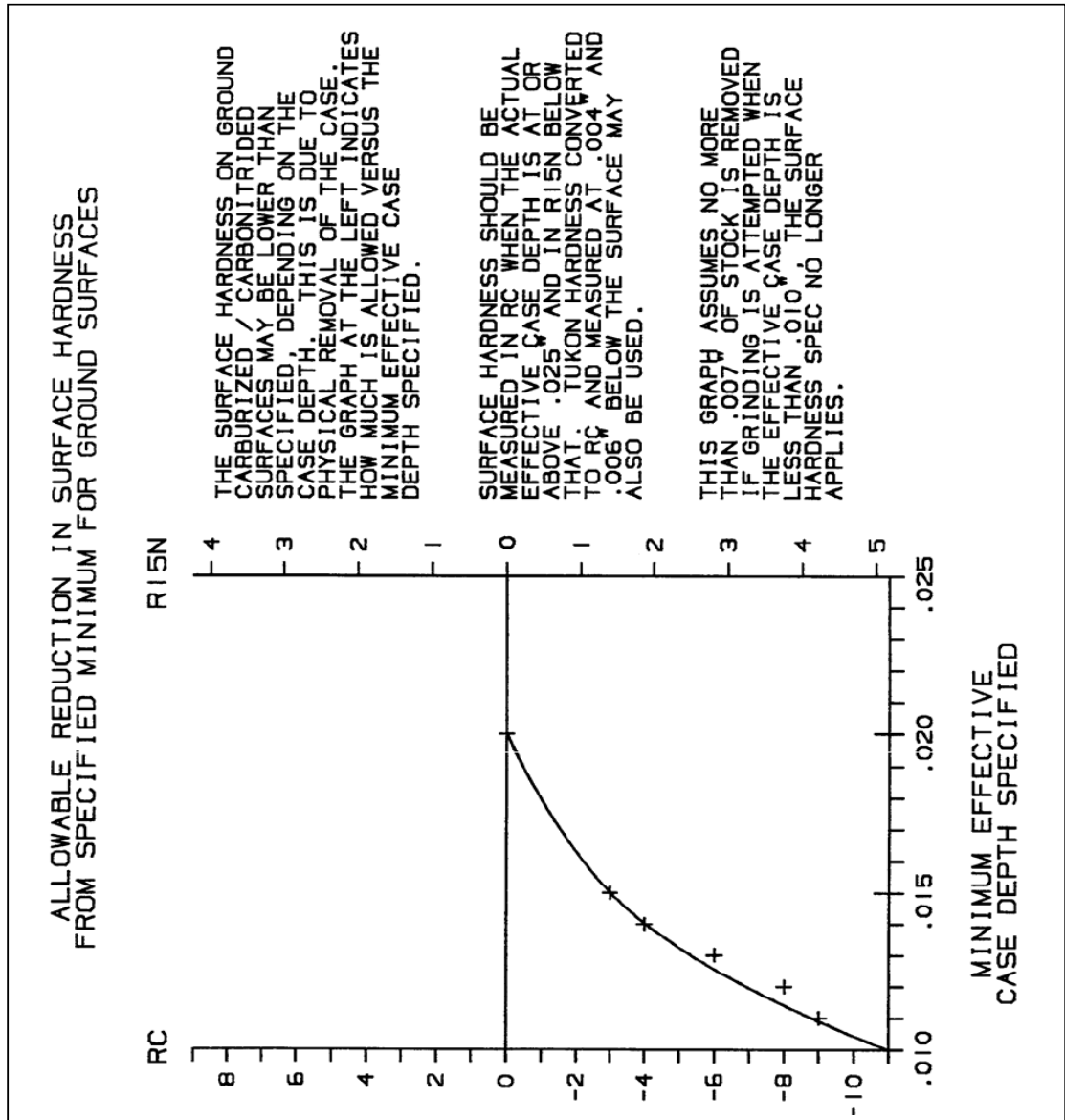
Microstructure:

Case shall consist of martensite. No network carbides are permitted. Retained austenite shall not cause microhardness readings to drop below the surface hardness specification. Core shall consist of transformation products, with a maximum of 10% ferrite for alloy grades.

~~This document is the property of Dana Corporation. It is furnished to you for confidential information purposes only and is not to be disclosed to anyone else or reproduced or used for manufacturing purposes without the express written permission of Dana Corporation.~~



**Heat Treatment Specification No. FW-204 (ES-HT-FW0204)
 Case Hardening**



This document is the property of Dana Corporation. It is furnished to you for confidential information purposes only and is not to be disclosed to anyone else or reproduced or used for manufacturing purposes without the express written permission of Dana Corporation.



DANA CORPORATION
 SPICER LIGHT AXLE GROUP
 FORT WAYNE, INDIANA

**Heat Treatment Specification No. FW-204 (ES-HT-FW0204)
 Case Hardening**

Sheet 5 of 4

NO	REV.	CHANGE	BY	CK.	DATE
16502		Sht. 2 released		GF	09-21-89
80001-058	K	Notes revised	VB	BG	07-24-97
80001-414	L	Case Hardening Treatment revised	MF	TF	10-12-00
80001-575	M	Press and free (direct) quench requirements clarified	MF	TF	06-18-02
0005490	N	Revise quench temperature. Remove oil note. Define direct quench option.	MF	TF	03-18-04
17932	P	Add process control, maximum as-tempered surface hardness and pinion core hardness maximum for manganese / chrome series steels requirements.	MF	GF	01-25-06
EWO-0024313	R	Revise tempering temperature note; add surface hardness method; add shot peened surface hardness section; add Figure 1	MF	GF	01-05-07
EWO-0027672	S	Added Case Carbon Content. Removed core hardness.	JG	GF	07-24-07

~~This document is the property of Dana Corporation. It is furnished to you for confidential information purposes only and is not to be disclosed to anyone else or reproduced or used for manufacturing purposes without the express written permission of Dana Corporation.~~

ANEXO D: Especificaciones técnicas del CMV Leadwell V-20.

CARACTERÍSTICA	UNIDAD	MEDIDA
CAPACIDAD		
Recorrido eje X	Milímetros (in)	510 (20.1")
Recorrido eje Y	Milímetros (in)	350 (13.8")
Recorrido eje Z	Milímetros (in)	400 (15.7")
Distancia de la superficie de la mesa al husillo	Milímetros (in)	100-500 (3.9-19.7")
Distancia de las guías al centro del husillo	Milímetros (in)	410 (16.1")
MESA		
Superficie de trabajo (Ancho x Largo)	Milímetros (in)	600x350 (23.6x13.8)
Masa máxima de trabajo	Kilos	200
HUSILLO		
Velocidad	RPM	8000
Tipo de husillo (tamaño nominal, NO) 7/24	Cónico	NO40
Diámetro interno del husillo	Milímetros (in)	60(2.4)/50(2)
VELOCIDADES DE CORTE		
Desplazamiento rápido X,Y,Z	M/min.	24,24,20
Máxima velocidad de corte	M/min.	10/min
CAMBIO AUTOMÁTICO DE HERRAMIENTA A.T.C.		
Capacidad Max. de herramientas	HP	20
Máximo diámetro de herramienta (con herramientas adyacentes)	Milímetros (in)	80(3.2)
Máxima longitud de herramienta	Milímetros (in)	200(7.9)
Tiempo de cambio de herramienta (Tambor/Brazo)	Seg	6/10,2.5/7
MOTOR		

Motor del husillo FANUC kw (HP)	Kw (HP)	5.5 (7.3)
Motores de los ejes X/Y/Z	Kw	1.0/1.0/1.0
VARIOS		
Espacio requerido	Milímetros	1745x2983
Peso total	Kilos	3000
Altura	Milímetros	2394
Espacio en piso	Milímetros	1850x2383
Requerimiento de potencia	Kw	15
Controlador FANUC OMD		

Fuente: Escuela de Ingeniería Mecánica – Universidad Industrial de Santander

ANEXO E: Especificaciones Técnicas Torno CNC Leadwell V-20.

CARACTERÍSTICA	UNIDAD	MEDIDA
CAPACIDAD		
Recorrido eje X	Milímetros	105+20
Recorrido eje Z	Milímetros	460
Velocidad	RPM	4500
RANGO DE ALIMENTACIÓN		
Traveso X, Y, Z	M/min.	20/24
A.T.C.		
Capacidad max. de herramientas	PCS	12
MOTOR		
Spindle motor	HP	1.6
	Voltios	205
VARIOS		
Espacio requerido	Milímetros	1595
Peso total	Kilos	3000

Fuente: Escuela de Ingeniería Mecánica – Universidad Industrial de Santander

ANEXO F: Especificaciones técnicas de la sierra de banda Kanuth



Miter band saws

B 125 S • B 200 S

Band Saws - an economic alternative to frame and circular saws

B 125 S

- saw frame swivels from -45° to +60° - it is not necessary to move the part
- quick-action vise and depth stop are included
- three speed levels allow machining of a wide variety of materials
- feed table for vertical sawing is included in standard equipment

B 200 S

- saw frame swivels - allowing angular cuts from 90° to -45°
- coolant system is included



B 125 S shown



B 200 S shown

- thin saw blade for reduced material removal
- long life - the saw blade is used over its entire length
- exact cuts - rigid construction prevents belt track deviations
- quiet, low-vibration operation

- support pressure is infinitely variable from 0 to maximum pressure via hydraulic cylinder

Bi-Metallic Band Saw Blades				F
for model	dimensions	teeth/inch	Part No.	
B 125 S	1640 x 13 x 0.65	6/10	119 151	
B 200 S	2360 x 20 x 0.90	4/6	119 150	

Standard Equipment:

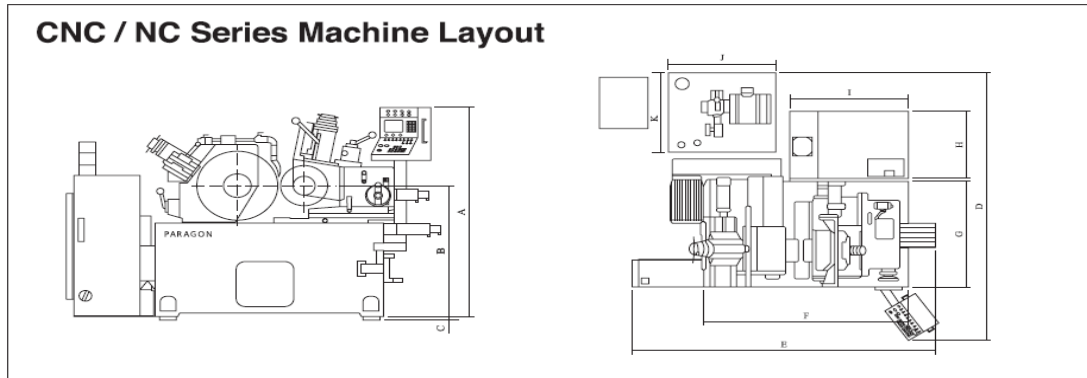
coolant system (B 200 S), quick-action vise, mobile base, saw blade, table for vertical cutting (B 125 S), operating manual

Specifications	B 125 S		B 200 S		Drive Capacities	
cutting capacity 90°						
- circular / square	mm	125 / 100		205 / 205	main motor	kW / V 0.55 / 230 1.1 / 400
- rectangular	mm	125 x 100		205 x 215	belt speed	m/min 22 / 33 / 45 / 65 24 / 41 / 61 / 82
cutting capacity 60°					Dimensions/Weight	
- circular / square	mm	50 / 50		-	dimensions	mm 1000 x 550 1230 x 650
- rectangular	mm	50 x 56		-		x 1100 x 1320
cutting capacity 45° left					weight	kg 100 190
- circular / square	mm	95 / 76		135 / 115	Part No.	102 748 102 752
- rectangular	mm	95 x 76		205 x 115		

Please indicate the size and type of teeth when ordering saw blades!

Fuente: Knuth

ANEXO G: Especificaciones técnicas Rectificadora LANDIS Type R



Model	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
RC-12CNC / NC	1700	935	25	2300	2460	1030	630	485	730	550	450
RC-18CNC / NC	1730	990	25	2830	3200	1450	930	700	1000	680	550
RC-1812CNC	1730	975	25	2830	3200	1445	1010	700	1000	680	550
RC-20CNC	1730	1035	25	3010	3250	1650	930	700	1000	680	550

Unit:mm

Specifications:

Model	Unit	RC-12CNC / NC	RC-18CNC / NC	RC-1812CNC	RC-20CNC
Grinding range (dia.)	mm	1-30	2-50	2-50	2-50
Grinding wheel size (dia. x width x hole)	mm	305 x 150 x 120	455 x 205 x 228.6	455 x 305 x 228.6	510 x 205 x 304.8
Regulating wheel size (dia. x width x hole)	mm	230 x 150 x 127	280 x 205 x 139.7	305 x 305 x 177.8	305 x 205 x 177.8
Grinding wheel speed (Peripheral Speed)	m / min	2000	2000	2000	2000
Regulating wheel speed	R.P.M.	10-300	10-300	10-300	10-300
Regulating wheel swivel angle	deg.	±5°	±5°	±5°	±5°
Regulating wheel tilt angle	deg.	±5°	±5°	±5°	±5°
Grinding wheel motor	HP	7.5	15	20	20
Regulating wheel motor (servo motor)	kw	1.3	1.8	2.9	2.9
Hydraulic pump motor	HP	1	1	1	1
Coolant pump motor	HP	1 / 8	1/4	1/4	1/4
Machine dimension (WxDxH)	mm	2,460 x 2,300 x 1,700	3,200 x 2,830 x 1,730	3,200 x 2,830 x 1,730	3,250 x 3,010 x 1,730
Machine weight	kg	2,100	4,200	4,500	4,800

Design and specifications are subject to change without prior notice.

ANEXO H: Especificaciones y características equipo de Inspección de Grietas Magnaflux.

	7	CONTROL DE CALIDAD	7-05-20
07-05	U.S.A.	SISTEMA "MAGNAFLUX / MAGNAGLO" PARTICULAS MAGNETICAS / METODO SECO - HUMEDO	

EQUIPO PORTATIL "MAGNAFLUX / MAGNAGLO"

Características

Es un equipo de gran sensibilidad, diseñado para detectar fallas, trizaduras, porosidad, fallas de sobrecalentamientos o enfriamientos bruscos, etc., en todo material ferroso magnetizable.

El equipo trabaja en el principio de la deformación que un campo magnético sufre, al ser interrumpidas sus líneas de fuerza, por una trizadura u otra imperfección del material.

El campo magnético se forma con el Yugo Y-6 o la Bobina L-10.

La falla aparece al colocar polvos metálicos, los que siguen las líneas de fuerza que saltan sobre la trizadura.

Puede usarse con Luz negra y Polvos Fluorescentes.

Uso

Aviación, Talleres de motores o reparaciones de vehículos, Maestranzas, Ferrocarriles, Astilleros, Talleres de Soldadura de Temple, etc.

MAGNAFLUX®



Y-6 AC DE YUGO

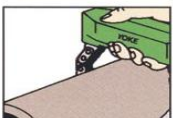
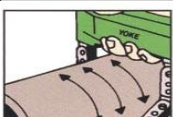


1.- EQUIPO Y-6 AC DE YUGO

Dígito	Catálogo	Cant.	Componentes
0705360-6	45292	1	Maleta
		1	Yugo Y-6, 220 VAC
		1	Polvo Rojo 8-A, 1Lb.
		1	Polvo Gris, 1Lb
		1	Paño limpiador
		1	Plumón Marcador de Metales
		3	Toallas Limpiadoras de Manos
		1	Manual de Instrucciones
1	Pera para aplicar Polvo		

2.- EQUIPO Y-8 DE YUGO, Con Batería

No requiere conexión eléctrica durante la operación, es alimentado con batería recargable

Dígito	Catálogo	Descripción	
0705361-4	6117710-01	1	Yugo Y-8. Con Batería 220VAC
		1	Polvo Gris, 1Lb
		1	Paño limpiador
		1	Plumón Marcador de Metales
		3	Toallas Limpiadoras de Manos
		1	Instrucciones
		1	Pera para aplicar Polvo
1	Maleta		

Indicaciones de Uso		
1	Limpie la pieza con el "CLEANER".	
2	Colocar el YUGO en la pieza en dirección perpendicular a la supuesta fisura.	
3	Energize el YUGO y deslizar en el área a chequear.	
4	Aplique El polvo magnético mientras el YUGO está energizado.	
5	La indicación de la fisura aparecerá inmediatamente	

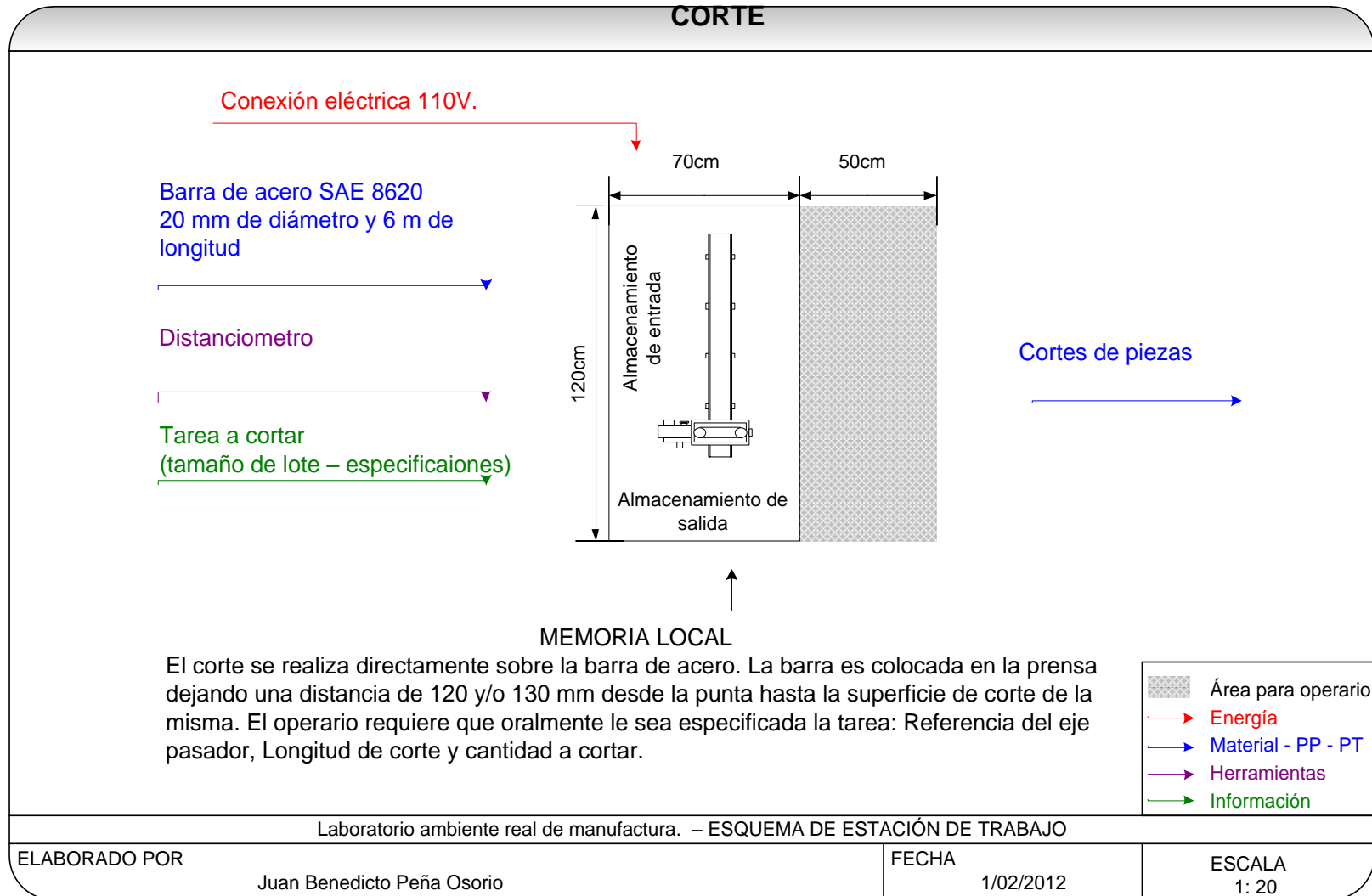
2.- ACCESORIOS Y REPUESTOS

Dígito	Catálogo	Descripción
0705355-K	-	YUGO YM-5 De imán permanente, sin caja ni accesorios.
0705365-7	43540	YUGO Y-6 Apertura Maxima 30cms., 3,6 metros de cable + tierra Maleta e Instrucciones, alimentación 220 VAC
0705370-3	50651	EQUIPO L-10 COIL KIT DE BOBINA 10" diámetro interior para 110VAC/50HZ, interruptor de pedal, 10mts de cable. Necesita un transformador de 110/220 Volts, de 1500 Watts. Equipo complementario del Y-6.

OPERACION MAGNAGLO: Debe adquirirse Lámpara de Luz Negra ZB-23-A y los productos Magnagló. Ver Lista 7-10-05
PRODUCTOS PARA OPERACION MAGNETICA: Ver Lista 7-10-00

VALPARAISO *	SANTIAGO	TALCAHUANO	ANTOFAGASTA	PUERTO MONTT
Tel.: 32-351111 / Fax: 32-351128 Email: vignoval@vignola.cl	Tel.: 2-7758385 / Fax: 2-7732036 Email: vignosan@vignola.cl	Tel.: 41-588858 / Fax: 41-589102 Email: vignotal@vignola.cl	Tel.: 55-453030 / Fax: 55-453039 Email: vignoant@vignola.cl	Tel.: 65-350150 / Fax: 65-350144 Email: vignomontt@vignola.cl

ANEXO I: Plantillas De Estación De Trabajo



TORNEADO

Barra de acero SAE 8620 previamente cortada.



Conexión eléctrica 205 V.



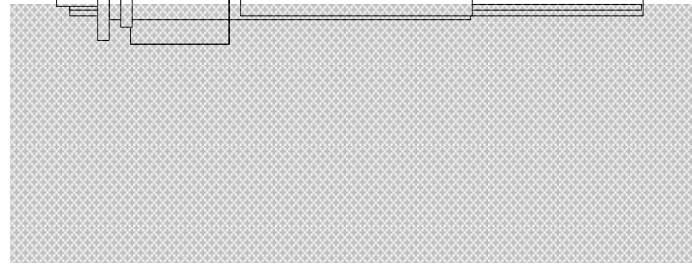
Llave



Códigos:
Programación CNC.
Diseño y plano del Eje pasador satélite



Eje pasador satélite en proceso



MEMORIA LOCAL

En este proceso el operario toma una pieza después de haber sido cortada a la distancia requerida y procede al montaje del eje en el torno CNC para que posteriormente se realice el proceso de torneado de la superficie y caras laterales de manera automática. Al finalizar el operario desmonta la pieza y procede al siguiente centro de trabajo.

- Área para operario
- Energía
- Material - PP - PT
- Herramientas
- Información

Laboratorio ambiente real de manufactura. – ESQUEMA DE ESTACIÓN DE TRABAJO

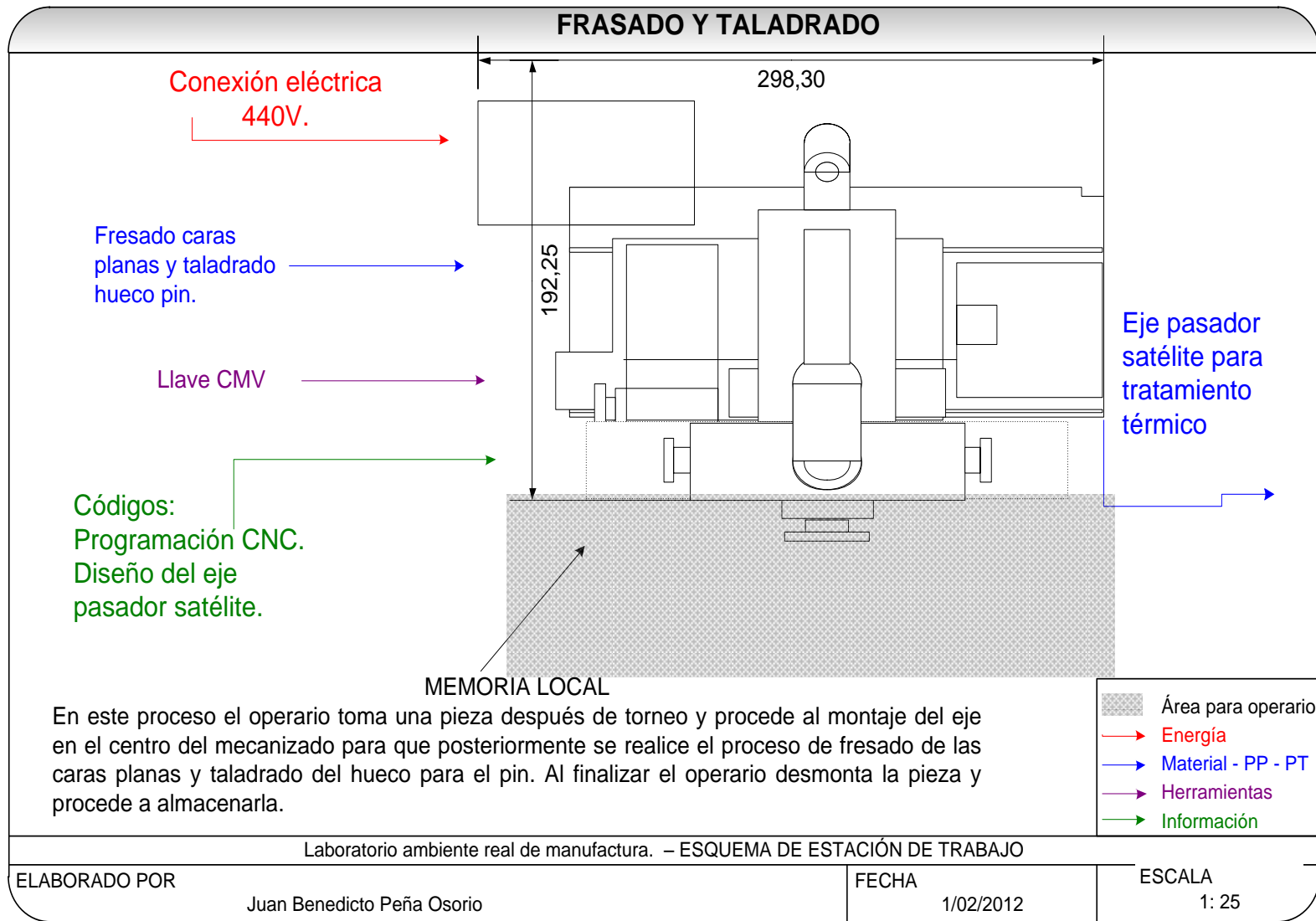
ELABORADO POR

Juan Benedicto Peña Osorio

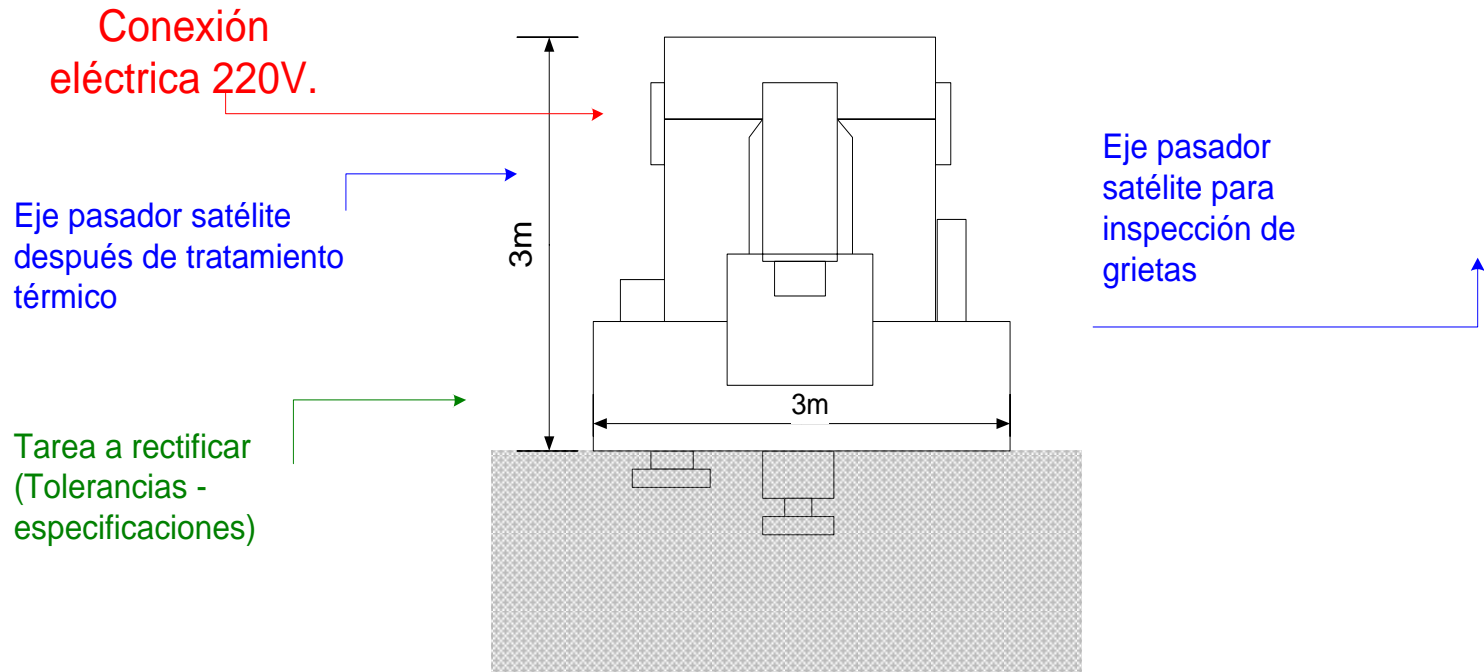
FECHA

1/02/2012

ESCALA
1: 25



RECTIFICADO



MEMORIA LOCAL

El operario ajusta el eje pasador en la rectificadora para que esta realice el pulido de la superficie del eje, con acepción de las caras planas fresadas en el proceso anterior.

- Área para operario
- Energía
- Material - PP - PT
- Herramientas
- Información

Laboratorio ambiente real de manufactura. – ESQUEMA DE ESTACIÓN DE TRABAJO

ELABORADO POR

Juan Benedicto Peña Osorio

FECHA

1/02/2012

ESCALA

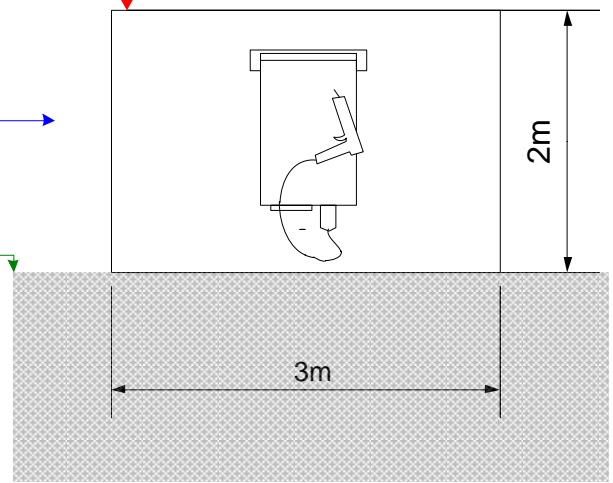
1: 50

Inspección de grietas - Magnaflux

Conexión eléctrica 110V.

Eje pasador satélite después de Rectificado

Tarea a Inspeccionar
Cumplimiento con especificaciones –
Calidad del producto



Eje pasador satélite Terminado a bodega de Producto terminado

MEMORIA LOCAL
El operario finalmente realiza el proceso de inspección por medio del yunque para inspección de grietas Magnaflux.

- Área para operario
- Energía
- Material - PP - PT
- Herramientas
- Información

Laboratorio ambiente real de manufactura. – ESQUEMA DE ESTACIÓN DE TRABAJO

ELABORADO POR

Juan Benedicto Peña Osorio

FECHA

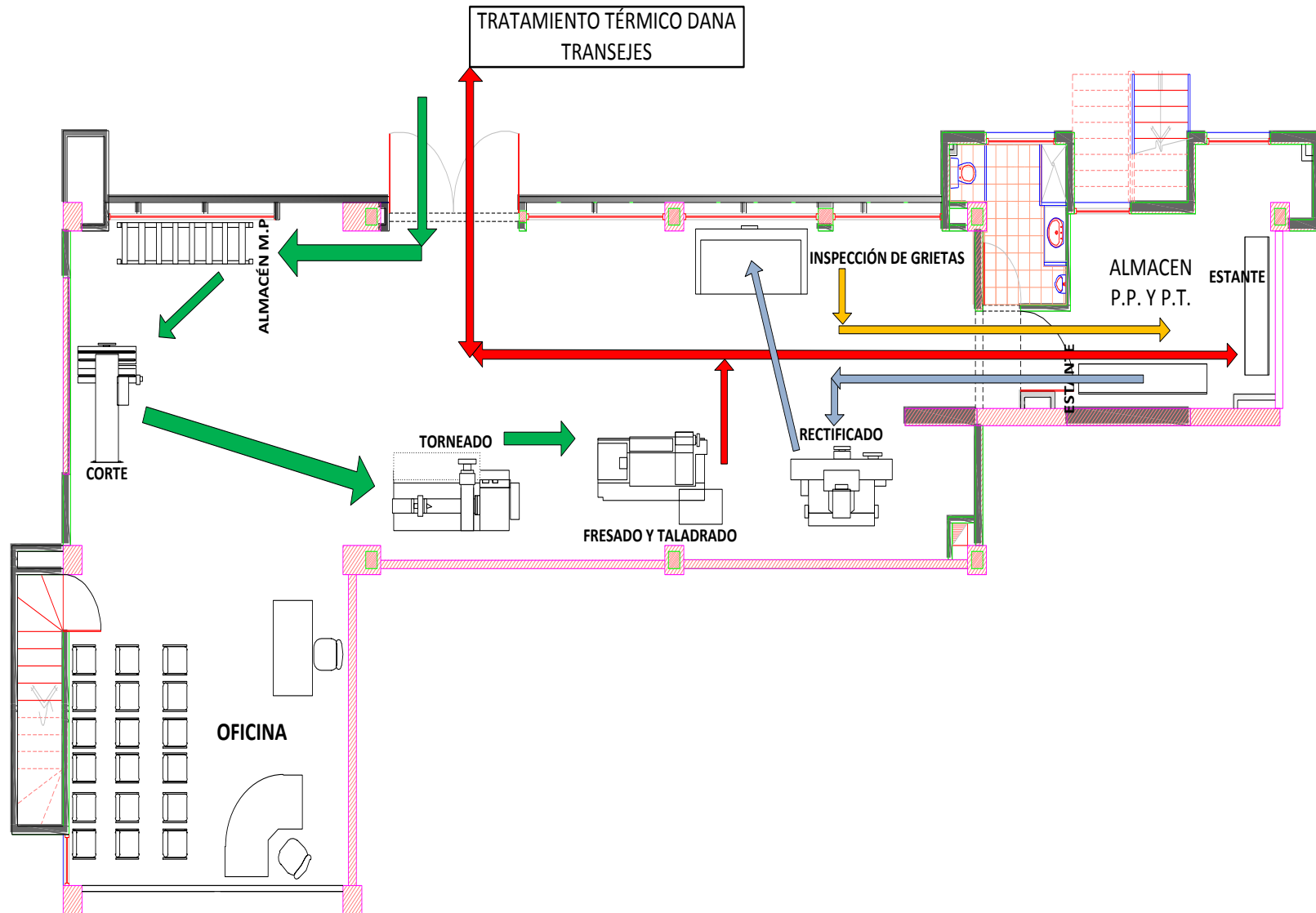
1/02/2012

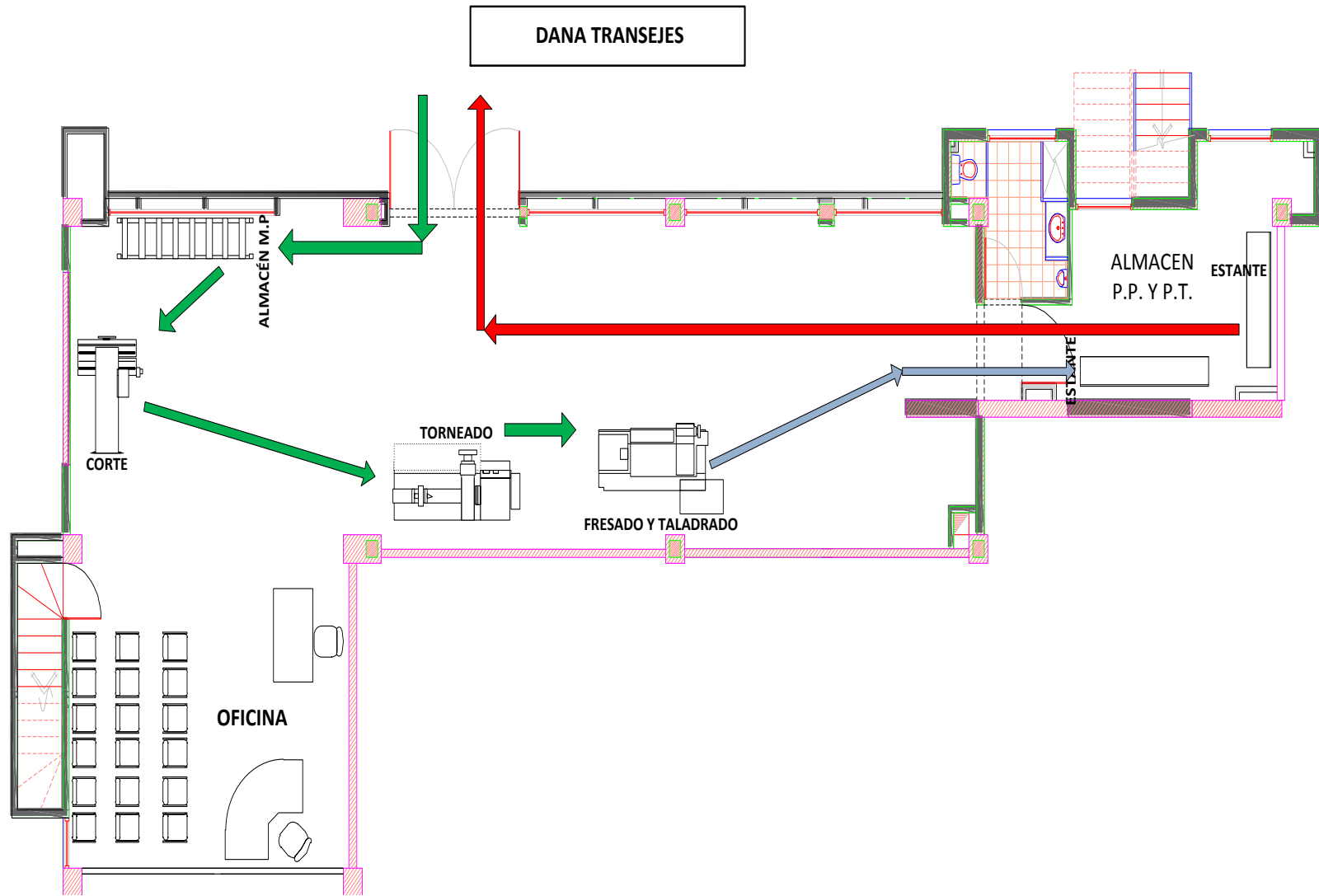
ESCALA

1: 50

Fuente: Autor de Proyecto

ANEXO J: Diagrama de recorrido alternativa 1 y 2 respectivamente





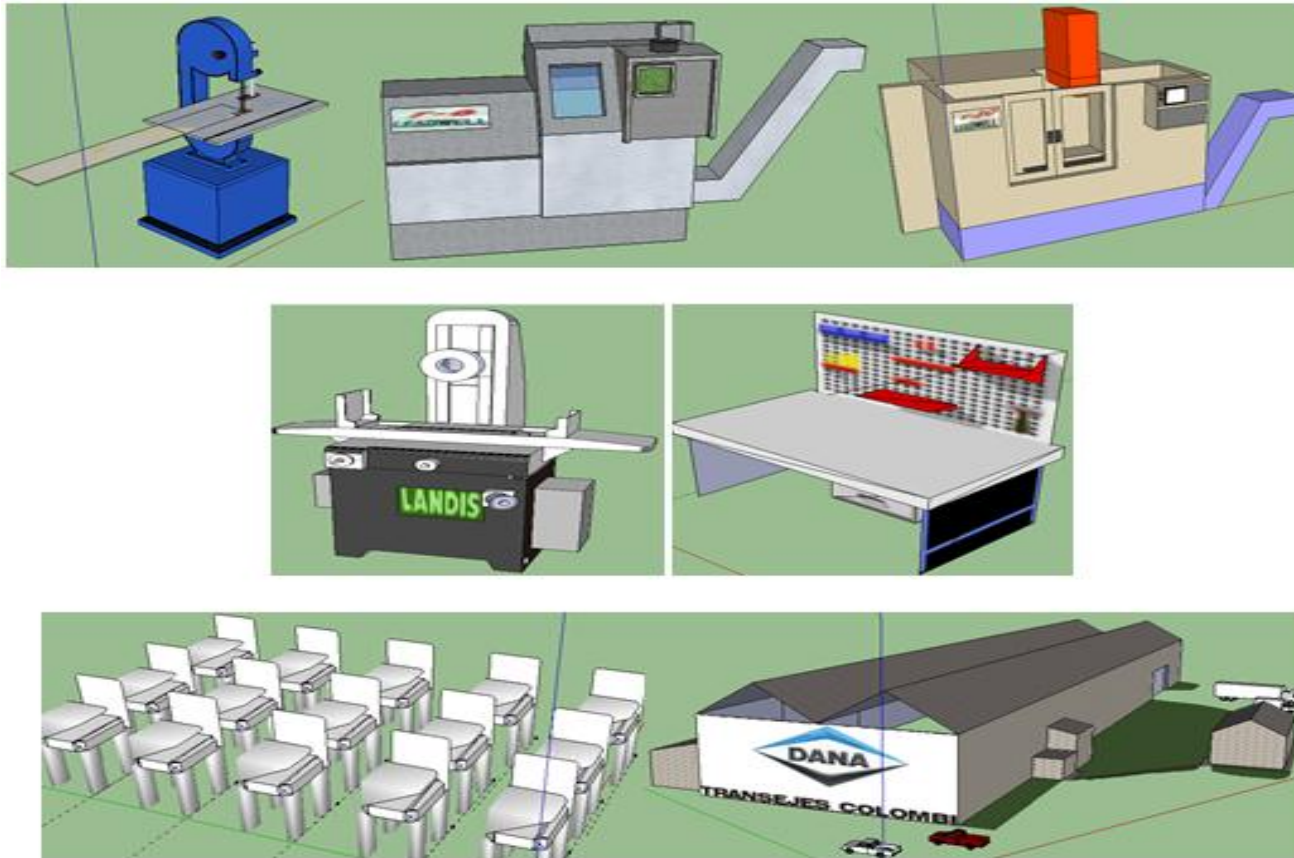
Fuente: Autor de Proyecto

ANEXO K: Construcción del layout en 3D desde el programa Google Sketchup 8.



Fuente: Autor de Proyecto

ANEXO L: Equipos creados en Google Sketchup (corte, torno, fresadora, rectificadora, inspección de gritas, sillas y Tratamiento térmico en Transejes)



Fuente: Autor de Proyecto

ANEXO M: Elementos modelo de simulación alternativa 1

Objeto	Nombre	Cap contenido	Puertos		
			Entrada	Central	Salida
Source 1	Llegada Barras de acero Sae 8620	42	0	0	1
Colas-Queue	Descargue de barras de Acero SAE 8620	42	1	1	1
	Descargue piezas cortadas	500	1	1	1
	Descargue piezas CMV	500	1	2	1
	Almacenamiento y descargue piezas rectificadas	500	1	1	1
	Almacenamiento y descargue piezas inspeccionadas	500	1	1	1
Separator	Proceso de Corte Barras de Acero Sae 8620	1	1	1	1
Processors	Torneado de piezas en Torno CNC	1	1	1	1
	Fresado y taladrado piezas en CMV CNC	1	1	1	1
	Rectificado piezas después de tratamiento térmico	1	1	1	1
	Inspección y acabado del eje pasador	1	1	1	1
	Oficinas	Este procesador está destinado para operaciones de registro y control de la producción.			
Combiner	Almacén Producto terminado-Empaque de P.T.	50	1	1	1
Almacén-Rack	Almacén P.P y P.T	1000	1	2	1
	Almacén de insumos	x	x	x	x
Operator	Operario 1	1	0	13	0

ANEXO N: Descripción del proceso de simulación alternativa 1.

Proceso de corte: El proceso de corte inicia una vez se ha generado la recepción de materia prima en donde el operario toma una barra de acero y la va desplazando por el separador. Las barras de acero se generan en un Queue que representa unos soportes sobre los que se colocan las barras. Con motivo de cumplimiento de la demanda se generaran solo las barras requeridas para las 1000 unidades de ejes pasadores satélites que son 135 barras de 3 metros cada una. Del proceso de corte representado por un Separator se obtiene 25 unidades provenientes de la barra de 3 metros previamente cortada. Estas 25 unidades hacen referencia al eje pasador satélite de referencia 1. Una vez que se corta la barra las unidades se alojan en un Queue de donde el operario toma una por una y las va llevando al siguiente centro de trabajo.

Proceso de torneado: Una vez que se han cortado las barras este proceso inicia cuando el operario toma una unidad recién cortada y realiza el montaje de la pieza en el torno CNC quedando el operario a espera de terminar el proceso. Una vez que termina el proceso el operario desmonta la pieza y la pasa al siguiente centro de trabajo.

Proceso de Fresado y taladrado: Estos dos procesos se realizan de manera simultánea en el centro de mecanizado vertical (MCV) por lo que en el modelo solo se utiliza un solo procesador.

El operario realiza el montaje del eje en proceso proveniente del centro de trabajo de torneado. Una vez se ha cumplido el tiempo de proceso el operario desmonta el producto de la máquina y lo deposita en una canastilla representado por una cola Queue, y retorna nuevamente al proceso de corte para tomar una nueva pieza cortada y pasarla por los centros de mecanizado nuevamente.

Cuando el operario ha transportado las 25 unidades que al inicio fueron cortadas y procesadas en los diferentes centros de mecanizado, toma las 25 unidades y las lleva a almacén de producto terminado colocándolas en unos estantes representados por un Rack.

Una vez colocadas las 25 unidades ya mecanizadas, el operario retorna el centro de trabajo de corte y comienza de nuevo con otro lote de 25 unidades, realizando el mismo ciclo hasta completar las 500 unidades de la referencia 1, y posteriormente realiza las mismas acciones para el lote de 500 unidades de la referencia 2.

Almacenamiento producto en proceso: Una vez que se han manufacturado las 24 primeras unidades pasando por los procesos de corte, torneó y fresado-taladrado, el operario toma esas 25 unidades y procede a llevarlas al almacén de producto en proceso. Como el operario regresa a procesar 25 unidades más, el operario realiza este ciclo hasta completar 500 unidades correspondientes al primer lote de la referencia 1.

Para el lote de las 500 unidades de la referencia 2 el operario realiza las mismas acciones anteriores. Toma de a 25 unidades llevándolas al almacén de producto en proceso finalizando con las últimas 25 unidades para completar las 1000.

Las 1000 unidades permanecen en el almacén simulando un tiempo de espera de 2 días que hace a referencia al tiempo en el que estarán las 1000 unidades en el tratamiento térmico que se pretende realizar en Dana Transejes Bucaramanga.

Rectificado: El operario una vez que ha transcurrido el tiempo de espera de 2 días, se dirige a tomar 25 unidades de la referencia 1 y procede a llevarlas a una canastilla anexa al centro de trabajo de rectificado representada por un Queue. El operario toma una unidad a la vez y procede a montarla en el equipo de rectificado permaneciendo en el centro de trabajo hasta que es procesada la unidad.

Finalmente el operario la lleva al siguiente centro de trabajo que es el de inspección de grietas Magnaflux.

Esta operación la realiza cada vez que se termino de procesar una unidad del eje pasador satélite.

Inspección de Grietas Magnaflux: El operario toma una unidad recién rectificadas y procede a realizarla operación de Inspección en Magnaflux. Esta actividad la realiza 25 veces que son las primeras 25 unidades provenientes del almacén. Te toman pequeños lotes de 25 unidades para ser procesadas tanto en la rectificadora como para realizar la inspección final. El operario va colocando las 25

unidades en una canastilla anexa a este centro de trabajo representado por un Queue y luego las lleva al almacén de P.T.

El ciclo se repite de 25 en 25 hasta completar finalmente las 1000 unidades que estaban en el almacén de producto en proceso.

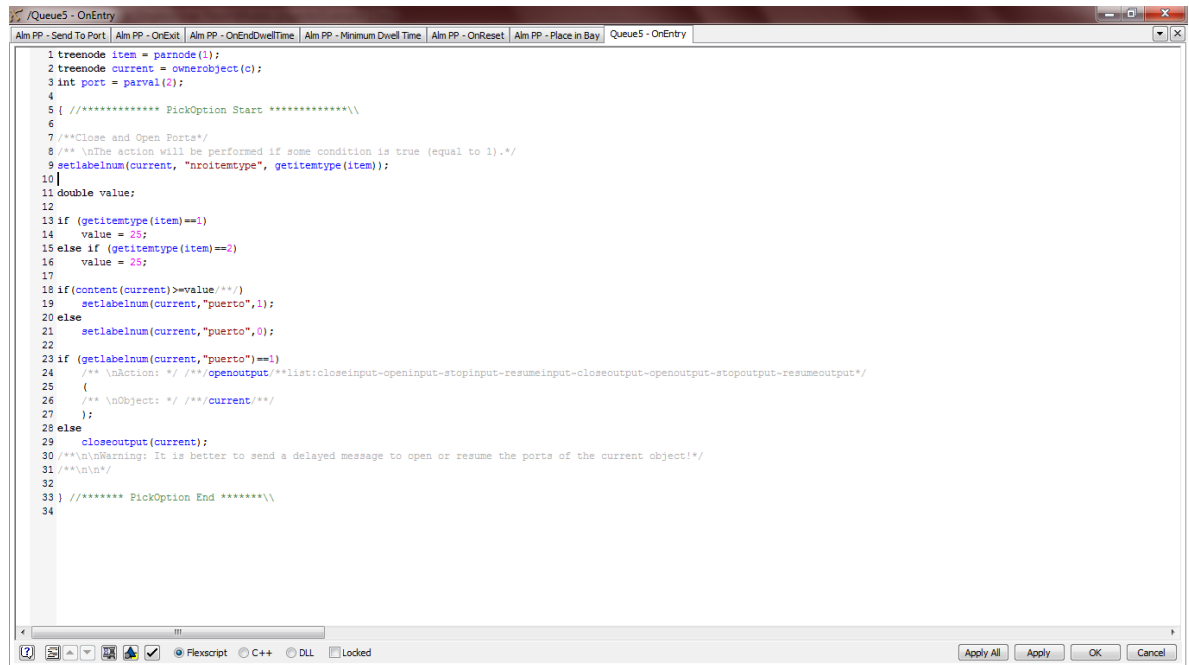
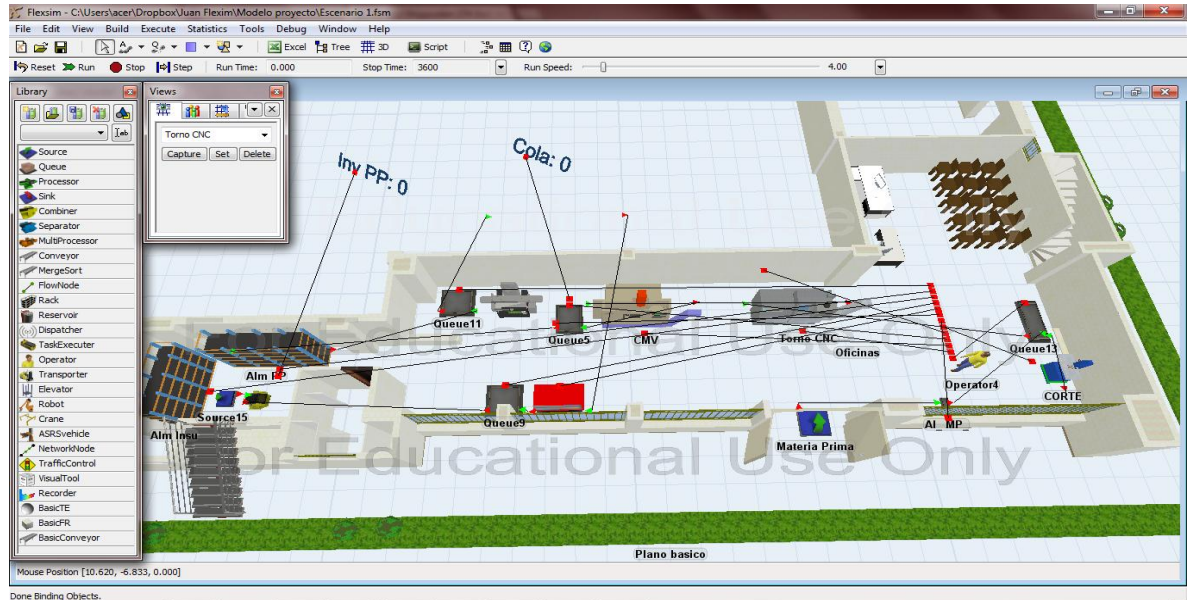
Almacén de Producto Terminado: Finalmente el operario una vez terminado el pequeño lote de las 25 unidades procede a llevarlos de nuevo al almacén de Producto Terminado. Allí este material será empacado y a espera de ser entregado al cliente final.

CONFIGURACIONES DEL MODELO

Programación con el comando TASK SECUENCE

```
1 treenode item = parnode(1);
2 treenode current = ownerobject(c);
3 int port = parval(2);
4 /**Task Sequence Example 1*/
5 /** \nCreates a standard task sequence manually.*/
6 /** \nIf this "Request Transport From" field returns a 0 rather than a valid pointer to either a dispatcher or taskxecuter, then no call is made, and it is assumed that the user will di
7
8 This example shows the code that is required to create the exact same tasksequence that is normally created automatically and dispatched to the object referenced by this field.*/
9
10 treenode ts = createemptytasksequence(centerobject(current,1),0,0);
11
12 //for (int index = 1;index <= 25;index++)
13 //({
14 //CORTE
15 inserttask(ts,TASKTYPE_TRAVEL,current,NULL);
16 inserttask(ts,TASKTYPE_FRLOAD,item,current,port);
17
18 //TORN
19 inserttask(ts,TASKTYPE_TRAVEL,outobject(current,port),NULL);
20 inserttask(ts,TASKTYPE_FRUNLOAD,item,outobject(current,port),opigno(current,port));
21 inserttask(ts,TASKTYPE_UTILIZE,item,outobject(current,port),1,STATE_UTILIZE);
22 inserttask(ts,TASKTYPE_FRLOAD,item,outobject(current,1));
23
24 //MECANIZADO
25 inserttask(ts,TASKTYPE_TRAVEL,outobject(outobject(current,1),1),NULL);
26 inserttask(ts,TASKTYPE_FRUNLOAD,item,outobject(outobject(current,1),1));
27 inserttask(ts,TASKTYPE_UTILIZE,item,outobject(outobject(current,port),1),1,STATE_UTILIZE);
28 inserttask(ts,TASKTYPE_FRLOAD,item,outobject(outobject(current,1),1));
29
30 //Queue5
31 inserttask(ts,TASKTYPE_TRAVEL,outobject(outobject(outobject(current,1),1),1),NULL);
32 inserttask(ts,TASKTYPE_FRUNLOAD,item,outobject(outobject(outobject(current,1),1),1));
33 //}
34
35 dispatchtasksequence(ts);
36
37 return 0; //return a 0 so this object will know that you made your own tasksequence and it doesn't need to make the standard tasksequence automatically
38
```

Nodos utilizados.



ANEXO O: Modelo de simulación Alternativa 1.

ANEXO P: Modelo de simulación Alternativa 2.

ANEXO Q: Elementos utilizados en modelo de simulación Alternativa 2.

Objeto	Nombre	Cap contenido	Puertos		
			Entrada	Central	Salida
Source 1	Llegada Barras de acero Sae 8620	42	0	0	1
Colas-Queue	Descargue de barras de Acero SAE 8620	42	1	1	1
	Descargue piezas cortadas	500	1	1	1
	Descargue piezas CMV	500	1	2	1
	Almacenamiento y descargue piezas rectificadas	500	1	1	1
	Almacenamiento y descargue piezas inspeccionadas	500	1	1	1
Separator	Proceso de Corte Barras de Acero Sae 8620	1	1	1	1
Processors	Torneado de piezas en Torno CNC	1	1	1	1
	Fresado y taladrado piezas en CMV CNC	1	1	1	1
	Rectificado piezas después de tratamiento térmico	1	1	1	1
	Inspección y acabado del eje pasador	1	1	1	1
	Oficinas	Este procesador está destinado para operaciones de registro y control de la producción.			
Combiner	Almacén Producto terminado-Empaque de P.T.	50	1	1	1
Almacén-Rack	Almacén P.P y P.T	1000	1	2	1
	Almacén de insumos	x	x	x	x
Operator	Operario 1	1	0	13	0

ANEXO R: Descripción del proceso de simulación Alternativa 2.

Proceso de corte: El proceso de corte inicia una vez se ha generado la recepción de materia prima en donde el operario toma una barra de acero y la va desplazando por el separador. Las barras de acero se generan en un Queue que representa unos soportes sobre los que se colocan las barras. Con motivo de cumplimiento de la demanda se generaran solo las barras requeridas para las 1000 unidades de ejes pasadores satélites que son 135 barras de 3 metros cada una. Del proceso de corte representado por un Separator se obtiene 25 unidades provenientes de la barra de 3 metros previamente cortada. Estas 25 unidades hacen referencia al eje pasador satélite de referencia 1. Una vez que se corta la barra las unidades se alojan en un Queue de donde el operario toma una por una y las va llevando al siguiente centro de trabajo.

Proceso de torneado: Una vez que se han cortado las barras este proceso inicia cuando el operario toma una unidad recién cortada y realiza el montaje de la pieza en el torno CNC quedando el operario a espera de terminar el proceso. Una vez que termina el proceso el operario desmonta la pieza y la pasa al siguiente centro de trabajo.

Proceso de Fresado y taladrado: Estos dos procesos se realizan de manera simultánea en el centro de mecanizado vertical (MCV) por lo que en el modelo solo se utiliza un solo procesador.

El operario realiza el montaje del eje en proceso proveniente del centro de trabajo de torneado. Una vez se ha cumplido el tiempo de proceso el operario desmonta el producto de la máquina y lo deposita en una canastilla representado por una cola Queue, y retorna nuevamente al proceso de corte para tomar una nueva pieza cortada y pasarla por los centros de mecanizado nuevamente.

Cuando el operario ha transportado las 25 unidades que al inicio fueron cortadas y procesadas en los diferentes centros de mecanizado, tomas las 25 unidades y las lleva a almacén de producto terminado colocándolas en unos estantes representados por un Rack.

Una vez colocadas las 25 unidades ya mecanizadas, el operario retorna el centro de trabajo de corte y comienza de nuevo con otro lote de 25 unidades, realizando el mismo ciclo hasta completar las 500 unidades de la referencia 1, y posteriormente realiza las mismas acciones para el lote de 500 unidades de la referencia 2.

Almacenamiento producto en proceso: Finalmente una vez que se han manufacturado las 24 primeras unidades pasando por los procesos de corte, torneado y fresado-taladrado, el operario toma esas 25 unidades y procede a llevarlas al almacén de producto en proceso. Como el operario regresa a procesar 25 unidades más, el operario realiza este ciclo hasta completar 500 unidades correspondientes al primer lote de la referencia 1.

Para el lote de las 500 unidades de la referencia 2 el operario realiza las mismas acciones anteriores. Toma de a 25 unidades llevándolas al almacén de producto en proceso finalizando con las últimas 25 unidades hasta completar las 1000 unidades del eje pasador satélite terminado.

ANEXO S: Cotizaciones Barras de acero SAE 8620

uis/8620 Steel/Dongguan Bo Yunte

Ocult

DE: boyunte

Lunes 28 de noviembre

PARA: juapicu150@yahoo.es

Dear Mr. John pena

Thank you very much for your interest in our products of AISI8620, which are our hot products with the most competitive advantages. this is steven(Commercial Manager) from Dongguan Bo Yunte Metal Co.,Ltd

As you know, we are specialized in tool steel and mould steel,like:

1.2738,1.2311 ,1.2080,1.2379,1.2343,1.2344,1.2316,1.2083,1.2363,1.2510,S1 ,S7 ,L6 ,1045,1050,4140/1.7225/42CrMo4,4340/DIN 1.6511,8620,4320,8640

Thanks again for your inquiry, Aim for our long term cooperation we would like to offer you the best price as belows, which is very competitive.

Delivery condition:black, hot rolled

Price: FOB Shenzhen \$ 1160/Ton (diameter: 20mm to 130m)

Price: FOB Shenzhen \$ 1250/Ton (diameter: 135mm to 250m)

Delivery time: 25-30 days after order confirmed

Payment term: 30% deposit in advance by T/T, the balance is to be paid when we show you copy of BL

Price validity: 7 days

On the other hand, can you tell me your skype and MSN? Then we can chat online more conveniently

We are looking forward to cooperating with your esteemed company!

Best regards

Steven(Commercial Manager)

Dongguan Bo Yunte Metal Co., LTD

Website: www.boyunte.com

Tel: 00+86+769+85336098 FAX: 00+86+769+85099136

E-mail: htmjgc@gmail.com

MSN: huangxingdong26@hotmail.com

Skype: dgsitm

Yahoo Messenger: htmjgc

NOVEDADES Precios y cotizacione... CONTACTOS Re: Re: Inquiry from ... John, set a new Alib...

Redactar mensaje Eliminar Responder Reenviar Spam Imprimir

Superliga: Elige tu equipo y participa

Bandeja de entrada 13
 Conversaciones
 Borradores 38
 Enviados
 Spam
 Papelera
 Carpetas
 amor mio
 cosas uis
 Ingles 12
Precios y cotizaciones
 PROYECTO
 Sena
 Trabajos
 varios
 Contactos principales
 yujun wang
 Stephany Cañas
 nelsy_barrera_montaez@...
 Owen Zhang
 mona
 Mantilla Olga
 Prof. Hernando Barrera

Re: Re: Inquiry from SAE8620 Forged Round Steel Bars

DE: owen
 PARA: John pena

Duerido Juan B. Peña O.

El precio de una sola tonelada de acero Sae 8620 en barra es de 2560 usd.(usd/ton = 2560)
 2 toneladas es 5120 usd.

Colombia BUENAVENTURA puerto Puede aceptar los bienes
 Carga de China a Colombia
 Desde China hasta Colombia, flete por tonelada 120usd(usd/ton = 120)

El costo total es de 5360 usd=(2560+120)*2

5360usd Incluyendo todos los costos(Desde China hasta Colombia BUENAVENTURA puerto)

gracias y un saludo
 owen

Jianhui Steel
 tel: 86-371-86059102
 fax: 86-371-66882292
 cell: 86-18638081800
 e-mail:owen@jianhuisteel.com
 msn: owen-@hotmail.com
 yahoo messenger:owen0086
 skype:owen-2012
 url: www.jianhuisteel.com
 address: No.4 Gangchang Road, Shibalihe Town, Guancheng District, Zhengzhou City, Henan Province, China
 Postal Code: 450061

ANEXO T: Plan de estudios Escuela de Estudios Industriales y Empresariales de la Universidad Industrial de Santander

NIVEL 6					
CÓDIGO	MATERIA	CRÉDITOS	Horas T.A.D *	Horas T.I **	REQUISITOS
21525	Estadística II	4	4	8	R: 23573
22964	Dirección empresarial I	3	4	5	NA: 5
23519	Procesos industriales	3	4	5	R: 24258
23520	Costos	4	4	8	R: 23518
23534	Investigación de operaciones I	4	4	8	R: 23573
XXXXX	Asignatura de contexto	2	0	0	
NIVEL 7					
CÓDIGO	MATERIA	CRÉDITOS	Horas T.A.D *	Horas T.I **	REQUISITOS
23450	Fundamentos de mercadeo	4	4	8	R: 22964 R: 21525
23521	Estadística III	4	4	8	R: 21525 S: 23574
23522	Dirección de Procesos I	4	4	8	R: 23519 R: 23520 S: 23574
23523	Finanzas y presupuestos	4	4	8	R: 22964 R: 23520
23574	Investigación de Operaciones II	4	4	8	R: 23534 S: 23522
NIVEL 8					
CÓDIGO	MATERIA	CRÉDITOS	Horas T.A.D *	Horas T.I **	REQUISITOS
23524	Análisis de procesos	4	5	7	R: 23522 S: 23526
23525	Dirección de procesos II	4	5	7	R: 23522
23526	Salud ocupacional	3	3	6	R: 23519 S: 23524
23527	Sistemas de información	3	4	5	R: 22964
23528	Talento humano	4	4	8	R: 22964
23529	Dirección empresarial II	3	4	5	R: 22964
NIVEL 9					
CÓDIGO	MATERIA	CRÉDITOS	Horas T.A.D *	Horas T.I **	REQUISITOS
22975	Trabajo de grado I	3	2	0	
23530	Ingeniería de la calidad	4	5	7	R: 23521

					S: 23531
23531	Diseño de sistemas productivos	4	5	7	R: 23525
					S: 23532
23532	Gestión de proyectos	3	3	6	R: 23523
					R: 23450
					S: 23531
Electiva	Asignaturas técnicas profesionales	6			
ASIGNATURAS ELECTIVAS					
CÓDIGO	MATERIA	CRÉDITOS	Horas T.A.D *	Horas T.I **	REQUISITOS
23235	Creación de empresas	3	4	5	R: 22964
23535	Finanzas corporativas	3	4	5	R: 23523
23536	Técnicas Modernas de Optimización	3	4	5	R: 21525
					R: 23574
23537	Sistemas Flexibles de Manufactura I	3	4	5	R: 23525
23538	Sistemas de compensación	3	4	5	R: 22964
23539	Seminario de competencias laborales	3	4	5	R: 23538
23540	Gerencia de mercadeo	3	4	5	R: 23450
23541	Gerencia de la información	3	4	5	R: 23527
23542	Logística integral	3	4	5	R: 23536
23543	Sistemas flexibles de manufactura II	3	4	5	R: 23537
23544	Mercado de capitales	3	4	5	R: 23535
23545	Habilidades gerenciales	3	4	5	R: 23528
23546	Comercio exterior	3	4	5	R: 23540
23547	Auditoría de sistemas	3	4	5	R: 23541
23575	Gestión ambiental	3	4	5	R: 22952
					R: 22964
23576	Gestión tecnológica	3	4	5	R: 22964

Fuente: EEIE-UIS

ANEXO U: Encuesta Estudio del Impacto Académico.

ESTUDIO DEL IMPACTO ACADÉMICO
Laboratorio de Ambiente Real de Manufactura EEIE

El laboratorio de ambiente real de manufactura dentro de las instalaciones de la EEIE, será un centro en donde la interacción del estudiante y docente con el laboratorio sea de una forma más directa, en donde puedan ser aplicados los conceptos vistos en clase por medio de prácticas de laboratorio, complementando al estudiante en su formación profesional.

El laboratorio de ambiente real de manufactura estará conformado por una celda de manufactura, encontrando máquinas herramientas como una sierra de cinta, un torno CNC, y un centro de mecanizado vertical CNC, las cuales serán utilizadas para desarrollar actividades académicas y además la manufactura del producto eje pasador satélite, el cual será vendido a la empresa Dana Transejes.

Es por esto que para medir en cierta forma el impacto académico en la EEIE la implementación del laboratorio de ambiente real de manufactura se realiza esta encuesta dirigida a profesores vinculados con la escuela que dictan materias relacionadas con el área de la manufactura.

Agradezco a Docentes por colaborar en el desarrollo de este trabajo.

Docente:

Asignatura:

Fecha:

1. ¿Considera conveniente la creación de un laboratorio de ambiente real de manufactura, donde los alumnos puedan interactuar con los procesos productivos, maquinaria, y demás elementos que ofrezca el laboratorio para la realización de prácticas? Sí____ No____ Porqué

2. ¿Cree importante realizar prácticas de laboratorio para la asignatura que dicta? Sí____ No____ Porqué.
3. Según la materia que dicta, podría aplicar prácticas en el laboratorio de ambiente real de manufactura? Sí____ No____ Porqué
4. ¿Está de acuerdo con la implementación de un laboratorio de ambiente real de manufactura en la EEIE? Sí____ No____ Porqué.
5. ¿Qué sugerencias tiene acerca de la implementación de un laboratorio de ambiente real de manufactura en la EEIE?
6. ¿De qué manera podría comprometerse como docente con el laboratorio de ambiente real de manufactura?
7. ¿Qué beneficios cree que podrá ofrecer para los estudiantes de su asignatura (s) la realización de prácticas en laboratorio de ambiente real de manufactura?
8. De acuerdo a la asignatura, ¿Qué tipo de práctica podría realizar en un laboratorio de ambiente real de manufactura?