

RECINTO UNIVERSITARIO RUBÉN DARÍO (RURD)
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGÍA
INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS



Tesis Monográfica para optar al Título de Ingeniero Industrial y de Sistemas.

Tema: Propuesta de Distribución de planta en el Taller de Ebanistería del Centro Tecnológico del Mueble, en el periodo del 01 de septiembre del 2013 al 10 de Febrero del 2014.

Presentado Por:

- Br. Pérez Arias Maykoll Rony
- Br. Vega Zambrana Josué Smith

Tutor:

- Ing. David Cárdenas

Asesor:

- Ing. Edwin Fariña.

Marzo del 2014.



Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua
Recinto Universitario Rubén Darío
Facultad de Ciencias e Ingeniería
Departamento de Tecnología

Managua, 24 de Febrero del 2014

MSc. Bismarck Santana
Director
Departamento de Tecnología
Su Despacho.-

Sirva la presente para comunicarle que he dirigido y revisado detalladamente el trabajo monográfico titulado; Propuesta de Distribución de planta en el Taller de Ebanistería del Centro tecnológico del Mueble, en el periodo del 01 de septiembre del 2013 al 10 de Febrero del 2014

Le hago saber mis consideraciones:

1-Es notorio que los alumnos llevaron a la práctica los conocimientos adquiridos en las asignaturas a lo largo de la carrera, destacándose entre estas Diseño de Sistemas Productivos.

2-Es notorio destacar el nivel científico y práctico con el cual los alumnos desarrollaron este trabajo, además de la tenacidad, disciplina y perseverancia en la investigación realizada.

Por todo lo antes expuesto es que propongo como tutor de dicho trabajo, que el mismo puede ser defendido para la culminación de la carrera de Ingeniería Industrial y de Sistema por los Bachilleres:

Br. Maykoll Rony Pérez Arias

Br. Josué Smith Vega Zambrana

Agradeciéndole su atención a la presente, aprovecho la ocasión para saludarle.

Atentamente,

MSc. DAVID CARDENAS OLIVIER. (TUTOR)
Docente
Departamento de Tecnología.

Lunes, 24 de febrero de 2014

Ing. David Cárdenas.
Coordinador de la carrera de Ing. Industrial y de Sistemas.
Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua.

Estimado Ingeniero Cárdenas reciba fraterno saludo.

El motivo de la presente es para notificarle que los bachilleres Josué Smith Vega Zambrana y Maykoll Rony Pérez Arias, realizaron su tesis monográfica la cual se titula **Propuesta de Distribución de planta en el Taller de Ebanistería del Centro Tecnológico del Mueble, en el periodo del 01 de septiembre del 2013 al 10 de Febrero del 2014**, basándose en la necesidades y prioridades del proyecto del Centro Tecnológico del Mueble para la Red Mesoamericana del Caribe y Comercio Forestal (JAGWOOD+).

Cabe destacar que los principales logros obtenidos de esta tesis para nuestra institución fueron:

- Sistema de iluminación.
- Sistema de ventilación.
- Distribución de los equipos en el taller ajustada a la ley 618.
- Establecimiento de condiciones de operación y seguridad para el taller.

Sin más que agregar me despido de usted deseándole éxitos en sus labores:

Cordialmente:



Ing. Marvin Millón.

Responsable de Asistencia Técnica.



Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua
(UNAN-MANAGUA)
Secretaría Facultad de Ciencias e Ingenierías

CARTA DE EGRESADO

El suscrito Secretario Facultativo de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN - MANAGUA), hace constar que el Bachiller:

VEGA ZAMBRANA JOSUE SMITH

número de carnet: 09-04650-8 ha cumplido satisfactoriamente con el PENSUM de la carrera de Ingeniería INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS del PLAN 1999 que sirve esta Facultad para ser acreditado como EGRESADO y optar al TITULO DE:

INGENIERO INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS

A petición de la parte interesada se extiende la presente constancia para que goce de los derechos y prerrogativas que legalmente se le conceden.

Dado en la Ciudad de Managua a los cinco días del mes de febrero del año dos mil catorce.



Lic. Marlón Díaz Zúñiga
Lic. Marlón Díaz Zúñiga
Secretario de Facultad
Facultad de Ciencias e Ingeniería

MDZ/dgd. -

Nota: Esta constancia es exclusivamente para trámites internos de la UNAN-Managua

Teléfono: 22786765-Correo electrónico: mldiaz@unan.edu.ni - Apartado Postal 663



Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua
(UNAN-MANAGUA)
Secretaría Facultad de Ciencias e Ingenierías

CARTA DE EGRESADO

El suscrito Secretario Facultativo de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN - MANAGUA), hace constar que el Bachiller:

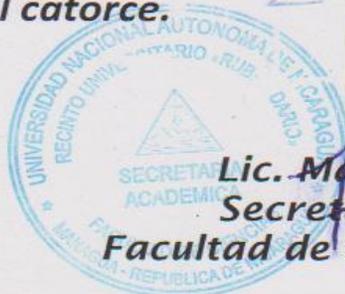
PEREZ ARIAS MAYKOLL RONY

número de carnet: 09-04388-0 ha cumplido satisfactoriamente con el PENSUM de la carrera de Ingeniería INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS del PLAN 1999 que sirve esta Facultad para ser acreditado como EGRESADO y optar al TITULO DE:

INGENIERO INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS

A petición de la parte interesada se extiende la presente constancia para que goce de los derechos y prerrogativas que legalmente se le conceden.

Dado en la Ciudad de Managua a los veintinueve días del mes de Enero del año dos mil catorce.



Lic. Marlón Díaz Zúniga
~~Secretario de Facultad~~
Facultad de Ciencias e Ingenierías

MDZ/dgd. -

Nota: Esta constancia es exclusivamente para trámites internos de la UNAN-Managua

Teléfono: 22786765-Correo electrónico: mldiaz@unan.edu.ni - Apartado Postal 663



Dedicatoria.

Principalmente a Dios por habernos dado sabiduría, por su misericordia, amor eterno, por la protección incondicional de nuestras vidas.

Por haber permitido escalar otro peldaño más en nuestra existencia. Por ser el manantial de nuestras vidas y darnos lo necesario para seguir adelante día a día para poder lograr nuestros objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A nuestros padres:

Mirna del Carmen Zambrana Jiménez y Luis Vega Soto.

Dominga del Socorro Arias Rodríguez y Félix Faustino Pérez Alemán.

Por el apoyo incondicional que nos han brindado económica, emocional y espiritualmente. Por habernos ayudado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que nos ha permitido ser personas de bien, pero más que nada, por su amor, por los ejemplos de perseverancia y constancia, que nos han infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante, en fin por ser parte de nuestras vidas.

A nuestros hermanos, familiares y amigos, por la ayuda y cariño que nos han ofrecido.

A aquellos que siempre estuvieron a nuestro lado brindándonos apoyo y consejos para hacer de nosotros unas mejores personas.

A todos aquellos que de una u otra manera han contribuido, para poder lograr nuestra meta.

A todas esas personas que van en busca de mejores condiciones de vida y que van enfrentando problemas para salir adelante sin importar lo difícil que sea.

A esas generaciones que tienen conciencia de cuidado y protección a nuestros recursos, para que todos los nicaragüenses tengamos derecho e igualdad a vivir con dignidad en nuestra tierra y que no tengan motivos para abandonar nuestra nación y servir con amor a ella.

Y para terminar a esas personas que ponen o pondrán en práctica la siguiente frase:

Si caes es para levantarte, si te levantas es para seguir, si sigues es para llegar a donde quieres ir y si llegas es para saber que lo mejor está por venir...



Agradecimientos.

A Dios sobre todas las cosas por habernos ayudado en este caminar de la vida, a nuestros padres, hermanos, abuelos familiares y amigos, a todas esas personas que tuvieron fe en nuestras capacidades y que sabían cada día, que las debilidades serían nuestras fortalezas.

A Lilliams Montenegro y a su familia, Beyra Pérez, Juan Carlo Montenegro, Gerardo Pérez, etc. Por el apoyo brindado y la buena intención, comprensión de permitirme trabajar considerando como primera opción mis estudios, en estos años de lucha y desvelos para poder lograr uno de los objetivos propuestos.

Al Ing. David Gárdenas, nuestro Tutor e Ing. Edwin Farías, Asesor por compartir con nosotros sus conocimientos y habernos respaldado siempre.

Al departamento de Becas por la buena intención en los programas de apoyo económico brindado en los cinco años de la carrera en relación a las calificaciones.

A la UCAJN-Managua por darme la oportunidad de prepararme para la vida y poder ser útil para la sociedad con la problemática que se vive en nuestra tierra.

A todos nuestros profesores por la enseñanza brindada en todos estos años, por la comprensión y el entusiasmo que nos ofrecieron para seguir adelante con los estudios.

Por su gran apoyo y motivación para la culminación de nuestros estudios profesionales, por su ayuda ofrecida en este trabajo, por habernos transmitido los conocimientos obtenidos y habernos llevado paso a paso en el aprendizaje.

Y para terminar podemos decir que la memoria del corazón elimina los malos recuerdos y magnifica los buenos, y gracias a ese artificio, logramos sobrellevar el pasado.

Damos gracias a Dios por lo que se tiene, porque he allí comienza el arte de Vivir.

INDICE

Resumen ejecutivo.....	1
1. Aspectos Generales.....	2
1.1 Introducción.	2
1.2 Antecedentes.	3
1.3 Planteamiento del problema.	4
1.4 Justificación.....	5
1.5 Objetivos.	6
1.5.1 Objetivo General.	6
1.5.2 Objetivos Específicos.....	6
1.6 Generalidades del proyecto.	7
1.6.1 Perfil del Proyecto.....	7
1.6.2 Objetivos del Centro Tecnológico del Mueble.....	8
1.6.3 Estructura del Centro Tecnológico del Mueble.....	9
1.7 Preguntas Directrices.....	10
2. Marco Referencial.....	11
2.1 Marco teórico.	11
2.2 Marco conceptual.....	18
2.3 Marco espacial.	23
2.4 Marco Temporal.....	24
3. Diseño Metodológico.....	26
3.1 Tipo de enfoque.....	26
3.2 Tipo de investigación.	26
3.4 Técnica de recolección de datos.....	27
3.5 Operacionalización de las variables.	28
4. Análisis y Discusión de Resultados.....	29
4.1 Condición actual de diseño de planta en el taller de ebanistería.....	29
4.2 Descripción del proceso de mueble.....	31
4.3 Condiciones de seguridad en el taller de Ebanistería.....	51
4.4 Sistema propuesto de ventilación.....	55
4.5 Sistema propuesto de iluminación.....	58

4.6 Propuesta de Distribución de planta.....	64
4.7 Selección de la Propuesta de distribución de planta.....	69
5. Conclusiones.....	73
6. Recomendaciones.....	74
7. Bibliografía.....	75
8. ANEXOS.....	77
ANEXO N° 1. Planta arquitectónica del Taller del CTEM.....	78
ANEXO N° 2. Cursograma Sinóptico (Pieza Silla estilo Kennedy).....	81
ANEXO N° 3. Fichas de Procesos.....	84
ANEXO N° 4. Especificaciones Técnicas y funcionamiento del ducto de extracción eólica tipo Turbina.....	90
ANEXO N° 5. Cálculos para el sistema de iluminación.....	92
ANEXO N° 6. Normativa para el cálculo de iluminación.....	106
ANEXO N° 7. Determinación del espacio calculado para la planificación Inicial.....	108
ANEXO N° 8. Coeficiente de Ocupación.....	115
ANEXO N° 9. Propuesta de Distribución de planta No 1.....	116
ANEXO N° 10. Propuesta de Distribución de planta No 2.....	120
ANEXO N° 11. Propuesta de Distribución de planta No 3.....	125
ANEXO N° 12. Resultado de la encuesta en cada puesto de trabajo.....	129
ANEXO N° 13. Matriz de identificación de riesgo.....	133
ANEXO N° 14. Diagrama De Red Para La Propuesta No 1.....	135
ANEXO N° 15. Diagrama De Red Para La Propuesta No 2.....	141
ANEXO N° 16. Diagrama De Red Para La Propuesta No 3.....	146
ANEXO N° 17. Comparación de la distancia de las diferentes propuestas.....	151
ANEXO N° 18. Cálculo de ponderación para las alternativas de decisión.....	152
ANEXO N° 19. Presupuesto.....	153

Índice de ecuación

Ecuación 1 Flujo luminoso	17
Ecuación 2 Relación del local.	93
Ecuación 3 Cantidad óptima de luminarias.	93
Ecuación 4 Índice de Cavidad.	94
Ecuación 5 Superficie de evolución	110
Ecuación 6 Clasificación del Riesgo	133

Índice de ilustración

Ilustración 1 Jerarquía de la Red Mesoamericana y del Caribe del Comercio forestal.	9
Ilustración 2 Localización del Centro Tecnológico del Mueble.	23
Ilustración 3 Nomenclatura del Marco Temporal	24
Ilustración 4 Procesos General de Mueble	38
Ilustración 5 Curso grama sinóptico silla Mecedora Kennedy	44
Ilustración 6 Curso grama sinóptico de proceso de puerta.....	45
Ilustración 7 Curso grama sinóptico del proceso del comedor.....	46
Ilustración 8 Curso grama sinóptico para el proceso de mesa de noche	47
Ilustración 9 Curso grama sinóptico del proceso de comedor.....	48
Ilustración 10 Curso grama sinóptico del proceso de cama	49
Ilustración 11 Medidas de seguridad.....	54
Ilustración 12 Distribución de la turbina eólicas E-2100	57
Ilustración 13 Diagrama de relación por departamento	65
Ilustración 14 Diagrama de relación por máquina.	66
Ilustración 15 Diagrama de relación por maquinas.....	67
Ilustración 16 Distribución inicial del taller de ebanistería del CTEM.....	78
Ilustración 17 Levantamiento del CTEM	79
Ilustración 18 Techo del taller de ebanistería.....	80
Ilustración 19 Procesos de las piezas laterales de la silla Kennedy	81

Ilustración 20	Proceso de pieza de respaldar para el producto silla Kennedy	82
Ilustración 21	proceso de elaboración de asiento de silla Kennedy.	83
Ilustración 22	Especificaciones técnicas y funcionamiento del ducto de extracción eólica tipo turbina.	90
Ilustración 23	Funcionamiento del Ducto	91
Ilustración 24	Instalación del Ducto.....	91
Ilustración 25	Espacio cubico para el cálculo de iluminación	92
Ilustración 26	Red de Procesos del CTEM	110
Ilustración 27	Resumen del Método de Jerarquía Analítica.....	114
Ilustración 28	Diagrama de Red (distancia) Propuesta No 1 de la silla Kennedy.....	135
Ilustración 29	Diagrama de Red de puesto de trabajo al depósito de aserrín (Distancia) de la segunda propuesta	136
Ilustración 30	Diagrama de Red (Distancia) de la segunda propuesta del proceso silla Kennedy..	141
Ilustración 31	Diagrama de Red (Distancia) de la propuesta No 2 al depósito de aserrín.	142
Ilustración 32	Diagrama de red (distancia) de la propuesta No 3 silla Kennedy	146
Ilustración 33	Diagrama de red(distancia) de la propuesta No 3 al depósito de aserrín	147

Índice de Tablas

Tabla 1	Plan de Trabajo.	25
Tabla 2	Operacionalización de las variables	28
Tabla 3	Condiciones Meteorológicas de la zona.....	30
Tabla 4	Piezas de Silla Mecedora estilo Kennedy.	43
Tabla 5	Resumen de los procesos.	50
Tabla 6	Comparación de las Propuestas de iluminación.	62
Tabla 7	Equipo a distribuir en el taller de Ebanistería del CTEM.	63
Tabla 8	código de la planeación de distribución sistemática	64
Tabla 9	Nomenclatura del diagrama de relación.....	65
Tabla 10	Criterios de Decisión para las alternativas de distribución.	72
Tabla 11	Ficha de procesos de la silla estilo Kennedy.....	84

Tabla 12 Ficha de procesos para la puerta de habitación estándar.....	85
Tabla 13 Ficha de Proceso de Comedor Sencillo.....	86
Tabla 14 Ficha de Proceso de Mesa de Noche.....	87
Tabla 15 ficha de proceso de escritorio.....	88
Tabla 16 Ficha de proceso de una cama.....	89
Tabla 17 Factor de Mantenimiento	94
Tabla 18 Índice de cavidad.....	95
Tabla 19 Coeficiente de utilización de luminarias.	96
Tabla 20 Descripción de actividades de la silla estilo Kennedy.	108
Tabla 21 Cálculo del número de operario para cada equipo.	109
Tabla 22 Cálculo del Área requerida por medio del método de evolución.	111
Tabla 23 Coeficiente de utilización.....	115
Tabla 24 Resultado de la encuesta a las PYMES.....	130
Tabla 25 Tipos de Riesgos o accidentes.....	131
Tabla 26 Probabilidad de Ocurrencia.....	133
Tabla 27 Clasificación de Riesgo.....	133
Tabla 28 Estrategia a Implementar.....	133
Tabla 29 Escenario de Recorrido.	151
Tabla 30 Cálculo de ponderación.....	152
Tabla 31 Presupuesto de la Propuesta No 1.	153
Tabla 32 Presupuesto de la Propuesta No 2.	154
Tabla 33 Presupuesto de la propuesta No 3.	155

Resumen ejecutivo.

El Centro Tecnológico del Mueble está ubicado en el kilómetro 41, carretera Tipitapa-Masaya, cuenta con un total de 15 empleados por lo que se considera una pequeña empresa según el Ministerio de Fomento Industria y Comercio (MIFIC). Es un proyecto que se dedica al sector madera mueble. El CTEM busca iniciar un proceso de generación, sistematización, gestión y transferencia del conocimiento, que permita a las pymes aprovechar las experiencias existentes, para mejorar su capacidad Productiva-Empresarial.

Durante la ejecución de la etapa de infraestructura del proyecto se presentaron inconsistencias en la planificación de las actividades y recursos por circunstancias económicas. Estos cambios, incidieron de manera directa en el diseño de planta del taller de carpintería, afectando la futura distribución de planta, en cuanto a las condiciones de seguridad de estudiantes y maestros, así como en la reducción de la eficiencia de los procesos operativos lo que a su vez influirá en el funcionamiento óptimo del taller.

Para dar soluciones a dicho problema se hace uso del método planeación de distribución sistemática SPL en lo que respecta a la distribución del taller, al igual que todos los principios de distribución y la ley 618 para establecer condiciones seguras dentro del taller de carpintería del Centro Tecnológico del Mueble.

Por otro lado se encontró que el taller de carpintería del CTEM, no cuenta con sistema de iluminación y ventilación y que además no tiene dentro de las políticas el uso de los equipos de protección para lograr la seguridad en los usuarios. Además no existe ningún tipo de distribución de equipos. En base a lo anterior se propone el tipo de distribución de planta de acuerdo a las necesidades y prioridades actuales del taller y así mismo la instauración de los sistemas de iluminación, ventilación y las políticas de seguridad para el taller de ebanistería del CTEM.

1. Aspectos Generales.

1.1 Introducción.

La red Mesoamericana y del Caribe de Comercio Forestal JAGWOOD+ está ejecutando el proyecto del Centro de Innovación y Tecnología del Mueble + CTEM financiado por Reino de los Países Bajos – Embajada de Holanda.

El Centro Tecnológico del Mueble busca iniciar un proceso de generación, sistematización, gestión y transferencia del conocimiento, que permita a las pymes aprovechar las experiencias existentes, para mejorar su capacidad Productiva-Empresarial. Por tanto, es necesaria la creación de una plataforma sólida, para la transferencia de conocimientos; siendo CTEM el multiplicador y facilitador en el sector madera-mueble.

El presente trabajo, comprenderá el estudio previo y propuestas de distribución de planta en el Taller de Ebanistería, utilizando el método SLP (Planeación de Distribución Sistemática) y posteriormente evaluarla bajos parámetros de Distancia de recorrido, costo, seguridad y las posibles expansiones. Para esto se usarán otros métodos adecuados que garantice el buen funcionamiento del mismo, tales como: diagramas de recorridos, flujo gramas de proceso, diagramas de relaciones etc. y garantizar la seguridad del personal considerando todos los agentes físicos y factor de personal inseguro.

Cabe recordar que al aplicar la metodología adecuada se estará contribuyendo en la reducción del riesgo para la salud, se incrementaría la seguridad y por ende aumentaría la moral y satisfacción de los operarios, en este caso los estudiantes del CTEM.

También disminuirá los retrasos en la producción, que traducido al estudiante seria aprendizaje más claro y rápido, asimismo se estará optimizando el empleo del espacio para las distintas áreas y se estará maximizando la utilización de la maquinaria, mano de obra y servicios.

1.2 Antecedentes.

Actualmente el CTEM no cuenta con antecedentes históricos debido a que es un proyecto que se encuentra en desarrollo, pero existen investigaciones realizadas por JAGWOOD y la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua que se pueden asociar con el proyecto como son las siguientes:

En el año 2005 se realiza el estudio de factibilidad del proyecto CTEM donde se planifica que el taller de carpintería iba a ostentar un espacio de 247.5 metros cuadrados el cual presentaría áreas de maquinado, ensamblaje cuarto CNC (Control numérico por computadora) y un cuarto de extractor de polvo con una distribución de planta en S. y con capacidad para 16 estudiantes. Pero en la realización de la etapa de construcción se redujo el espacio a 198 metros cuadrados por motivo económicos y además se descartó la distribución de planta propuesta inicialmente.

En el periodo de agosto a noviembre del año 2012 se realiza un diagnóstico de gestión de calidad por los autores (Duarte, 2012) (Ortiz, 2012) con el objetivo de encontrar los principales problemas que afecta la calidad en los producto de muebles encontrándose entre los principales resultados, que la distribución de planta en las MYPYMES de carpinterías es uno de los principales problemas que enfrenta este sector.

1.3 Planteamiento del problema.

El taller de carpintería del Centro Tecnológico del Mueble es una de las áreas del proyecto CTEM, el cual comenzó su etapa de construcción de infraestructura en el año 2012, finalizando en diciembre del año 2013, en esta etapa de finalización se presenta un problema de rediseño debido a la mala planificación técnica y económica del proyecto, afectando así la reducción en el presupuesto que estaba destinado a la infraestructura del taller de ebanistería, como consecuencia incide de forma adversa en relación al diseño de distribución y construcción del taller de ebanistería de acuerdo a lo planificado, ante la dificultad de no disponer de un monto económico a lo inmediato para dar cumplimiento a la finalización del diseño propuesto, los responsables del proyecto toman la decisión de reducir el área de construcción del taller.

Con esta reducción de área, en el taller se verán afectadas las condiciones técnicas de operación y la seguridad de los estudiantes, maestros y personal operativo en general, aumentando así el desorden en el área de trabajo, la reducción de la enseñanza y el aprendizaje para la elaboración de muebles. Lo que generará a mediano plazo una baja en la productividad de elaboración de muebles.

Ante la imposibilidad de cumplir con el diseño propuesto donde fueron tomados los elementos técnicos y legales como la normativa didáctica del Instituto Nacional Tecnológico y la ley 618, surge la necesidad de los responsables del proyecto de diseñar varias alternativas de distribución de planta para dar cumplimiento a las normas técnicas de INATEC y la ley 618.

1.4 Justificación.

Dada la problemática nace la necesidad de una propuesta de distribución de planta en el taller de ebanistería que garantice las condiciones de operación y seguridad. El cual se deberá de realizar por medio de los métodos de distribución de planta y de acuerdo a la ley 618.

De esta manera se beneficiarían estudiantes, maestros, personal operativo en general y a la vez se estaría contribuyendo a mediano plazo en el incrementando de la productividad a en la etapa del aprendizaje y en la elaboración de Muebles.

Cabe señalar que al proponer una distribución ajustada a las condiciones reales del CTEM y los procesos tecnológicos de muebles se fortalecerá el desarrollo de los esquemas productivos en la elaboración de productos certificados lo que a largo plazo beneficiara al mercado nacional de mueble.

1.5 Objetivos.

1.5.1 Objetivo General.

Contribuir al mejoramiento de las condiciones de operación y seguridad en los procesos técnicos del taller de ebanistería del Centro Tecnológico del Mueble mediante una propuesta de distribución de planta.

1.5.2 Objetivos Específicos.

1. Describir las condiciones actuales de diseño de planta en lo que respecta a la infraestructura del taller.
2. Establecer las condiciones de operación y seguridad para el taller de ebanistería del CTEM en base a los principios de distribución de planta y la ley 618.
3. Proponer alternativas de distribución de planta que garanticen la optimización de las condiciones de operación y seguridad por medio del método de planeación de distribución sistemática.
4. Seleccionar la distribución de planta que se ajuste a las mejores condiciones de operación, seguridad y costo de adaptación.

1.6 Generalidades del proyecto.

1.6.1 Perfil del Proyecto.

PERFIL

Proyecto

Centro Tecnológico del Mueble-CTEM.

Financia

Reino de los países bajos (Embajada de Holanda)

Ejecuta

Red Mesoamericana y del Caribe de Comercio Forestal JAGWOOD+

Periodo

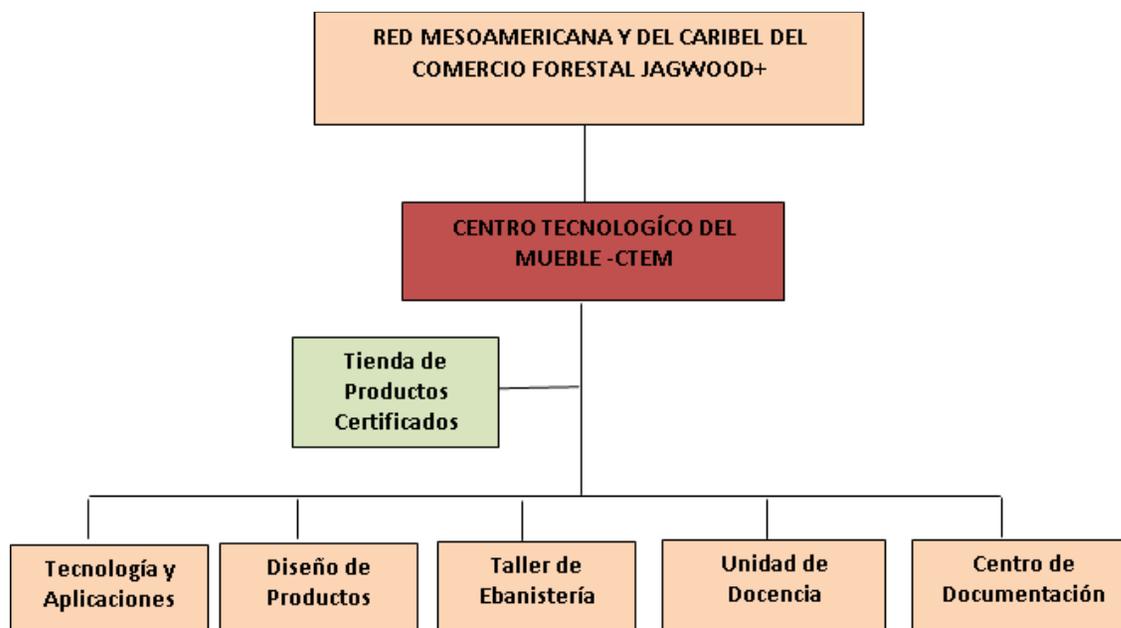
2012-2013

1.6.2 Objetivos del Centro Tecnológico del Mueble.

- Generar procesos científicos, tecnológicos y productivos, que difundidos y gestionados adecuadamente, permitan posicionar al mueble nicaragüense como el mejor del mercado centroamericano y del Caribe, a partir de las condiciones del sistema productivo existente
- Iniciar procesos graduales de cumplimiento de estándares constructivos y de acabados existentes en los mercados externos, que constituyen metas del país, de forma que se avance hacia la excelencia en la fabricación del mueble nicaragüense.
- Desarrollar esquemas productivos y otras facilidades que favorezcan la incorporación de las mujeres en los procesos de producción existentes en la cadena de valor de la madera

1.6.3 Estructura del Centro Tecnológico del Mueble.

Ilustración 1 Jerarquía de la Red Mesoamericana y del Caribe del Comercio forestal.



Fuente JAGWOOD+

1.7 Preguntas Directrices.

- ¿Qué condiciones de infraestructura presenta el taller de carpintería del CTEM?

- ¿Cuáles son las condiciones de operación y seguridad en los procesos de elaboración de mueble?

- ¿Qué distribución de planta es la adecuada en base a los condiciones de seguridad, distancia de recorrido, facilidad de expansión y costo de adaptación?

- ¿Será adecuado el método de distribución de planta SLP para garantizar la seguridad?

- ¿Con una propuesta de distribución de planta mejorarían las condiciones de seguridad?

2. Marco Referencial.

En el desarrollo del presente trabajo se ha venido tomando diferentes conceptos, métodos y procedimientos que se consideran de suma importancia para el desarrollo y comprensión del trabajo así como para poder realizar un buen análisis.

2.1 Marco teórico.

Según (Scribd, 2013) dice que la distribución de planta comprende las diferentes herramientas, maquinarias y personal en un lugar determinado con los menores costos posibles, si esta distribución está mal hecha, la dirección se enfrentará constantemente con costosas ineficiencias o con redistribuciones muy caras. La primera instalación debe ser buena, para modificar los costes o posteriores modificadores.

(Vaughn, 1988) afirma que para lograr los cambios de situación de las máquinas deben realizarse en la etapa de planificación y con el tiempo suficiente para hacer pruebas, que es el principal componente de esta actividad.

En tanto (Vaughn, 1988) dice que la distribución en planta es un arte que ha resistido con éxito a los intentos de convertirlo en una ciencia. Hay, por supuesto un objetivo principal en los criterios en la distribución en planta: la minimización de los costes. Pero los factores de costes implicados en la distribución de una gran planta son tan numerosos y complejos y se relaciona de manera tan distinta que a menudo hacen difícil un ataque sistemático.

Según (Vaughn, 1988) los ingresos que se obtengan del funcionamiento de la planta deben pagar las inversiones, la ventilación, la iluminación y el mantenimiento de cada metro cuadrado del terreno disponible. Esto se refiere tanto a los que se utilizan para producción como a los que no se utilizan. Debemos minimizar las distancias entre máquinas y partes del equipo y hacer el mejor uso de la altura de techo disponible.

(Vaughn, 1988) Alega que si las condiciones de trabajo no son seguras, costaran a la empresa mucho dinero, pues será más caro el seguro de los trabajadores y habrá más quejas de los sindicatos. Si se adquiere la reputación de que se trabaja en condiciones arriesgadas pueden tenerse problemas a la hora de contratar personal. Al estudiar una distribución de planta deben tenerse permanentemente en cuenta las condiciones bajo las cuales van a trabajar los obreros y los empleados. Debemos hacer todo lo posible para eliminar las proyecciones de las maquinas o equipos que puedan molestar o lesionar a la gente. La maquinaria ruidosa debe ser aislada. Deben ser evitados los cruces peligrosos en los que puedan ocurrir colisiones entre carretillas, elevadores y trabajadores.

Por otro lado (Muther, Distribución de planta, 1981) afirma que la distribución en planta comprende la disposición física de las posibilidades industriales instaladas o en proyecto que incluye los espacios necesarios para el movimiento del material, almacenaje, mano de obra indirecta, actividades auxiliares, servicios y persona. Colocar máquinas y equipos de modo que se facilite el movimiento de materiales al costo más bajo y con mínima manipulación desde que se recibe la materia prima hasta que se entregan los productos.

La distribución en planta determina cuanto posibilita el patrimonio tangible fijo de una empresa y el logro de los objetivos (Tompkins, 1996)

Según (Tompkins, 1996) la distribución en planta implica la ordenación física de los elementos Industriales y comerciales. Esta ordenación ya practicada o en proyecto, Incluye, tanto los espacios necesarios para el movimiento del material, almacenamiento, trabajadores indirectos y todas las actividades de servicio. La decisión de distribución en planta comprende determinar la ubicación de los departamentos, de las estaciones de trabajo, de las máquinas y de los puntos de almacenamiento de una instalación. Su objetivo general es disponer de estos elementos de manera que se aseguren un flujo continuo de trabajo o un patrón específico de tráfico.

Según (Tompkins, 1996) afirma que la distribución de planta es una herramienta propia de la ingeniería Industrial, donde el ingeniero tiene que poner a trabajar toda su inventiva, creatividad y sobre todo muchas técnicas propias para plasmar en una maqueta o dibujo, lo que se considera que es la solución óptima de diseño del centro de trabajo e incluye los espacios necesarios para el movimiento del material, almacenamiento, trabajadores indirectos y todas las otras actividades o servicios como la maquinaria y equipo de trabajo, para lograr de esta manera que los procesos se ejecuten de manera más racional.

Según (Machuca, 1990) el especialista debe conseguir que la redistribución sea un conjunto integrado de métodos y equipos eficientes. Una de las limitantes para este tipo de proyecto será dimensiones, su forma y en general todas las instalaciones del edificio. Esta causa es la más común, ya que se presenta cuando varían las condiciones de operación y cuando se buscan los mismos objetivos. Aquí se debe pensar en introducir diversas mejoras, cambiar el plan de distribución del conjunto (con un mínimo de costos, interrupción de la producción y ajuste en la instalación).

Afirma (Machuca, 1990) que para lograr una ordenada distribución se deben de tomar varios principios como: el de integración total o de unidad total: que garantizara aquella distribución óptima, que integre a hombre, materiales, máquinas y los servicios necesarios de la manera más racional posible, de tal manera que funcionen como un equipo único. El de la mínima distancia, que permitirá mover el material a la distancia más corta posible entre operaciones consecutivas. El del recorrido, el cual hará que la distribución esté más ordenada en las áreas de trabajo y en la misma secuencia en que se transforman o montan los materiales. Además el Principio del espacio cúbico: hará que sea mejor la distribución y que utilice el espacio horizontal y verticalmente, ya que se obtienen economías y ahorros de espacio. También está el Principio de satisfacción y seguridad, que distribución proporciona a los trabajadores seguridad y confianza para el trabajo satisfactorio de los mismos. Y por último el de flexibilidad el cual propone que la distribución en planta sea

más efectiva y que pueda ser ajustada o reordenada con el mínimo de interrupciones y al costo más bajo posible.

(Muther, Distribución de planta, 1981) indaga que la naturaleza de los problemas de distribución en planta se debe a elementos tales como ubicación de la planta, respecto a clientes, proveedores, y otras instalaciones con las que se relaciona. Asimismo, la ubicación dentro del terreno elegido. Por otro lado el Sistemas de planta: estructura, iluminación, instalación eléctrica, comunicaciones, seguridad, sanitarios, gas, acondicionamiento de aire, agua. También la distribución del equipamiento, maquinaria, amueblamientos, para áreas de producción, auxiliares, secundarias, personal y por ultimo al Manipuleo de mecanismos para satisfacer las interacciones y producción entre: materiales, personal, información y equipamientos.

(Muther, Distribución de planta, 1981) afirma que no es difícil, si no imposible lograr ventajas competitivas de un factor mayor, ya que estos se han estandarizado tanto (material / maquinaria) que solo podemos lograr ganancias a través de los detalles (todos aquellos que afecten al costo). Uno de ellos es el layout. Pero generalmente la preparación de quien lo lleva a cabo es pobre en este sentido y por tanto el layout resultante también lo será, generando una pérdida constante, ya que por lo general es antieconómico el cambiar un layout mal hecho, en tanto que para la misma inversión (proceso de proyecto de layout) podríamos haber obtenido una buena distribución que nos generase una ganancia constante, con mayor satisfacción del personal y flexibilidad.

Según (Muther, Administración de operaciones, 1973) el enfoque principal del método SLP, es el de acomodar en un espacio limitado, diferentes objetos o departamentos de una manera ordenada y tomando en cuenta la relación de un objeto o departamento con otros, con el objetivo de minimizar el flujo de material, personal e informático.

(Taha, 2004) establece que el proceso de jerarquía analítica Consta de dos cálculos: primero la determinación de los factores de ponderación (Pesos) y el segundo la Consistencia de la matriz de comparación para lo cual se debe de seguir los siguientes pasos:

Determinación de los factores de ponderación: Suponiendo que se maneja n criterios en una jerarquía determinada, el primer paso para el cálculo de éste es la construcción de una matriz por pares de $n \times n$ que refleja los juicios de quien toma la decisión acerca de la importancia relativa de los distintos criterios. En la comparación apareada o de pares se hace uso que el criterio del reglón i ($i=1,2,\dots,n$) Se clasifica en relación de cada uno de los criterios representado las n columnas.

Si a_{ij} define al elemento (i,j) de A , el proceso de jerarquía analítica usa una escala discreta del 1 al 9 en el que $a_{ij} = 1$ significa que i y j son igualmente importante, $a_{ij} = 5$ significa que i es mucho más importante que j , si $a_{ij} = 9$ indica que i es extremadamente más importante que j . Los demás valores intermedios entre 1 y 9 se interpretan en consecuencia. En área en consistencia, $a_{ij} = k$ implica que automáticamente, que $a_{ji} = 1/k$.

También todos los elementos diagonales deben de ser igual a 1 porque se clasificaría un criterios como si mismo.

Por otro lado (Taha, 2004) establece en su mismo libro que la Consistencia de matriz de comparación son teóricamente las matrices N y N_r las cuales son idénticas, y las N_L no lo son. Entonces se dice que las matrices originales de comparación A y las N_L no lo son también. Esto significa que quien toma decisiones muestra unos juicios coherentes en las especificaciones de la comparación por pares de los criterios o alternativas.

Matemáticamente se dice que una matriz de comparación A Consistente en:

$A_{ij}a_{jk}=a_{ik}$ Paras todas i,j,k .

(Lieberman, 2001) establece que el procedimiento del algoritmo de Dijkstra es el siguiente: Sea una distancia más corta del nodo fuente 1 hasta el nodo i y se define d_{ij} (>0) Como la longitud del arco (i,j) entonces el algoritmo define la etiqueta de un nodo inmediato posterior y como: $[u_j,i] = [u_i + d_{ij},i]$, $d_{ij},i > 0$

La etiqueta del nodo es $[0,-]$, que indica que el nodo no tiene predecesora.

Las etiquetas de nodo en el algoritmo de Dijkstra son de dos clases: Temporales y permanente. Una etiqueta temporal se puede modificar si se puede encontrar una ruta más corta a un nodo. Cuando se ve que no se pueden encontrar rutas mejores, cambia el estado a la etiqueta temporal o permanente.

Paso 0

Se etiqueta el nodo fuente (nodo 1) con la etiqueta permanente $[0,-]$ igual a $i=1$

Paso 1

a) Calcular las etiquetas temporales $[u_i+d_{ij},i]$ para cada nodo j al que pueda llegarse etiquetando $[u_j,k]$ por otro nodo k y si $u_i+d_{ij}<u_j$ sustituir $[u_j,k]$ por $[u_i+d_{ij},i]$

b) Si todos los nodos tienen etiquetas permanentes, detenerse, En caso contrario. Seleccionar la etiqueta $[u_i,s]$ que tenga distancia más corta ($=u_r$) entre todas las etiquetas temporales (los empates se rompen de forma arbitraria, Hacer que $i=r$ y repetir el paso 1

Según (Rodriguez, 2008) la intensidad lumínica mide la cantidad de luz emitida en una dirección particular. Es de gran importancia el diseñar iluminación con reflectores, y este caso se mide en candelas de potencia. En el caso de otras fuentes de luz normalmente se expresa la cantidad total de flujo luminoso, la cual se mide en lumen.

Dice (Rodriguez, 2008) que la eficiencia luminosa expresa el rendimiento energético de una lámpara y mide la calidad de la fuente como un instrumento destinado a producir luz por la transformación de energía eléctrica en energía radiante visible. Es el cociente entre el flujo luminoso total emitido y la potencia total consumida por la fuente. O sea la relación entre el flujo emitido (Φ), expresado en lúmenes, y la potencia eléctrica adsorbida (p) expresada en vatios.

Símbolo: n ,

Unidad de medida: lumen por vatio (lm/w)

Ecuación 1 Flujo luminoso

$$n = \frac{\phi}{w} \text{ Lumen/watio}$$

Fuente: Manual de instalaciones electromecánicas en casas y edificios.

Afirma (Harper, 2006) que las condiciones del espacio o área que afectan el confort de las personas que los ocupan, debido a que dañan el índice de pérdida de calor del cuerpo, son:

1. Temperatura del aire en el cuarto (también llamada temperatura de bulbo seco).
2. Contenido de humedad en el cuarto.
3. Temperatura en las superficies que rodean la superficie del cuarto.
4. Índice del movimiento del aire.

Los ocupantes de un cuarto, casa habitación, oficina o área de trabajo, se sentirán confortables cuando cada uno de los rubros anteriores se encuentre dentro de cierto rango.

Además (Harper, 2006) dice que la capacidad del movimiento de aire afecta al calor transferido por el cuerpo por convección y evaporación, durante el verano, un incremento en el movimiento del aire incrementa el índice de evaporación del calor del cuerpo para ayudar a mantenerlo fresco. Esta es la razón del por qué las casas y edificios que no tienen aire acondicionado usan ventiladores para incrementar el movimiento del aire durante los días calurosos; en cambio, durante el invierno, es deseable un menor movimiento de aire. Los ocupantes de un edificio sentirán mayor confort dentro de ciertos rangos de temperatura del aire, humedad, temperaturas de las superficies y movimiento del aire. Para determinar el grado de confort deseable, se hacen experimentos que dan distintos rangos a estas variables.

2.2 Marco conceptual.

Distribución de planta: es el proceso de determinación de la mejor ordenación de los factores disponibles, de modo que constituyan un sistema productivo capaz de alcanzar los objetivos fijados de la forma más adecuada y eficiente posible (Machuca, 1990)

Distribución de posición fija: es un proceso de distribución en el que requiere de menos inversión en equipos, herramientas, supervisión y control de la producción. Son usualmente más fáciles y el aprendizaje necesario es más caro, lo mismo que el almacenamiento y el transporte de materiales que por lo general son difíciles de controlar. (Criollo, 1998)

Distribución por proceso: es un tipo de distribución que se adapta a la producción de un gran número de productos similares y está conformado por varios departamentos bien definidos. (Criollo, 1998)

Distribución por producto: es el tipo de distribución para procesos de fabricación continua o en línea. (Criollo, 1998)

Grupos tecnológicos: es un sistema que agrupa piezas de características comunes en familias y asigna una línea de producción capaz de producir cualquiera de las piezas de esta familia. (Criollo, 1998)

Movimientos de materiales: es el elemento de mayor coste afectado directamente por la disposición de la planta. (Vaughn, 1988)

Productividad: es el grado de rendimiento con que se emplean los recursos disponibles para alcanzar objetivos predeterminados. (Criollo, 1998)

Eficiencia: es la capacidad disponible en horas-hombre y horas-máquinas para lograr la productividad y se obtiene según los turnos que trabajaron en el tiempo correspondiente. (Criollo, 1998)

Diagrama de procesos: es una herramienta de análisis que representa gráficamente los pasos que se siguen en una secuencia de actividades que constituye un proceso o un procedimiento, identificándolos mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza. (Criollo, 1998)

Análisis de proceso: consiste en eliminar las principales deficiencias existentes y lograr la mejor distribución posible de la maquinaria, equipo y área de trabajo dentro de la planta. (Criollo, 1998)

Diagrama de proceso de operación: es la representación gráfica de los puntos en los que se introducen materiales en el proceso y de orden para la inspecciones y de todas las operaciones, excepto las incluidas en la manipulación de los materiales. (Criollo, 1998)

Diagrama de proceso de flujo: es una representación gráfica de la secuencia de todas las operaciones, transporte, inspecciones, esperas y almacenamiento que ocurren mediante un proceso. (Criollo, 1998)

Diagrama de circulación: es una modalidad del diagrama del proceso de recorrido que se utiliza para complementar el análisis del proceso. (Criollo, 1998)

Máquinas: es un aparato compuesto por un conjunto de mecanismos y de piezas, tanto fijas como móviles, cuya marcha permite dirigir, regular, o en su defecto, cambiar la energía para llevar a cabo un trabajo con una determinada misión. (Definicion, 2005)

Diseño: es un boceto, bosquejo o esquema que se realiza, ya sea mentalmente o en un soporte material, antes de concretar la producción de algo. (Definicion., 2013)

Procesos: conjunto de acciones o actividades sistematizadas que se realizan o tienen lugar con un fin. (Definicion, 2005)

Recorrido: es la acción y efecto de recorrer (atravesar un espacio, efectuar un trayecto, registrar con cuidado, repasar). (Definicion., 2013)

Producto: es aquello que ha sido fabricado (es decir, producido) (Definicion., 2013)

Insumos: es un concepto económico que permite nombrar a un bien que se emplea en la producción de otros bienes. (Definicion., 2013)

Material: aquello que es propio, intrínseco de la materia o está asociado a ella. (Definicion, 2005)

Mano de obra: es el esfuerzo físico y mental que se pone al servicio de la fabricación de un bien. (wikipedia, 2011)

Movimiento: es un fenómeno físico que se define como todo cambio de posición que experimentan los cuerpos en el espacio, con respecto al tiempo y a un punto de referencia, variando la distancia de dicho cuerpo con respecto a ese punto o sistema de referencia, describiendo una trayectoria. (Galeon, 2013)

Espacio: Significa todo lo que nos rodea. (wikipedia, 2011)

Flujo de materiales: es aquel que representa los elementos dentro de la fábrica que se van a mover, ya sea: Materiales, Hombre, Equipos y Documentos, produciendo en definitiva un bien o un servicio. Es un área donde un proceso de fabricación se aplica al material o a un componente para generar un producto. (wikihelp, 2013)

Planeación: es una herramienta que sirve para fijar alguna meta y estipula que pasos debería seguir para llegar hasta ella. Es un proceso, que puede tener una duración muy variable dependiendo del caso, se consideran diversas cuestiones, como los recursos con los que se cuenta y la influencia de situaciones externas. (Definicion., 2013)

Operación: es cuando se modifican las características de un objeto. (Criollo, 1998)

Transporte: es cuando un objeto o grupos de ellos son movidos de un lugar a otro. (Criollo, 1998)

Inspección: es cuando un objeto o grupo de ellos son examinados para su identificación o para comprobar y verificar la calidad o cualquiera de sus características. (Criollo, 1998)

Demora: es cuando se interfiere el flujo de un objeto o grupos de ellos, con lo cual se retarda el siguiente paso planeado. (Criollo, 1998)

Almacenaje: es cuando un objeto o grupos de ellos son retenidos y protegidos contra movimientos o usos no autorizados. (Criollo, 1998)

Seguridad industrial: es la aplicación de las técnicas para la reducción, control y eliminación de los accidentes de trabajo. (Criollo, 1998)

Capacitación de Personal: es una actividad planeada y basada en necesidades reales de una empresa u organización y orientada hacia un cambio en los conocimientos, habilidades y actitudes del colaborador. (siliceo, 2006)

Sistema de Variables: es un elemento que se va desglosando de lo general a lo particular, hasta llevarlo a su manera más específica. (arias, 2006)

Conceptualización de Variable: es una herramienta que se utiliza para designar cualquier característica de la realidad que puede ser determinado por observación y que puede mostrar diferentes valores de una unidad de observación a otra. (Tamayo, 2005)

Operacionalización de Variable: es el proceso de llevar una variable a un nivel abstracto, a un plano operacional y la función básica de dicho proceso es precisar o conocer al máximo el significado o alcance que se otorga a una variable en determinado estudio. (Balestrini, 2005)

Método SLP (Planeación sistemática de la distribución en planta): es una forma organizada para realizar la planeación de una distribución y está constituida por cuatro fases, en una serie de procedimientos y símbolos convencionales para identificar, evaluar y

visualizar los elementos y áreas involucradas en la planeación (Muther, Administración de operaciones, 1973).

Luminotecnia: es la ciencia que estudia las distintas formas de producción de luz, así como su control y aplicación. (Rodríguez, 2008)

Flujo luminoso: es la magnitud que mide la potencia o caudal de energía de la radiación luminosa. (Rodríguez, 2008)

Iluminancia: es el flujo luminoso incidente por unidad de superficie, su unidad de medida es el lux. (Rodríguez, 2008)

Luminancia: es la intensidad luminosa reflejada por una superficie, su valor se obtiene dividiendo la intensidad luminosa por la superficie aparente vista por el ojo en una dirección determinada. (Rodríguez, 2008)

Ventiladores: son dispositivos mecánicos que consisten de aspas montadas sobre un concentrador central, que se puede encontrar conectado o montado directamente sobre el eje, o bien, accionado por separado con un motor con poleas y bandas. (Harper, 2006)

Extractor eólico: es un sistema de ventilación mecánico que opera mediante la utilización de extractores eólicos, los cuales, como su nombre lo indica, funcionan con la energía del viento exterior y por efectos del diferencial de temperaturas externa e interna bajo cubierta del inmueble. (Ramírez, 2013)

2.3 Marco espacial.

El proyecto CTEM está ubicado en la carretera Tipitapa-Masaya, a 41 kilómetros de la ciudad de Managua. Dicho proyecto está en esta zona debido a que la mayor parte de las Pymes que se dedican a este rubro se encuentran en la localidad de Masaya, el cual está a solo 3 kilómetros de esta ciudad.

Está ubicado exactamente donde se indica en el círculo color anaranjado.

Ilustración 2 Localización del Centro Tecnológico del Mueble.



Fuente: JAGWOOD+

2.4 Marco Temporal

Para el plan de trabajo se muestra a continuación la simbología utilizada y posteriormente las actividades.

Ilustración 3 Nomenclatura del Marco Temporal

	Reuniones Jagwood+
	Tutorías
	Entrega de avance
	Entrega final
	Fin de semana
	Días operativos
	Días Feriados
	Días no operativos

Fuente: JAGWOOD+

Tabla 1 Plan de Trabajo.

RESULTADOS	ETAPAS	ACTIVIDADES	SUB-ACTIVIDADES	Septiembre del 2013 al 30 de Marzo del 2013,																											
				Septiembre.				Octubre				Noviembre				Diciembre				Enero				Febrero				Marzo.			
				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Propuesta de Distribución de Planta en el Taller de Ebanistería del Centro Tecnológico del Mueble, en el periodo del 01 de septiembre del 2013 al 10 de febrero del 2014.	ETAPA I	Solicitud de permiso a la Red Mesoamericana y del Caribe de Comercio Forestal.	1,1 Reunión con JAGWOOD+	█																											
			1,2 Reunión con Tutor y Asesor Metodológico.		█																										
			1,3 Acuerdo de los temas a abordar para el CTEM y la elaboración del tema Monográfico.		█	█																									
		Elaboración del Protocolo	1,4 Diseño del Marco Referencial y Aspectos Generales.		█	█																									
			1,5 Diseño Metodológico y Cronograma de Actividades.		█	█																									
			1,6 Reunion con Asesor Metodologico.				█																								
			1,7 Entrega del Protocolo.					█																							
	Etapa II	Recolección de Datos.	2,1 Medición del CTEM.				█																								
			2,2 Información de los equipos del CTEM.				█	█																							
			2,3 Descripción de los procesos del Mueble.				█	█	█																						
		Establecimiento de las condiciones de operación y seguridad.	2,4 Descripción de los procesos tecnológicos del Mueble.					█	█																						
			2,5 Elaboración de los flujogramas de procesos.					█	█	█																					
			2,6 Establecer las medidas preventivas y la políticas de seguridad.						█	█	█																				
			2,7 Reunión con JAGWOOD+.																												
	Etapa III	Elaboración de la propuesta de iluminación, ventilación y planta.	3,1 Revisión del protocolo y Reunión con el asesor metodológico.																												
			3,2 Elaboración de la propuesta de iluminación,																												
			3,3 Elaboración de la propuesta de ventilación,																												
			3,4 Elaboración de la propuesta de distribución de planta.																												
			3,5 Segunda entrega del protocolo.																												
	ETAPA IV	Elaboración del Informe y corrección del protocolo.	4,1 Entrega de Avances.																												
			4,2 Reunión con Tutor.																												
			4,3 Redactar Análisis y discusión de resultados.																												
			4,4 Revisión del protocolo.																												
			4,5 Tercera entrega del protocolo.																												
	ETAPA V	Período de Evaluación del informe.	5,1 Reunión con Tutor y Asesor.																												
5,2 Entrega del informe para pre defensa.																															
5,3 Pre defensa.																															
5,4 Correcciones de la pre defensa.																															
5,5 Entrega y defensa de las tesis.																															

Fuente: Propia.

3. Diseño Metodológico.

3.1 Tipo de enfoque.

De acuerdo a las características de la investigación se nombra de carácter mixto debido a lo siguiente:

En la propuesta de distribución de planta se hace uso del método de planeación de distribución sistemática que según clasificación de autores tales como Roger G. Schroeder lo especifica como método cualitativo. Por otro lado se realizan cálculo de iluminación y ventilación obteniendo la parte cuantitativa del trabajo.

3.2 Tipo de investigación.

➤ **Según su aplicabilidad.**

Dado a que la directriz de la investigación se alinea a la formulación del proyecto del centro tecnológico del mueble se considera que es de carácter de aplicación.

➤ **Según el Nivel de profundidad de conocimiento.**

En el transcurso del desarrollo de las diferentes propuestas de distribución, se determina que la investigación presenta todas las cualidades que brinda la investigación de carácter descriptivo debido a que se van planteando diferentes escenarios, sus análisis e interpretación del mismo.

3.3 Población y muestra.

La Población Objeto para nuestro estudio es el taller de ebanistería del Centro Tecnológico del Mueble-CTEM

Se seleccionó como muestra el 100% de la población, debido a las características del estudio. La cual posee un total de 5 personales, 3 docentes y el resto personal de apoyo y mantenimiento, además de los 14 equipos que serán distribuidos en el espacio físico del taller.

3.4 Técnica de recolección de datos.

➤ Revisión Bibliográfica y documental.

Se revisaron diferentes tipos de tesis relacionado con el tema, documento informativos relacionados con el Centro Tecnológico del Mueble, los diferentes libros siendo los principales manual de ingeniería industrial de Barnes M. Ralph, administración de operaciones de Schroeder, y distribución de planta de David de la Fuente García, así mismo se hará uso de la red de internet para la documentación sobre los diferentes procesos en la tecnología de muebles.

➤ Entrevista.

Entre las principales técnicas de recolección de datos que se utilizo fue la entrevista que en su mayoría fue aplicada al equipo técnico de la organización ejecutora del proyecto en este caso JAGWOOD+ y a diferentes operarios de instituciones afiliado a JAGWOOD+ Con el objeto de conocer las principales expectativa de nuestro cliente (JAGWOOD+) y los principales riesgo que va a estar enfrentado los estudiante en el técnico de carpintería.

➤ Mediciones.

Se realizó mediciones con el objeto de conocer la infraestructura real del taller de ebanistería del CTEM.

➤ **Observación Directa.**

Se efectuó observaciones directas en las diferentes cooperativas afiliadas al miembro ejecutor de proyecto (JAGWOOD) para la familiarización de procesos y la última cadena de valor de la madera.

3.5 Operacionalización de las variables.

Tabla 2 Operacionalización de las variables

VARIABLES	INDICADOR	FUENTE	TÉCNICA	INSTRUMENTOS
Ubicación de máquinas	Excelente Muy bueno Bueno Deficiente	Flujo de procesos, ley 618, personal docente.	de Revisión bibliográfica. Observación Directa. Método SPL. Entrevista	Guía de Revisión Bibliográfica. Guía de observación. Matriz de relación. Guía de entrevista
Espacio de trabajo	Excelente Muy bueno Bueno Deficiente	Flujo de procesos, ley 618, personal docente.	de Revisión bibliográfica. Entrevista.	Guía de Revisión bibliográfica. Guía de entrevista.
Seguridad (Tipo de riesgo)	Sin exposición Tolerable Continuo	personal docente, ley 618	Entrevista. Revisión bibliográfica y documenta.	Guía de entrevista. Guía de Revisión bibliográfica. Matriz de identificación de riesgo.
Costo de adaptación	Alto. Medio. Bajo.	Casas comerciales	Entrevista	Guía de entrevista. Proforma
Facilidad de expansión	Espacio disponible. Demanda y financiamiento	Asistencia técnica y CTEM	Medición Entrevista	Planos y Guía de entrevista

Fuente: Propia

4. Análisis y Discusión de Resultados.

Primeramente se realizó un análisis de la situación actual del taller de carpintería del CTEM, en referencia a la infraestructura.

4.1 Condición actual de diseño de planta en el taller de ebanistería.

Área.

El Taller de carpintería del CTEM cuenta actualmente con 198 m² de área con 4 y 6.12 m de altura respectivamente, posee una puerta de acceso para maestros y estudiantes al igual que un portón para el ingresos de tablones, madera y salida de productos terminados, donde el panel eléctrico se encuentra ubicado en A-02 (Simbología del plano arquitectónico) hacia el este de la puerta P-1, por otro lado el pavimento del CTEM presenta una capa aproximadamente de 0.15 m siendo homogénea, llano y liso sin ninguna continuidad como lo establece el artículo 87 de la ley 618, así mismo el taller del CTEM posee una segunda planta con una área de 49.5 m² donde se pretende (Planeación inicial) ubicar insumos del rubro de carpintería tales como clavos, pinturas, barniz entre otros. El anexo No 1 muestra el plano No 1 del taller de ebanistería del CTEM.

Ventilación.

Actualmente el Taller de Ebanistería del Centro tecnológico del Mueble no cuenta con sistema de ventilación, ya que inicialmente en la planificación y desarrollo del proyecto no se incluyó debido a las condiciones climatológicas del sector y a las características del proceso de fabricación de muebles, pero en la actualidad las condiciones de confort en el taller de carpintería no son las adecuada y puede ocasionar fatiga a estudiantes y maestros.

Clima de la Zona.

Para realizar la propuesta de ventilación por medios extractores eólicos de turbina E-2100 es sumamente importante conocer las condiciones meteorológicas del sector, la cual se presenta a continuación en la siguiente tabla.

Tabla 3 Condiciones Meteorológicas de la zona.

	temperatura (°C)			Radiación Solar kWh/m ²	Velocidad del viento m/s	humedad Relativa (%)
	Max	Min	Promedio			
Enero	29.6	21.3	25.3	5.55	7.21	62.2
Febrero	30.8	22.1	26.5	6.06	6.46	56.7
Marzo	31.7	23.4	27.6	6.69	5.64	53.0
Abril	32.0	24.6	28.4	6.52	4.72	54.2
Mayo	29.9	24.0	26.8	5.77	4.26	70.7
Junio	28.6	23.1	25.6	5.69	4.54	80.5
Julio	29.0	22.5	25.4	5.78	5.58	78.1
Agosto	29.1	22.5	25.4	5.75	4.84	78.4
Septiembre	28.5	22.6	25.1	5.36	4.11	81.1
Octubre	28.3	22.2	24.8	5.27	4.63	80.1
Noviembre	28.6	21.6	24.7	5.24	5.71	75.3
Diciembre	29.0	21.2	24.8	5.33	7.15	68.2
Promedio	29.6	22.6	25.9	5.74	5.40	69.9

Fuente: Nasa

- ✓ La temperatura promedio para el sector de la carretera Tipitapa-Masaya a nivel de la superficie del mar es de 25.9 °C, la cual se encuentra dentro del rango de los 15 a 30°C que permite el confort humano.
- ✓ Otra variable de confort y parámetro de diseño del sistema de extractores eólico es la humedad relativa, el promedio anual en el ambiente exterior para el sector donde se encuentra ubicado el CTEM es de 69% la cual esta se encuentra dentro del rango permitido del confort humano que oscila dentro del 30 y 75%
- ✓ La velocidad del viento promedio para este sector es de 5.4 m/s la cual se encuentra aceptable para que el tipo de extractores de aire propuesto funcione de manera eficiente.

Iluminación.

En la actualidad el taller de Ebanistería del CTEM no cuenta con un sistema de iluminación debido a que no se ha estructurado completamente, por lo cual no cumple con ninguna norma de alumbrado, ni se alinea a la ley General de higiene y seguridad del trabajo..

Cabe señalar que existe iluminación por que el diseño de la infraestructura está ajustado para aprovechar al máximo la luz natural.

Por razones de horarios de trabajo en el taller se considera que la iluminación natural juega un papel importante para disminuir el consumo energético en luminarias.

Por otro lado según las condiciones de posición geografía de nuestro país el nivel promedio de luxes aprovechado en los edificios con acceso a la iluminación natural es de 117, por ende para realizar la propuesta del sistema de iluminación se partirá de la cantidad de luxes aprovechada en el taller de ebanistería, lo cual se ha comprobado con el luxómetro que oscila entre los 115 a 129 luxes en área útil de trabajo para las actividades del taller de Ebanistería del CTEM.

4.2 Descripción del proceso de mueble.

Descripción General de elaboración de Mueble

Para proponer alternativas de distribución de planta para el CTEM, es necesario conocer los procesos operativos de la elaboración de mueble, por lo que en esta parte del trabajo se detallara primeramente el proceso general de fabricación de mueble y posterior se describirá el proceso de elaboración del producto.

Diseño de muebles y prototipos.

El diseño de muebles y prototipos en el centro tecnológico del Mueble se considera una pre-etapa del proceso productivo.

El diseño conlleva el desarrollo de una idea de los estudiantes y maestros del CTEM según los criterios de los clientes. Primeramente esta parte consiste en definir la estética, las

dimensiones, así como la forma que se le va a dar al mueble, es decir aspecto formal y los aspectos técnicos, los cuales son los siguientes:

Aspecto formal: Conlleva al desarrollo de una idea para cubrir una necesidad, se define la estética, el aspecto psicológico de la percepción del producto, los aspectos prácticos de sus usos como amplitud, durabilidad, lugar y entorno entre otros, el aspecto práctico esta relaciona íntimamente con las medidas corporales del usuario (ergonomía), las dimensiones de los objetos que el mobiliario va a contener y su destino. El aspecto estético externo depende principalmente de la proporción entre las medidas y el correcto procesado de las distintas piezas.

Aspecto técnico: Después de plasmar dicha idea, se fabrica el modelo propuesto. El cual puede dar lugar a variaciones en el diseño inicial para adecuarlo al proceso productivo, disminuir costo entre otros.

El diseño de muebles dentro del taller de ebanistería del Centro Tecnológico del Mueble se realiza teniendo en cuenta una serie de consideraciones las cuales se menciona a continuación:

- Realización de planos a escala de los muebles por separado o de las composiciones y decoraciones que se proponen.
- Materiales que se van a utilizar y grado de calidad del acabado.
- Uniones de las piezas.
- Comprobar que es posible técnicamente la fabricación de las piezas diseñadas con los equipos disponibles.
- Posibilidades humanas, es decir, si los estudiante ya están calificados de acuerdo con el proceso de Producción de las piezas diseñadas.

Recepción de materia Prima.

El proceso inicia con el almacenaje de la materia prima principalmente: Madera, barniz, tintes, disolventes, material abrasivos (lijas, esponjas, etc.) y todos aquellos materiales para la elaboración del producto.

Mecanizado General.

Posteriormente de haber ingresado la materia prima se procede al mecanizado General el cual permite obtener piezas a dimensiones y formas requeridas para el trabajo y aprendizaje en el taller de ebanistería del CTEM, el proceso de mecanizado General requiere las siguientes actividades como: Marcaje, corte a medida, canteado en ambas caras, Regruesado, moldura, fresados y taladrado.

- **Marcaje.**

Normalmente dentro del CTEM el marcaje consiste en señalar los defectos e imperfecciones de la superficie de la madera que va a ser procesada.

- **Corte a medida.**

Consiste en ajustar la longitud del tablón a las características del diseño del mueble procedente generalmente del banco de madera del CTEM.

- **Canteado.**

Se llama Canteado a la operación de aplanar una superficie, la cual en el CTEM se realiza mediante una herramienta de corte, donde el objetivo principal es el de obtener una superficie completamente lisa y sin alabeo. Particularmente este proceso consigue una cara plana de cada uno de los listones obtenidos.

- **Regruesado.**

Una vez canteada la pieza se lleva a la regruesadora, cuya misión es aplanar, con respecto a las caras canteadas de la madera. Específicamente las piezas de maderas que se pasa por la regruesadora tiene que estar bien canteada o cepilladas, ya que normalmente los dispositivos de avances y de presión de la maquina las comprimen fuertemente bajo el árbol porta cuchillas contra la mesa de madera.

- **Moldura.**

La moldura consiste en una serie de operaciones de mecanizado la cual se realiza en cada una de la superficie de las piezas del mueble, la cual consiste en mejorar la estética y presentación visual del mueble.

- **Fresado.**

Al igual que el proceso de moldura el fresado consiste en mejorar la estética y presentación visual del mueble. Generalmente en la operación de fresado se utilizan plantillas para obtener piezas de una mejor calidad.

- **Taladrado.**

El Taladrado es una operación de arranque de virutas, el cual se realiza en las caras y canto de las piezas del mueble. Que de forma general no es nada más que el mecanizado de agujeros cilíndricos.

Barnizado. (Acabado)

En el taller de ebanistería del Centro Tecnológico del Mueble el proceso de barnizado consiste en la aplicación de los insumos necesarios sobre los soportes del mueble, por ejemplo: La aplicación de tintes se realiza para conseguir una determinada tonalidad, al

igual que el barniz y pinturas se utiliza para proteger la madera y obtener el aspecto deseado.

La Operación del barnizado suele aplicarse mediante pistolas o túneles de cortinas de rodillo, según el tipo de pieza a elaborar.

En lo que respecta al acabado se considera el proceso que incluye tintado, secado, barnizado (fondo), secado, lijado intermedio, barnizado final y secado.

Dentro de la planificación del CTEM se proyecta que si el diseño del subconjunto del mueble lo requiere se procederá al tintado, el cual su función básica es la de conseguir que la madera sobre la cual se aplica adquiera un color determinado, conservando la textura, aspecto y los dibujos de las vetas y poros.

Una vez que la madera adquiera el tono deseado, se procede a aplicar las sucesivas capas de acabado. Con la finalidad de obtener un doble resultado, por una parte, proteger la superficie del mueble y darle un brillo adecuado, el cual contribuirá con la calidad del mismo y por otro lado, embellecer y obtener un aspecto externo final decorativo.

Dentro del Centro Tecnológico del mueble hay una serie de productos, llamados muebles de acabados decorativos, que se emplean, sobre todo, en el acabado de muebles de estilo clásico, pero con una función exclusivamente decorativa.

En general el proceso de acabado se puede desglosar en las siguientes operaciones:

- Preparación y acondicionamiento de las cabinas húmedas de pintura.
- Preparación de las mezclas de los insumos de acabado. En el CTEM se realiza en el momento adecuado ya que esto garantizara que la mezcla de los insumos no pierda su característica con el pasar del tiempo, lo cual vendrá a aumentar la calidad de los muebles.

- Posterior de la mezcla de los insumos se procede al masillado, ésta operación se realiza en la elaboración de muebles clásico a poro cerrado, que no es nada más que un paso previo a la aplicación del fondo a la pieza.
- Después de haber realizado el masillado se procede a un lijado burdo, con el objetivo de eliminar la fibra de la madera que se ha levantado al aplicar el producto de imprimación.
- Normalmente después del lijado burdo se procede al fondeado, la cual se realiza para proporcionar espesor y nivelar las irregularidades de la superficie así como las características mecánicas.
- Posterior se aplica el lijado intermedio donde la aplicación del fondo finaliza tras su secado con un buen lijado de la superficie, para que la posterior capa de acabado al mueble se adhiera mejor al soporte.
- El glaseado se realiza sobre todo cuando se trata de mueble clásico la cual consiste en aplicar un tinte graso de secado lento y fácil de limpiar, en el CTEM se tiene previsto que lo estudiantes dejen más materiales en donde convenga. Esto con el objetivo de obtener un mejor decorado, la cual dará un efecto de realce y a la misma vez conseguirá un aspecto antiguo.
- Inmediatamente del glaseado, se procede al climado, donde normalmente ésta operación se realiza sobre todo cuando se trata de muebles clásicos. Normalmente esta operación consiste en un lijado fino con lana de acero, para obtener una degradación del color tinte.
- La operación siguiente se trata del entonado la cual se realiza, sobre todo cuando se trabaja con mueble clásico, cuyo trabajo consiste en igualar el tono de color de madera del mueble.
- Normalmente en el CTEM se finaliza con el acabado la cual tiene como función proporcionar el aspecto final de tacto, brillo, color entre otros.

Montaje de acabados.

En ésta operación se encolan, ensamblan y se ajustan las distintas piezas acabadas que van a formar parte del mueble. Aquí se utilizan herrajes o mechones, además se realiza una inspección visual y se comprueba la calidad del acabado.

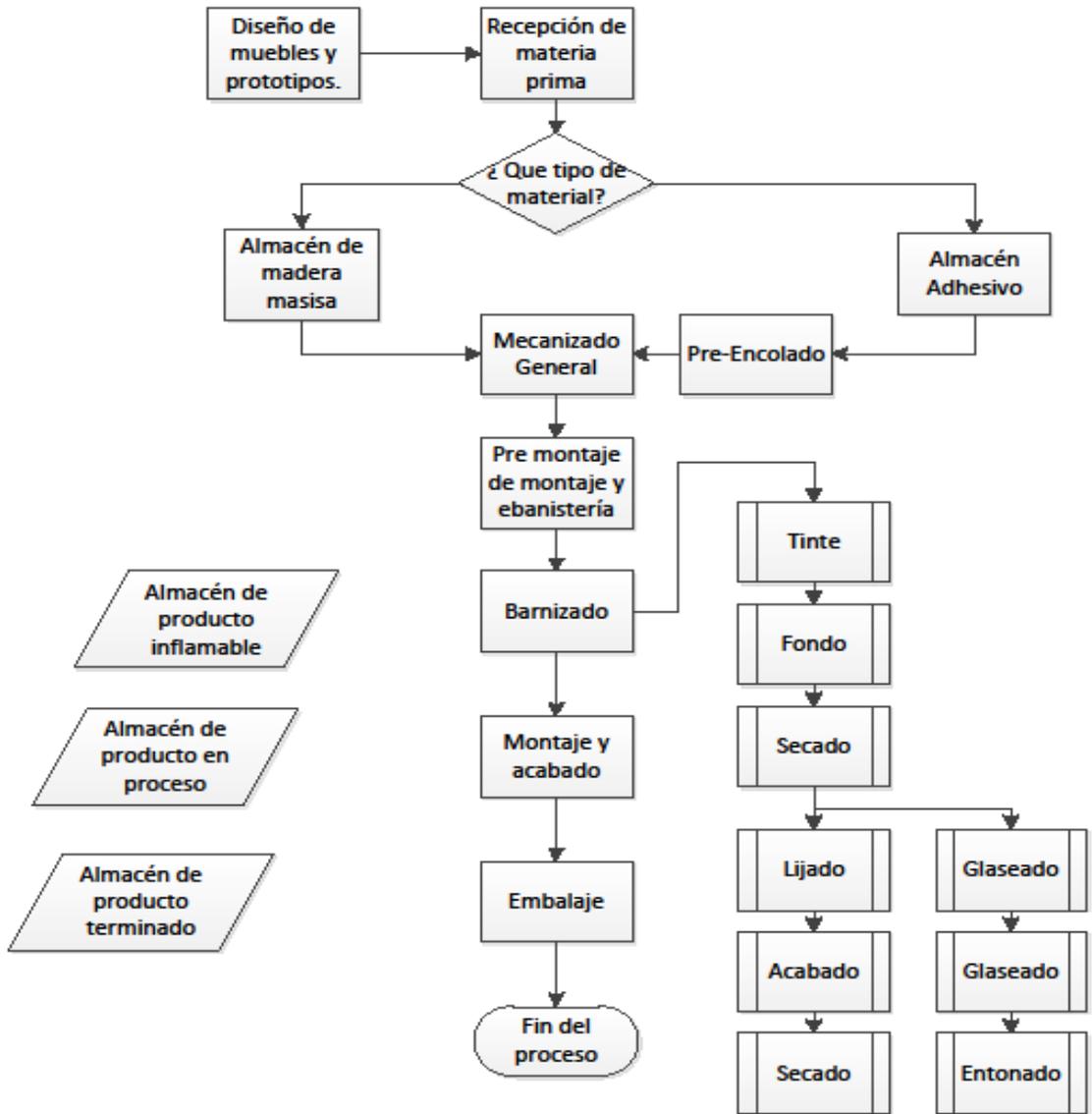
Embalaje.

El producto terminado en el centro tecnológico del mueble se puede embalar de dos formas, siendo la primera el producto ensamblado y la segunda por piezas, la cual va a depender del volumen y peso del mueble. Por ejemplo si se tiene un volumen grande o un peso elevado, se embalan desmontados, ya que de esta manera se facilita su manipulación y se reduce el riesgo de daños. Los materiales que se utilizan en el Centro Tecnológico del Mueble para la operación de embalaje son los siguientes: Cajas de cartón, plástico-papel, burbujas, cantoneras y perfiles.

Ilustración 4 Procesos General de Elaboración de Muebles.

fabrica:	CTEM	
Edificio:	Taller de Carpintería el CTEM	
Diagrama:	Propuesta	
Elaborado Por:	Maykoll Perez-Josue Vega	
Revisión General:	Ing. David Cárdena-	Revisado por: Ing. Marvin Millon

Diseños de Muebles y Prototipo



Fuente: Centro de Tecnología Limpia de Valencia España.

Algunos autores tales como: Roberto García criollo considera que: el “Ciclo de fabricación es un factor primordial para decidir la distribución en planta donde se debe de tomar en cuenta las operaciones, circulación, espera e inspección” para poner en práctica este principio en la distribución del Taller de Ebanistería del CTEM se realizaron diferentes Cursograma Sinóptico de los principales productos analizados, con el objetivo de conocer las actividades y las operaciones donde además se determinarían las variables, indicadores y los diferentes puntos críticos.

Primeramente se describirá el proceso en general de la silla Estilo Kennedy.

Descripción del proceso de la elaboración de la Silla Estilo Kennedy.

Selección de la Madera:

Un buen paso para acercarse a un mercado internacional es la selección de la madera, ya que esta será la materia prima del producto a elaborar y cabe destacar que los productos elaborados por los estudiantes del CTEM se estarán exportando al extranjero.

Cortado de la Madera:

Luego de la selección de la madera se transporta al área de cortado, que en este caso se transportarán en carretillas y el proceso se realizará en la sierra radial.

Canteado y Cepillado:

Uno de los procesos más importantes del mecanizado en el área de muebles es el canteado y cepillado, en este proceso los estudiantes del CTEM deberán realizar el canteado y cepillado en la cara y el canto de tablón de madera.

Curvado de Madera:

En la mayoría de los modelos de silla estilo Kennedy, las piezas que la componen son curvas tales como: los brazos, patas traseras, balancines y reglas de respaldo (en algunos modelos).

Normalmente la elaboración de estas piezas se realiza mediante la Sierra Sin Fin o el CNC donde se utilizan plantillas y luego son cortadas, lo que originalmente ocasiona pérdida significativa de materia prima y en muchas ocasiones podría originar trabajo adicional de uniones y ensamblaje que debilitan la resistencia de la materia y encarece el costo de fabricación y enseñanzas.

Dando lo anterior surge la técnica de curvado de madera maciza la cual se aplicara en uno de los módulos de la carrera técnica de carpintería del CTEM, donde se utiliza un sistema de calentamiento por vapor o agua caliente y moldes para el curvado de madera, la que reduce las pérdidas de materia prima y ahorro de tiempo, insumos y trabajos. Como por ejemplo evitar uniones y ensamblajes innecesarios que ocasionan piezas muy largas.

Proceso de enjuncado:

En la mayoría de los talleres de carpintería de Nicaragua se utiliza el tipo de Junco sintético, ya que es el más accesible y de menor costo actualmente en el mercado local. Como el CTEM pretende exportar los muebles se utilizara el junco natural o “ratán” que regularmente tiene una mejor aceptación a nivel internacional aunque es más costoso y no se encuentra fácilmente en el mercado local.

Para el modelo de silla Kennedy existen varios estilos de enjuncados, entre los que se encuentran el “Estrellado”, el “ojo de pollo” y el “Jazmín”. Por ejemplo el ojo de pollo y el jazmín son los más utilizados en este estilo de mecedoras. El ojo de pollo se aplica en el asiento por ser el más resistente. Y el Jazmín se utiliza en el respaldo.

Habitualmente la operación de enjuncado se inicia con la perforación de la madera, lo que se conoce popularmente como “hoyado”. Luego se procede a elaborar un canal en el que se introducirá una “vena”. Esta última operación se realiza por la parte trasera de las piezas de madera, la cual se hace para ocultar la terminación del amarrado del junco.

La operación de “Hoyado” en el CTEM se realiza una vez marcados todos los centros de orificios la cual debidamente se realiza con un taladro industrial o manual. Luego se elabora el canal, donde las especificaciones técnicas establecen que debe de tener 6.00 mm de ancho por 8.00 mm de profundidad, en esta parte se introducirá la vena antes mencionada, que puede ser de madera o ratán, aunque corrientemente en taller de ebanistería de CTEM se realiza de madera.

En ocasiones en el CTEM se utilizara una vena de ratán, por ende es necesario explicar cómo se realiza la operación, primeramente se redondea el centro interno del canal para no estropear el material. Posterior, al terminar el enjuncado el canal se cierra con venas utilizando pegamento blanco.

Para el ciclo de fabricacion de la silla estilo Kennedy, el hollado debera de tener las siguientes especificaciones:

- Las dimensiones entre centro y centro de cada orificio deben ser de 15 mm.
- El diametro de cada orificio sera de 5 mm.
- El hoyado debe de estar separado por 19 mm del borde de la pieza.

Proceso de lijado y acabado:

El proceso de lijado y acabado se pueden realizar en dos etapas, las cuales se describen a continuación:

Etapas 1:

La etapa 1 del proceso de lijado y acabado se realiza inmediatamente después de que la pieza esté lista con sus escopladuras, espigas, orificios, taladro, torneado entre otros.

Normalmente el pulido de la pieza para el CTEM se realiza con papel de lija para madera con numero de 120, 180 y 220 respetivamente, posterior se empleara papel lija para metal

con No de 360 o 400, la cual alisa completamente la superficie del mueble. En ésta operación del proceso del mueble no se debe utilizar papel de lija para madera con numeración menor de 80, ya que solo producirá arañazos y marcas imborrables en la madera, debido a los aspectos de este tipo de lija.

Etapa 2

La segunda etapa se ejecuta cuando la estructura de la silla mecedora está formada y lista para ensamblarse. Normalmente dentro del CTEM una vez terminado este proceso se verifica el acabado final del mueble con el acabado del diseño de prototipo.

Sistema de ensamblaje.

Dentro del CTEM la silla mecedora estilo Kennedy se diseña y elabora de manera que pueda permitirse fácilmente su transporte y venta.

Normalmente si el producto se va exportar se deberá embalar en las siguientes partes o componente:

- Respaldo.
- Asiento.
- Lateral, costado derecho e izquierdo de la mecedora.
- Bolillo frontal y faldón.
- Bolillo exterior del respaldo.
- Brazo curvo.
- Bolillos laterales del brazo.
- Pata trasera.
- Balancín curvo.
- Pata delantera.

Tabla 4 Piezas de Silla Mecedora estilo Kennedy.

Piezas Centrales	Piezas Secundaria	Piezas Centrales	Piezas Secundaria
1.Respaldar	Cercha Inferior	2.Laterales	Bolillos de brazos
	Cercha Superior		Pata delantera
	Largueros de respaldar		Bolillos de respaldar
			Faldones laterales
			Brazos
			Balancín
			Pata Trasera
3.Otras Piezas	Bolillos frontal	4.Asientos	
	Faldón Trasero		

Fuente: Manual de Proceso para productos de Madera (MIFIC)

Resumen de la silla Estilo Kennedy.

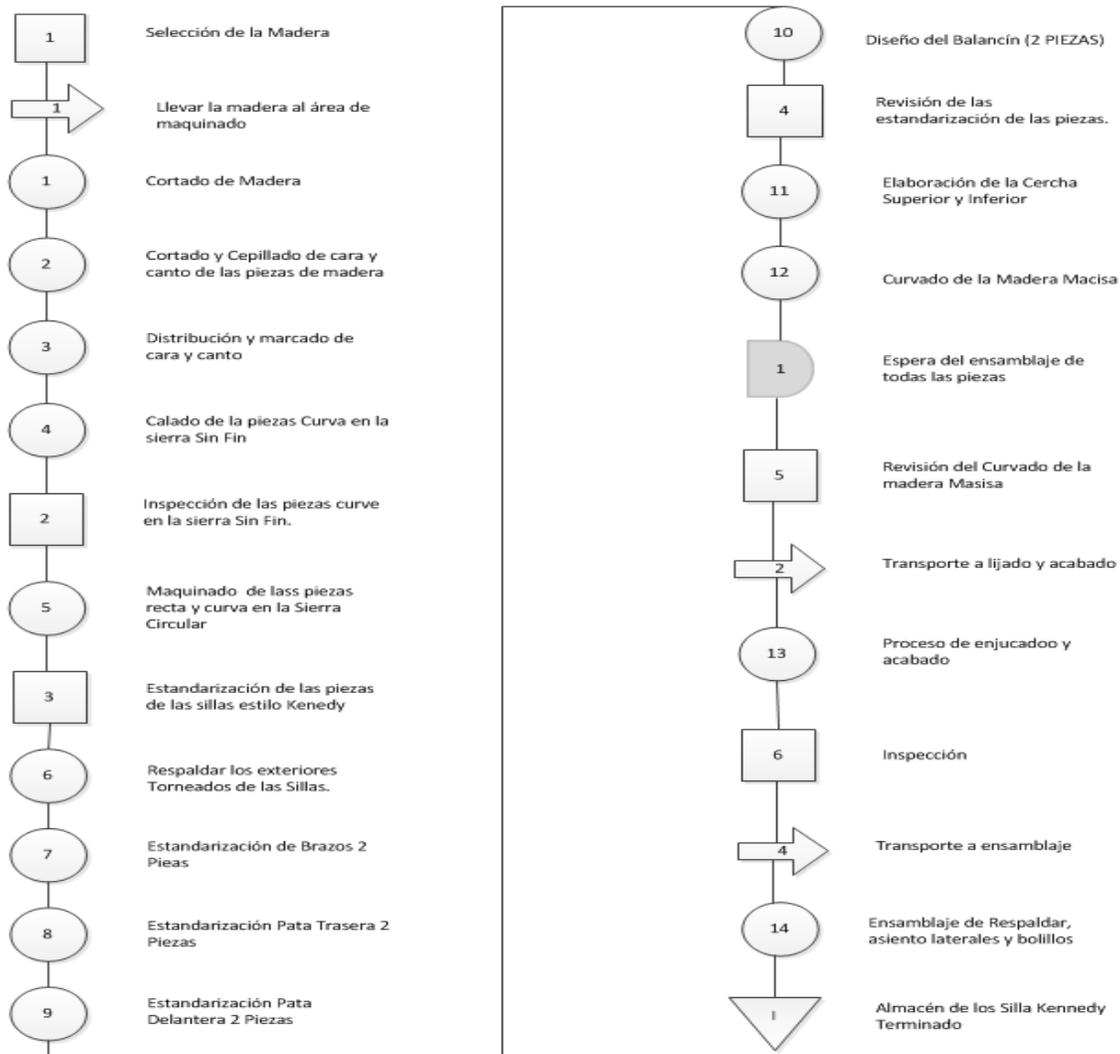
Como se puede observar en el diagrama sinóptico, el proceso de elaboración de la silla estilo Kennedy, cuenta con 6 actividades, en donde se dividen aproximadamente en: 14 operaciones, 4 transporte, 1 demora y 1 almacén que básicamente es el traslado a la tienda de productos certificados. La Descripción de los procesos se basa en los parámetros de enseñanzas del CTEM, que entre las más importantes se encuentran las siguientes:

- Realizar la limpieza final de la silla estilo Kennedy, eliminando los residuos generados y dejando limpia la superficie e instalaciones (Área de trabajo).
- Utilizar las medidas de seguridad y protección del medio ambiente en todo el proceso de elaboración de la silla estilo Kennedy.
- Verificar el área de trabajo y el diseño del mobiliario a instalar.

Ilustración 5 Curso grama sinóptico de silla Mecedora estilo Kennedy.

Fabrica:	CTEM	
Edificio:	Taller de Carpintería el CTEM	
Diagrama:	Propuesta	
Elaborado Por:	Maykoll Perez-Josue Vega	
Revisión General:	Ing. David Cárdena-	Revisado por: Ing. Marvin Millon

Diagrama de Silla Mecedora (Estilo Kennedy)

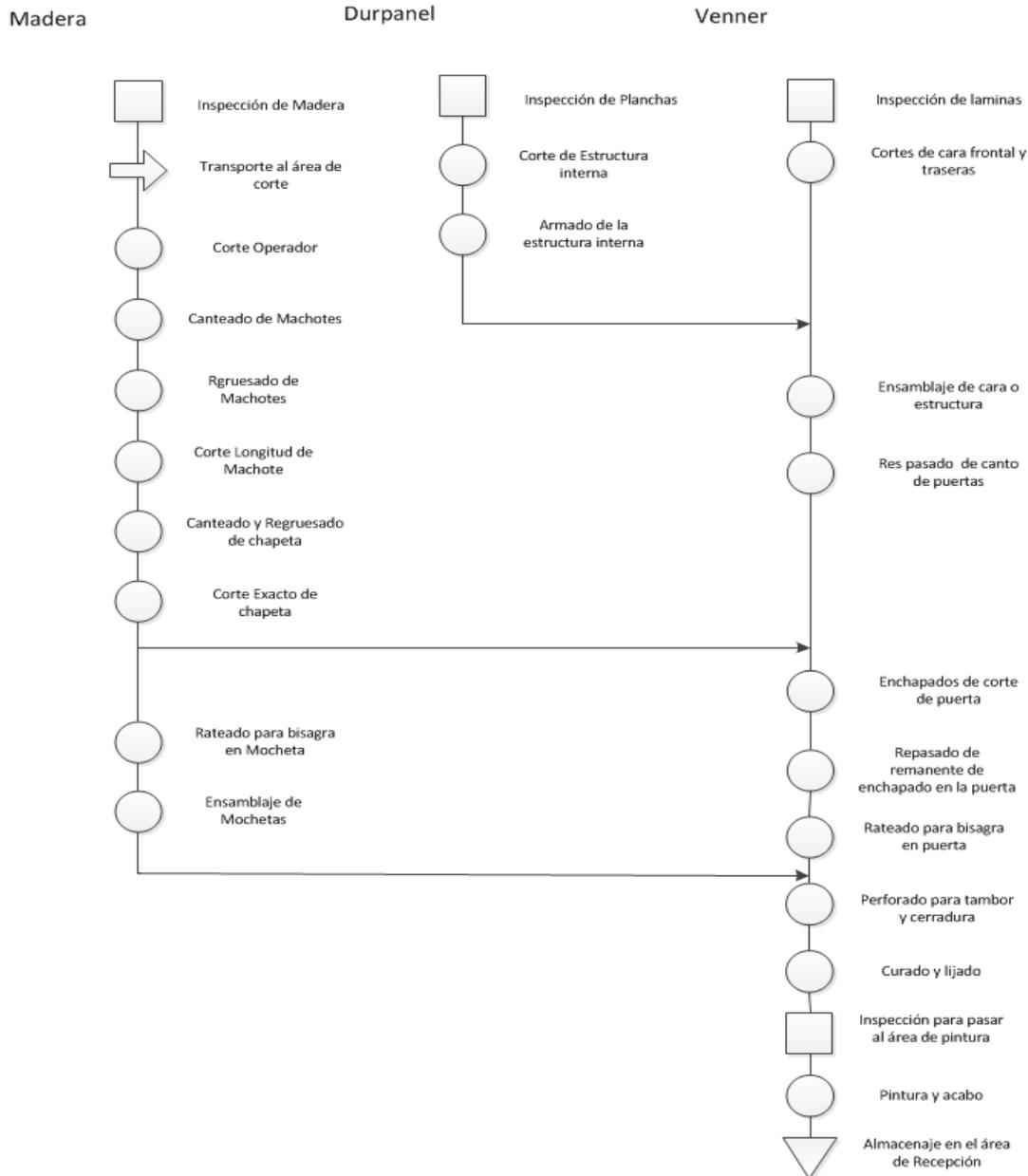


Fuente: Propia

En anexos aparece la descripción completa de la elaboración de cada pieza que consta el producto.

Ilustración 6 Curso grama sinóptico de proceso de puerta

Fabrica:	CTEM	
Edificio:	Taller de Carpintería el CTEM	
Diagrama:	Propuesta	
Elaborado Por:	Maykoll Perez-Josue Vega	
Revisión General:	Ing. David Cárdena-	Revisado por: Ing. Marvin Millon
Diagrama para la elaboración de puerta.		



Fuente: Propia.

Sustancialmente como los procesos de la fabricación de muebles son muy similares en la siguiente descripción de los procesos no se describirá detalladamente las operaciones.

Ilustración 7 Curso grama sinóptico del proceso de elaboración de comedor.

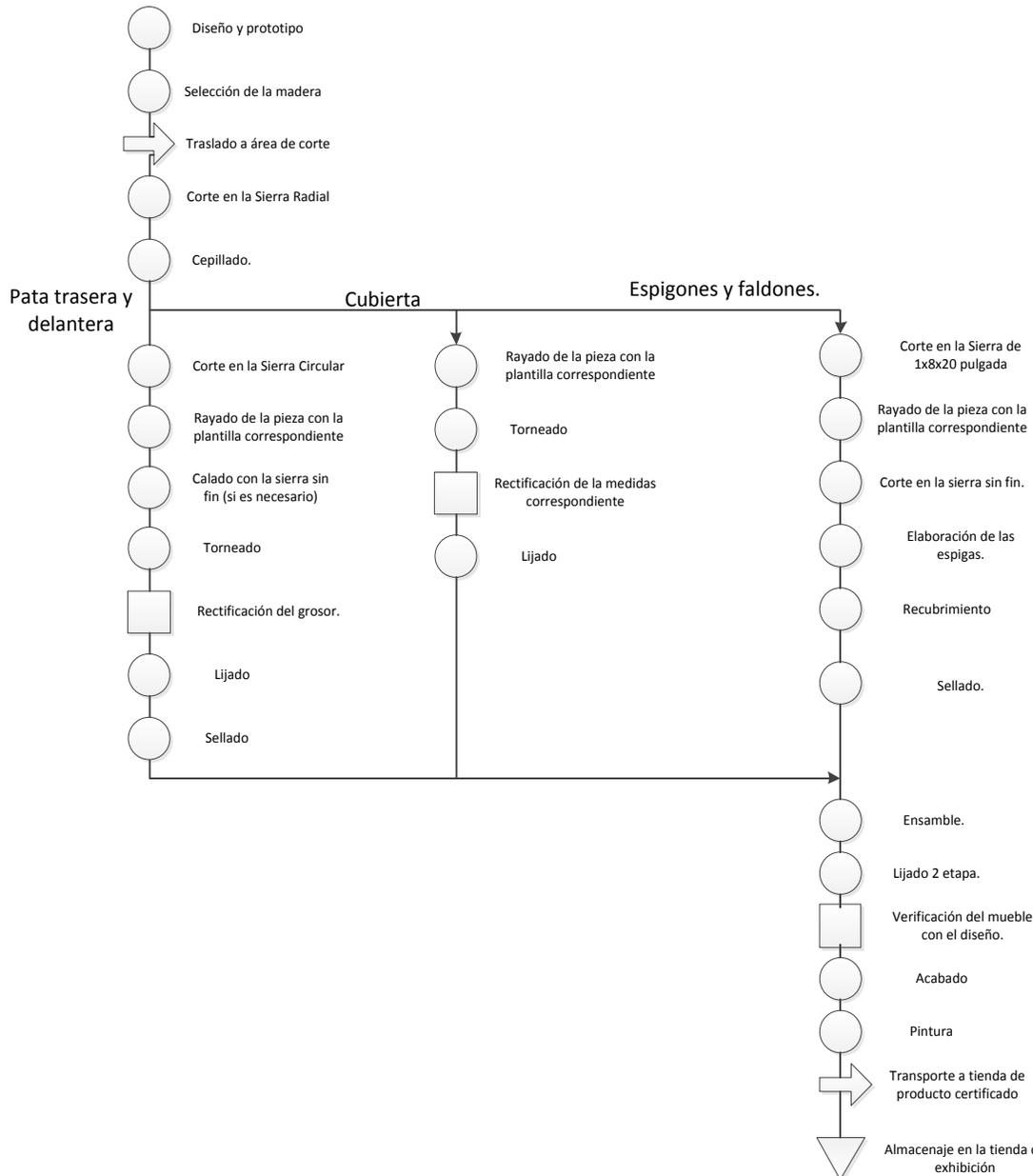


Red Mesoamérica y del Caribe de Comercio Forestal



Fabrica: CTEM
Edificio: Taller de Carpintería el CTEM
Diagrama: Propuesta
Elaborado Por: Maykoll Perez-Josue Vega
Revisión General: Ing. David Cárdena- **Revisado por:** Ing. Marvin Millon

Diagrama para la elaboración de un Comedor.



Fuente: Propia

Ilustración 8 Curso grama sinóptico para el proceso de elaboración de mesa de noche.

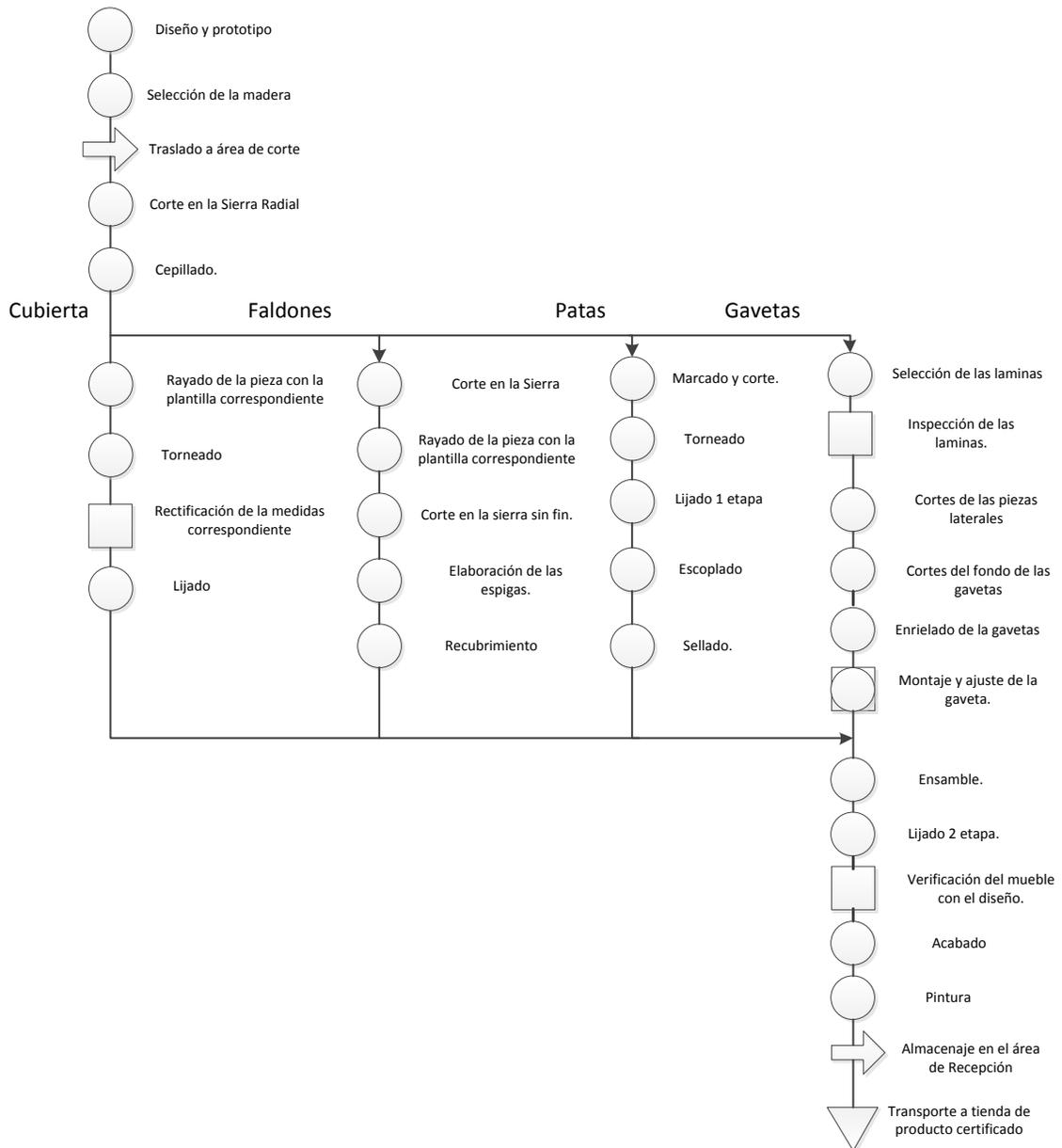


Red Mesoamérica y del Caribe de Comercio Forestal



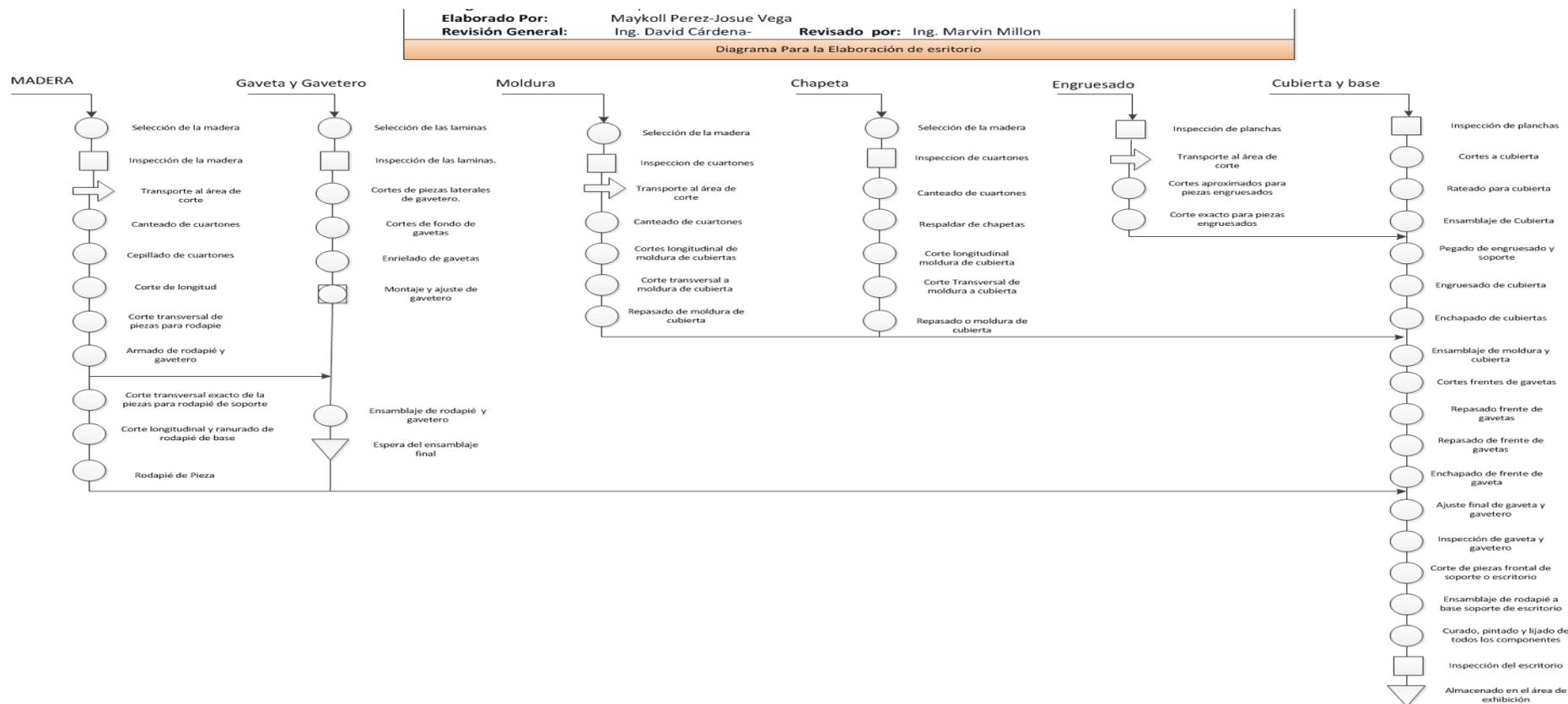
Fabrica: CTEM
Edificio: Taller de Carpintería el CTEM
Diagrama: Propuesta
Elaborado Por: Maykoll Perez-Josue Vega
Revisión General: Ing. David Cárdena- **Revisado por:** Ing. Marvin Millon

Diagrama para la elaboración de una mesa de noche.



Fuente: Propia

Ilustración 9 Curso grama sinóptico del proceso de elaboración de comedor.

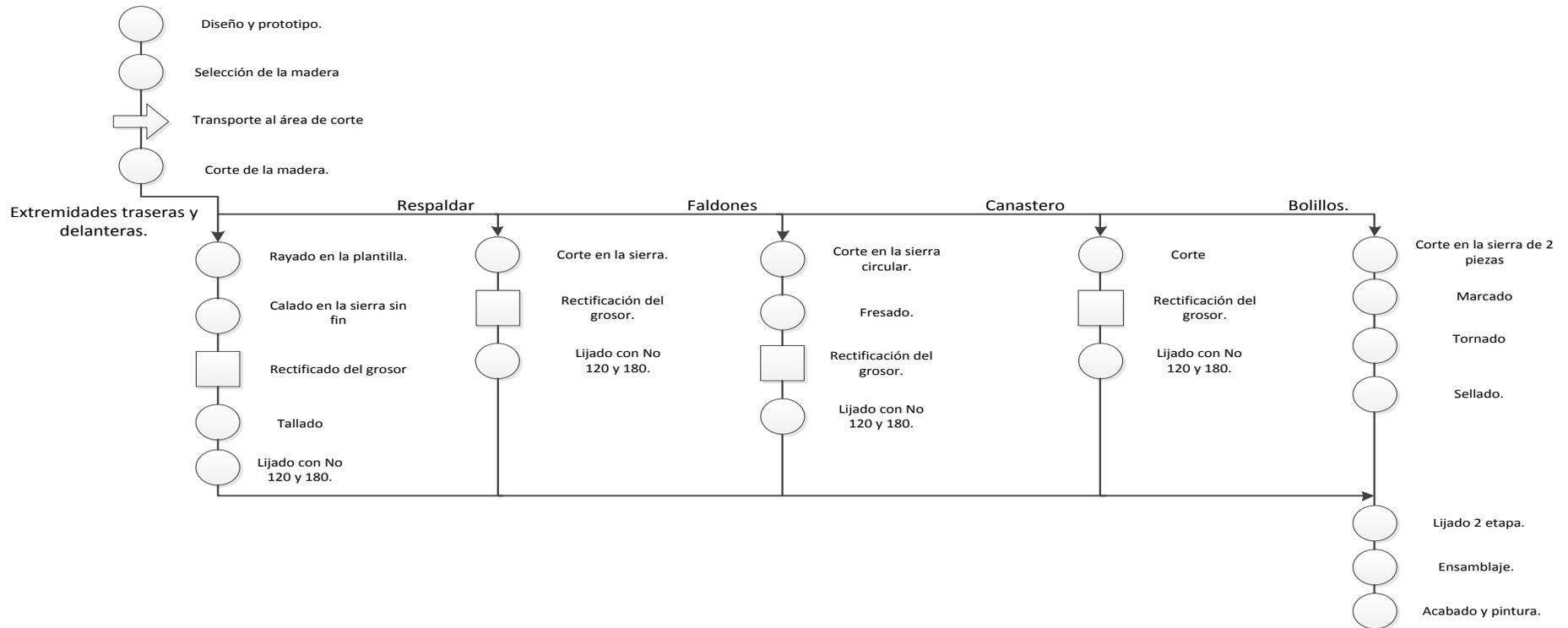


Fuente: Propia

Ilustración 10 Curso grama sinóptico del proceso de elaboración de cama.

Fabrica: CTEM
Edificio: Taller de Carpintería el CTEM
Diagrama: Propuesta
Elaborado Por: Maykoll Perez-Josue Vega
Revisión General: Ing. David Cárdena-
Revisado por: Ing. Marvin Millon

Diagrama para la elaboración de una cama.



Fuente: Propia

En resumen se encontró un total de 144 operaciones, 12 actividades de transporte, 29 inspecciones y 6 almacenamientos, la tabla No 5 muestra la información.

Tabla 5 Resumen de los procesos.

<u>Procesos</u>	<u>Actividad</u>				
	Operación	Transporte	Espera	Inspección	Almacenamiento
Silla Mecedora	14	4	1	6	1
Puerta	19	1		4	1
Comedor	23	2		3	1
Mesa de Noche	25	2		4	1
Escritorio	43	3		8	2
Cama	20	1		4	
<u>Alcances</u>					
<ul style="list-style-type: none"> • Excelente atención por parte de los trabajadores del CTEM. • Desarrollo de los Conocimientos Técnicos de los estudiantes para la fabricación de muebles. • Fortalecimiento de los procesos tecnológicos en la fabricación de mueble a nivel nacional. • Información necesaria para la elaboración del producto (Dibujo a escala). • Elaboración del producto de manera eficiente, responsable y comprometida. 					
Entrada	Maquinaria, Materia Prima, Personal, Diseño del producto e insumos				
Proveedores	Ferreterías, para la compra de insumos, empresa maderera.				
<u>Variable de control</u>			<u>Indicadores de control</u>		
<ul style="list-style-type: none"> • Longitud. • Producto No Conforme. • Material de elaboración de pieza. 			<ul style="list-style-type: none"> • 95% de las piezas cumpla con las dimensiones del diseño. • Que solo el 5% de los producto elaborados se encuentren no conforme • Que el 90% del material utilizado sea de madera duradera 		

4.3 Condiciones de seguridad en el taller de Ebanistería.

Aspectos Generales.

El trabajo del estudiante del Centro Tecnológico del Mueble, consiste en transformar la madera en producto que satisfaga necesidades personales o sociales del cliente del CTEM, la cual debe de imprimirle belleza y funcionalidad, mediante el uso de herramientas, máquinas, equipos y una gran variedad de materiales e insumos (Pegamentos, sustancias químicas, etc.) los cuales representa riesgo directo para la salud de los estudiantes y maestros del CTEM.

Entre los factores negativos para la salud que pueden surgir a los estudiantes y maestros se encuentran los siguientes:

- El uso de herramientas manuales con cuchillas sumamente afiladas.
- Manejo de máquinas y equipos con herramientas de corte, con cuchillas que giran en muy altas revoluciones.
- Trabajo con materiales que poseen tensiones internas (madera).
- Exposición al ruido que generan las máquinas y elemento de corte de madera.
- Exposición a virutas y polvo de madera de diferentes equipos, los cuales son expulsados a gran velocidad por las maquinas al procesar la madera.
- Exposición a altas temperaturas en el local de trabajo.

Por otro lado en el CTEM se pretende minimizar los riesgos laborales, estableciendo medidas preventivas en los principales riesgos y aplicando políticas de seguridad tales como el uso de EPP, la limpieza y orden en el área de trabajo, entre otros.

A continuación se muestran las medidas preventivas para los diferentes riesgos existentes en el Taller de ebanistería:

Medida preventivas.

Caída al mismo Nivel.

- Eliminar la suciedad, virutas (aserrín), desperdicios y obstáculos que puedan coaccionar caída o tropezones.
- Retira los objetos innecesarios (herramientas, madera) que no se estén utilizando.
- Ordenar las herramientas en las cajas asignadas a cada grupo de trabajo del CTEM.
- Mantener las zonas de paso despejadas (Madera) y perfectamente iluminadas.
- Marcar y señalizar las áreas que no pueden ser obstaculizadas.

Cortes y apuntaciones.

- En el taller del CTEM se pretende proteger las partes cortantes de las máquinas con resguardos móviles.
- Las herramientas se mantendrán en buen estado, donde la herramienta cortante se guardara en los soportes adecuados.
- Usar los equipos de protección personal (guante, gafas entre otros).

Golpes por movimientos incontrolables de maquina o madera.

- Mantener y respetar las distancias entre máquinas.
- Señalizar el área de trabajo y pasillos de recorrido.

Proyección de partículas de madera.

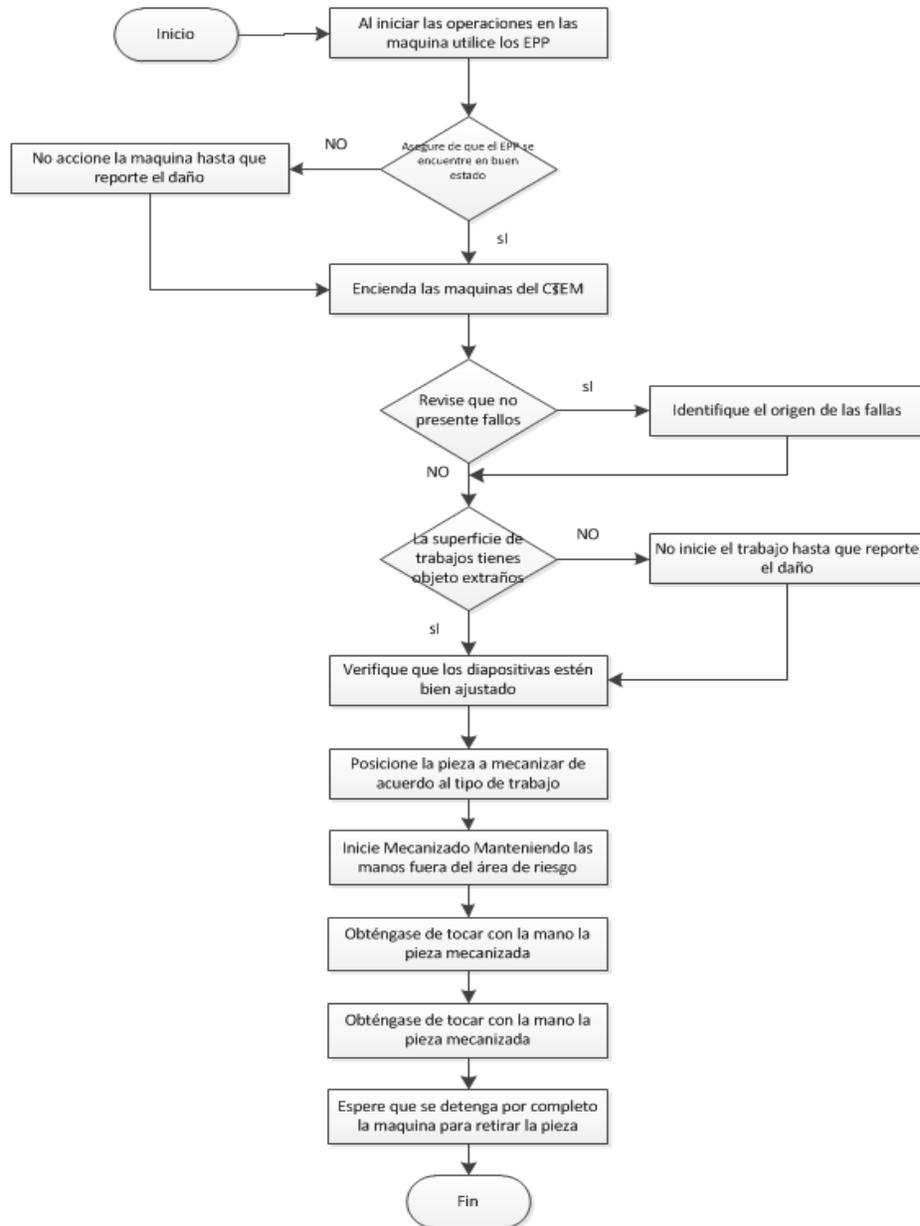
- Utilizar el sistema de captación y aspiración localizada en las máquinas y herramientas de arranque de virutas en el taller de ebanistería del centro tecnológico del mueble.
- Utilizar las máscaras de protección en las operaciones de cepillado, corte y torneado.

Además de estas medidas preventivas, los Equipo de Protección Personal que se deberán utilizar en el taller de ebanistería del Centro Tecnológico del Mueble son guantes, cascos, Mascarillas, Botas y protección para el oído.

Aparte de las medidas preventivas de seguridad establecidas, existen otros factores determinantes que pueden brindar un mayor bienestar a los estudiantes y maestros del taller de ebanistería del Centro Tecnológico del mueble, los cuales son: circulación del aire (ventilación), la iluminación y la reducción de obstáculos en el trabajo.

Ilustración 11 Medidas de seguridad.

Fabrica:	CTEM		
Edificio:	Nave Industrial Del I CTEM		
Diagrama:	Propuesta		
Elaborado Por:	Maykoll Perez-Josue Vega		
Revisión General:	Ing. David Cárdena-	Revisado por:	Ing. Marvin Millon
Diagrama de procedimientos seguros para Medios de Trabajo			



Fuente: Propia

4.4 Sistema propuesto de ventilación.

La circulación del aire es un factor importante cuando se trabaja en un ambiente como el del taller de ebanistería del CTEM, especialmente porque los estudiantes manipularan producto altamente toxico que en general son todos los persevante de la madera. Donde la buena ventilación ayudara a evitar la inhalación.

Para la propuesta de ventilación del taller de carpintería del CTEM se consideró todo el volumen, las máquinas y los equipos que hay que dentro del mismo.

El volumen total del edificio es de 1207.8 m^3 . considerando las condiciones climáticas, que la temperatura oscila entre los 26 a 30°C según los datos obtenidos de la NASA, dado los cálculos, el volumen total a extraer es de 9088.20 m^3 .

Para la extracción del aire caliente se propone utilizar extractores de turbinas E-2100, estos son eólicas, es decir trabaja con el viento y no se requiere de energía eléctrica para su funcionamiento.

La capacidad de extracción de las turbinas E-2100 es de: 2100 m^3 con una renovación de aire de 7.5 por hora.

La dirección de circulación del viento es de oeste a este, con una velocidad de aproximadamente 5.40 m/s. es propio para que mantenga en rotación dicho extractor y por ende el edificio obtenga una temperatura agradable.

Según (Ramírez 2013), El Funcionamiento del extractor de turbina es el siguiente:

El extractor eólico permanentemente succiona hacia afuera (Salida) el aire caliente acumulado debajo de la cubierta, el cual es compensado de manera natural mediante la entrada de aire fresco a través de las ventanas ubicadas estratégicamente en los estratos más bajos del recinto, Este proceso, técnicamente dirigido, generará un nivel de circulación de aire dentro del perímetro que garantizará la correcta ventilación del mismo. Esta es la forma en que trabaja un sistema de ventilación apropiado, permitiéndole deshacerse del calor, la humedad, vapores, polución y olores acumulados al interior de su edificio. Por ello, y por

no generar costos de operación, el sistema de ventilación eólico se constituye en su mejor y más económica opción en ventilación. Dicho lo anterior, el sistema eólico es un sistema de ventilación mecánico que opera mediante la utilización de extractores eólicos, los cuales, como su nombre lo indica, funcionan con la energía del viento exterior y por efectos del diferencial de temperaturas externa e interna bajo cubierta del inmueble. Los extractores eólicos de turbina, no requieren de motor para su funcionamiento.

Cálculo del número de equipos, de extractores eólicos requeridos.

El cálculo se debe hacer para toda el área a ventilar, es decir, no la podemos seccionar ya que los equipos succionan todo el aire atrapado en la edificación y este sale al exterior por pisos térmicos no por bloques ni por secciones, el aire más frío se encuentra en el exterior y al entrar a la edificación se coloca por termodinámica en la parte inferior presionando la salida del aire caliente de la parte superior.

La ventilación eólica se da por el número de veces que cambiamos el aire de la edificación por cada hora, a mayor número de equipos más renovaciones y viceversa.

Para el cálculo de los equipos, multiplicamos en metros el largo x el ancho x el alto de la edificación, el resultado nos da en metros cúbicos de aire a extraer, este valor lo multiplicamos por el valor correspondiente a las renovaciones hora según la temperatura máxima a controlar de la edificación y dividimos por 2.100 metros cúbicos hora para los extractores de turbina, que es lo mínimo que succiona el extractor en una hora, el valor resultante nos indica el número de equipos requeridos.

Para mejor ilustración adjuntamos a continuación la fórmula.

Cuando la edificación permanezca en un promedio de **26° a 30°** Grados centígrados, que en este caso, es el intervalo en el que puede estar la temperatura en el taller de carpintería del CTEM.

Extractor de Turbina= $((18 \times 11 \times 6.12) \times 7.5) / 2100 = 4.327$.

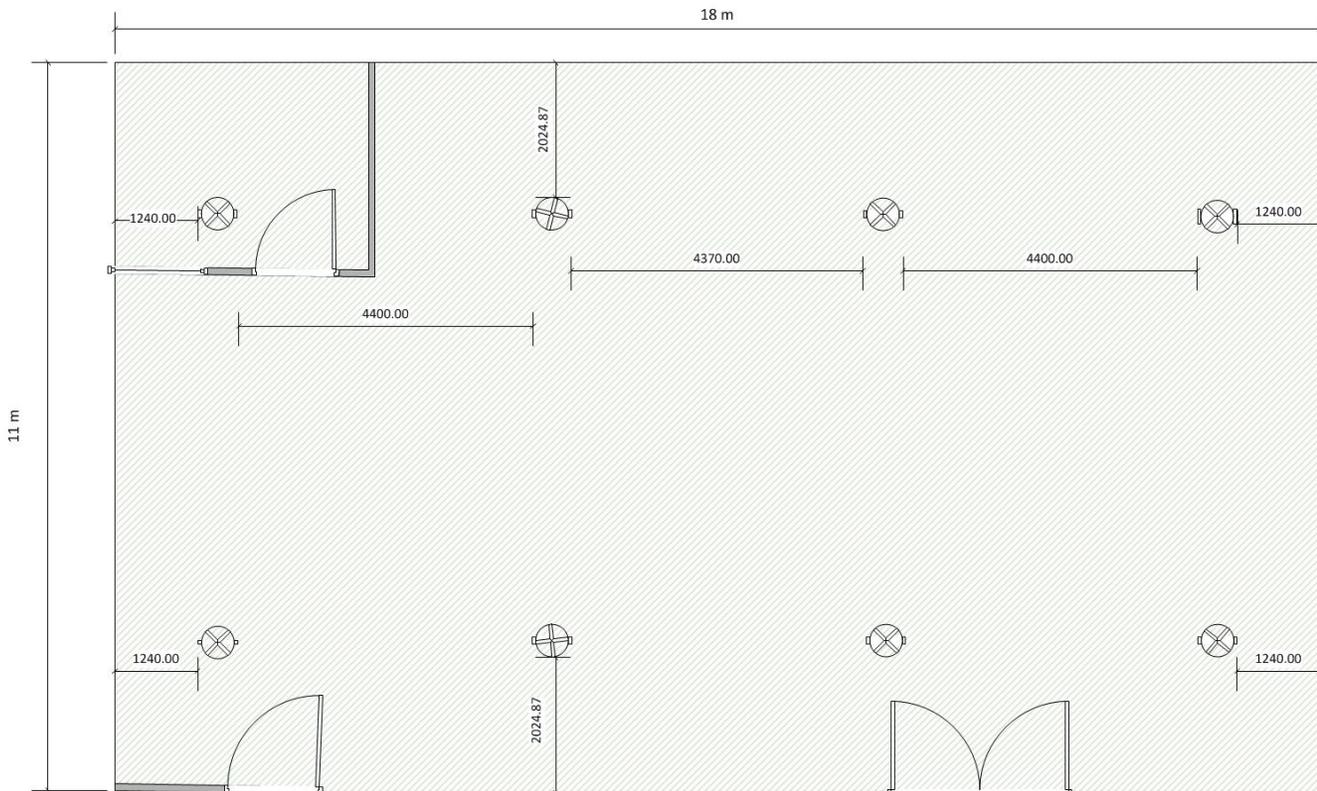
Aplicando las reglas de redondeo serian 4 extractores eólicos los requeridos, pero según las condiciones de operación (taller de carpintería) se ha considerado que puede poseer el doble de contaminación que en otros edificios, debido a las partículas emitidas de la madera y la concentración de un ambiente más denso en el local, es por tal razón que se ha estimado que los equipos necesarios para mantener un ambiente agradable en el taller serán 8 extractores eólicos de turbina E-2100.

Descripción de la distribución de extractores de turbinas eólicas E-2100.

Unidad de medida en centímetros, realizar la debida conversión a metros.

La siguiente ilustración muestra la distribución del sistema de ventilación.

Ilustración 12 Distribución de la turbina eólicas E-2100



Fuente: Propia

4.5 Sistema propuesto de iluminación.

La iluminación dentro del Taller de Carpintería del CTEM juega un papel importante específicamente en el rendimiento laboral, ya que si se trabaja con poca luz, aumentara el número de accidente y se reducirá la efectividad de aprendizaje.

Para los cálculos del sistema de iluminación se hizo uso de la metodología adecuada iluminación, así mismo se considera los valores de: relación de local, factor de mantenimiento, reflectancia efectiva, coeficiente de utilización y necesidad de luxes en el local. Por otro lado se hizo uso de la norma ISO 8995 Principies of visual ergonomics-the lighting of indoor work systems, la cual establece la cantidad de luxes necesarios en un edificio según el tipo de actividad a realizar. Cabe señalar que se utilizó como herramienta principal el software de iluminación para interiores Dialux, versión 4.11 DIAL GmbH.

Para el sistema de iluminación se han realizado cuatro propuestas que serán evaluadas de acuerdo a la eficiencia energética de cada luminaria.

Propuesta N° 1.

Acá se está proponiendo la instalación y distribución de una luminaria muy eficiente según las especificaciones técnicas, como es la Luminaria Philips de 1x35w, no importando los costos que se requiere para la obtención de la misma.

Según los cálculos de la iluminación de este tipo de lámparas, para el local se requiere lo siguiente:

N° de artículo: 30 Pieza PHILIPS 4MX691 1xTL5-35W HFP +4MX692 CNB

Flujo luminoso (Luminaria): 3059 lm

Flujo luminoso (Lámparas): 3325 lm

Potencia de las luminarias: 39.0 W

Clasificación luminarias según CIE: 100

Código CIE Flux: 73 94 99 100 94

Lámpara: 1 x TL5-35W/840

Plano útil:		UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura:	0.850 m	Pared izq	<10	23	
Trama:	128 x 128 Puntos	Pared inferior	<10	23	
Zona marginal:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	30	PHILIPS 4MX691 1xTL5-35W HFP +4MX692 C-NB (1.000)	3059	3325	39.0
			Total: 91770	Total: 99750	1170.0

Valor de eficiencia energética: $5.91 \text{ W/m}^2 = 2.06 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 198.00 m^2)

Propuesta N° 2.

En esta sección se propuso instalar y distribuir una Luminaria Philips de 2x35w lo cual representa un número de piezas menor puesto que de que son 2 candelas en cada luminaria. Pero los costos de estas son muy elevados, aunque el flujo luminoso es muy alto de acuerdo la descripción técnica.

Según los cálculos de la iluminación de este tipo de lámparas, para el local se requiere lo siguiente:

N° de artículo: 20 Pieza PHILIPS 4MX691 2xTL5-35W HFP +4MX692 R
+NB-R P-R

Flujo luminoso (Luminaria): 4788 lm

Flujo luminoso (Lámparas): 6650 lm

Potencia de las luminarias: 77.0 W

Clasificación luminarias según CIE: 100

Código CIE Flux: 66 90 98 100 72

Lámpara: 2 x TL5-35W/840

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	20	PHILIPS 4MX691 2xTL5-35W HFP +4MX692 R +NB-R P-R (1.000)	4788	6650	77.0
			Total: 95760	Total: 133000	1540.0

Valor de eficiencia energética: $7.78 \text{ W/m}^2 = 2.82 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 198.00 m^2)

Propuesta N° 3.

Aquí se propone distribuir una lámpara más barata como es la Luminaria Havells-Sylvania T-8 30W. Pero con una eficiencia menor según las descripciones técnicas de la misma por lo que el consumo de energía será mayor porque se requeriría utilizar más lámparas para poder cumplir con las necesidades del local (la cantidad necesaria de lx)

Según los cálculos de la iluminación de este tipo de lámparas, para el local se requiere lo siguiente:

N° de artículo: 63 Pieza Havells-Sylvania 0046322 SSE-T8 130 B2 NC +

Flujo luminoso (Luminaria): 2226 lm

Flujo luminoso (Lámparas): 2400 lm

Potencia de las luminarias: 38.0 W

Clasificación luminarias según CIE: 70

Código CIE Flux: 31 58 82 71 93

Lámpara: 1 x 30W T8

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	63	HavellsSylvania 0046322 SSE-T8 130 B2 NC + Sin accesorio (1.000)	2226	2400	38.0
			Total: 140224	Total: 151200	2394.0

Valor de eficiencia energética: $12.09 \text{ W/m}^2 = 4.98 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 198.00 m^2)

Propuesta N° 4.

Se plantea utilizar una luminaria un poco más eficiente de acuerdo al flujo luminoso y la potencia, por otro lado el precio de la lámpara es barato, pero debido a la cantidad de lx que demanda el local se requiere de más lámparas que la propuesta 1 y 2, y por tanto se requerirá mayor consumo de energía.

Según los cálculos de la iluminación de este tipo de lámparas, para el local se requiere lo siguiente:

Luminaria Havells-Sylvania SYLFAST SSE-T5 32w

N° de artículo: 56 Pieza Havells-Sylvania 0046303 SYLFAST SSE-T5 128

Flujo luminoso (Luminaria): 2477 lm

Flujo luminoso (Lámparas): 2640 lm

Potencia de las luminarias: 32.0 W

Clasificación luminarias según CIE: 75

Código CIE Flux: 32 60 83 75 94

Lámpara: 1 x 28W T5

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	56	HavellsSylvania 0046303 SYLFAST SSE-T5 128 + Sin accesorio (1.000)	2477	2640	32.0
			Total: 138730	Total: 147840	1792.0

Valor de eficiencia energética: $9.05 \text{ W/m}^2 = 3.74 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 198.00 m^2)

Comparación de propuestas de iluminación de acuerdo al valor de la eficiencia energética.

Tabla 6 Comparación de las Propuestas de iluminación.

Factor de precisión	Tipo de lámpara			
	A	B	C	D
Cantidad	30	20	63	56
Valor de la eficiencia energética	5.91 W/m ² = 2.06 W/m ² /100 lx	7.78 W/m ² = 2.82 W/m ² /100 lx	12.09 W/m ² = 4.98 W/m ² /100 lx	9.05 W/m ² = 3.74 W/m ² /100 lx
Potencia(w) luminarias	39.0 W	77.0 W	38.0 W	32.0 W
Flujo luminoso(lámpara)	3325 lm	6650 lm	2400 lm	2640 lm
Flujo luminoso (luminaria)	3059 lm	4788 lm	2226 lm	2477 lm
Costo unitario	\$12.30	\$18.33	\$ 4.59	\$ 3.62
Total potencia(w)	1170,0	1540,0	2394,0	1792,0
Total lumen (lámpara)	99750lm	133000lm	151200lm	147840lm
Total lumen (luminaria)	91770lm	95760lm	140224lm	138730lm
Costo total	\$369	\$366,6	\$ 289,17	\$202,72
Potencia en kW	1,17kw	1,54kw	2,394kw	1,792kw

Fuente: Propia

Descripción:

Propuesta N°1: A

Propuesta N°2: B

Propuesta N°3: C

Propuesta N°4: D

Como se puede observar en la tabla anterior, la propuesta número 1 es la que ofrece una mayor eficiencia energética, pero los costos iniciales son los más altos comparado con las demás, por otro lado, la propuesta 2 presenta costos relativamente más bajos que la propuesta 1 pero con un valor de eficiencia menor, por lo que en consumo de energía implicara más costos a largo plazo.

La propuesta 3 y 4 son las menos eficientes con respecto al consumo de energía, aunque los costos iniciales son más bajos que las demás propuestas, debido al tipo de tecnología que se plantea utilizar, pero a largo plazo pueden generar costos muy elevados en el pago de energía.

Para el sistema de iluminación se consideró que se instalaría la propuesta 1, la cual es la más económica con respecto al consumo de energía, aunque los costos iniciales son muy altos, esto se compensara a largo plazo en un ahorro significativo en el recibo de energía eléctrica, por el valor de la eficiencia energética que es de: $5.91 \text{ W/m}^2 = 2.06 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$.

Equipos a distribuir.

Los equipos a distribuir en el taller de ebanistería del Centro Tecnológico del Mueble se muestran a continuación:

Tabla 7 Equipo a distribuir en el taller de Ebanistería del CTEM.

Cantidad	Máquina	Código	Largo	Ancho
1	Sierra Radial	G0606X1	1,2	1
1	Cantadora	G0609	2	0,8
1	Cepilladura	G7213Z	1	1
1	Sierra Circular		1,3	1,2
1	Trompo	G7215Z	1,15	1
1	Sierra Sin Fin	G0640X	0,7	0,7
1	Torno	G1495	1,5	0,6
1	Taladro	G7944	0,5	0,5
1	CNC	1325W	1,3	2
1	Lijadora	G0450	1	1
1	Incleteadora	T22566	0,9	0,7
1	Compresor	G5396		
5	Banco de Trabajo		2	0,7

Fuente: JAGWOOD+

Cabe Mencionar que inicialmente la carrera de carpintería del Centro Tecnológico del mueble tenía una capacidad de 16 estudiantes, pero por motivos de incumplimiento de la ley 618 en los artículos 85, inciso b, artículo 90 y 91 se decidió reducir la capacidad, por tal razón la alternativa de la propuesta de distribución de planta se realiza para una capacidad de 10 estudiantes.

4.6 Propuesta de Distribución de planta.

Las propuestas de alternativas de Distribución de planta se realizó por el método cualitativo desarrollado por (Muther, Distribución de planta, 1999) que se denomina Planeación de distribución sistemática, el cual se adapta a la situación actual y procesos del Taller de Ebanistería del CTEM. De acuerdo al enfoque de Murther, se califica que tan deseable es ubicar los departamentos (Máquina) dadas las cercanías de otros, lo cual se debe de hacer a través de los terminos que se muestran en la tabla 8.

Tabla 8 código de la planeación de distribución sistemática

CODIGO	PROXIMIDAD	SIMBOLO
A	Altamente Necesaria	=====
E	Especialmente Necesaria	===== =====
I	Importante Necesaria	===== =====
O	Ordinario	=====
U	Ninguna	No Aplica
X	Indeseable	-----
XX	Especialmente Indeseable	----- -----

Fuente: Administración de operaciones de Roger G. Schroeder.

Estas consideraciones cualitativas se basan en criterios de proceso, seguridad, control, higiene y conveniencia entre cada una de las máquinas y departamentos. Por ejemplo: como se analizó en la descripción de los procesos, la sierra radial cerca de la canteadora se considera altamente importante debido a la continuidad de los procesos, también podría ser deseable colocar la sierra radial cerca de la puerta para reducir la distancia del transporte de

la materia prima (madera), y la incleteadora quizás deberá ir los más lejos posible del compresor ya que ocasionaría algún tipo de accidente. Toda esta consideración se muestra en el diagrama de relación.

A continuación se muestra la nomenclatura propuesta por Murther para el diagrama de relación:

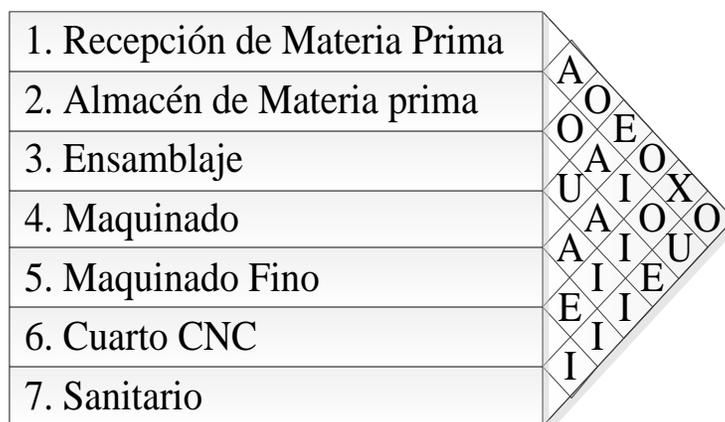
Tabla 9 Nomenclatura del diagrama de relación.

Numero	Razón
1	Por Control
2	Por Higiene
3	Por Proceso
4	Por Conveniencia
5	Por Seguridad

Fuente: Administración de operaciones de Roger G. Schroeder.

Cabe mencionar que para obtener una mayor eficiencia en la propuesta de alternativas de plantas se dividió las áreas del taller de ebanistería en departamentos, los cuales se muestra a continuación con su respectiva calificación cualitativa:

Ilustración 13 Diagrama de relación por departamentos.

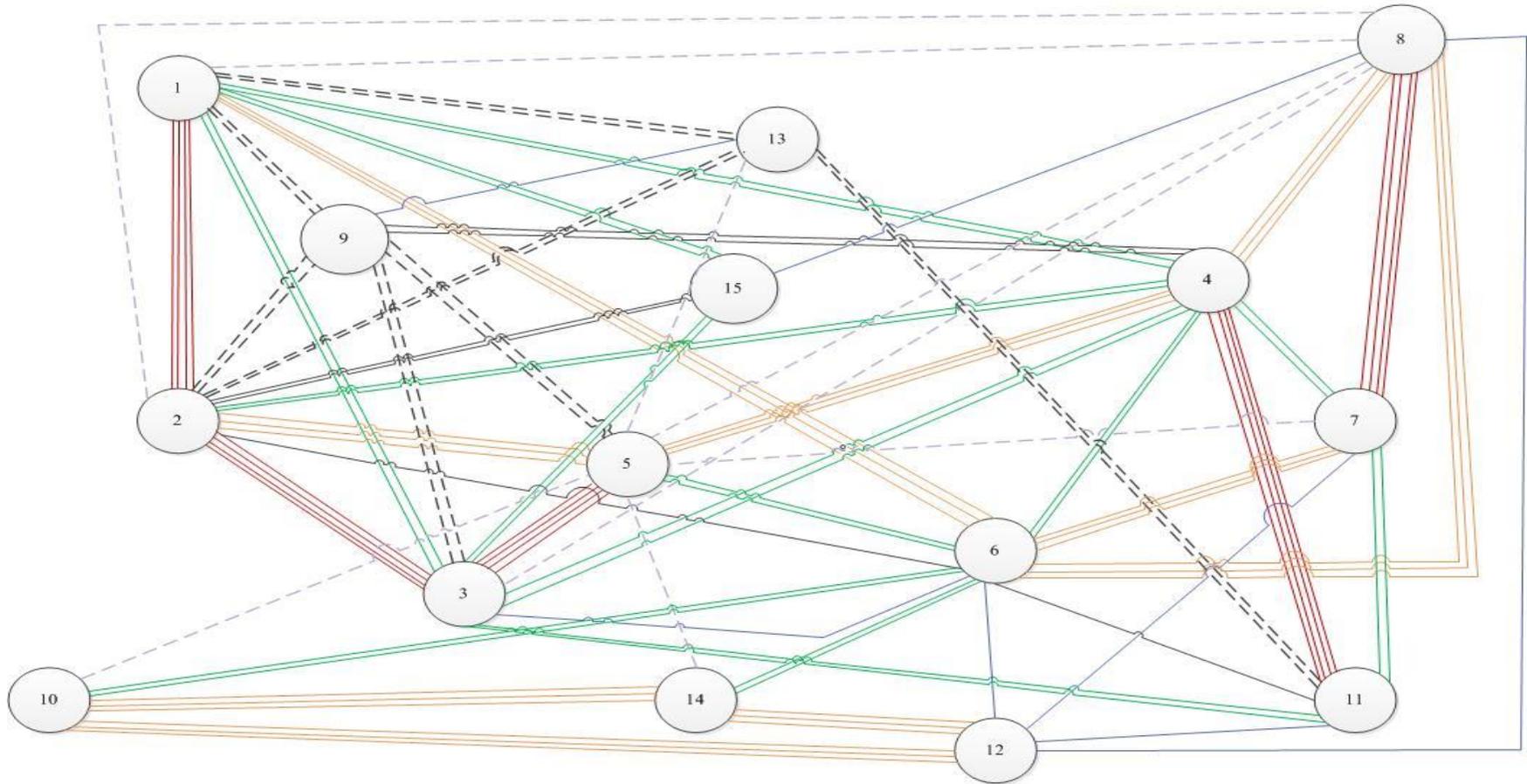


Fuente: Propia

Ilustración 15 Diagrama de relación por maquinas

Elaborado por: Maykoll Perez-Josue Vega

Centro Tecnológico del Mueble.



Fuente: Propia.

Corresponde definir la posición relativa de cada puesto de trabajo en el área física del Taller de Ebanistería del Centro Tecnológico del Mueble en base a las relaciones establecidas hasta el momento.

Propuesta de Distribución de planta No 1.

La propuesta de distribución de planta numero 1 está compuesta por las áreas de maquinado (6, 6.4) m, maquinado fino (4.85, 6.4) m, cuarto CNC (3, 4.5) m y ensamblaje (14.1, 2.85) m, en el área de maquinado se propone instalar los equipos siguientes: sierra radial, Canteadora, Cepilladora y trompo, este último cerca de la pared y alejado de los bancos de trabajo, ya que es el equipo que ocasiona una mayor cantidad de partículas de madera. En el área de maquinado fino se sitúan siguientes máquinas: lijadora, sierra sin fin y sierra circular. Posteriormente se planifico que el cuarto del CNC (Control Numérico Computarizado) se ubique debajo de la segunda planta del Taller de ebanistería del CTEM, ya que aquí se utilizaría el piso de la segunda planta como techo, al igual que el armario se utilizaría como pared para disminuir costos. Por otro lado el área de ensamble estaría compuesta de 5 bancos de trabajos, con una dimensión de cada banco de (0.9 ,1.8) m tal como lo establece INACTEC, al final la propuesta de distribución de planta No 1, deja a 3 máquinas fuera del área de trabajo, pero se considera intrascendente ya que como se estudió en el análisis de proceso, estos equipos pertenecen a operaciones auxiliares.

Propuesta de Distribución de planta No 2.

La segunda propuesta de distribución de planta se divide en 8 áreas, las cuales son: corte (6, 1.85) m, Cepillado (6, 3.1) m, sierra radial (2 ,1.85) m, fresado (2.7, 4.8) m, ensamblaje 1 (5.8 ,5.2) y 2(1.63, 6.4) m, maquinado fino 1 (5.7, 2.8) m, maquinado fino 2 (6.15, 2) y cuarto CNC (3.7, 3.9) m. En esta propuesta se ubica la sierra radial afuera de la infraestructura del taller de ebanistería del CTEM, ya que es la maquina inicial de cada procesos, posteriormente se encuentra la Canteadora y la Cepilladora. El cuarto CNC se plantea instalar en la segunda planta por el motivo del ambiente agresivo que se encuentra

en la primera planta, por otro lado en esta propuesta de distribución se estaría instalando 6 bancos de trabajo, lo que permite una mayor capacidad de instalación por parte del CTEM, un punto importante en la segunda distribución de planta es que los máquinas más agresivas están cerca de la pared lo que disminuirá el riesgo de sufrir enfermedades y accidentes a estudiantes y maestros.

Propuesta de Distribución de planta No 3.

La propuesta de distribución de planta No 3, es similar a la propuesta de distribución de planta No 1, con la única diferencia de que se pretende ubicar el CNC en la segunda planta lo que originaría en la primera planta una pequeña bodega de insumos, materia prima entre otros y abrir una puerta en la pared con el objetivos de tener una puerta de emergencia y que también pueda reducir la distancia de recorrido al momento de sacar los desechos de madera en el Taller de Ebanistería.

4.7 Selección de la Propuesta de distribución de planta.

Las propuestas de distribución de plantas que se describieron anteriormente no son soluciones óptimas, sino simplemente una mejor solución que se adapta a la operación y seguridad del Taller de Ebanistería del CTEM. Por otro lado (Ebert, 1991) establece que la decisión de distribución de planta óptima se debe de hacer de acuerdo a los factores que se consideran significativos, como la facilidad futura de expansión, adaptabilidad a los cambios, eficiencia de recorrido en los productos, utilización de la mano de obra, seguridad, influencia en la calidad, inversión necesaria. Pero para el Taller únicamente se ha hecho énfasis en seguridad, distancia de recorrido, inversión necesaria y la facilidad de expansión.

Seguridad.

Para la selección de la propuesta de distribución del taller de ebanistería del CTEM de forma objetiva, en base a la seguridad, se procedió a encuestar a 3 pymes (ver anexo XII) con el objetivo de conocer otros tipos de riesgos en los puestos de trabajo además de los mencionados anteriormente.

El análisis se realizó por medio de la matriz de identificación de riesgos, donde se examinaron las secciones de: maquinado, sierra radial, sierra circular, sierra sin fin, pintura y Cepillado, ya que estas son las secciones que han ocasionado la mayor cantidad de accidentes laborales en las PYMES Nicaragüenses.

En total se encontró 22 tipos de riesgos tales como: cortes, apuntaciones, rotura de la cinta, golpes por herramientas, retroceso imprevisto de las piezas, etc. Por otro lado se analizó que de los 22 tipos riesgos, a 5 de ellos se les puede reducir la probabilidad de ocurrencia, desde la planificación de distribución de planta, los cuales son: golpes por materiales, proyección de virutas a otro puesto de trabajo, inhalación de polvo en los bancos de trabajos, Golpes por madera y la exposición de ruido. Dado lo anterior estos 5 tipos de riesgos serán evaluados en cada una de las alternativas de distribución.

La evaluación se realizó de forma cualitativa, por ejemplo la propuesta de distribución de planta número 1 presenta una mayor probabilidad de que algún estudiante sea golpeado por materia prima que las demás propuestas, esto es debido a la cercanía de algunos equipos con el área de circulación o pasillos. Por tal razón la propuesta de distribución de planta número 1 obtendría una mayor calificación en un rango de 1 a 10 que la demás propuesta. Y así sucesivamente para cada tipo de riesgo identificado. En resumen la propuesta con menor calificación sería la óptima de la alternativa propuesta.

Distancia de Recorrido.

Para evaluar la distancia de recorrido se plantearon diferentes escenarios tales como: proceso de silla Kennedy, Recorrido de partículas de madera de cada puesto de trabajo al depósito de aserrín, Servicios de Cepillado y procesos auxiliares con ponderación de 15%, 55%, 5% y 25% respectivamente. Posteriormente se plantea el recorrido en diagramas de redes y se determina la distancia óptima de cada una de las rutas, las cuales se califica de la siguiente manera, la ruta que obtuvo menor distancia se le asigna una calificación de 10, la de mayor distancia 6, y la que se encontró en término medio 8.

Costo de adaptación.

Las opciones de distribución de planta, requieren de inversión en construcción del depósito de aserrín, cuarto CNC, porche, compra de malla de ciclón y puerta metálica. Por tal razón se procedió a realizar el presupuesto de cada alternativa de distribución, la cuales se ponderara de la misma manera que la distancia de recorrido.

Facilidad de expansión.

Dada a la extensa área verde del terreno del CTEM, el taller de ebanistería no presenta restricción para una futura expansión. Por tal razón la facilidad de expansión será evaluada en función de la redistribución de planta. Por otro lado la expansión se estaría realizando hacia el este por la ubicación del terreno. Cabe destacar que en esta ampliación se diseñaría las áreas de pintura, bodega y ensamblaje.

En la propuesta 1 se tendría que destruir la pared frontal ubicada al este del local, lo cual originaría tener que mover el trompo y la incleteadora y de igual manera la sierra radial debido a la cantidad de partículas que origina esta máquina.

En la propuesta No 2, al momento de realizar la ampliación ocasionaría desorden en el flujo de trabajo debido a la ubicación de los equipos.

En la propuesta No 3, ya presenta el área de bodega de insumos, por lo cual en esta área ya no se tendría que diseñar. Y por otro lado presenta una puerta en la pared No 2, lo que podría facilitar la expansión del área restante.

Tabla 10 Criterios de Decisión para las alternativas de distribución.

Criterio de decisión	pesos	Propuesta	Propuesta	Propuesta
		1	2	3
Seguridad	35%	6.6	7.6	7.0
Distancia de Recorrido	25%	7.2	7.6	9.0
Costo	30%	8.5	5.8	6.1
Facilidad de expansión	20%	6.3	4.5	8.0

Fuente: Propia.

$$\text{Valoración de la propuesta 1} = 0.35 * 6.6 + 0.25 * 7.2 + 0.3 * 8.5 + 0.2 * 6.3 = 7.92$$

$$\text{Valoración de la propuesta 2} = 0.35 * 7.6 + 0.25 * 7.6 + 0.3 * 5.8 + 0.2 * 4.5 = 7.2$$

$$\text{Valoración de la propuesta 3} = 0.35 * 7.0 + 0.25 * 9.0 + 0.3 * 6.1 + 0.2 * 8.0 = 8.13$$

5. Conclusiones.

Por medio del análisis de resultado se puede concluir lo siguiente:

1. Las condiciones actuales del diseño del taller de ebanistería no cuentan con los sistemas de ventilación e iluminación. Únicamente presenta la infraestructura física.
2. Se establecieron las condiciones de operación en base a los procesos de Silla Mecedora estilo Kennedy, Puerta, Comedor, mesa de noche, escritorio y cama. Por otro lado se estableció las medidas preventivas y políticas de seguridad tales como el uso de EPP, la limpieza y orden en el área de trabajo, además de los sistemas de iluminación y ventilación.
3. Por medio de la técnica de planeación de distribución sistemática y de acuerdo a la ley 618 se planteó 3 alternativas de distribución de planta.
4. Se seleccionó la propuesta de distribución No 3, la cual se ajusta a los criterios establecidos, con un costo de adaptación de C\$ 20,178.38 (Veinte mil ciento setenta y ocho córdobas con treinta centavos), condiciones de operación segura con respecto a la distancia de recorrido, seguridad laboral y con facilidad de ampliación.

6. Recomendaciones.

1. Colocar cintas corrugadas en el piso de la escalera, ya que se determinó que actualmente posee alta probabilidad de ocasionar accidente de caída de Nivel.
2. Señalar cada uno de los interruptores del panel eléctrico del taller de ebanistería.
3. Instruir a estudiantes sobre las medidas preventivas y políticas de seguridad.
4. Instaurar los sistemas de iluminación y ventilación propuestos.
5. Implementar la propuesta de distribución de planta No 3, ya que es la que se ajusta a las necesidades del taller de ebanistería del CTEM en concepto de seguridad, costo de adaptación y la facilidad de expansión.

7. Bibliografía

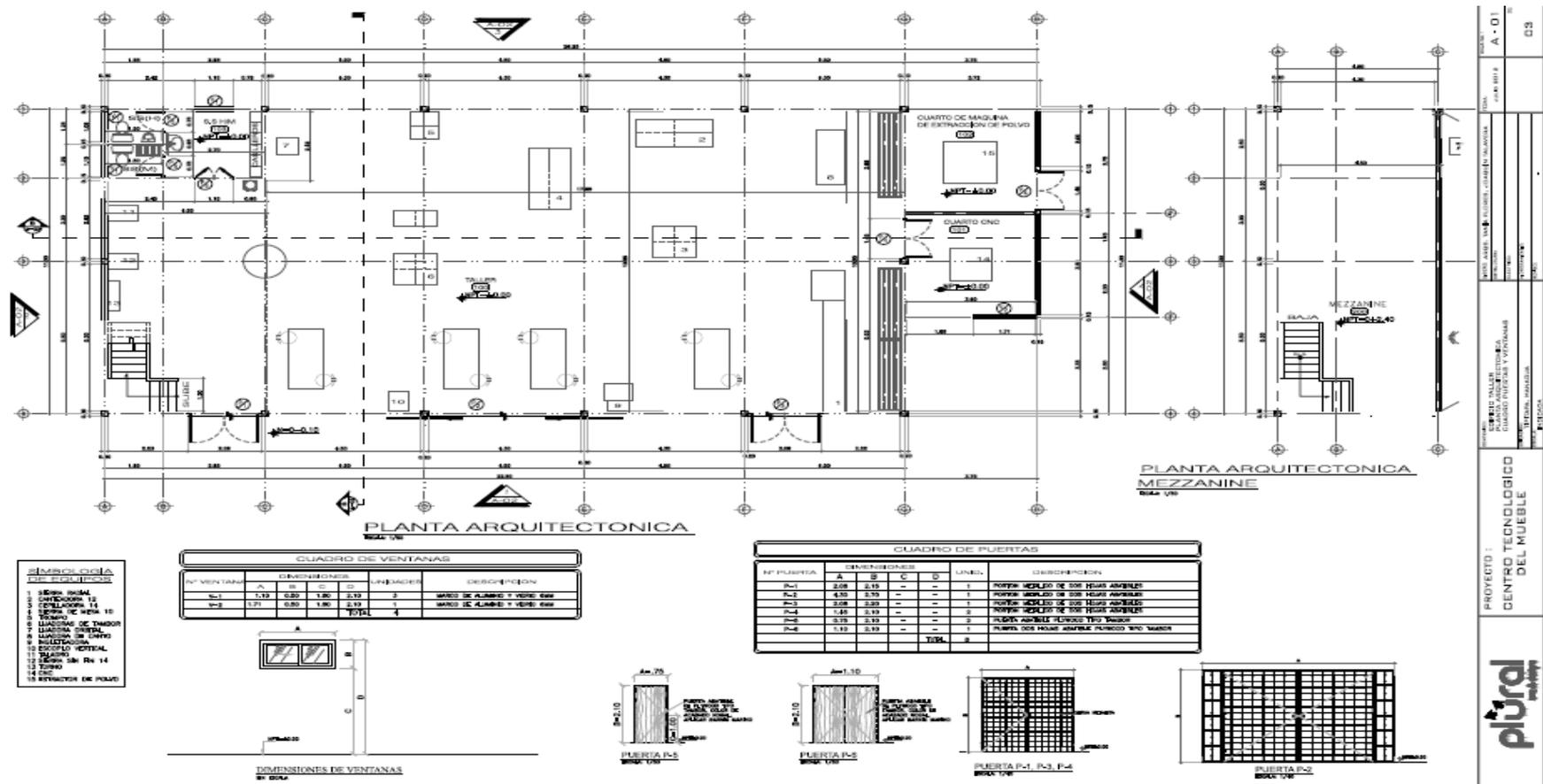
- wikipedia. (Martes de Noviembre de 2011). Recuperado el Jueve de Septiembre de 2013, de wikipedia: http://es.wikipedia.org/wiki/Mano_de_obra
- Scribd. (Lunes de Marzo de 2013). Recuperado el Jueves de Septiembre de 2013, de <http://es.scribd.com/doc/6056286/Funcion-del-Mantenimiento>
- wikihelp. (28 de Febrero de 2013). Recuperado el Jueves de Septiembre de 2013, de http://wikihelp.autodesk.com/Factory_Design_Suite/esp/2013/Help/0157-Factory_157/0158-AutoCAD_158/0159-Factory_159/0162-Flujo_de162
- arias. (2006). En *Administracion de operaciones* (págs. 140-142). Limusa.
- Balestrini. (2005). Decision de Procesos. En Balestrini, *Administracion y planificacion de operaciones* (pág. 130). Mc Graw Hill.
- Criollo, R. G. (1998). En R. G. Criollo, *estudio del trabajo* (pág. 459). mc graw hill.
- Definicion. (20 de Marzo de 2005). *definicin*. Recuperado el 10 de Enero de 2014
- Definicion. (15 de Abril de 2013). *Definiciones* . Recuperado el 10 de Enero de 2014, de <http://definicion.de/disenio/>
- Duarte, W. (2012). *Propuesta de implementación de un sistema de gestión de calidad*. Managua .
- Ebert, R. J. (1991). *Administracion de la produccion y operaciones*. Missouri, EEUU: Pearson.
- Galeon, I. (Marte de Enero de 2013). *Galeon*. Recuperado el Miercoles de Octubre de 2013, de <http://fisiklnag.galeon.com/>
- Harper, G. E. (2006). *Manual de instalaciones electromecanicas en casas y edificios*. limusa,s.a. de C.V.
- inovadoras, C. E. (2010). *Diseño de plantas* . Valencia : Sg.
- JAGWOOD+. (2011). *JAGWOOD+, Red Mesoamericana y del Caribe de Comercio Forestal*. Retrieved 2011 йил 2-Enero from www.jagwood.org
- KANAWATY, g. (2004). *Introduccion al estudio del trabajo*. Mexico, DF: LIMUSA.
- Lieberman. (2001). *Investigacion de Operaciones*. Mc Graw Hill.
- Machuca. (1990). Manual de Ingenieria industrial . En Machuca. Pearson.
- Muther. (1973). *Administracion de operaciones* . Chicago: Pearson.
- Muther. (1981). Distribucion de planta . En Muther.

- Muther. (1999). *Distribucion de planta* (Vol. I). EEUU: Pearson.
- Ortiz, E. (2012). *Diseño de un sistema de gestion de calidad*. Managua.
- Ramírez, H. A. (2013). FICHA TECNICA DEL DUCTO DE EXTRACION.
- Rodriguez, R. A. (2008). *Documento de consulta instalaiones eletricas*. Managua.
- Shroeder. (1992). *Administracion de Operaciones* . Mc Graw Hilll.
- siliceo. (2006). Manual de diseño de planta . En *Manual de diseño de planta* . Mexico: Limusa.
- Taha, H. T. (2004). *Investigacion de operaciones* . Pearson.
- Tamayo. (2005). Manuarl de Diseño de planta. Pearson.
- Tompkins. (1996). Administracion de operaciones. New York: Pearson.
- Vaughn. (1988). INTRODUCCION A LA INGENIERIA INDUSTRIAL. EDITORIAL REVERTE,SA.

8. ANEXOS

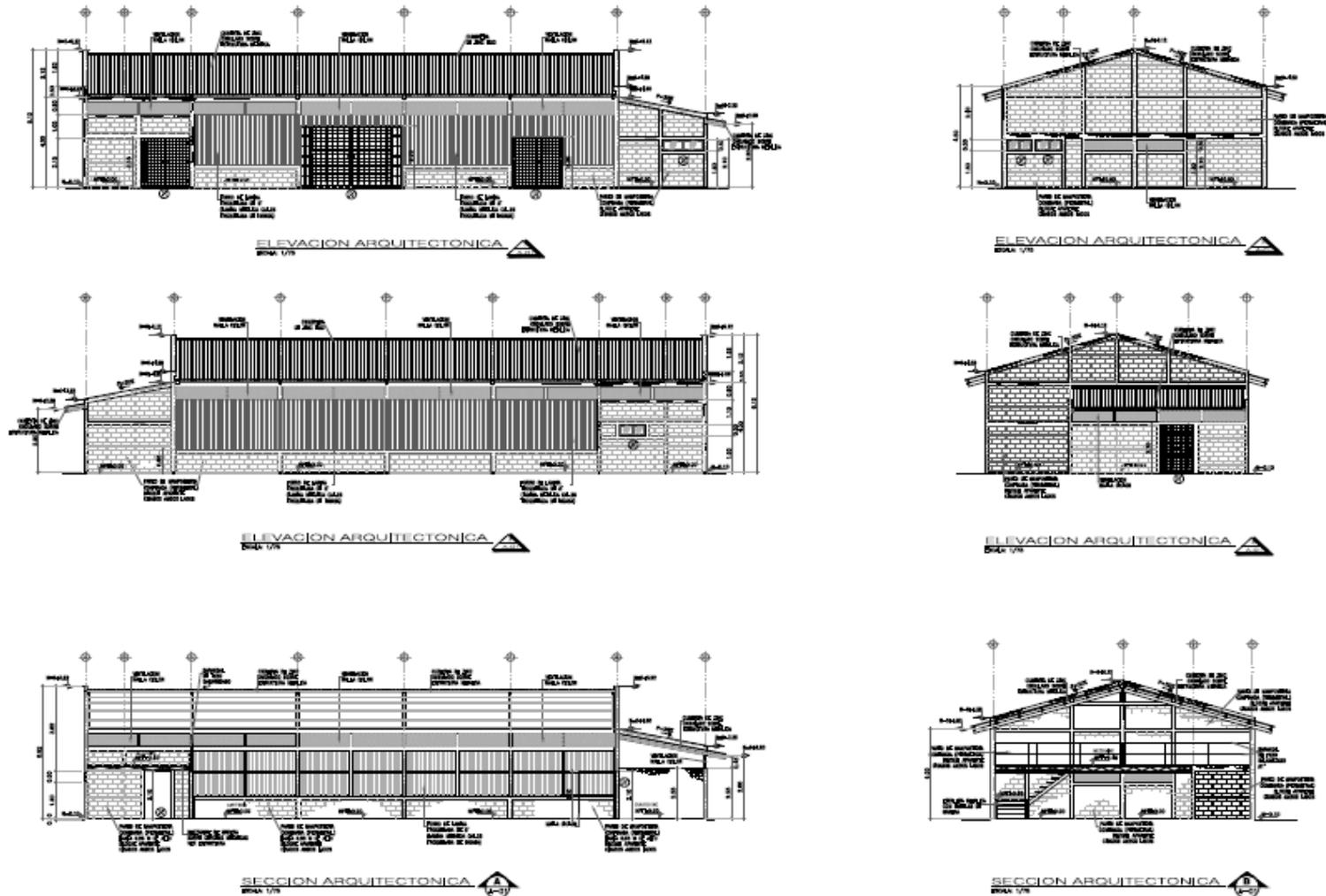
ANEXO N° 1. Planta arquitectónica del Taller del CTEM.

Ilustración 16 Distribución inicial del taller de ebanistería del CTEM.



Fuente: JAGWOOD+

Ilustración 17 Levantamiento del taller de Ebanistería del CTEM.

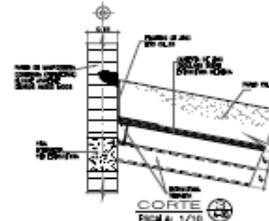
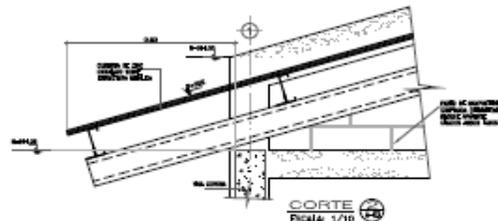
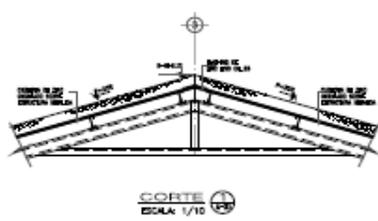
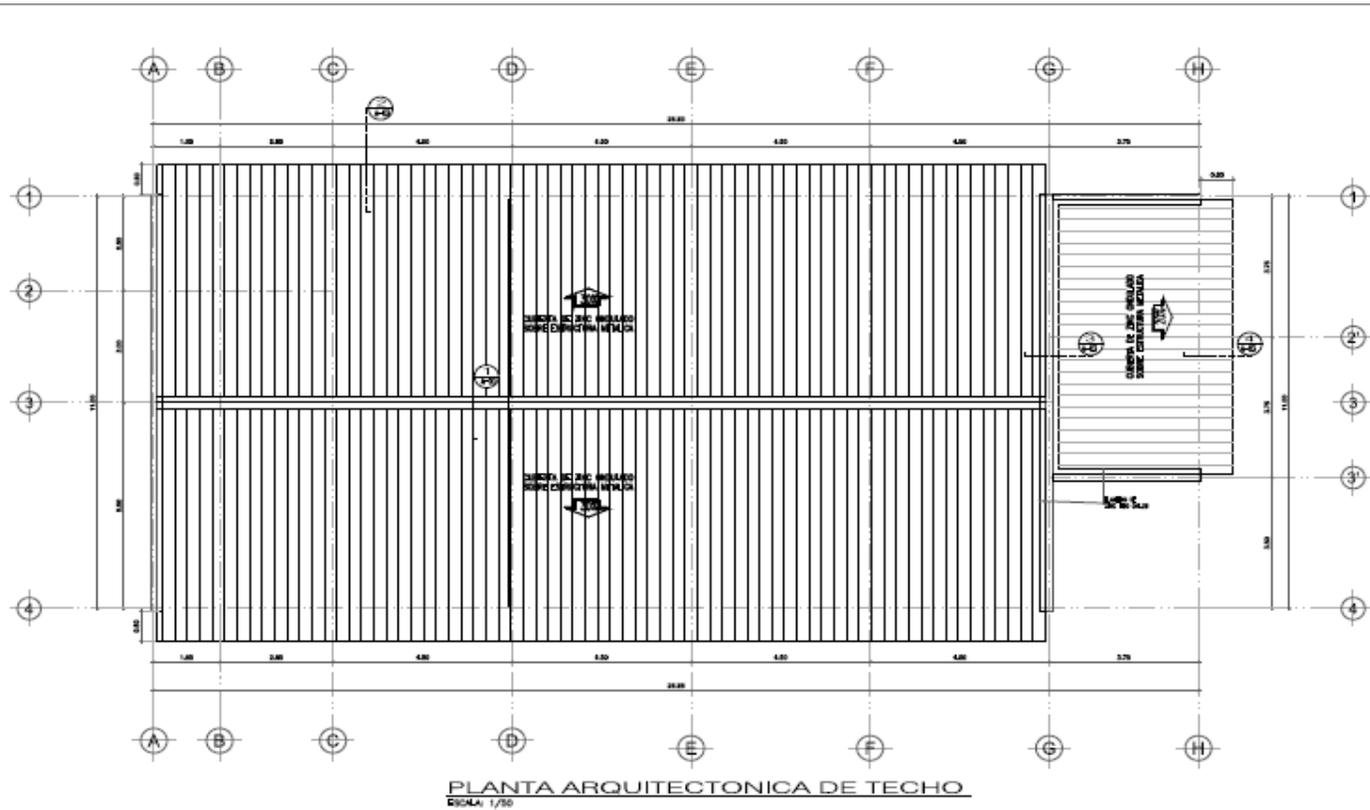


PROYECTO:	PROYECTO DE LEVANTAMIENTO DEL TALLER DE EBANISTERIA DEL CTEM
CLIENTE:	CTEM CENTRO TECNOLÓGICO DEL MUEBLE
PROYECTISTA:	JAGWOOD+
FECHA:	2014
HOJA:	A-02
TOTAL:	03



Fuente: JAGWOOD+

Ilustración 18 Techo del taller de ebanistería del CTEM.



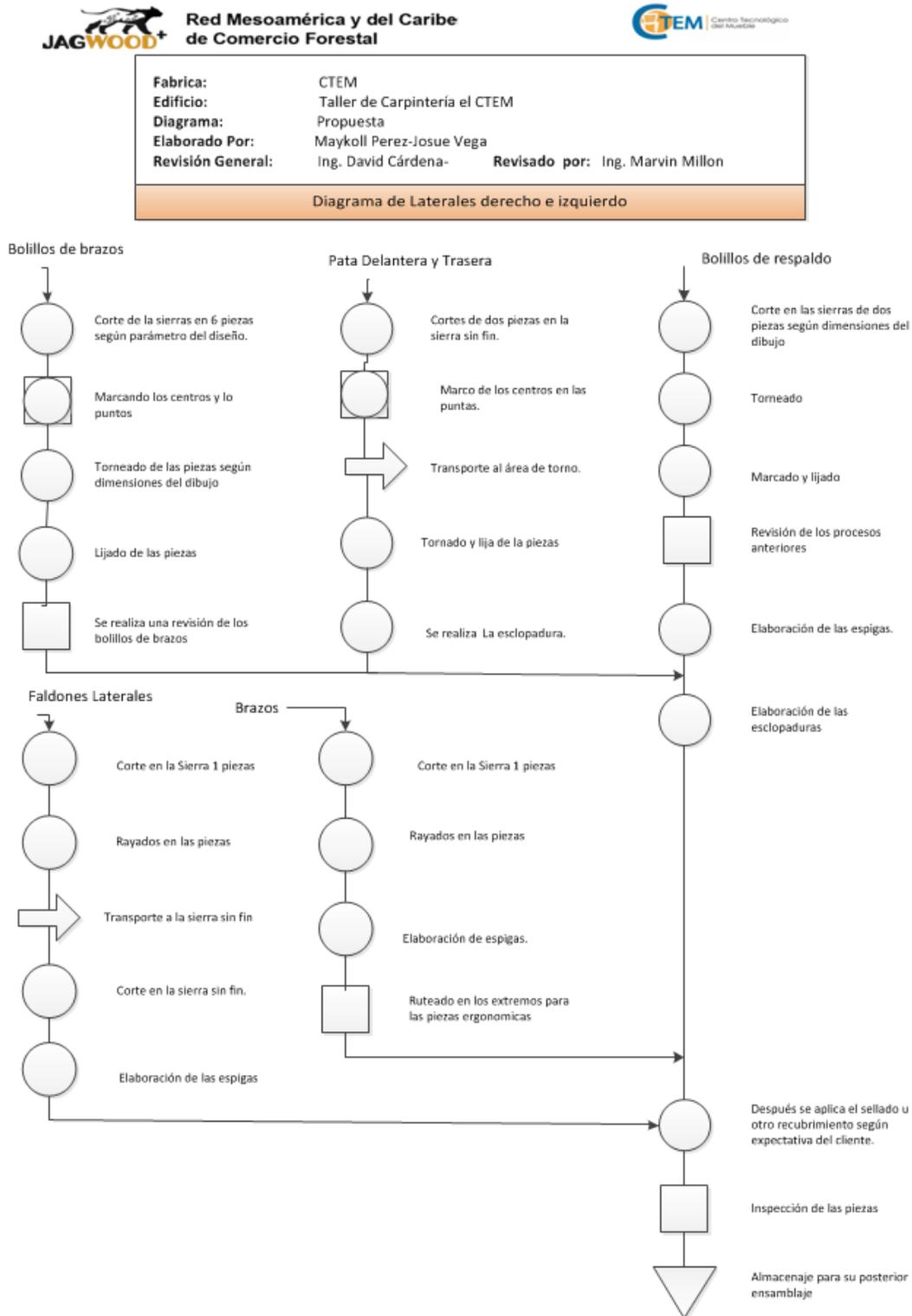
PROYECTO :	CENTRO TECNOLÓGICO DEL MUEBLE
CLIENTE :	CTEM
ARQUITECTO :	JAGWOOD+
PROYECTISTA :	JAGWOOD+
FECHA :	2014
ESCALA :	1/50
HOJA :	A - 03
TOTAL :	03



Fuente: JAGWOOD+

ANEXO N° 2. Cursograma Sinóptico (Pieza Silla estilo Kennedy)

Ilustración 19 Proceso de las piezas laterales de la silla estilo Kennedy.

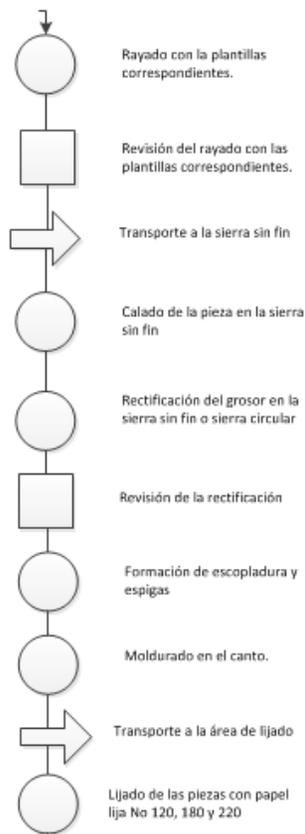


Fuente: Propia

Ilustración 20 Proceso de las piezas del respaldar para la silla estilo Kennedy.

Fabrica:	CTEM		
Edificio:	Taller de Carpintería el CTEM		
Diagrama:	Propuesta		
Elaborado Por:	Maykoll Perez-Josue Vega		
Revisión General:	Ing. David Cárdena-	Revisado por:	Ing. Marvin Millon
Diagrama de Respaldar para estilo de silla Kennedy.			

CERCHA SUPERIOR E INFERIOR



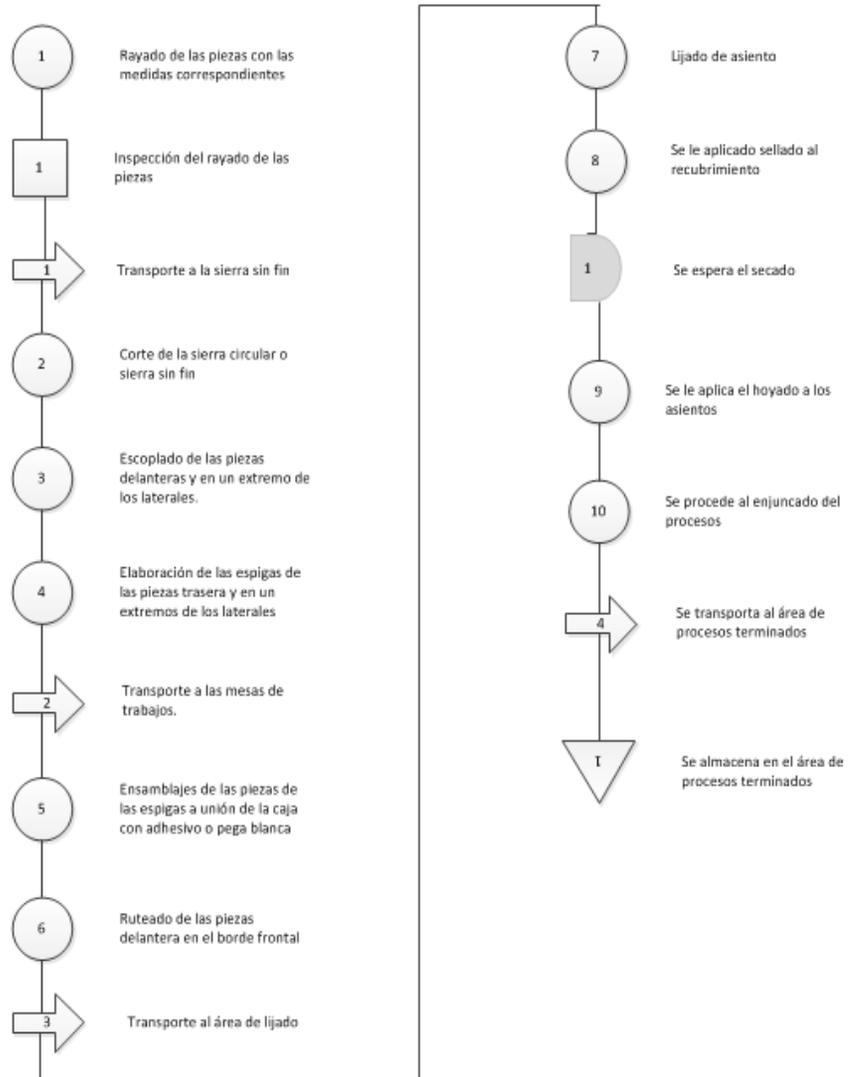
RESPALDAR



mp
Fuente: Propia.

Ilustración 21 proceso de elaboración de asiento de silla estilo Kennedy.

Fabrica:	CTEM		
Edificio:	Taller de Carpintería el CTEM		
Diagrama:	Propuesta		
Elaborado Por:	Maykoll Perez-Josue Vega		
Revisión General:	Ing. David Cárdena-	Revisado por:	Ing. Marvin Millon
Diagrama de elaboración de un asiento estilo Kennedy.			



^P Fuente: Propia.

ANEXO N° 3. Fichas de Procesos.

Tabla 11 Ficha de procesos de la silla estilo Kennedy.

PROCESO: silla Mecedora Estilo Kennedy	
MISIÓN: Brindar el mejor estilo silla Mecedora y ofrecerla con la más alta calidad y durabilidad garantizando plena santificación de descanso.	
ALCANCE:	
<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo de los Conocimientos Técnicos de los estudiantes para la fabricación de muebles. • Fortalecimiento de los procesos tecnológicos en la fabricación de mueble a nivel nacional. • Información necesaria para la elaboración del producto (Dibujo a escala). • Elaboración del producto de manera eficiente, responsable y comprometida. 	
ENTRADAS: Maquinaria, Materia Prima, Personal, Diseño del producto e insumos.	
PROVEEDORES: Ferreterías para la compra de insumos, empresa maderera.	
SALIDAS: Silla Mecedora Estilo Kennedy.	
CLIENTES: Comprador de la Silla Estilo Kennedy(Extranjero).	
INSPECCIONES: Por operación	.
VARIABLES DE CONTROL:	INDICADORES:
<ul style="list-style-type: none"> • Longitud. • Producto No Conforme. • Material de elaboración de pieza. 	<ul style="list-style-type: none"> • 95% de las piezas cumpla con las dimensiones del diseño. • Que solo el 5% de los producto elaborados se encuentren no conforme. • Que el 90% del material utilizado sea de madera duradera.
Revisión: _____ Fecha: _____	

Fuente: Propia

Tabla 12 Ficha de procesos para la puerta de habitación estándar.

PROCESO: Puerta para Habitación estándar.	
MISIÓN: Brindar la mejor puerta para habitación. ofreciendo garantía en la seguridad del cliente.	
ALCANCE:	
<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo de los Conocimientos Técnicos de los estudiantes para la fabricación de muebles. • Fortalecimiento de los procesos tecnológicos en la fabricación de mueble a nivel nacional. • Excelente atención por parte de los trabajadores del CTEM. • Información necesaria para la elaboración del producto (Dibujo a escala). • Elaboración del producto de manera eficiente, responsable y comprometida. 	
ENTRADAS: Maquinaria, Materia Prima, Personal, Diseño del producto e insumos.	
PROVEEDORES: Ferreterías para la compra de insumos, empresa maderera.	
SALIDAS: puerta estándar .	
CLIENTES: Exhibidor del CTEM o comprador de la puerta.	
INSPECCIONES: Por operación	.
VARIABLES DE CONTROL:	INDICADORES:
<ul style="list-style-type: none"> • Longitud. • Producto No Conforme. • Material de elaboración de pieza. 	<ul style="list-style-type: none"> • 95% de las piezas cumpla con las dimensiones del diseño. • Que solo el 5% de los producto elaborados se encuentren no conforme • Que el 90% del material utilizado sea de madera duradera
Revisión: _____ Fecha: _____	

Fuente: Propia

Tabla 13 Ficha de Proceso de Comedor Sencillo.

PROCESO: Comedor sencillo.	
MISIÓN: Ofrecer un comedor de calidad que garantice confort a todos sus usuarios.	
ALCANCE: <ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo de los Conocimientos Técnicos de los estudiantes en base al acabado, enjuncado y maquinado. • Fortalecimiento de los procesos tecnológicos en la fabricación de mueble a nivel nacional. • Información necesaria para la elaboración del producto (Dibujo a escala). • Elaboración del producto de manera eficiente, responsable y comprometida. 	
ENTRADAS: Maquinaria, Materia Prima, Personal, Diseño del producto e insumos.	
PROVEEDORES: Ferreterías para la compra de insumos, empresa maderera.	
SALIDAS: Comedor Sencillo.	
CLIENTES: Exhibidor del CTEM o comprador de la puerta.	
INSPECCIONES: Por operación	.
VARIABLES DE CONTROL: <ul style="list-style-type: none"> • Longitud. • Producto No Conforme. • Material de elaboración de pieza. 	INDICADORES: <ul style="list-style-type: none"> • 95% de las piezas cumpla con las dimensiones del diseño. • Que solo el 5% de los producto elaborados se encuentren no conforme • Que el 90% del material utilizado sea de madera duradera
Revisión: _____ Fecha: _____	

Fuente: Propia

Tabla 14 Ficha de Proceso de Mesa de Noche.

PROCESO: Mesa de Noche.	
MISIÓN: Ofrecer un mesa de Noche con la mejor presentación visual garantizando su durabilidad.	
ALCANCE: <ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo la practicas de los conocimientos técnico de los estudiantes del CTEM. • Fortalecimiento de los procesos tecnológicos en la fabricación de mueble a nivel nacional. • Información necesaria para la elaboración del producto (Dibujo a escala). • Elaboración del producto de manera eficiente, responsable y comprometida. 	
ENTRADAS: Maquinaria, Materia Prima, Personal, Diseño del producto e insumos.	
PROVEEDORES: Ferreterías para la compra de insumos, empresa maderera.	
SALIDAS: Mesa de Noche.	
CLIENTES: Exhibidor del CTEM o comprador de la puerta.	
INSPECCIONES: Por operación	.
VARIABLES DE CONTROL: <ul style="list-style-type: none"> • Longitud. • Producto No Conforme. • Material de elaboración de pieza. 	INDICADORES: <ul style="list-style-type: none"> • 95% de las piezas cumpla con las dimensiones del diseño. • Que solo el 5% de los producto elaborados se encuentren no conforme • Que el 90% del material utilizado sea de madera duradera
Revisión: _____ Fecha: _____	

Fuente: Propia.

Tabla 15 ficha de proceso de escritorio.

PROCESO: Elaboración de escritorio.	
MISIÓN: Elaborar un escritorio que logre la comodidad del usuario.	
ALCANCE: <ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo de los Conocimientos Técnicos de los estudiantes para la fabricación de muebles. • Fortalecimiento de los procesos tecnológicos en la fabricación de mueble a nivel nacional. • Excelente atención por parte de los trabajadores del CTEM. • Información necesaria para la elaboración del producto (Dibujo a escala). • Elaboración del producto de manera eficiente, responsable y comprometida. 	
ENTRADAS: Maquinaria, Materia Prima, Personal, Diseño del producto e insumos.	
PROVEEDORES: Ferreterías para la compra de insumos, empresa maderera.	
SALIDAS: Escritorio.	
CLIENTES: Exhibidor del CTEM o comprador del escritorio	
INSPECCIONES: Por operación	.
VARIABLES DE CONTROL: <ul style="list-style-type: none"> • Longitud. • Producto No Conforme. • Material de elaboración de pieza. 	INDICADORES: <ul style="list-style-type: none"> • 95% de las piezas cumpla con las dimensiones del diseño. • Que solo el 5% de los producto elaborados se encuentren no conforme. • Que el 90% del material utilizado sea de madera duradera.
Revisión: _____ Fecha: _____	

Fuente: Propia.

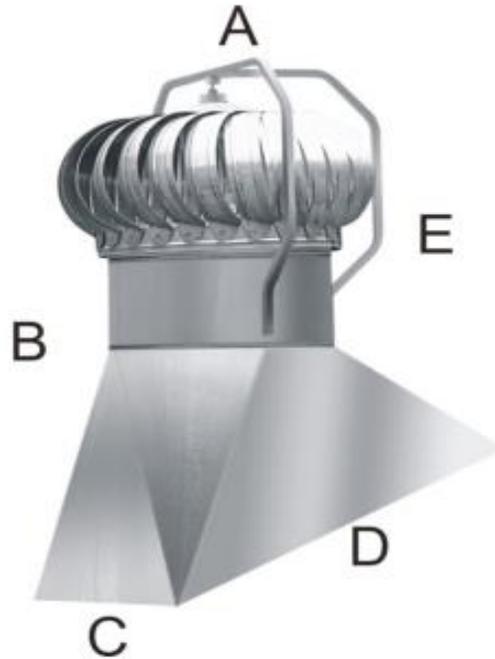
Tabla 16 Ficha de proceso de una cama.

PROCESO: Elaboración de cama.	
MISIÓN: Brindar la mejor cama con la más alta belleza y durabilidad la cual permita garantizar la plena santificación del descanso.	
ALCANCE: <ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo de los Conocimientos Técnicos de los estudiantes para la fabricación de muebles. • Fortalecimiento de los procesos tecnológicos en la fabricación de mueble a nivel nacional. • Excelente atención por parte de los trabajadores del CTEM. • Información necesaria para la elaboración del producto (Dibujo a escala). • Elaboración del producto de manera eficiente, responsable y comprometida. 	
ENTRADAS: Maquinaria, Materia Prima, Personal, Diseño del producto e insumos.	
PROVEEDORES: Ferreterías para la compra de insumos, empresa maderera.	
SALIDAS: Cama.	
CLIENTES: Exhibidor del CTEM o comprador del escritorio.	
INSPECCION Por operación .	.
VARIABLES DE CONTROL: <ul style="list-style-type: none"> • Longitud. • Producto No Conforme. • Material de elaboración de pieza. 	INDICADORES: <ul style="list-style-type: none"> • 95% de las piezas cumpla con las dimensiones del diseño. • Que solo el 5% de los producto elaborados se encuentren no conforme. • Que el 90% del material utilizado sea de madera duradera.
Revisión: _____ Fecha: _____	

Fuente: Propia.

ANEXO N° 4. Especificaciones Técnicas y funcionamiento del ducto de extracción eólica tipo Turbina.

Ilustración 22 Especificaciones técnicas del ducto.



Lado	Medida	Unidad de medida
A.-	80	Centímetros
B.-	110	Centímetros
C.-	65	Centímetros
D.-	75	Centímetros
E.-	95	Centímetros

:

Fuente: Industria IGM

Ilustración 23 Funcionamiento del Ducto.

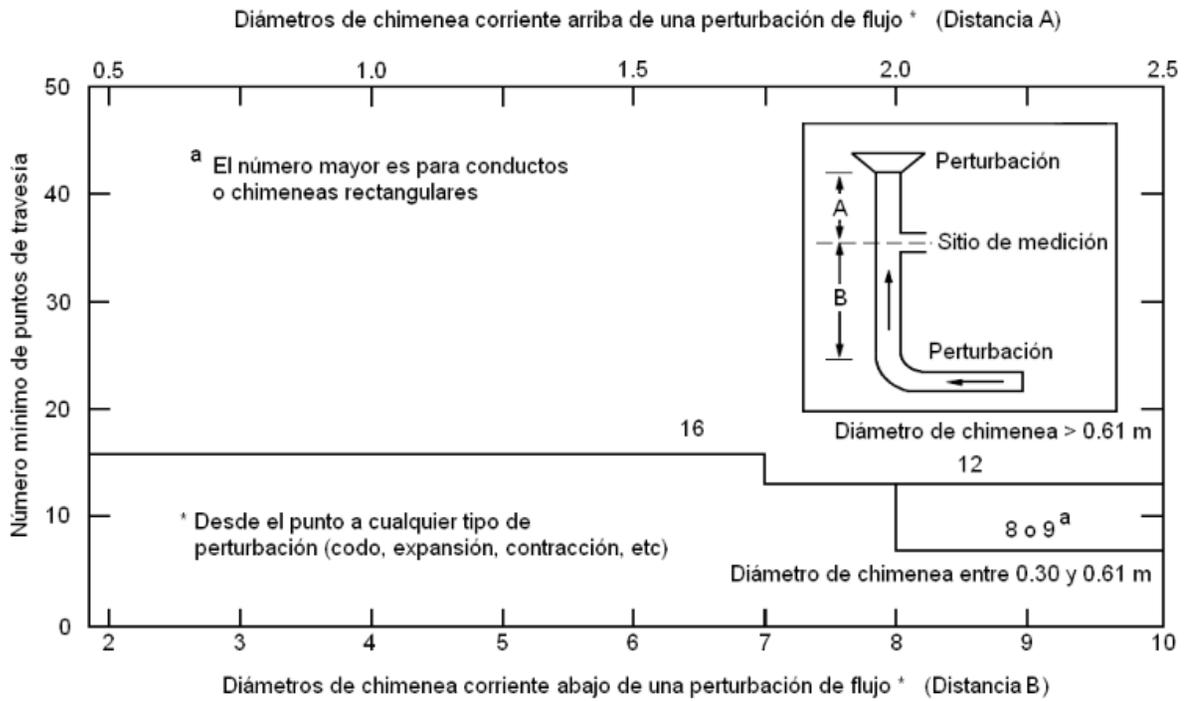
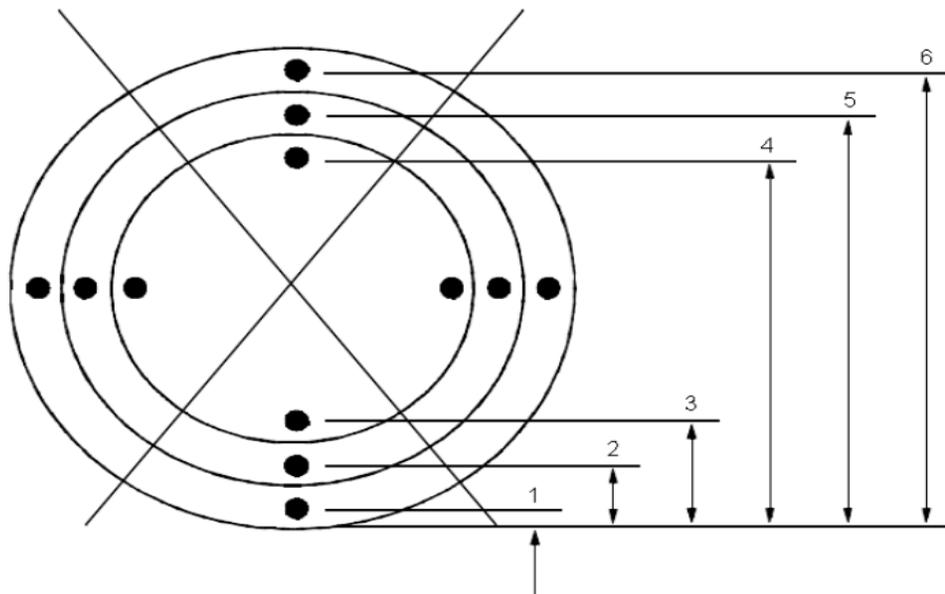
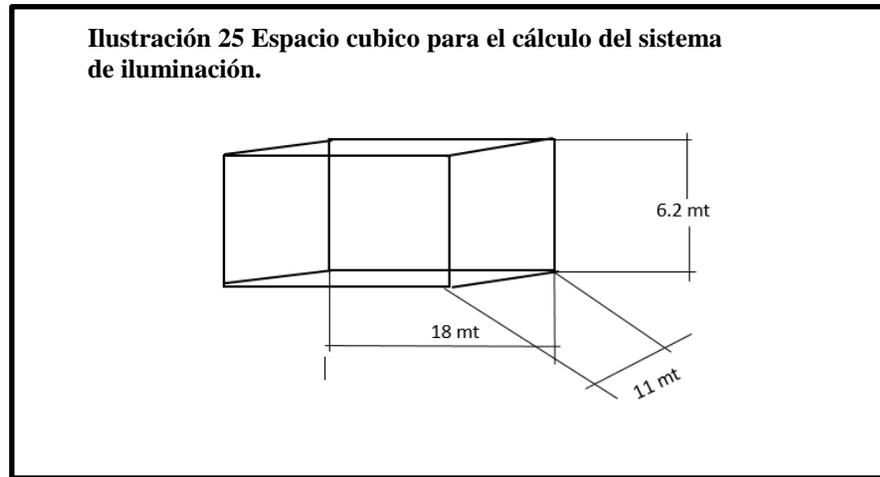


Ilustración 24 Salidas de aire.



Fuente:
Industria IGM

ANEXO N° 5. Cálculos para el sistema de iluminación.



Fuente: Propia

Datos:

- Largo 18 m
- Ancho 11 m
- Altura (distancia total del piso al techo) 6.12 m (total)
- Armadura de techo (altura, luminarias cuelgan del techo) 3.18 m
- Lugar de trabajo con requerimiento visual especial: 500 lux y 300 lux.
- Área de trabajo (altura) 2.09 m
- Distancia del piso al área de trabajo normalmente es de 0.85m

Para la realización de dicha distribución se tomara en cuenta lo siguiente:

1. Relación del local.
2. Factor de mantenimiento.
3. Reflectancia efectiva.
4. Coeficiente de utilización.
5. Necesidad de luxes en el local.

1. Relación del local.

La relación del local del taller de carpintería se denota por la expresión matemática del cálculo de iluminación (especialidad de luminotecnia).

Ecuación 2 Relación del local.

Relación del local = (ancho x largo) / alto x (ancho + largo)

Fuente: Manual de instalaciones electromecánicas en casa y edificios. Pag 179

$$RL = (11 \times 18) / 6.12 \times (11 + 18) = 1.12 \text{ (RL es baja para el taller)}$$

Los niveles de iluminación del taller es semi directo, por lo que el taller cuenta con iluminación natural.

Según los Requisitos Generales del diseño de alumbrado interior en talleres de carpintería basados en los Niveles de luminancia tabla 440.1 norma ISO 8995 “principios of visual ergonomics – the lighting of indoor work systems”

Taller de madera y fábrica de muebles	Deslumbramiento (UGR)	LUX
Maquinado de madera.	19	500
Trabajo de banco y montaje.	25	300

Taller con iluminación directa, se requiere de una altura óptima de las luminarias bajo la expresión matemática:

Ecuación 3 Cantidad óptima de luminarias.

$$h = (4/5) (HT - 0.85).$$

Fuente: manual de instalaciones electromecánicas en casas y edificios de Harper pag 179.

H = 4.28 metro de altura de separación del suelo a las luminarias, la cavidad del espacio de trabajo de 2.09 m, se ha sustituido por 4.28 m. Que es la condición óptima de visualización de trabajo.

2. Factor de mantenimiento.

Determinar el factor de mantenimiento (f_m) dependiendo de las características de la zona (contaminación, tráfico, mantenimiento). Normalmente esto es difícil de evaluar y se recomienda tomar un valor no superior a 0.8 (habitualmente 0.7).

Tabla 17 Factor de Mantenimiento

Características de la vía	Luminaria abierta	Luminaria cerrada
Limpia	0.75	0.80
Media	0.68	0.70
Sucia	0.65	0.68

Fuente: Manual de Mantenimiento industrial fundación Victoria.

3. Reflectancia efectiva.

Coeficiente de reflexión.	Color.	Factor.
1. Techo	medio	0.3
2. Paredes	medio	0.3
3. Suelo	oscuro	0.1

Índice de cavidad para pared, local, techo esta denotado bajo la expresión

Ecuación 4 Índice de Cavidad.

$$(5 h (1 + a)) / (1 * a)$$

Fuente: Manual de Instalaciones electromecánicas en casas y edificios Enríquez Harper pag.179

El área de trabajo está dividido por actividad (actividad en término de luminotecnia significa los luxes requeridos por área vs. actividad).

Tabla 18 Índice de cavidad

Índice de cavidad	Altura cavidad	Índice (%) trabajo de banco	Índice (%) trabajo de Madera
IC Techo	3.18	6.852	6.991
IC Local	2.09	4.503	4.595
IC suelo	0.85	1.831	1.869

Fuente: Manual de Mantenimiento industrial fundación Victoria.

La relación de la cavidad está dada por: El porcentaje de índice de cavidad a evaluar por cien entre la suma del total de los porcentajes de índices de cavidad.

Cavidad para área de trabajo en banco.

- Cavidad del techo = 51.96 %
- Cavidad de la pared = 34.15 %
- Cavidad suelo= 13.88%
- Tipo de iluminación= semi-directa

Cavidad para área de maquinado de madera.

- Cavidad del techo=51.95%
- Cavidad de la pared=34.15%
- Cavidad del suelo=13.88%
- Luminaria = Zócalo de sala o cubierta delusora
- Índice del local = 1.12

4. Coeficiente de utilización.

De acuerdo al análisis anterior se estima el Coeficiente de utilización $Cu = 0.36$

Tabla 19 Coeficiente de utilización de luminarias.

Factor de Utilización de Algunas Luminarias			Techo							
			75 %		50 %		30 %			
Tipo de iluminación	Luminarias	Índice del local K	Paredes							
			50 %	30 %	10 %	50 %	30 %	10 %	30 %	10 %
semidirecta 25 % 60 %	zócalo solo o con cubierta difusora 	0.50 ÷ 0.70	0.28	0.22	0.18	0.26	0.21	0.18	0.20	0.17
		0.70 ÷ 0.90	0.35	0.29	0.25	0.33	0.27	0.24	0.26	0.24
		0.90 ÷ 1.10	0.39	0.33	0.30	0.37	0.32	0.28	0.30	0.27
		1.10 ÷ 1.40	0.45	0.38	0.33	0.40	0.36	0.32	0.33	0.30
		1.40 ÷ 1.75	0.49	0.42	0.37	0.43	0.39	0.34	0.37	0.33
		1.75 ÷ 2.25	0.56	0.50	0.44	0.49	0.44	0.40	0.42	0.38
		2.25 ÷ 2.75	0.60	0.55	0.50	0.53	0.48	0.44	0.47	0.44
		2.75 ÷ 3.50	0.64	0.59	0.54	0.56	0.51	0.47	0.50	0.47
		3.50 ÷ 4.50	0.68	0.62	0.59	0.61	0.56	0.53	0.54	0.52
4.50 ÷ 6.50	0.70	0.65	0.62	0.65	0.62	0.60	0.58	0.57		
mixta 40 % 40 %	difusores 	0.50 ÷ 0.70	0.26	0.23	0.21	0.23	0.21	0.19	0.19	0.17
		0.70 ÷ 0.90	0.32	0.29	0.27	0.28	0.26	0.24	0.23	0.21
		0.90 ÷ 1.10	0.37	0.33	0.31	0.31	0.29	0.27	0.26	0.24
		1.10 ÷ 1.40	0.40	0.36	0.34	0.34	0.31	0.30	0.28	0.26
		1.40 ÷ 1.75	0.42	0.39	0.36	0.36	0.33	0.32	0.30	0.28
		1.75 ÷ 2.25	0.46	0.43	0.40	0.41	0.38	0.35	0.32	0.30
		2.25 ÷ 2.75	0.50	0.46	0.43	0.44	0.40	0.39	0.34	0.33
		2.75 ÷ 3.50	0.52	0.48	0.45	0.46	0.44	0.41	0.37	0.36
		3.50 ÷ 4.50	0.55	0.52	0.49	0.48	0.46	0.45	0.39	0.38
4.50 ÷ 6.50	0.57	0.54	0.51	0.49	0.47	0.46	0.42	0.41		
directa 80 %	reflectores de haz amplio 	0.50 ÷ 0.70	0.38	0.32	0.28	0.37	0.32	0.28	0.31	0.28
		0.70 ÷ 0.90	0.46	0.42	0.38	0.46	0.41	0.38	0.41	0.38
		0.90 ÷ 1.10	0.50	0.46	0.43	0.50	0.46	0.43	0.46	0.43
		1.10 ÷ 1.40	0.54	0.50	0.48	0.53	0.50	0.47	0.49	0.47
		1.40 ÷ 1.75	0.58	0.54	0.51	0.56	0.53	0.50	0.52	0.50
		1.75 ÷ 2.25	0.62	0.59	0.56	0.60	0.58	0.56	0.58	0.56
		2.25 ÷ 2.75	0.67	0.64	0.61	0.65	0.63	0.61	0.62	0.61
		2.75 ÷ 3.50	0.63	0.66	0.63	0.67	0.65	0.63	0.64	0.62
		3.50 ÷ 4.50	0.72	0.70	0.67	0.70	0.68	0.66	0.67	0.66
4.50 ÷ 6.50	0.74	0.71	0.69	0.72	0.70	0.68	0.69	0.67		
directa 70 %	reflectores de haz medio 	0.50 ÷ 0.70	0.35	0.32	0.30	0.35	0.32	0.30	0.32	0.30
		0.70 ÷ 0.90	0.43	0.39	0.37	0.42	0.39	0.37	0.39	0.37
		0.90 ÷ 1.10	0.48	0.45	0.42	0.47	0.44	0.42	0.43	0.41
		1.10 ÷ 1.40	0.53	0.50	0.47	0.52	0.49	0.47	0.48	0.46
		1.40 ÷ 1.75	0.57	0.53	0.50	0.55	0.52	0.50	0.52	0.50
		1.75 ÷ 2.25	0.61	0.57	0.55	0.59	0.57	0.54	0.56	0.54
		2.25 ÷ 2.75	0.64	0.61	0.59	0.62	0.60	0.58	0.59	0.57
		2.75 ÷ 3.50	0.66	0.63	0.61	0.63	0.61	0.60	0.61	0.59
		3.50 ÷ 4.50	0.68	0.66	0.63	0.66	0.64	0.63	0.63	0.62
4.50 ÷ 6.50	0.69	0.67	0.66	0.67	0.66	0.64	0.65	0.63		

Fuente: Manual de mantenimiento industrial (Fundación Victoria)

5. Necesidad de luxes en el local.

Una vez calculados estos elementos fundamentales para el cálculo, se hizo uso del software de iluminación profesional Dialux versión 4.11 para determinar el número de luminarias requeridas en el taller del CTEM.

Para determinar los parámetros del Flujo luminoso, Flujo de luminaria, $E = 300\text{lx}$ y 500lx según áreas del local haciendo uso de la tabla propuesta por la ISO.

Como las condiciones del local (división de áreas no obstruye el espectro luminoso) se considera una $E = 350\text{lx}$ para toda el área del taller del CTEM.

$E = 233\text{ lx}$, donde la luz natural del sol que se filtra al Taller es de 117 lx , según las características del país, por iluminación natural.

Considerando que en el CTEM los horarios de clase solo son en el día la cantidad de lx necesarios para el local es de $E = 233\text{lx}$ en un área total de:

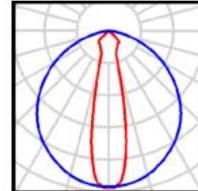
$S = 198\text{ m}^2$ Es el área total del área de trabajo. (11 m de ancho, 18 m de largo).

Detalle de la propuesta de iluminación N° 1.

Proyecto
elaborado por Maykoll Perez-Josue Vega
Teléfono 83577515/86513653
Fax
e-Mail acero1220@hotmail.com/vjosuesmith@yahoo.es

DISTRIBUCION DE LUMINARIA CTEM / Lista de luminarias

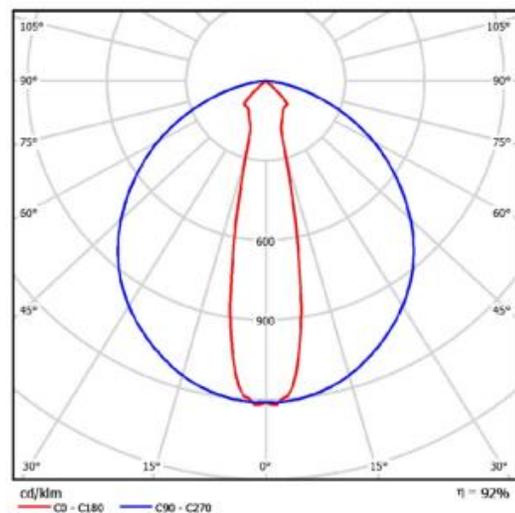
30 Pieza PHILIPS 4MX691 1xTL5-35W HFP +4MX692 C-NB
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 3059 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 3325 lm
Potencia de las luminarias: 39.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 73 94 99 100 94
Lámpara: 1 x TL5-35W/840 (Factor de corrección 1.000).



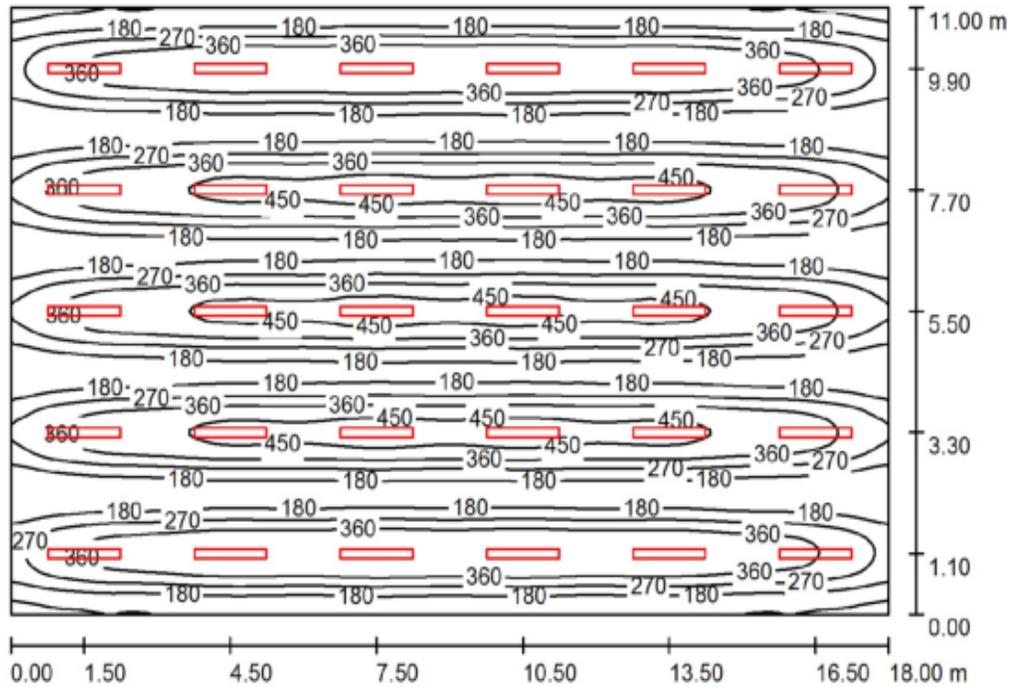
Proyecto
elaborado por Maykoll Perez-Josue Vega
Teléfono 83577515/86513653
Fax
e-Mail acero1220@hotmail.com/vjosuesmith@yahoo.es

PHILIPS 4MX691 1xTL5-35W HFP +4MX692 C-NB / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Distribución de luminarias.



Altura del local: 6.120 m, Altura de montaje: 4.280 m, Factor mantenimiento: 0.68

Valores en Lux, Escala 1:142

Altura del local: 6.120 m, Altura de montaje: 4.280 m, Factor mantenimiento: 0.68

Valores en Lux, Escala 1:142

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	286	70	482	0.244
Suelo	12	274	92	405	0.334
Techo	52	23	16	28	0.685
Paredes (4)	34	54	15	395	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

UGR

Pared izq <10
Pared inferior <10
(CIE, SHR = 0.25.)

Longi- Tran al eje de luminaria
<10 23
<10 23

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	30	PHILIPS 4MX691 1xTL5-35W HFP +4MX692 C-NB (1.000)	3059	3325	39.0
			Total: 91770	Total: 99750	1170.0

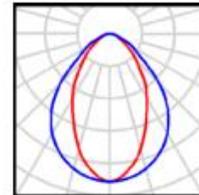
Valor de eficiencia energética: $5.91 \text{ W/m}^2 = 2.06 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 198.00 m^2)

Detalle de la propuesta de iluminación N° 2.

Proyecto elaborado por Maykoll Perez-Josue Vega
Teléfono 83577515/86513653
Fax
e-Mail acero1220@hotmail.com/vjosuesmith@yahoo.es

DISTRIBUCION DE LUMINARIA CTEM / Lista de luminarias

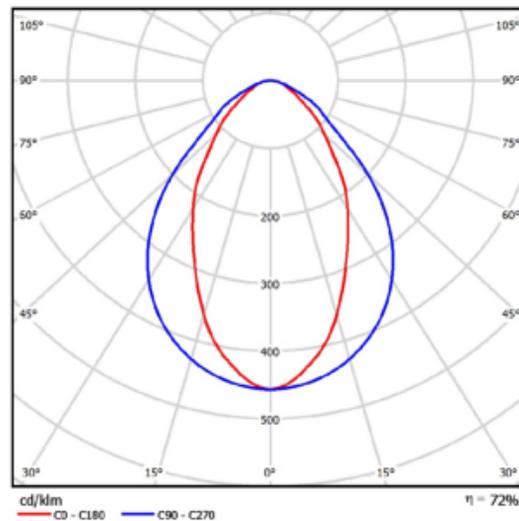
20 Pieza PHILIPS 4MX691 2xTL5-35W HFP +4MX692 R +NB-R P-R
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 4788 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 6650 lm
Potencia de las luminarias: 77.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 66 90 98 100 72
Lámpara: 2 x TL5-35W/840 (Factor de corrección 1.000).



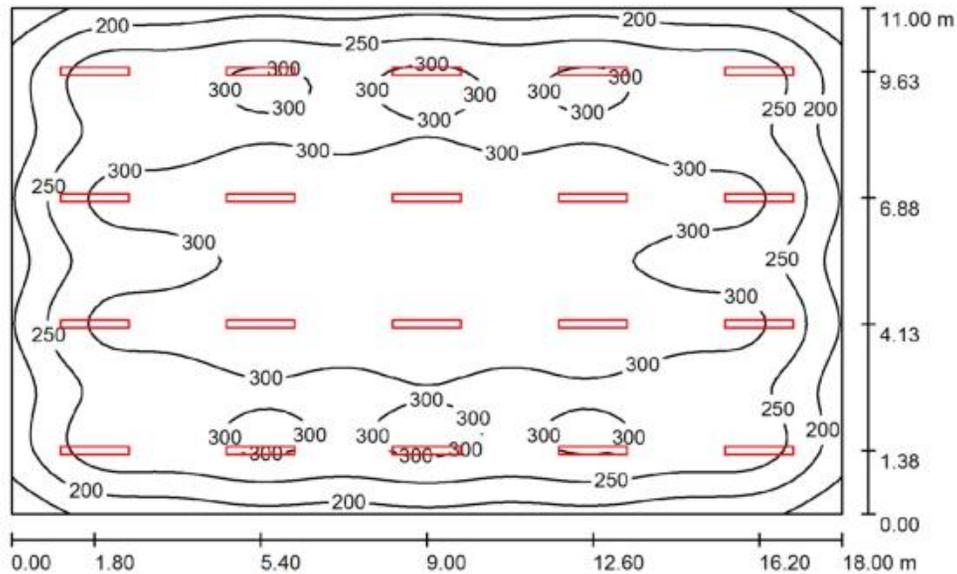
Proyecto elaborado por Maykoll Perez-Josue Vega
Teléfono 83577515/86513653
Fax
e-Mail acero1220@hotmail.com/vjosuesmith@yahoo.es

PHILIPS 4MX691 2xTL5-35W HFP +4MX692 R +NB-R P-R / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Distribución de luminarias.



Altura del local: 6.120 m, Altura de montaje: 4.280 m, Factor mantenimiento: 0.68

Valores en Lux, Escala 1:142

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	276	115	349	0.416
Suelo	12	258	120	324	0.463
Techo	52	26	17	31	0.664
Paredes (4)	34	73	18	162	/

Plano útil:		UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura:	0.850 m	Pared izq	19	21	
Trama:	64 x 64 Puntos	Pared inferior	19	21	
Zona marginal:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	20	PHILIPS 4MX691 2xTL5-35W HFP +4MX692 R +NB-R P-R (1.000)	4788	6650	77.0
			Total: 95760	Total: 133000	1540.0

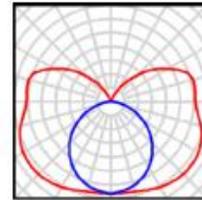
Valor de eficiencia energética: $7.78 \text{ W/m}^2 = 2.82 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 198.00 m^2)

Detalle de la propuesta de iluminación N° 3.

Proyecto elaborado por Maykoll Perez-Josue Vega
Teléfono 83577515/86513653
Fax
e-Mail acero1220@hotmail.com/vjosuesmith@yahoo.es

DISTRIBUCION DE LUMINARIA CTEM / Lista de luminarias

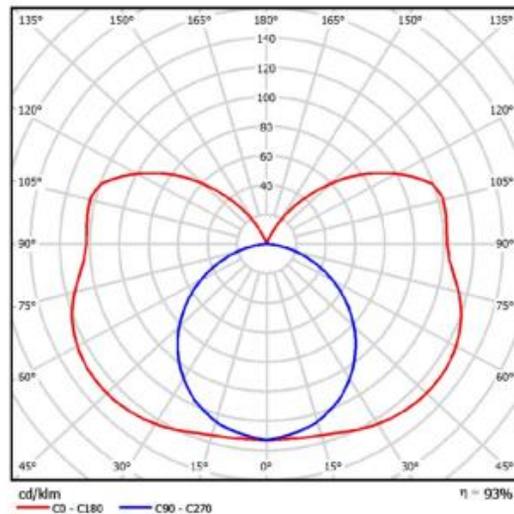
63 Pieza HavellsSylvania 0046322 SSE-T8 130 B2 NC +
Sin accesorio
N° de artículo: 0046322
Flujo luminoso (Luminaria): 2226 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 2400 lm
Potencia de las luminarias: 38.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 70
Código CIE Flux: 31 58 82 71 93
Lámpara: 1 x 30W T8 (Factor de corrección 1.000).



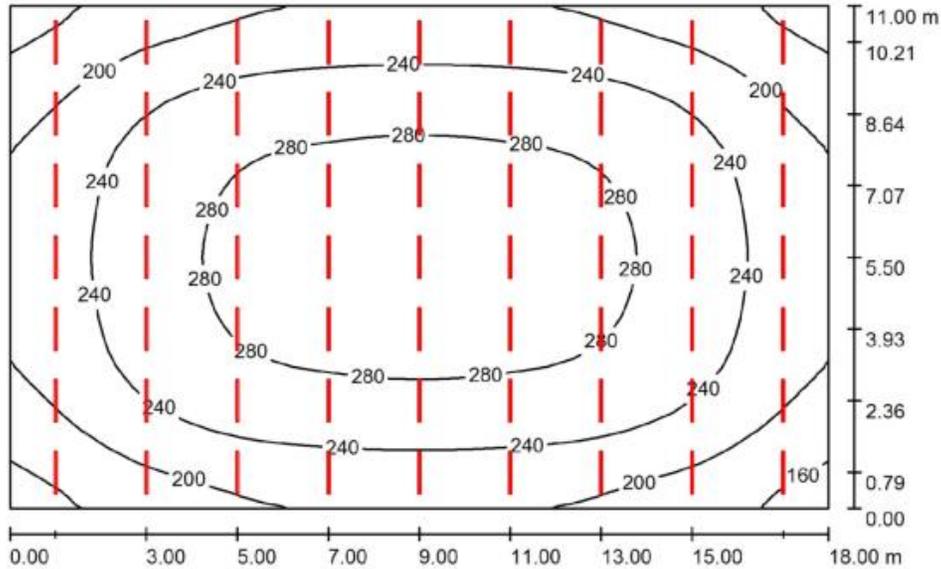
Proyecto elaborado por Maykoll Perez-Josue Vega
Teléfono 83577515/86513653
Fax
e-Mail acero1220@hotmail.com/vjosuesmith@yahoo.es

HavellsSylvania 0046322 SSE-T8 130 B2 NC + Sin accesorio / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Distribución de luminarias.



Altura del local: 6.120 m, Altura de montaje: 4.280 m, Factor mantenimiento: 0.68

Valores en Lux, Escala 1:142

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	243	145	299	0.599
Suelo	12	219	136	273	0.622
Techo	52	116	78	138	0.671
Paredes (4)	34	196	101	418	/

Plano útil:		UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura:	0.850 m	Pared izq	27	22	
Trama:	32 x 32 Puntos	Pared inferior	25	21	
Zona marginal:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	63	HavellsSylvania 0046322 SSE-T8 130 B2 NC + Sin accesorio (1.000)	2226	2400	38.0
Total:			140224	151200	2394.0

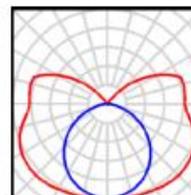
Valor de eficiencia energética: $12.09 \text{ W/m}^2 = 4.98 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 198.00 m^2)

Detalle de la propuesta de iluminación N° 4.

Proyecto elaborado por Maykoll Perez-Josue Vega
Teléfono 83577515/86513653
Fax
e-Mail acero1220@hotmail.com/vjosuesmith@yahoo.es

DISTRIBUCION DE LUMINARIA CTEM / Lista de luminarias

56 Pieza HavellsSylvania 0046303 SYLFAST SSE-T5 128
+ Sin accesorio
N° de artículo: 0046303
Flujo luminoso (Luminaria): 2477 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 2640 lm
Potencia de las luminarias: 32.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 75
Código CIE Flux: 32 60 83 75 94
Lámpara: 1 x 28W T5 WW (Factor de corrección 1.000).

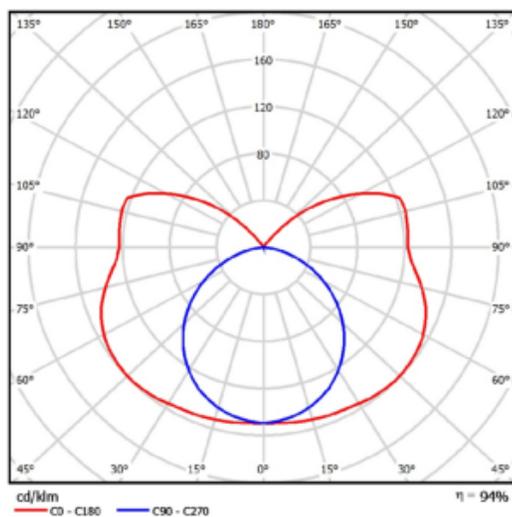


Proyecto elaborado por Maykoll Perez-Josue Vega
Teléfono 83577515/86513653
Fax
e-Mail acero1220@hotmail.com/vjosuesmith@yahoo.es

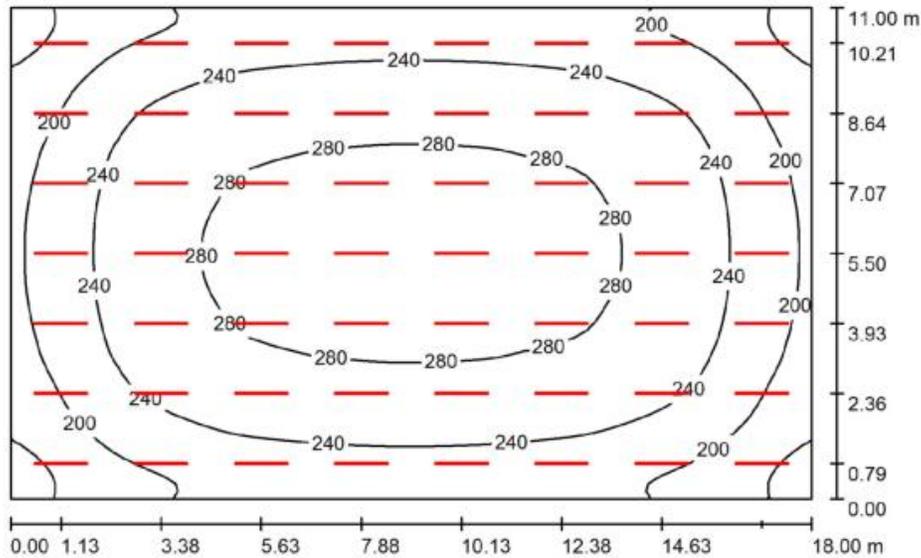
HavellsSylvania 0046303 SYLFAST SSE-T5 128 + Sin accesorio / Hoja de datos de luminarias



Emisión de luz 1:



Distribución de luminarias.



Altura del local: 6.120 m, Altura de montaje: 4.280 m, Factor mantenimiento: 0.68

Valores en Lux, Escala 1:142

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	242	143	295	0.589
Suelo	12	218	132	269	0.607
Techo	52	93	68	106	0.728
Paredes (4)	34	201	86	500	/

Plano útil:		UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura:	0.850 m	Pared izq	29	25	
Trama:	64 x 64 Puntos	Pared inferior	28	25	
Zona marginal:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	56	HavellsSylvania 0046303 SYLFAST SSE-T5 128 + Sin accesorio (1.000)	2477	2640	32.0
			Total: 138730	Total: 147840	1792.0

Valor de eficiencia energética: $9.05 \text{ W/m}^2 = 3.74 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 198.00 m^2)

ANEXO N° 6. Normativa para el cálculo de iluminación.

RESOLUCIÓN No. 180540 DE Marzo 30 de 2010

Continuación Anexo General del Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado público

CAPÍTULO 4

DISEÑOS Y CÁLCULOS DE ILUMINACIÓN INTERIOR.

SECCIÓN 410 REQUISITOS GENERALES DEL DISEÑO DE ALUMBRADO INTERIOR.

El diseño de la iluminación debe estar íntimamente ligado con el área que va a ser iluminada. Adicional a lo establecido en el Capítulo 2° , se deben en cuenta la forma y tamaño de los espacios, los colores y las reflectancia de las superficies del salón, la actividad a ser desarrollada, la disponibilidad de la iluminación natural y también los requerimientos estéticos requeridos por el cliente.

Para una adecuada iluminación se debe tener una estrecha interacción entre el diseñador de la iluminación y diseñadores y constructores de la edificación.

Los ítems más importantes que el diseñador necesita investigar antes de iniciar un diseño de alumbrado interior son los siguientes:

- a) Conocer con detalles las actividades asociadas con cada espacio.
- b) Las exigencias visuales de cada puesto de trabajo y su localización.
- c) Las condiciones de reflexión de las superficies
- d) Los niveles de iluminancia e uniformidad requeridas
- e) La disponibilidad de la iluminación natural.
- f) El Control del deslumbramiento.
- g) Los requerimientos especiales en las propiedades de las luminarias, por el tipo de aplicación.

- h) Propiedades de las fuentes y luminarias, tales como:
 - ⇒ El índice de reproducción del color, lo natural que aparecen los objetos bajo la luz.
 - ⇒ La temperatura del color, la apariencia de calidez o frialdad de la luz.

⇒ El tamaño y forma de la fuente luminosa y de la luminaria.

4.10.1 NIVELES DE ILUMINACIÓN O ILUMINANCIAS Y DISTRIBUCIÓN DE LUMINANCIAS.

a) **Niveles de Iluminancia.** En lugares de trabajo se debe asegurar el cumplimiento de los niveles de iluminancia de la Tabla 440.1, adaptados de la norma ISO 8995 “*Principles of visual ergonomics – The lighting of indoor work systems*”.

El valor medio de iluminancia, relacionado en la citada tabla, debe considerarse como el objetivo de diseño y por lo tanto esta será la referencia para la medición en la recepción de un proyecto de

Iluminación. En ningún momento durante la vida útil del proyecto la iluminancia promedio podrá ser superior al valor máximo o inferior al valor mínimo establecido en la Tabla 410.1. En la misma tabla se encuentran los valores máximos permitidos para el deslumbramiento(UGR).

TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD	UGR _L	NIVELES DE ILUMINANCIA (lx)		
		Mínimo	Medio	Máximo
Áreas generales en las edificaciones				
Áreas de circulación, corredores	28	50	100	150
Escaleras, escaleras mecánicas	25	100	150	200
Vestidores, baños.	25	100	150	200
Almacenes, bodegas.	25	100	150	200
Talleres de ensamble				
Trabajo pesado, montaje de maquinaria pesada	25	200	300	500
Trabajo intermedio, ensamble de motores, ensamble de carrocerías de	22	300	500	750
Trabajo fino, ensamble de maquinaria electrónica y de oficina	19	500	750	1000
Trabajo muy fino, ensamble de instrumentos	16	1000	1500	2000
Talleres de madera y fábricas de muebles				
Aserraderos	25	150	200	300
Trabajo en banco y montaje	25	200	300	500
Maquinado de madera	19	300	500	750
Terminado e inspección final	19	500	750	1000
Oficinas				
Oficinas de tipo general, mecanografía y computación	19	300	500	750
Oficinas abiertas	19	500	750	1000
Oficinas de dibujo	16	500	750	1000
Salas de conferencia	19	300	500	750

Fuente: ISO 8995

ANEXO N° 7. Determinación del espacio calculado para la planificación Inicial.

En base a la descripción de operación del proceso de silla estilo Kennedy se determinan los equipos requeridos para cada operación.

Tabla 20 Descripción de actividades de la silla estilo Kennedy.

Actividad	Descripción de Actividad	Equipo Necesario
1	El cortado de madera es una actividad que se hace en bruto es decir se llevan los tablonés para su primer corte.	Sierra Radial
2	Ésta operación consiste en afinar la materia prima por medio del canteado y del cepillado para su posterior desglose de ensamblaje.	Cateadora y una Regruesadora
3	La actividad Numero 3 Consiste en determinar los límites de la materia prima para su posterior mecanizado.	1 mesa de trabajo, Cinta métrica, sierra de mano
4,5	Básicamente la siguiente actividad consiste en la determinación de las formaciones de las piezas finas.	Sierra Sin Fin
6	Consiste en determinar el torneado de los diferentes procesos.	Torno
7,8, 9,10,	Los siguientes procesos consisten en la estandarización de las diferentes piezas del producto los cuales son: los brazos, patas y balancín.	Taladro, CNC ,Incleadora , Sierra de mano ,Lijadora
11,12,13	En las siguientes operaciones se estará realizando el corazón del diseño, el cual consiste en determinar el curvado ,el proceso de enjuncado y acabado.	Sierra Circular
14	Finalmente el procedimiento de ensamblaje, donde se le da el toque final al producto.	Mesa de trabajo, martillo, Extractor de polvo.

Fuente: Propia.

Habiendo resumido las Información de las actividades y determinando el equipo necesario se procede a la descripción de los equipos con la dimensión necesaria el cual éste último fue obtenido de las características de modelo de la máquina.

Posterior se determina el Número de equipo basándose en la normativa de INACTEC que estable dos personas por banco de trabajo. Los cuales se observa en la tabla No 7

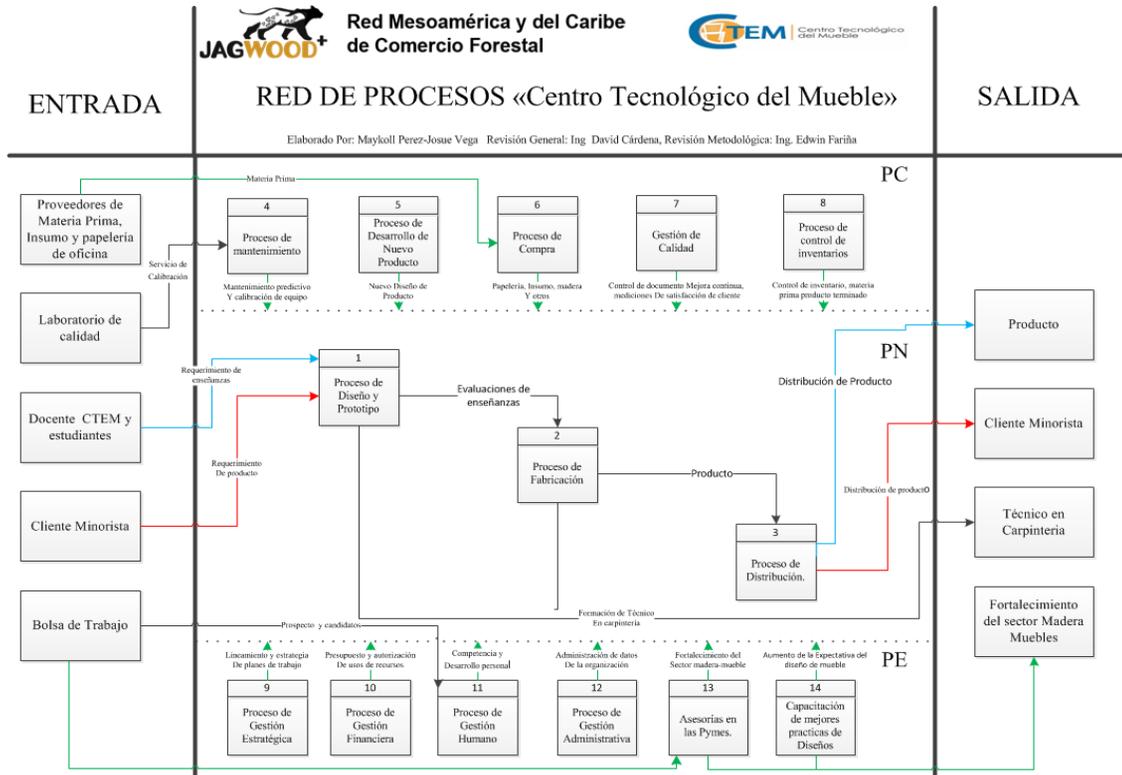
Tabla 21 Cálculo del número de operario para cada equipo.

No de operación	Formula a utilizar Equipo Requerido	$No\ Equipo = \frac{Capacidad}{NO} * \% De\ utilización$	
		NO y % de utilización	No equipo
1	Sierra Radial	NO=3% de utilización=15%	1
2	Cantadora	NO= 3; % de utilización=15 %	1
	Cepilladura	NO=3; % de utilización=15 %	1
3	Mesa de trabajo	NO= 2; % de utilización=30 %	2
4,5	Sierra Sin Fin	NO=2 % de utilización=10 %	1
6	Torno	NO=1 % de utilización=5 %	1
7,8,9,10	Taladro	NO=1 % de utilización=8%	1
	CNC	NO=1	1
	Incleadora	NO=1 % de utilización=15	2
	Sierra de mano	NO=1	8
	Lijadora	NO=2	1
11,12,13	Sierra Circular	NO=2 % de utilización=20 %	2
14	Mesa de trabajo	No=2 % de utilización=100 %	8

Fuente: Propia.

Para continuar con la cantidad del espacio necesario, se procedió a determinar las áreas a conformar el Taller de Ebanistería del CTEM, donde se realizó por de la red de proceso y con lo metodología PEPSU.

Ilustración 26 Red de Proceso del Taller de Ebanistería del CTEM.



Fuente: propia.

Posteriormente se procede al cálculo del espacio necesario por medio del método de superficie donde se establece como restricción la ley 618, artículo 85 inciso b, y artículo 90.

El método de superficie establece que el espacio Estático= S_s = Será la Área de Ocupación de máquinas e instalaciones y el espacio Geométrico= S_g =El espacio necesario para acceder y operar. por consiguiente el Espacio de evolución va a ser igual a: $S_e=k(S_s+S_g)$ lo cual será el espacio necesario en metros cuadrados para cada área. Donde k es un coeficiente de ocupación que (inovadoras, 2010) define que k para el diseño de mueble equivale a 0.5 a 1 determinando lo anterior se procede al cálculo de la de las áreas.

Ecuación 5 Superficie de evolución

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

Fuente: Centro de innovación empresarias valenciana.

Tabla 22 Cálculo del Área requerida por medio del método de evolución.

Descripción		$S_c(m)$	$S_g(m^2)$	k	$S_e(m^2)$
Área de trabajo.	Equipo/Tipo				
Almacén					
	Materia Prima		0		
	Producto en Proceso	4.8	0	1	4.8
Control de calidad			0		4.5
Maquinado		(7.8X4.6)= 35.88 m²	29.6 m²	1	65.48
	(1) Sierra Radial	1.2X1	7.2		
	(1) Canteadora	2X0.8	7.2		
	(1) Cepilladora	1X1	7.2		
	(2) Mesa de trabajo	2(1.8X0.9)	8		
Maquinado Fino		(9.1X8.6)= 78.26 m²	36.4 m²	1	114.66
	(1) Sierra Sin Fin	0.7X0.7	5.2		
	(1) Torno	1.5X0.6	3.2		
	(2) Sierra Circular	2(1.3X2)	10.4		
	(1) Taladro	0.5X0.5	3.2		
	(2) Incleteadora	2(0.9X0.7)	4		
	(2) Lijadora	2(1X1)	10.4		
Cuarto de CNC		(1.8X2.5)= 4.5 m²	8	1	12.5
	(1) CNC	1.3X2	8		
	(1) Computadora	0.5X0.5			
Ensamblaje		(14.4x7.2)= 103.68 m²	16		119.68
	(8) Mesa De trabajo	8(1.8X0.9)	16		
	(8) Casillero con	0.5X0.5	0		

División			
Pintura	$8.2 \times 3.6 =$	8	1 37.52 m^2
	(1) Compresor	(1X1)	
	(4) Mesa de trabajo	4(1.8X0.9)	8
Sanitarios			$4.5 m^2$

Fuente: Propia.

El cálculo de S_g se determinó por medio de dos variables: material (madera) y el personal. El material a utilizar que en este caso es madera, se trabajara con tablonces de 3 metros de largo y 0.25 metros de ancho, es decir el área por materia prima será de $1.2 m^2$ por cada puesto de trabajo. Para el personal se realizó por medio de la ley 618 en su artículo 85 en el inciso b que establece que se necesita de dos metros por personas.

Según cálculo realizado, el espacio necesario para la capacidad de 16 estudiante es de $363.64 m^2$. Por tal razón se establece que la distribución no se puede realizar para 16 estudiantes.

Dado lo siguiente se presentan 3 alternativas para proceder a la distribución de planta:

Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Reducción de la adquisición de equipo	Eliminación de área.	Reducción de la capacidad instalada

Para seleccionar que alternativa es la viable se utilizara como criterio la seguridad y el nivel de aprendizaje, lo cual fue resuelto por el proceso de jerarquía analítica y se determinó por medio de entrevistas a expertos.

Llamaremos S al criterio de seguridad y N al criterio de nivel de aprendizaje.

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 5/7 \\ 7/5 & 1 \end{pmatrix} \quad a_{21}=7/5; \quad a_{12}=5/7$$

$\sum_{a11}^{an1} an1 = 1+7/5 = 12/5$ $\sum_{a11}^{a1n} a1n = 5/7+1 = 12/7$ lo cual va a ser el coeficiente de cada matriz entre la sumatoria de cada columna.

$$N = \begin{pmatrix} 0.42 & 0.42 \\ 0.58 & 0.58 \end{pmatrix} = W_S = \frac{0.42+0.42}{2} 0.42; \quad W_n = \frac{0.58+0.58}{2} 0.58$$

Determinación de los factores de las matrices de alternativa.

$$A_S = \begin{vmatrix} 1 & 5 & 1/2 \\ 1/5 & 1 & 1 \\ 2 & 1 & 1 \end{vmatrix}$$

$$A_n = \begin{vmatrix} 1 & 3 & 1/2 \\ 1/3 & 1 & 2/3 \\ 2 & 3/2 & 1 \end{vmatrix}$$

Suma de la columna $A_S = (16/5, 7, 5/2)$

Suma de La Columna $A_n = (10/3, 11/2, 13/6)$

$$N_S = \begin{vmatrix} 0.31 & 0.7142 & 0.2 \\ 0.0625 & 0.1428 & 0.4 \\ 0.625 & 0.1428 & 0.4 \end{vmatrix}$$

$$w1 = \frac{0.31+0.7142+0.2}{3} = 0.41$$

$$w2 = \frac{(0.0625+0.1428+0.4)}{3} = 0.20$$

$$w3 = \frac{(0.625+0.1428+0.4)}{3} = 0.39$$

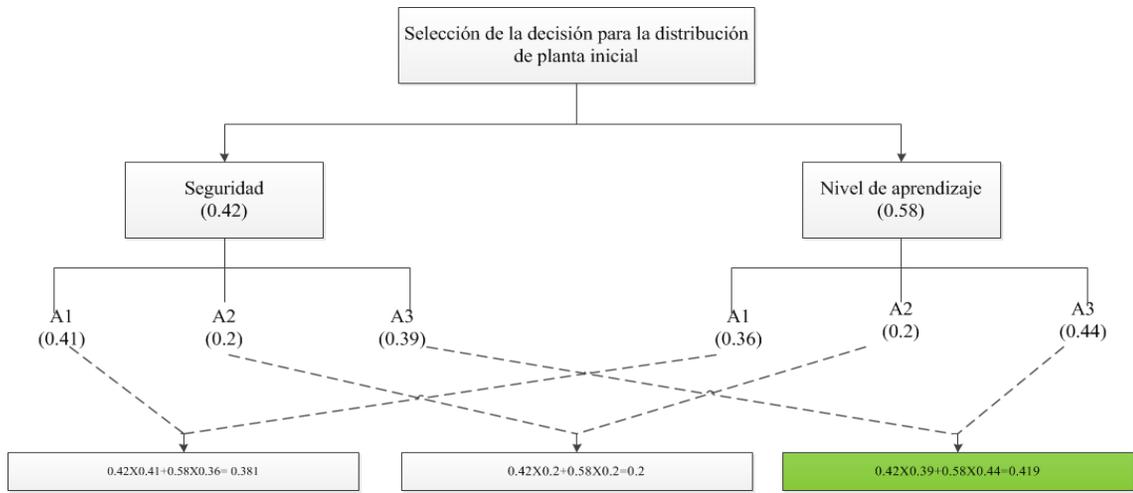
$$N_n = \begin{vmatrix} 0.3 & 0.545 & 0.2307 \\ 0.1 & 0.182 & 0.3077 \\ 0.6 & 0.2727 & 0.4615 \end{vmatrix}$$

$$w1 = \frac{0.3+0.545+0.2307}{3} = 0.36$$

$$w2 = \frac{0.1+0.182+0.3077}{3} = 0.2$$

$$w3 = \frac{0.6+0.2727+0.4615}{3} = 0.44$$

Ilustración 27 Resumen del Método de Jerarquía Analítica.



Fuente: Propia.

ANEXO N° 8. Coeficiente de Ocupación.

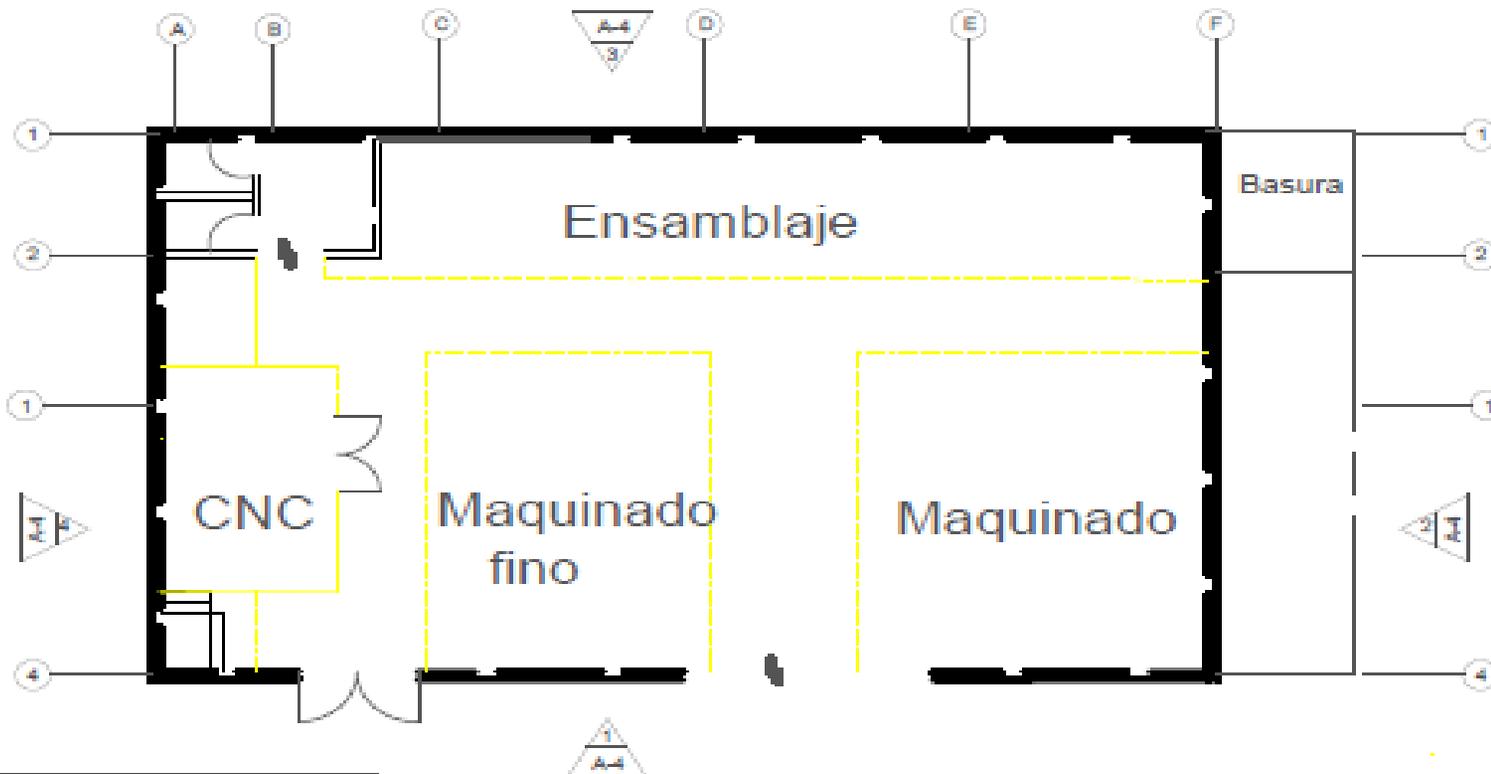
Tabla 23 Coeficiente de utilización.

Tipo de Industria	Coeficiente de ocupación (K)
Gran Industria, manufacturera con puente de grúa.	0.05 a 0.15
Trabajo en cadena, Transportador mecánicos	0.10 a 0.25
Industrial Textil	0.05 a 0.25
Industria Cerámica	0.05 a 0.25
Industria textil tejido	0.5 a 1
Industria Muebles	0.5 a 1
Industria Juguetes	0.5 a 1
Industria electrónicas	0.75 a 1
Industria de componente mecánicos	1.5 a 3

Fuente: Manual de Distribución de planta del Centro de innovación valenciana

ANEXO N° 9. Propuesta de Distribución de planta No 1.

Espacio de la área para la propuesta No 1



Área de trabajo	x	y
Maquinado	6	8.4
Maquinado Fino	4.85	8.4
Cuarto de CNC	5	4.5
Área de ensamble	14.1	2.81

150		Distribucion de maquinaria
Elaborado por	Maykoll perez-Josue Vega	10-09-2013
Revisión General	Ing. David Cardenas	11-09-2013
Revisión Técnica	Asistencia Técnica JAGWOOD	13-09-2013

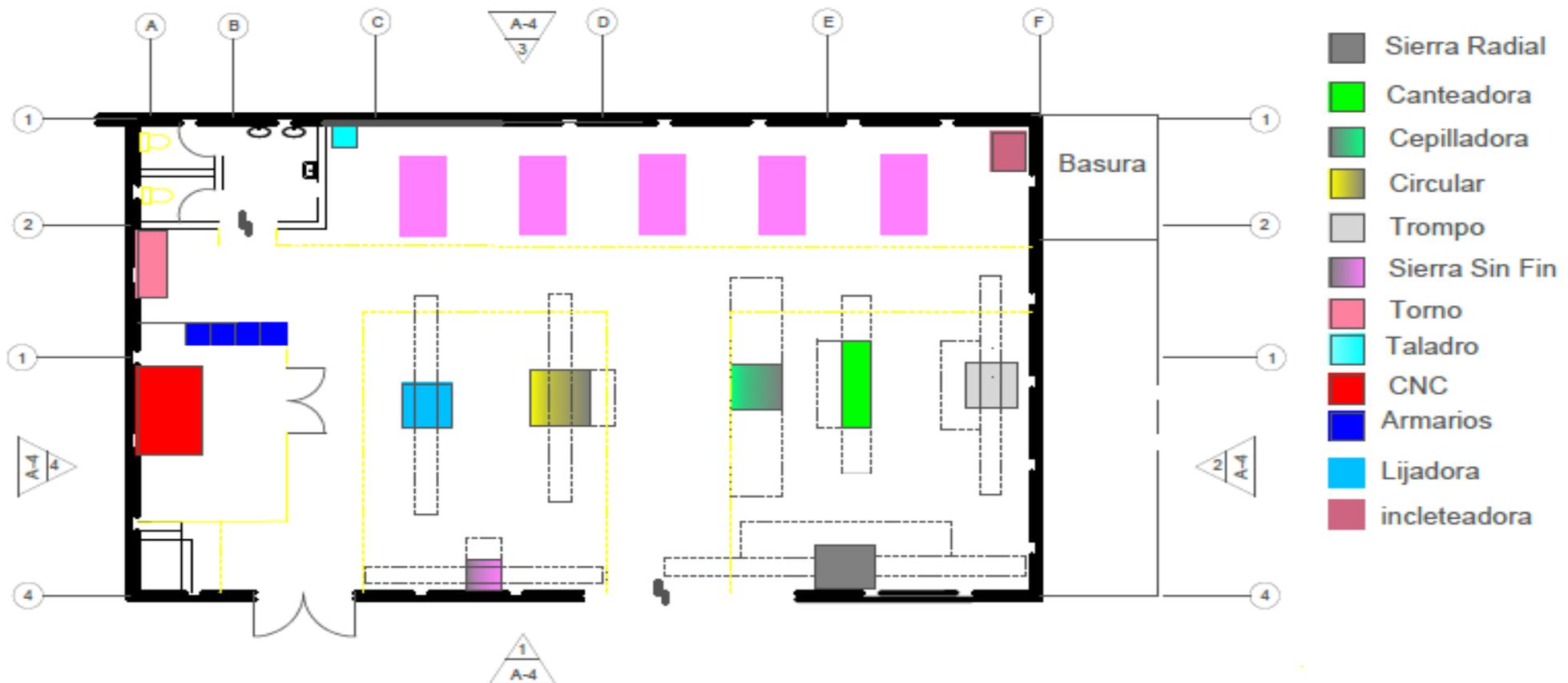


Acotaciones de la máquina de la propuesta NO 1



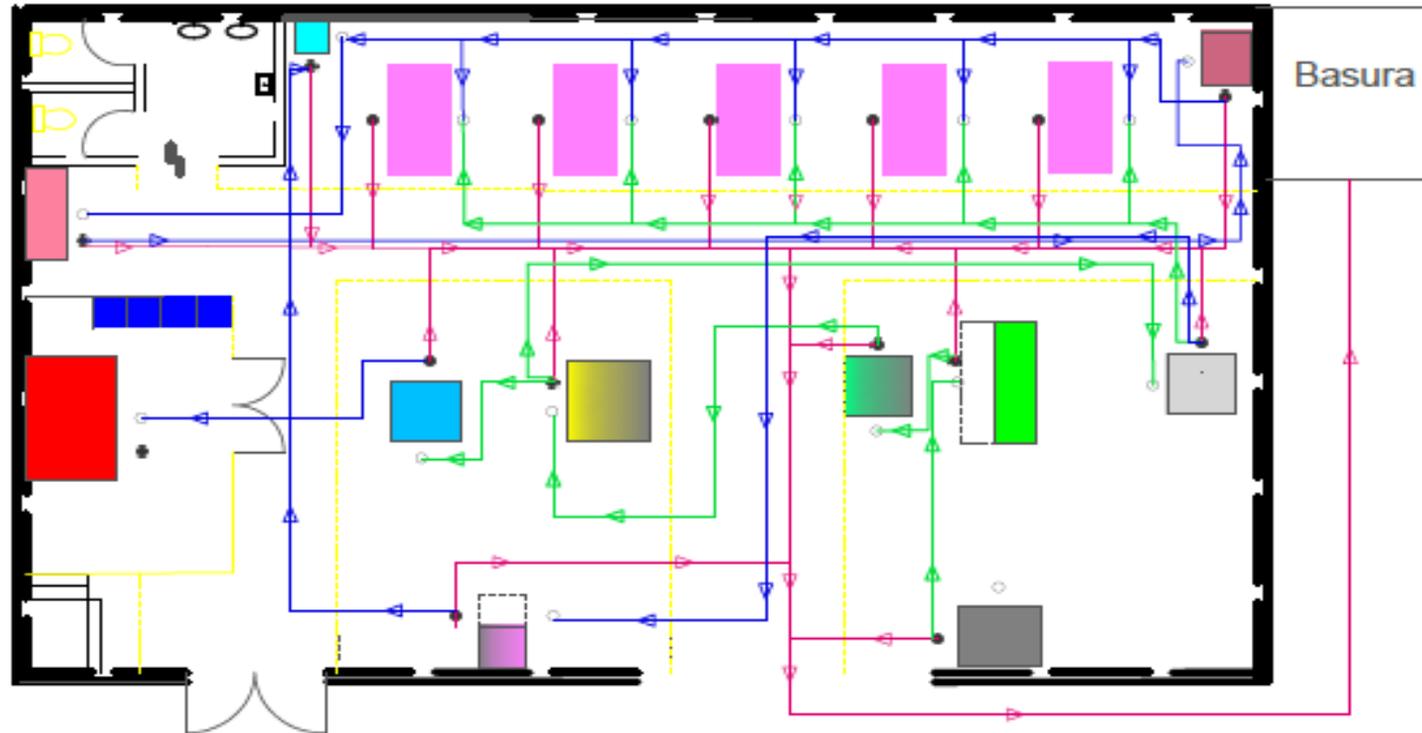
1:50		Distribucion de maquinaria	
Elaborado por	Maykoll perez-Josue Vega	10-09-2013	
Revisión General	Ing. David Cardenas	11-09-2013	
Revisión Técnica	Asistencia Técnica JAGWOOD	12-09-2013	

Área de trabajo de la propuesta No 1



1:50		Distribucion de maquinaria	
Elaborado por	Maykoll perez-Josue Vega	10-09-2013	
Revisión General	Ing. David Cardenas	11-09-2013	
Revisión Técnica	Asistencia Técnica JAGWOOD	12-09-2013	

Diagrama de Hilo Para el Proceso en General



Simbología	
Proceso General	
Proceso Auxiliar	
Recorrido Basura	
Inicio del Recorrido	
Fin del Recorrido	

Sierra Radial

Circular

Tomo

Armarios

Canteadora

Trompo

Taladro

Lijadora

Cepilladora

Sierra Sin Fin

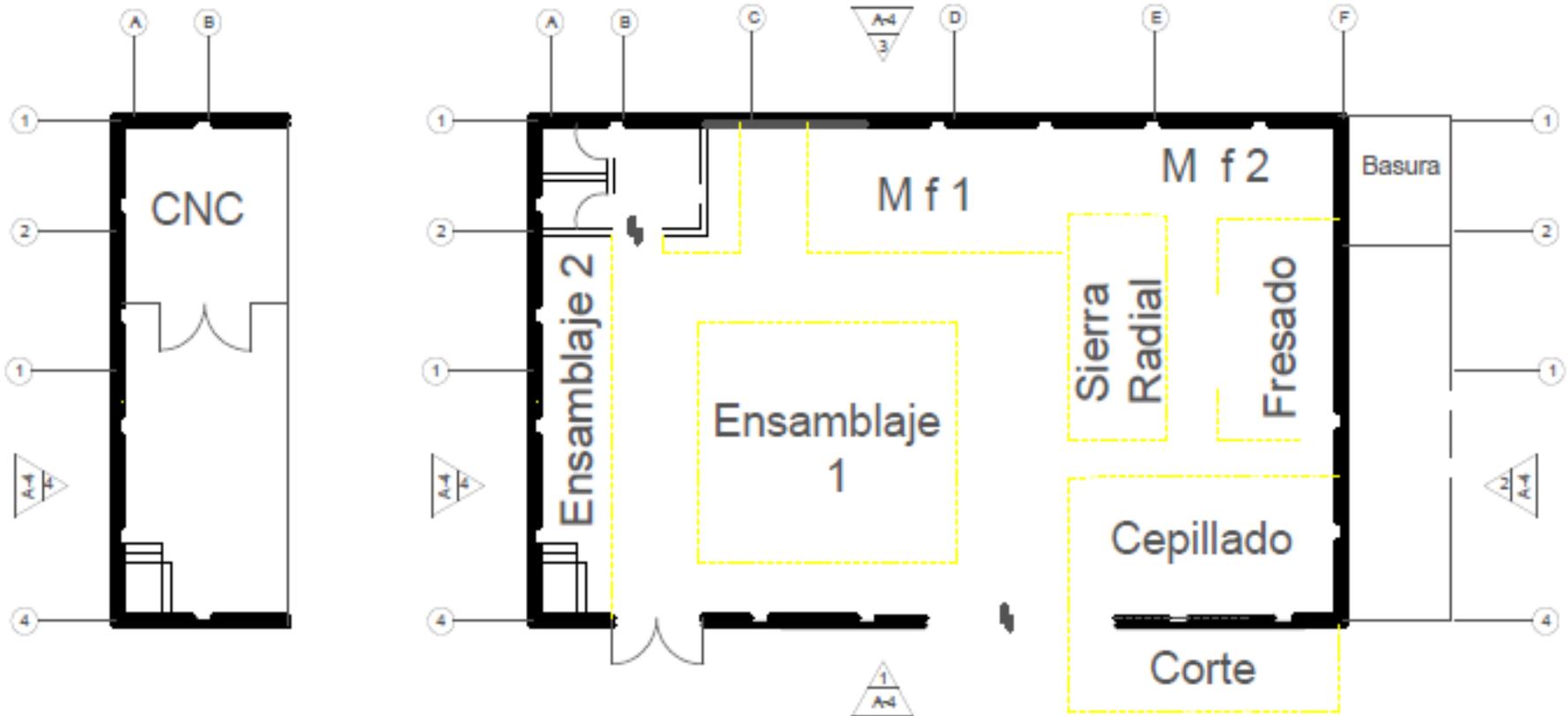
CNC

incleadora

ANEXO N° 10. Propuesta de Distribución de planta No 2.

Espacio del área de la propuesta No 2

Segunda planta del Taller



Área de trabajo	x	y	Área de trabajo	x	y
Área de Corte	6	1.85	Ensamblaje 2	1.63	6.4
Área de Cepillado	6	3.1	Cuarto CNC	3.7	3.9
Fresado	2.7	4.8	Sierra Radial	2.0	1.85
Ensamblaje 1	5.8	5.2	Maquinado Fino 1 y 2	(5.7;6.15)	(2.8;2)

150		Distribucion de maquinaria	
Elaborado por	Maykoll perez-Josue Vega	10-09-2013	
Revisión General	Ing. David Cardenas	11-09-2013	
Revisión Técnica	Asistencia Técnica JAGWOOD	12-09-2013	

Acotaciones de la Propuesta No 2

Segunda planta del Taller



1:50		Distribución de maquinaria	
Elaborado por	Maykoli perez-Josue Vega	10-09-2013	
Revisión General	Ing. David Cardenas	11-09-2013	
Revisión Técnica	Asistencia Técnica JAGWOOD	12-09-2013	

Acotaciones de la Propuesta No 2

Segunda planta del Taller



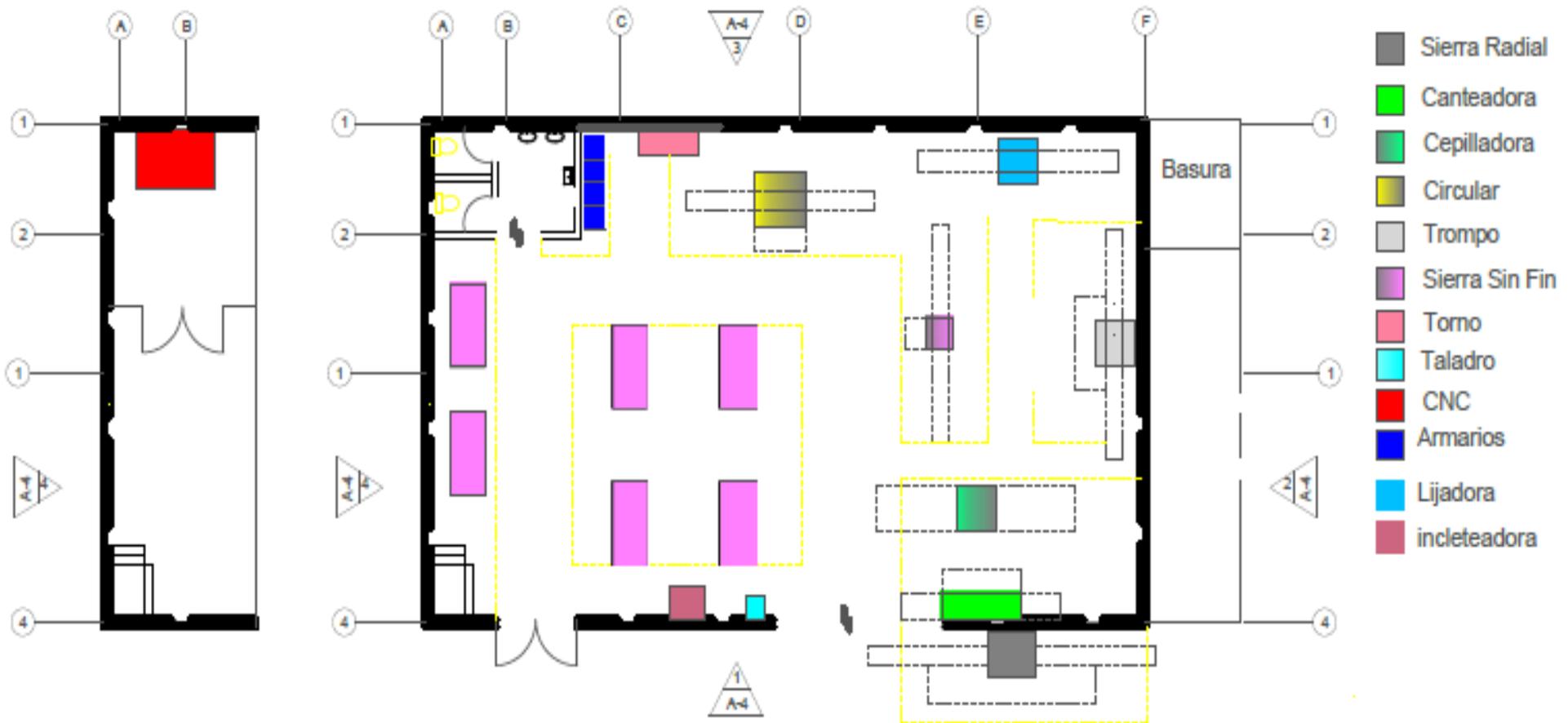
- Sierra Radial
- Canteadora
- Cepilladora
- Circular
- Trompo
- Sierra Sin Fin
- Tomo
- Taladro
- CNC
- Armarios
- Lijadora
- incleteadora

1:50		Distribucion de maquinaria
Elaborado por	Maykoll perez-Josue Vega	10-09-2013
Revisión General	Ing. David Cardenas	11-09-2013
Revisión Técnica	Asistencia Técnica JAGWOOD	12-09-2013



Distribución de Maquinaria Propuesta No 2

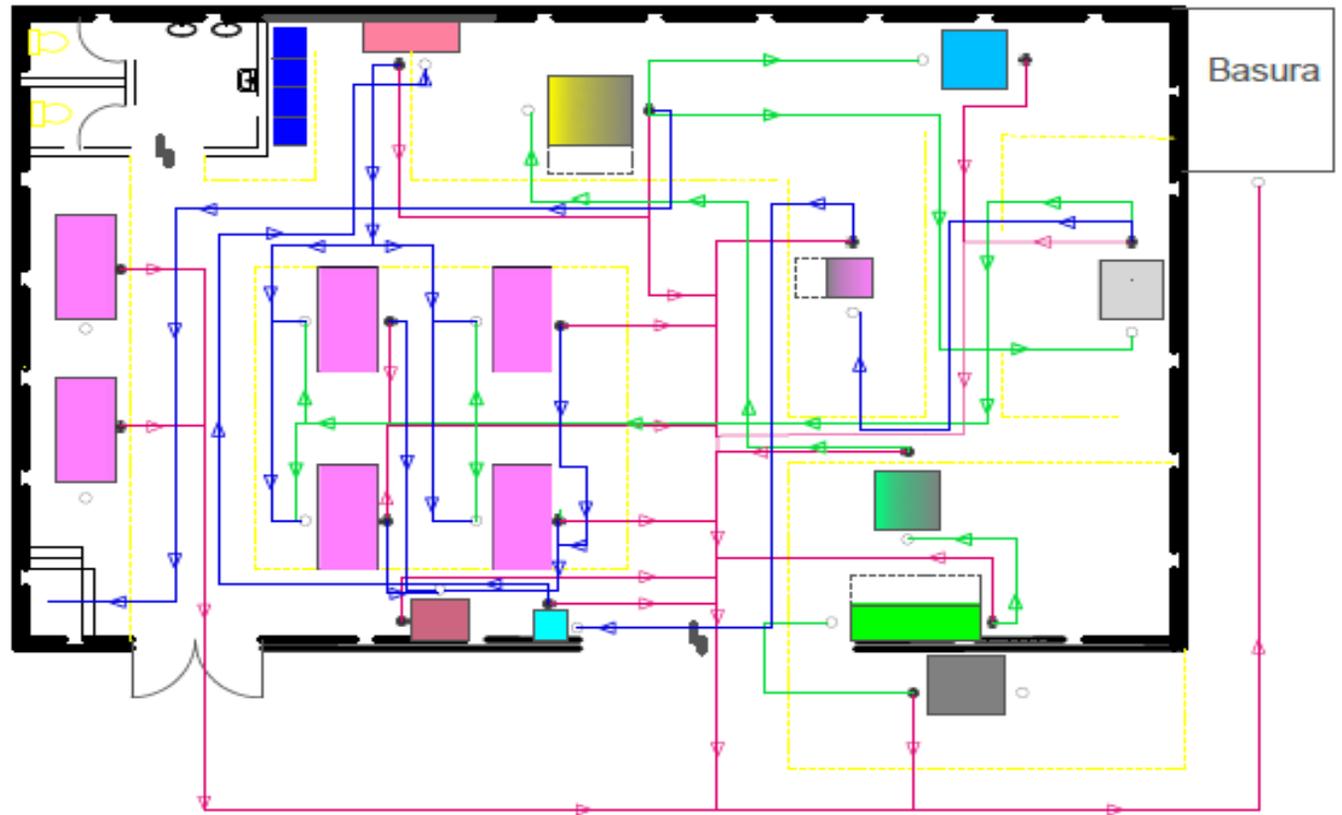
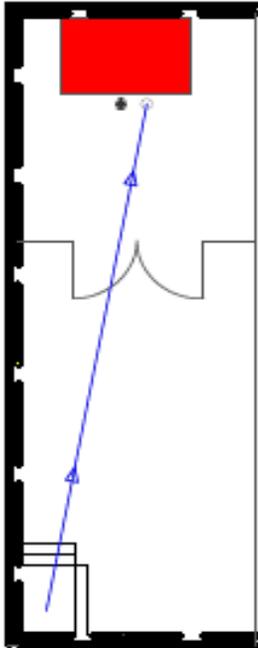
Segunda planta del Taller



1:50		Distribucion de maquinaria
Elaborado por	Maykol Perez-Josue Vega	10-09-2013
Revisión General	Ing. David Cardenas	11-09-2013
Revisión Técnica	Asistencia Técnica JAGWOOD	12-09-2013

Diagrama de Hilo Para la propuesta No 2

gunda planta del Taller

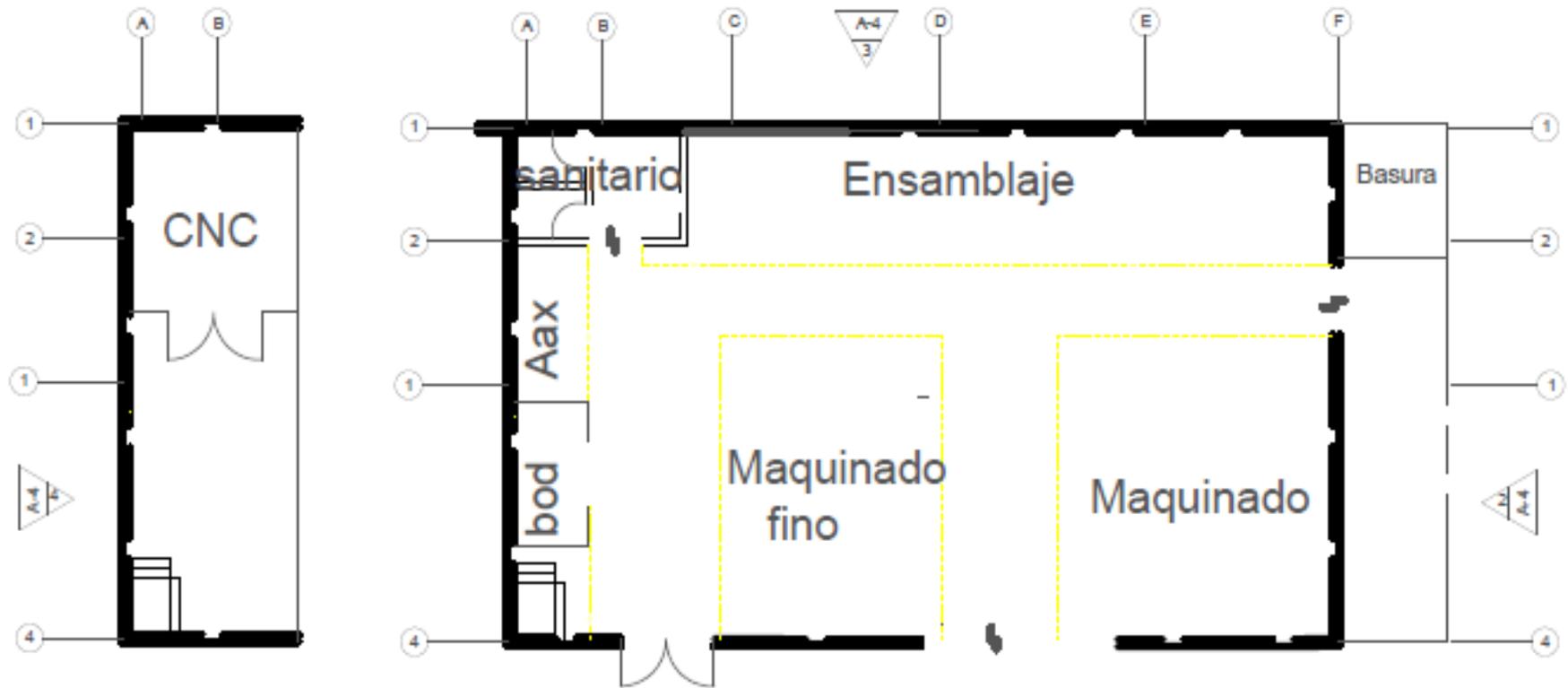


Simbología	
Proceso General	— (green line)
Proceso Auxiliar	— (blue line)
Recorrido Basura	— (pink line)
Inicio del Recorrido	● (black dot)
Fin del Recorrido	○ (white circle)

- | | | | |
|---------------|----------------|---------|------------|
| Sierra Radial | Circular | Torno | Armarios |
| Canteadora | Trompo | Taladro | Lijadora |
| Cepilladora | Sierra Sin Fin | CNC | Incleadora |

ANEXO N° 11. Propuesta de Distribución de planta No 3.

Espacio del área de la propuesta No 3

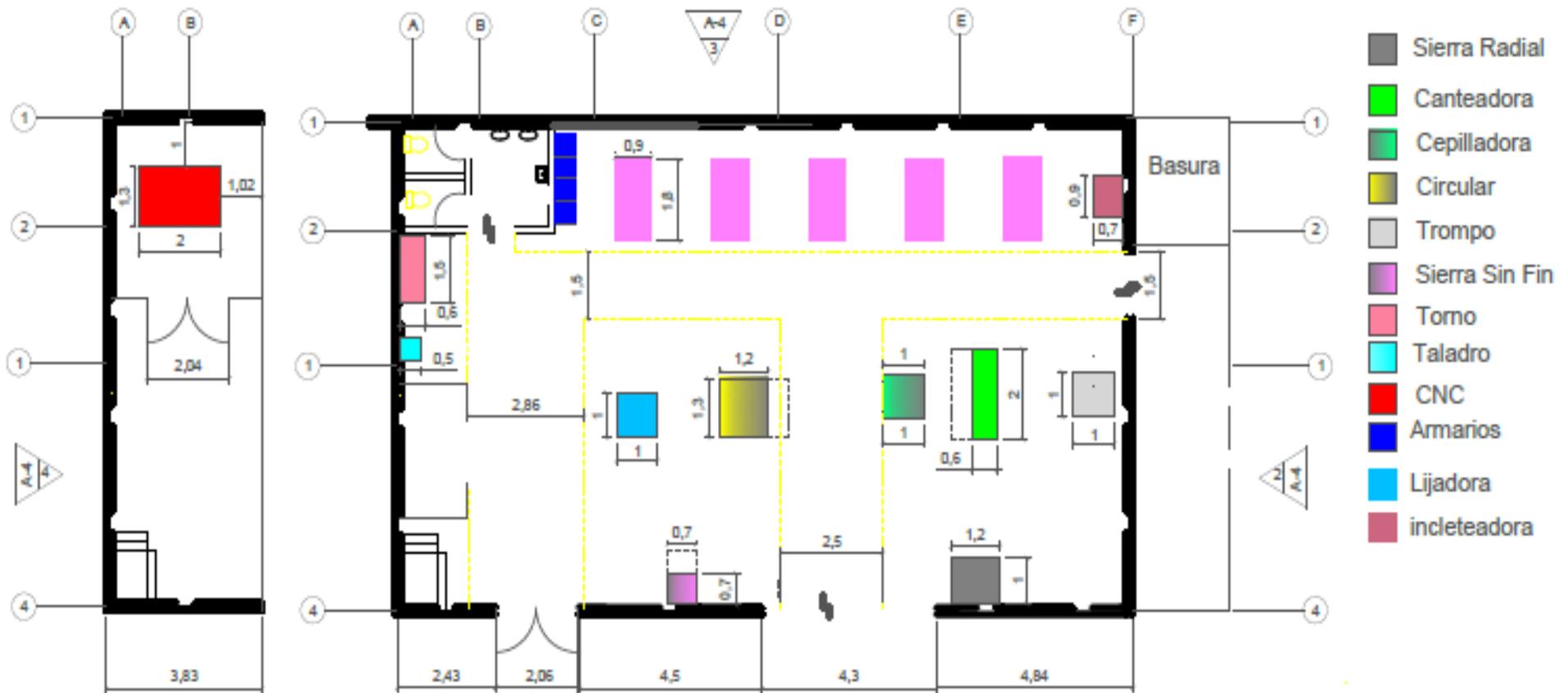


Área de trabajo	x	y	Área de trabajo	x	y
Maquinado	6	6.4	Ensamblaje	14.1	2.81
Maquinado Fino	4.85	6.4	Cuarto CNC	3.70	3.90
bodega(bod)	1.65	3.0	Sanitarios	3.60	2.30
Máquina Auxiliar(Aux)	1.65	3.15	Basura	2.3	2.75

1:50		Área para la Distribución en el CTEM	
Elaborado por	Maykol perez-Josue Vega	19-10-2013	
Revisión General	Ing. David Cardenas	21-10-2013	
Revisión Técnica	Asistencia Técnica JAGWOOD	22-10-2013	

Acotaciones de la Propuesta No 3

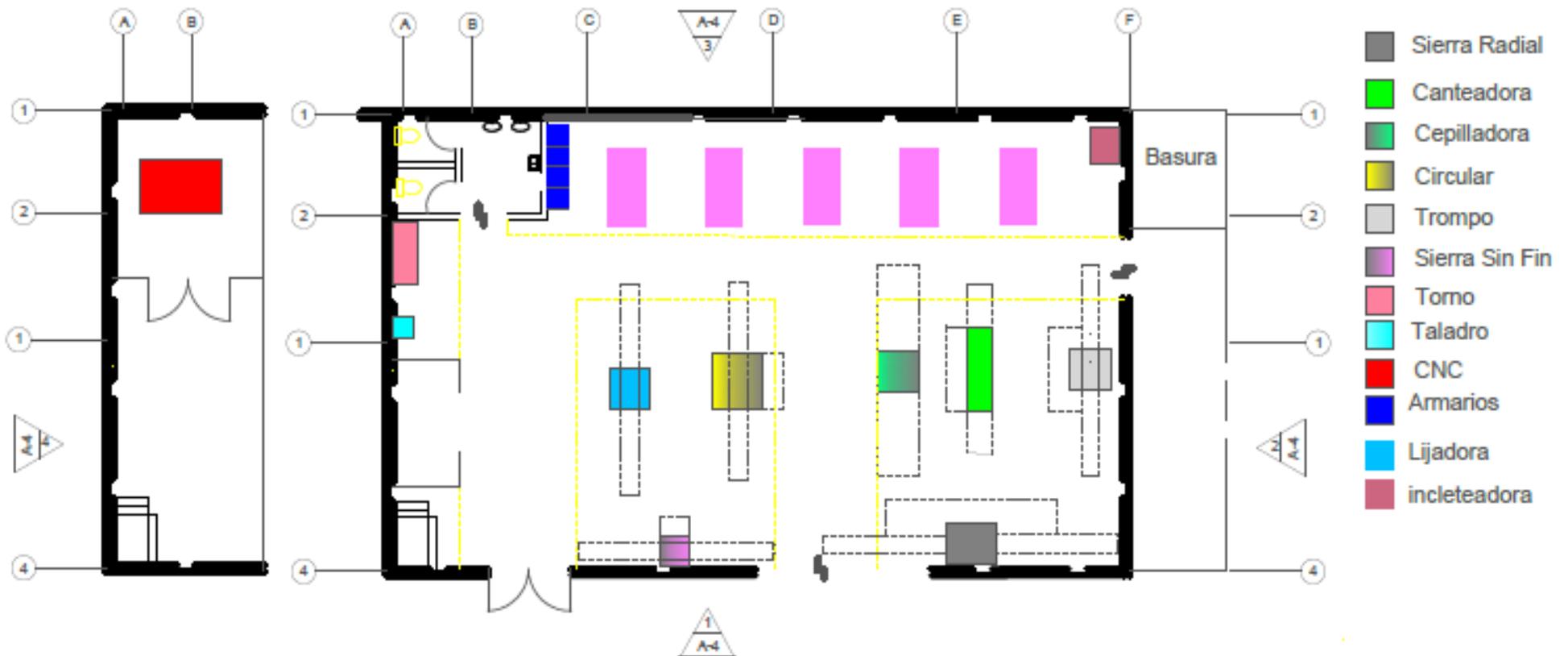
Segunda planta del Taller



1:50		Distribucion de maquinaria	
Elaborado por	Maykoll perez-Josue Vega	10-09-2013	
Revisión General	Ing. David Cardenas	11-09-2013	
Revisión Técnica	Asistencia Técnica JAGWOOD	12-09-2013	

Área de trabajo Propuesta No 3

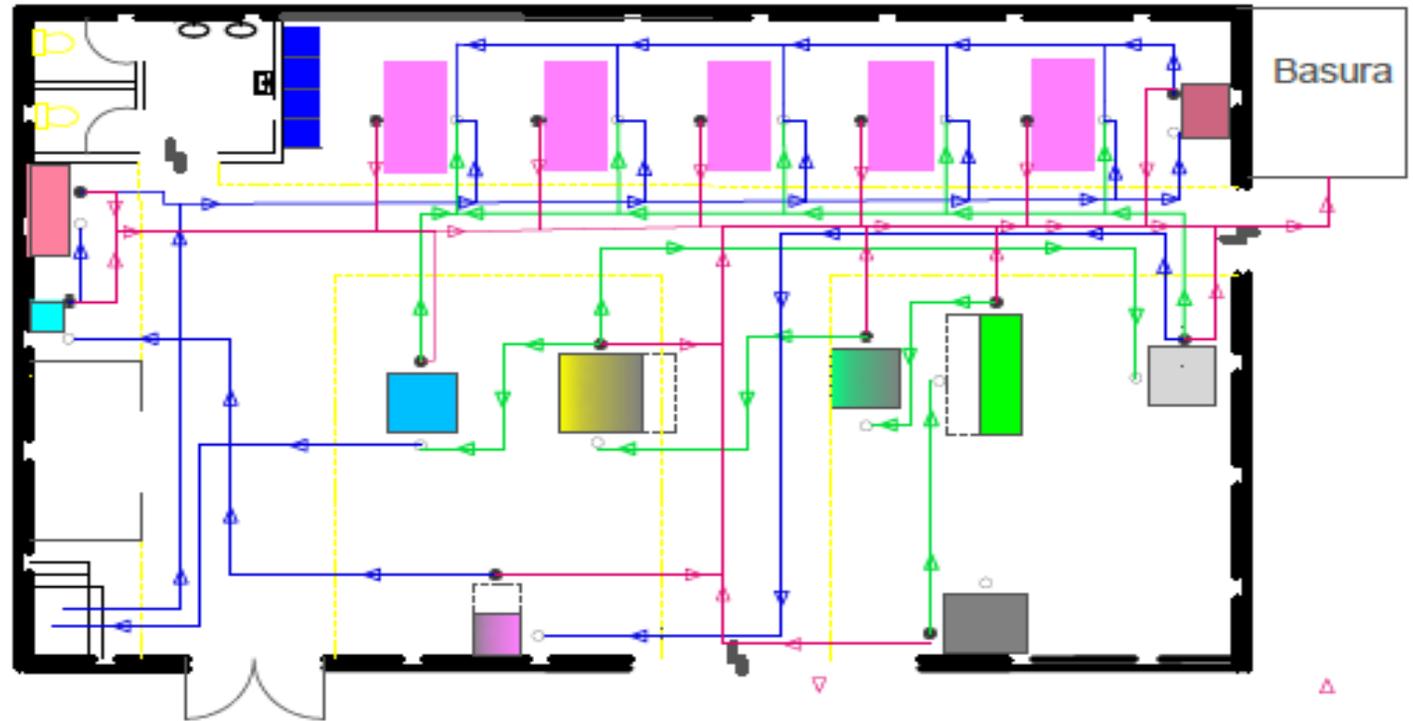
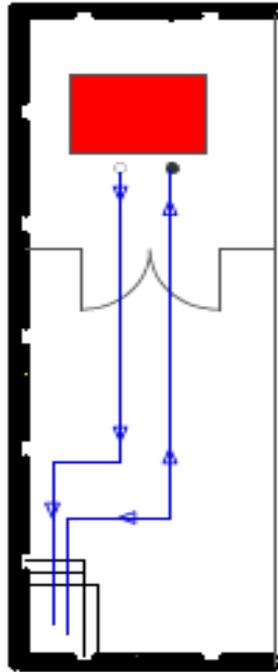
Segunda planta del Taller



1:50		Distribucion de maquinaria
Elaborado por	Maykoll perez-Josue Vega	19-10-2013
Revisión General	Ing. David Cardenas	21-10-2013
Revisión Técnica	Asistencia Técnica JAGWOOD	22-10-2013

junda planta del Taller

DIAGRAMA DE HILO DE LA PROPUESTA NO 3



Simbología	
Proceso General	
Proceso Auxiliar	
Recorrido Basura	
Inicio del Recorrido	
Fin del Recorrido	

- | | | | |
|---------------|----------------|---------|--------------|
| Sierra Radial | Circular | Torno | Amarios |
| Canteadora | Trompo | Taladro | Lijadora |
| Cepilladora | Sierra Sin Fin | CNC | incleteadora |

ANEXO N° 12. Resultado de la encuesta en cada puesto de trabajo.

ENCUESTA.

Objetivo: Conocer los diferentes tipos de riesgo laborales en el área de trabajo para carpintería.

1. **¿Ha sufrido usted de algún accidente en su puesto de trabajo?** Marque con una "x".

Sí _____ No _____

• **¿si su respuesta fue sí en que área o máquina sufrió el accidente?** Marque con una "x".

Sierra Radial____ Cantadora__ Cepilladora__ Ensamble__ Torno __ Trompo__

Pintura__

Otra Área_____

• **¿Qué tipo de accidente sufrió?**

• **¿Cómo considera usted las consecuencias de sus accidentes?**

Catastrófico__ Muy Serio__ Importante__

• **¿De acuerdo a su conocimiento con que frecuencia ocurre el accidente sufrido?**

Ocurre Siempre__ Regularmente__ Improbable que ocurra__

2. **¿De acuerdo a sus conocimientos mencione los tipos de accidentes que pueden ocurrir en las siguientes áreas?**

Área	Tipo de Accidente	Frecuencia	Probabilidad
Sierra Radial			
Bancos de Trabajo			
Cantadora .cepilladura			
Ensamblaje			
Torno			
Sierra Radial			
Fresadora			
Pintura			

3. **¿De acuerdo a su conocimiento mencione los agentes de accidentes más comunes en los siguientes puestos de trabajo?**

puesto	Tipo de Accidente	Frecuencia	Probabilidad
Sierra Radial			
Bancos de Trabajo			
Cantadora .cepilladura			
Ensamblaje			
Torno			
Sierra Radial			
Fresadora			
Pintura			

Muchas Gracias por su atención

Fuente: propia

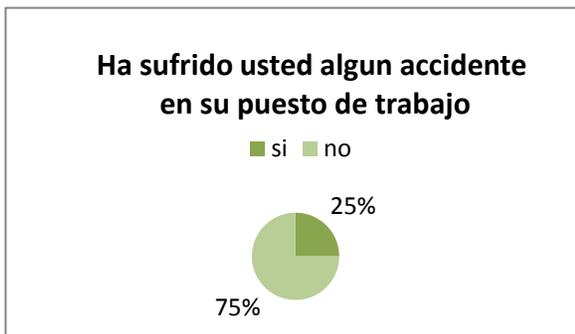
Análisis de los resultados de la encuesta.

Para el levantamiento de datos se realizó aproximadamente 4 encuestas por empresa para una muestra de 12 aunque la muestra tomada es demasiada pequeña consideramos que es acertada ya que el proceso de carpintería es un proceso sencillo y por lo general tiene la tendencia a tener similares riesgos.

Tabla 24 Resultado de la encuesta a las PYMES.

Catastrófico= C	Muy Serio= MS	Importante=I			
Ocurre Siempre=OS	Regularmente=R	Improbable que ocurra=Io			
¿Ha sufrido usted algún accidente en su puesto de trabajo?	En qué área de trabajo	¿Qué tipo de accidente sufrió?	Consecuencia del accidente	Probabilidad de que ocurra el accidente	
1	no				
2	no				
3	no				
4	no				
5	no				
6	si	Torno	Chimaduras	MS	Io
7	no				
8	si	Cepilladora	Golpe de Madera	I	R
9	no				
10	si	Sierra Sin fin	Cortes de dedos	C	Io
11	no				
12	no				

De acuerdo al resultado de la encuesta obtuvimos que el 25% de los encuestado han sufrido por lo menos un accidente siendo los principales cortaduras, teniendo consecuencias catastróficos que en este caso fue la pérdida de un dedo, el cual fue en la sierra sin fin, otro resultado importante que se pudo constatar fue



el golpe de madera lo cual se considera importante teniendo probabilidad de que ocurra regularmente que normalmente se debe a la mala ubicación de las máquinas en las pymes consultadas. Para la distribución de planta se debe de hacer hincapié a este resultado.

Para identificar los riesgos se procedió a preguntar a los trabajadores que tipo de accidentes ocurren en los puestos de trabajos, entre los riesgos físicos más comunes fueron: corte, golpe por desprendimiento de partículas de madera, desgarré en los dedos, sobreesfuerzos por mover distintos muebles, entre otros.

Como se puede analizar, los riesgos son similares en cada puesto de trabajo, es decir un corte puede ocurrir en una sierra radial, sierra circular y torno debido a esto analizaremos estos resultados de forma general.

Tabla 25 Tipos de Riesgos o accidentes.

Catastrófico= C		Muy Serio= MS	Importante=I	
Ocurre Siempre=OS		Regularmente=R	Improbable que ocurra=Io	
No	Tipo de Riesgo o accidente	Consecuencia		Probabilidad de accidentes
1	Apuntaciones, inhalación de polvo y golpe	C	R	
2	Golpe, Cortes de los dedos y inhalación de polvo	C	Io	
3	Cortes, inhalación de polvo, Golpe con martillo	C	R	
4	Chimaduras, Golpes, prensón	C	R	

5	Golpe con Cincel y Golpe con Maso	C	R
6	Inhalación de polvo; Golpe con martillo	C	OS
7	Desgarre en los dedos; Desprendimiento de los dedos, inhalación de polvo	C	Io
8	Martillazo, inhalación de polvo, Daño en la piel, Golpe con tablonés	I	R
9	Golpe con madera, Martillazos, inhalación de polvo	I	OS
10	Afectación en los ojos por virutas, inhalación de polvo, Martillazo	I	OS
11	Inhalación de polvos, Prensiones, golpe con maderas, Cortes en los dedos	C	OS, Io
12	Cortes en los dedos, inhalación de polvo, prensiones Golpe con madera	MS	Io

Fuente: Propia.

De las 12 encuestas se observa que la inhalación de polvo está muy presente entre los riesgos que se pueden presentar en un taller de carpintería, lo que podría originar un efecto en el organismo principalmente Neumoconioticos, que es una alteración pulmonar por lo que es necesarios que la máquina que origina una mayor cantidad de virutas de madera estén donde no haya una mayor concentración de personas, ésta será evaluada en cada una de las alternativas.

ANEXO N° 13. Matriz de identificación de riesgo.

Tabla 26 Probabilidad de Ocurrencia.

CONSECUENCIA	C	FRECUENCIA		PROBABILIDAD	
		F		P	
Catastrófico	10	Continuo	10	Ocurre siempre	10
Muy serio	5	Rara vez	5	Regularmente	5
Importante	1	Sin exposición	1	Improbable que ocurra	1

Fuente: ABB (identificación de peligro y valoración de riesgos)

Ecuación 6 Clasificación del Riesgo

$$T = C * F * P$$

Fuente: ABB (identificación de peligro y valoración de riesgos)

Tabla 27 Clasificación de Riesgo.

Clasificación de los riesgos		Recomendaciones
Grave	sobre 200	Corrección inmediata
Serio	entre 30-200	Necesita corrección
Leve	bajo 30	Atención

Fuente: ABB (identificación de peligro y valoración de riesgos)

:

Tabla 28 Estrategia a Implementar.

ESTRATEGIA	ELIMINAR (E)
	AISLAR (A)
	MINIMIZAR (M)

Fuente: ABB (identificación de peligro y valoración de riesgos)

IDENTIFICACIÓN Y ANALISIS DE RIESGO										Evaluación en la propuesta (1-10)		
Nº	SECCION	TIPO DE ACCIDENTE O RIESGO	POSIBLE PARTE DEL CUERPO LESIONADA	PERSONAS EN CONTACTO CON EL PELIGRO	C x F x P Análisis de riesgo				EST (E) (A) (M) ()	Propuesta No 1	Propuesta No 2	Propuesta No 3
					C	F	P	T				
1	Maquinado	Cortes	Perdida de dedos	Estudiantes del CTEM	10	5	1	50	A			
		Apuntaciones	Pedida de dedos		10	5	1	50	A			
		Golpes por Materiales	Moretones		1	5	5	25	M	3	1	2
		Golpes Por Herramientas	Moretones		1	5	5	25	M			
		Proyección De Virutas	ojos lesionados		5	5	1	25	M	3	1	2
		Inhalación de polvo	enfermedades pulmonar		10	10	1	100	A	3	2	3
		Presencia de Ruido	Oído		10	10	10	1000	E	6	5	6
		Golpes Por Madera	Moretones		1	5	5	25	M	2	3	2
		Cortadura Por Cuchillo	Corte en brazos		5	5	1	25	M			
			Contacto accidental con el dentado de la cinta en movimiento		Corte en la Mano	Estudiantes del CTEM	10	5	1	50	A	
Sierra Sin Fin	Retroceso de la proyección de pieza de madera	golpe en los Brazos	10	5	1		50	A				
2		Rotura de la cinta	golpe en los Brazos		5	5	1	25	M			
		Contacto accidenta con el disco	Corte en la Mano		10	5	1	50	A			
3	Sierra Circular	Rebote de la pieza de la madera	Golpe en el ojo	Estudiantes del CTEM	10	1	1	10	A			
		Proyección del Disco de la Sierra	Golpe en el cuerpo		10	5	1	50	A			
		Contacto con la correas de transmisión	Atoramiento en la correas		10	1	1	10	M			
		Contacto con la herramienta de corte	Mano		10	1	1	10	M			
	Cepilladura	Retroceso imprevisto o violento de la pieza	Golpe en el rostro	Estudiantes del CTEM	10	1	1	10	A			
4		Proyección de los elementos de cortes y accesorios	Mano	Estudiantes del CTEM				0				

ANEXO N° 14. Diagrama De Red Para La Propuesta No 1.

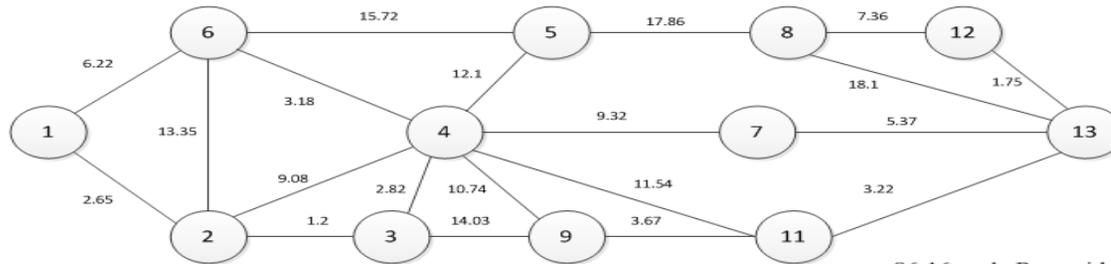
Ilustración 28 Diagrama de Red (distancia) Propuesta No 1 de la silla estilo Kennedy.

Fabrica:	CTEM	Propuesta: No 1	
Edificio:	Nave Industrial del CTEM	Distancia: Metros	
Diagrama de Red:	Propuesta de Recorrido	Revisado por: Ing. Marvin Millon	
Elaborado Por:	Maykoll Perez-Josue Vega		
Revisión General:	Ing. David Cárdena-		Red Mesoamérica y del Caribe de Comercio Forestal

Diagrama de Red Para la determinación del Recorrido.

→ Ruta Dirigido

Modelo de Red de la propuesta No 1



86.16 m de Recorrido en un proceso General de una pieza

1 → 2 → 3 → 4 → 5 → 6 → 5 → 8 → 13

Simbología del modelo de Red

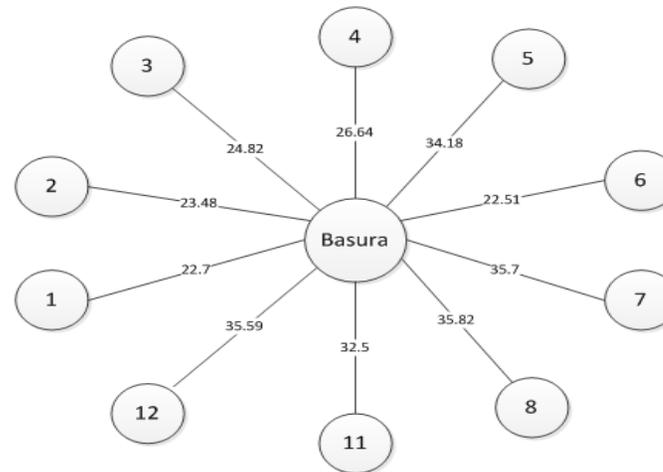
1- Sierra Radial	3- Cepilladora	5-Trompo	7- Torno	9- CNC	11-Lijadora	13- Mesa de Trabajo
2- Canteadora	4- Circular	6- Sierra Sin Fin	8- Taladro	10-Armarios	12-Incleteadora	

Fuente: Propia.

Ilustración 29 Diagrama de Red de puestos de trabajo al depósito de aserrín (Distancia) de la segunda propuesta.

Fabrica:	CTEM	Propuesta: No 1	
Edificio:	Nave Industrial Del CTEM	Distancia: Metros	
Diagrama de Red:	Propuesta	Revisado por: Ing. Marvin Millon	
Elaborado Por:	Maykoll Perez-Josue Vega	Red Mesoamérica y del Caribe de Comercio Forestal	
Revisión General:	Ing. David Cárdena-		

Distancia de puesto de trabajo a basura



No de masa	Distancia a basura
Mesa 1	31.93 m
Mesa 2	29.66 m
Mesa 3	27.47 m
Mesa 4	29.72 m
Mesa 5	32.27 m
Total de Recorrido:	151.05 m

Total de Recorrido de la áreas de trabajo al depósito de partículas de madera : 293.94 m

Simbología del modelo de Red						
1- Sierra Radial	3- Cepilladora	5-Trompo	7- Torno	9- CNC	11-Lijadora	13- Mesa de Trabajo
2- Canteadora	4- Circular	6- Sierra Sin Fin	8- Taladro	10-Armarios	12-Incleteadora	

Fuente: Propia

Cálculo del algoritmo de Dijkstra para la Propuesta No 1.

Interacción 0. Asignaremos al nodo No 1 la etiqueta de 0 Dado que ahí inicia el proceso de muebles para la educación de los estudiantes y se le etiquetara como permanente.

Interacción 1. Del nodo 1 se puede ir a los nodos 2 y 6 de acuerdo con el proceso.

Nodo	Etiqueta	Estado
1	(0, -)	Permanente
2	(0+2.65,1)	Temporal
6	(0+6.25,1)	Temporal

Para las dos etiquetas temporales en la red de la propuesta No 1, se observa que el nodo 2 es la que tiene actualmente menor distancia, por lo que se procederá a etiquetar como permanente.

Interacción 2. Del nodo 2 se puede ir al nodo 3 y 4 por lo tanto la siguiente etiqueta sería la que se muestra a continuación:

Nodo	Etiqueta	Estado	
1	(0,-)	Permanente	
2	(2.65,1)	Permanente	
6	(6.25,1)	Temporal	
2	3	(2.65+1.2,2)	Temporal
	4	(2.65+9.08,2)	Temporal
	6	(2.65+13.35,2)	Temporal

La etiqueta del nodo 6, viniendo del nodo 1 se cambia a permanente, dado que es la que presenta menor distancia.

Interacción 3. Dado lo anterior los nodos que quedarán como permanentes son: el nodo 3 y nodo 6 en este caso (u_6 y u_3).

	Nodo	Etiqueta	Estado
	1	(0,-)	Permanente
	2	(2.65,1)	Permanente
	3	(3.85,2)	Permanente
	6	(6.25,1)	Permanente
2	4	(11.73,2)	Temporal
	6	(16,2)	Temporal
3	4	(3.85+2.82,3)	Temporal
	9	(3.85+14.03)	Temporal
6	4	(6.25+3.18,6)	Temporal
	5	(6.25+15.75,6)	Temporal

De lo antepuesto el único nodo que se podría dejar como permanente es el nodo 4 viniendo del nodo 3.

Interacción 4 Del nodo 4 se puede ir a los nodos 5, 6, 7,9 y 11 por lo tanto las nuevas etiquetas serían las siguientes:

	Nodo	Etiqueta	Estado
	1	(0,-)	Permanente
	2	(2.65,1)	Permanente
	3	(3.85,2)	Permanente
	4	(6.67,3)	Permanente
	6	(6.25,1)	Permanente
3	9	(3.85+14.03)	Temporal
4	5	(6.67+12.1,4)	Temporal
	6	(6.67+3.18,4)	Temporal
	7	(6.67+9.32,4)	Temporal

	9	(10.74+6.67,4)	Temporal
	11	(6.67+11.54,4)	Temporal
6	5	(6.25+15.75,6)	Temporal

Por consiguiente se puede etiquetar el 9 proveniente del nodo 3 y el nodo 5 proveniente del nodo 4 como permanente lo cual sería u_3 y u_5 .

Interacción No 5. Del nodo 5 únicamente se puede ir al nodo 8, aunque se puede ir al nodo 6, como ya se etiqueto como permanente ya no se puede regresar y del nodo 9 únicamente se puede ir al nodo 11 por lo tanto la nueva etiqueta seria la siguiente:

	Nodo	Etiqueta	Estado
	1	(0,-)	Permanente
	2	(2.65,1)	Permanente
	3	(3.85,2)	Permanente
	4	(6.67,3)	Permanente
	5	(18.77,4)	Permanente
	6	(6.25,1)	Permanente
	9	(17.88,3)	Permanente
4	7	(6.67+9.32,4)	Temporal
	11	(6.67+11.54,4)	Temporal
5	8	(18.77+17.86,5)	Temporal
9	11	(17.88+3.67,9)	Temporal

Dado lo anterior los nodos (u_7 , u_8 , u_{11}) se pueden etiquetar como permanentes. El 7 y el 8 se etiquetan como permanente debido a que solo existen esos dos tipos de accesos y el nodo 11 se etiquetara como permanente previniendo del nodo 4 ya que estos son los que tienen menos distancia.

Interacción No 6. Del nodo 7 y 11 se puede ir al nodo 13 y del nodo 8 se puede ir al nodo 12 y 13.

	Nodo	Etiqueta	Estado
	1	(0,-)	Permanente
	2	(2.65,1)	Permanente
	3	(3.85,2)	Permanente
	4	(6.67,3)	Permanente
	5	(18.77,4)	Permanente
	6	(6.25,1)	Permanente
	7	(15.9,4)	Permanente
	8	(36.63,5)	Permanente
	9	(17.88,3)	Permanente
	11	(18.21,4)	Permanente
7	13	(15.9+5.37,7)	Temporal
8	12	(36.63+7.36,8)	Temporal
	13	(36.63+18.1,8)	Temporal
11	13	(18.21+3.22,11)	Temporal

Interacción No 7

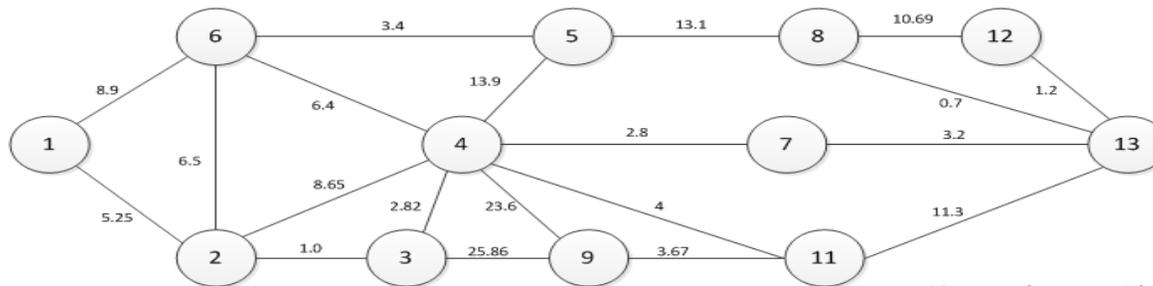
Del nodo 8 solo se puede ir al nodo 12, por lo cual quedaría permanente y el que presenta la menor distancia para ir al nodo 13, es el nodo 7 por lo cual se le asignaría como permanente.

ANEXO N° 15. Diagrama De Red Para La Propuesta No 2.

Ilustración 30 Diagrama de Red (Distancia) de la segunda propuesta para el proceso de silla estilo Kennedy.

Fabrica:	CTEM	Propuesta:	No 2
Edificio:	Nave Industrial Del CTEM	Distancia:	Metros
Diagrama de Red:	Propuesta de Recorrido	Revisado por:	Ing. Marvin Millon
Elaborado Por:	Maykoll Perez-Josue Vega	Red Mesoamérica y del Caribe de Comercio Forestal	
Revisión General:	Ing. David Cárdena-		
Diagrama de Red Para la determinación del Recorrido.			

Modelo de Red de la propuesta No 2



43.57 m de Recorrido en un proceso General de una pieza

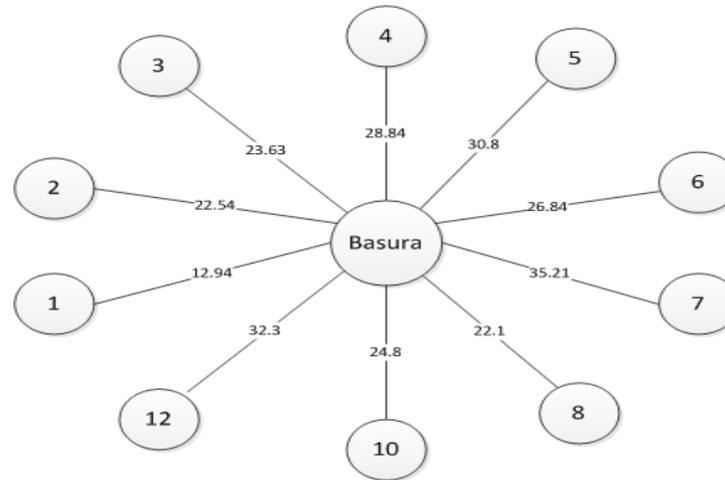
1 → 2 → 3 → 4 → 5 → 6 → 5 → 8 → 13

Simbología del modelo de Red

1- Sierra Radial	3- Cepilladora	5-Trompo	7- Torno	9- CNC	11-Lijadora	13- Mesa de Trabajo
2- Canteadora	4- Circular	6- Sierra Sin Fin	8- Taladro	10-Armarios	12-Incleteadora	

Ilustración 31 Diagrama de Red (Distancia) de la propuesta No 2 del puesto de trabajo al depósito de aserrín.

<p>Fabrica: CTEM Edificio: Nave Industrial Del CTEM Diagrama de Red: Propuesta Elaborado Por: Maykoll Perez-Josue Vega Revisión General: Ing. David Cárdena-</p>	<p>Propuesta: No 2 Distancia: Metros Revisado por: Ing. Marvin Millon</p>	<p>Centro Tecnológico del Mueble</p> <p>Red Mesoamérica y del Caribe de Comercio Forestal</p>
Distancia de puesto de trabajo a basura		



No de masa	Distancia a basura
Mesa 1	25.00 m
Mesa 2	27.90 m
Mesa 3	24.50 m
Mesa 4	27.25 m
Mesa 5	33.93 m
Mesa 6	35.80 m
Total	174.38 m

Total de Recorrido de la áreas de trabajo al deposito de particulas de madera : 261 m

Simbología del modelo de Red

1- Sierra Radial	3- Cepilladora	5-Trompo	7- Torno	9- CNC	11-Lijadora	13- Mesa de Trabajo
2- Canteadora	4- Circular	6- Sierra Sin Fin	8- Taladro	10-Armarios	12-Incleteadora	

Fuente: Propia.

Cálculo del algoritmo de Dijkstra para la Propuesta No 2.

Interacción 0: Asignar la etiqueta permanente (0,-) al nodo 1.

Interacción 1. Del nodo 1 se puede ir a los nodos 2 y 6 de acuerdo con el proceso.

Interacción 2. Del nodo 2 se puede ir a los nodos 3 y 4 por lo tanto la siguiente etiqueta sería la que se muestra a continuación:

	Nodo	Etiqueta	Estado
	1	(0,-)	Permanente
	2	(5.25,1)	Permanente
	6	(8.9,1)	Temporal
2	3	(5.25+1 ,2)	Temporal
	4	(5.25+8.65,2)	Temporal
	6	(5.25+6.5,2)	Temporal

Interacción 3. Dado lo anterior los nodos que quedarían como permanentes serían: el nodo 3 y nodo 6 en este caso (u_6 y u_3).

	Nodo	Etiqueta	Estado
	1	(0,-)	Permanente
	2	(5.25,1)	Permanente
	3	(6.25,1)	Permanente
	6	(8.9,1)	Permanente
2	4	(5.25+8.65,2)	Temporal
3	4	(6.25+2.82,3)	Temporal
	9	(6.25+25.36)	Temporal
6	4	(8.9+6.4,6)	Temporal
	5	(8.9+6.4,6)	Temporal

Interacción 4. Del nodo 4 se puede ir a los nodos 5, 6, 7,9 y 11 por lo tanto la nuevas etiquetas serían las siguientes:

	Nodo	Etiqueta	Estado
	1	(0,-)	Permanente
	2	(5.25,1)	Permanente
	3	(6.25,1)	Permanente
	4	(9.07,3)	Permanente
	6	(8.9,1)	Permanente
3	9	(6.25+25.36,1)	Temporal
4	5	(9.07+13.9,4)	Temporal
	7	(9.07+2.8,4)	Temporal
	9	(9.07+23.6,4)	Temporal
	11	(9.07+4,4)	Temporal
6	5	(8.9+3,6)	Temporal

Interacción No 5: Los nodos que quedarían permanentes son u_5 , u_7 y u_{11} y la nueva etiqueta sería la siguiente:

	Nodo	Etiqueta	Estado
	1	(0,-)	Permanente
	2	(5.25,1)	Permanente
	3	(6.25,1)	Permanente
	4	(9.07,3)	Permanente
	5	(22.97,4)	Permanente
	6	(8.9,1)	Permanente
	7	(11.87,4)	Permanente
	9	(31.61,4)	Permanente
	11	(13.07,4)	Permanente
5	8	(22.97,13.1,5)	Temporal

Interacción No 6. El nuevo nodo que continúa como permanente es u_8 de los cuales se pueden ir al nodo u_{12} y u_{13} .

Nodo	Etiqueta	Estado
1	(0,-)	Permanente
2	(5.25,1)	Permanente
3	(6.25,1)	Permanente
4	(9.07,3)	Permanente
5	(22.97,4)	Permanente
6	(8.9,1)	Permanente
7	(11.87,4)	Permanente
8	(36.07,5)	Permanente
9	(31.61,4)	Permanente
11	(13.07,4)	Permanente
7 13	(11.87+3.2,7)	Temporal
8 12	(36.07+10.69,8)	Temporal
	(36.07+1.2,8)	Temporal
11 13	(13.07+11.3,11)	Temporal

Interacción No 7.

Del nodo 8 solo se puede ir al nodo 12 por lo cual quedaría permanente y el que presenta la menor distancia para ir al nodo 13, es el nodo 7 por lo cual se le asignaría como permanente.

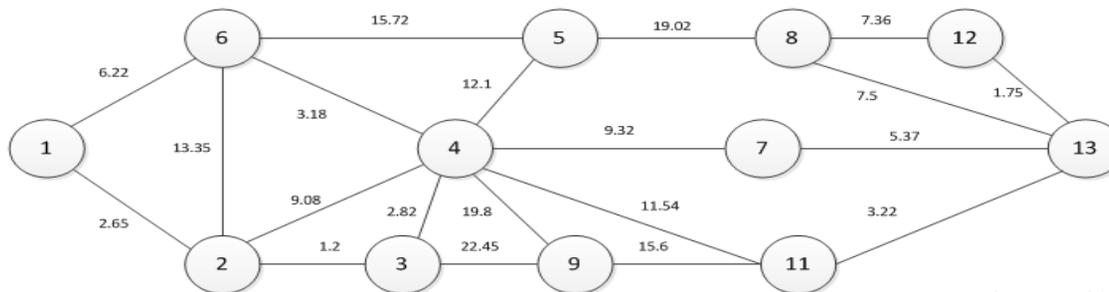
ANEXO N° 16. Diagrama De Red Para La Propuesta No 3.

Ilustración 32 Diagrama de red (distancia) de la tercera propuesta para el proceso de silla estilo Kennedy.

Fabrica:	CTEM	Propuesta:	No 3
Edificio:	Nave Industrial Del CTEM	Distancia:	Metros
Diagrama de Red:	Propuesta de Recorrido	Revisado por:	Ing. Marvin Millon
Elaborado Por:	Maykoll Perez-Josue Vega	 Red Mesoamérica y del Caribe de Comercio Forestal	
Revisión General:	Ing. David Cárdena-		

Diagrama de Red Para la determinación del Recorrido.

Modelo de Red de la propuesta No 3



60.01 m de Recorrido en un proceso General de una pieza
 1 → 2 → 3 → 4 → 5 → 6 → 5 → 8 → 13

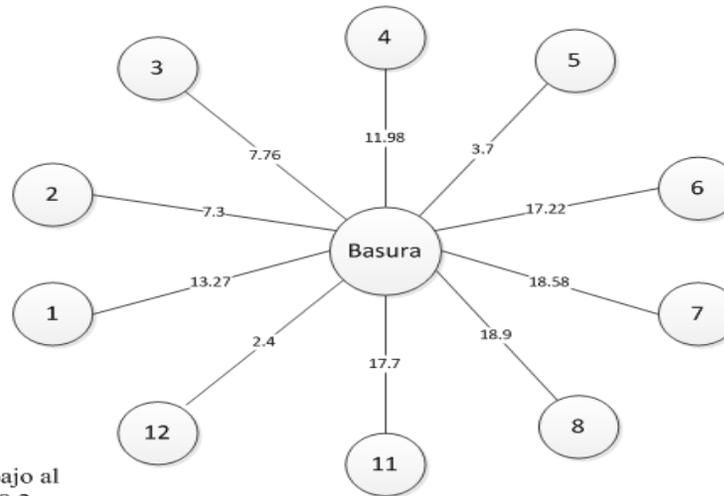
Simbología del modelo de Red						
1- Sierra Radial	3- Cepilladora	5-Trompo	7- Torno	9- CNC	11-Lijadora	13- Mesa de Trabajo
2- Canteadora	4- Circular	6- Sierra Sin Fin	8- Taladro	10-Armarios	12-Incleteadora	

Fuente: propia.

Ilustración 33 Diagrama de red(distancia) de la propuesta No 3 al depósito de aserrín

Fabrica:	CTEM	Propuesta:	No 3
Edificio:	Nave Industrial de Carpintería	Distancia:	Metros
Diagrama de Red:	Propuesta	Revisado por:	Ing. Marvin Millon
Elaborado Por:	Maykoll Perez-Josue Vega	Red Mesoamérica y del Caribe de Comercio Forestal	
Revisión General:	Ing. David Cárdena-		

Distancia de puesto de trabajo al deposito de partículas de madera



No de masa	Distancia a basura
Mesa 1	15.02 m
Mesa 2	12.42 m
Mesa 3	10.07 m
Mesa 4	7.720 m
Mesa 5	4.860 m
Total	50.09 m

Total de Recorrido de la áreas de trabajo al
deposito de partículas de madera : 118.2 m

Simbología del modelo de Red

1- Sierra Radial	3- Cepilladora	5-Trompo	7- Torno	9- CNC	11-Lijadora	13- Mesa de Trabajo
2- Canteadora	4- Circular	6- Sierra Sin Fin	8- Taladro	10-Armarios	12-Incleteadora	

Fuente: Propia.

Cálculo del algoritmo de Dijkstra para la Propuesta No 3.

Interacción 0: Asignar la etiqueta permanente (0,-) al nodo 1.

Interacción 1. De u_1 solo se puede ir a u_2 y a u_6 .

Interacción 2. Del nodo u_2 solo se puede ir al nodo u_3, u_4 y u_6

	Nodo	Etiqueta	Estado
	1	(0,-)	Permanente
	2	(2.65,1)	Permanente
	6	(6.22,1)	Temporal
2	3	(2.65+1.2,2)	Temporal
	4	(2.65+9.08,2)	Temporal
	6	(2.65+13.35,2)	Temporal

Interacción 3. La etiqueta (6.22, 1) seguiría permanente y u_3 quedaría permanente ya que según el diagrama, ésta es la que presenta menor distancia. por tanto se podría ir al nodo 9 y 5.

	Nodo	Etiqueta	Estado
	1	(0,-)	Permanente
	2	(2.65,1)	Permanente
	3	(3.85,2)	Permanente
	6	(6.22,1)	Permanente
2	4	(2.65+9.08,2)	Temporal
3	4	(3.85+2.82,3)	Temporal
	9	(3.85+22.45,3)	Temporal
6	4	(6.22+3.18,6)	Temporal
	5	(6.22+15.72,6)	Temporal

Interacción 4. De u_4 solo se puede ir a los nodos 4, 7, 9,11 y por lo tanto la nueva etiqueta sería la siguiente:

	Nodo	Etiqueta	Estado
	1	(0,-)	Permanente
	2	(2.65,1)	Permanente
	3	(3.85,2)	Permanente
	4	(6.67,3)	Permanente
	6	(6.22,1)	Permanente
3	9	(3.85+22.45,3)	Temporal
4	5	(6.67+12.1,4)	Temporal
	7	(6.67+9.32,4)	Temporal
	9	(6.67+19.84,4)	Temporal
	11	(6.67+11.54,4)	Temporal
6	5	(6.22+15.72,6)	Temporal

Interacción No 5. Los nodos que quedarían permanentes son u_5 , u_7 y u_9 y la nueva etiqueta sería la siguiente:

	Nodo	Etiqueta	Estado
	1	(0,-)	Permanente
	2	(2.65,1)	Permanente
	3	(3.85,2)	Permanente
	4	(6.67,3)	Permanente
	5	(21.94,6)	Permanente
	6	(6.22,1)	Permanente
	7	(15.99,4)	Permanente
	9	(26.3,3)	Permanente
4	11	(6.67+11.54,4)	Temporal
5	8	(21.94+19.02,5)	Temporal
7	13	(15.99+5.34,7)	Temporal
9	11	(26.3+15.61,9)	Temporal

Interacción No 6. De u_8 se puede ir a u_{12} , u_{13} y de u_{11} al nodo u_{13} .

Nodo	Etiqueta	Estado
1	(0,-)	Permanente
2	(2.65,1)	Permanente
3	(3.85,2)	Permanente
4	(6.67,3)	Permanente
5	(21.94,6)	Permanente
6	(6.22,1)	Permanente
7	(15.99,4)	Permanente
8	(40.96,5)	Permanente
9	(26.3,3)	Permanente
11	(18.21,4)	Permanente
7 13	(15.99+5.34,7)	Temporal
8 12	(40.96+7.36,8)	Temporal
13	(40.96+7.3,8)	Temporal
11 13	(18.21+3.22,11)	Temporal

Fuente: Propia.

Interacción No 7. De u_8 solo se puede ir al nodo u_{12} , por tanto pasaría a permanente y el que presenta una menor distancia de los 3 nodos que pueden ir al nodo u_{13} , es el nodo 7 por lo cual se etiquetaría a permanente.

ANEXO N° 17. Comparación de la distancia de las diferentes propuestas.

Tabla 29 Escenario de Recorrido.

Proceso	Ruta	Propuesta 1	Propuesta2	Propuesta 3
General	1→2→3→4→5→6 →8→13	86.16 m	43.57 m	60.01 m
Recorrido de maquinarias a depósito partículas de madera.	máquinas→ Basura	293.94 m	261m	118.2 m
Recorrido de los banco de trabajo a depósito de partículas de madera.	13→ Basura	151.05 m	174.38 m	50.09 m
Servicios de Cepillados.	1→2→3	3.85 m	6.25 m	3.85 m
Cortado y cepillado.	1→6→1→2→3	16.29 m	24.05 m	16.29 m
Proceso Auxiliar torneado, cortado y taladrado.	13→7→4→8→13	53.76 m	33.7 m	53.64 m
Proceso Auxiliar Corte, fresado y taladrado.	4→5→8→13	38.62 m	27.7 m	28.62 m
Proceso Auxiliar Corte lijado y armado.	4→11→13	14.76 m	15.3 m	20.76 m
Proceso Auxiliar Fresado, Corte de forma y curvado.	4→5→4→6→4(1) 4→5→6 (2)	30.56 m	23.7 m	30.56 m
Proceso Auxiliar de orificio especial y taladrado.	13→12→8→12→13 13→12→13→8→13 13→12→8→13 (3)	9.11 m	3.8 m	16.61 m
Evaluación.		8.5	5.8	6.1

Fuente: Propia.

ANEXO N° 18. Cálculo de ponderación para las alternativas de decisión.

Tabla 30 Cálculo de ponderación.

	Propuesta No 1	Propuesta No 2	Propuesta No 3
Seguridad			
Puntuación total	50	50	50
Puntuación obtenida	17	12	15
Regla de 3	50→10 17→x	50→10 12→x	50→10 15→x
Cálculo obtenido	$x = 17 * \frac{10}{50}$	$x = 12 * \frac{10}{50}$	$x = 15 * \frac{10}{50}$
Evaluación	6.6	7.6	7.0
Distancia Recorrida			
i	N	N	n
General (0.15)	6	10	8
Recorrido partículas(0.55)	8	6	10
Servicio Cepillado(0.05)	8	6	8
Otros Recorrido(0.25)	6	10	8
Ecuación	$\sum_{N=1}^n i * n$	$\sum_{N=1}^n i * n$	$\sum_{N=1}^n i * n$
Evaluación	7.2	7.6	9.0
Costo			
Presupuesto	C\$ 17642.68	C\$ 21475.67	C\$ 20178.38

Fuente: Propia.

ANEXO N° 19. Presupuesto.

Tabla 31 Presupuesto de la Propuesta No 1.

CENTRO TECNÓLOGICO DEL MUEBLE			
Presupuesto de la propuesta No 1			
Córdobas			
CONCEPTO	Cantida d	Precio Unitario	Costo
Costo de construcción de depósito de madera			11877.00
Materiales			7677
Bloque	250	15	3750
Bolsa de Cemento Holcim	15	261.8	3927
Gasto de transporte			1200
Mano de Obra			3000
Costo de Construcción de Cuarto CNC.			4243.16
Materiales			2473.16
láminas de playcen	4	358.54	1434.16
bolsas de Cemento	5	261.8	1309
Mano de Obra			1500
Impuesto de Material (15%)			1522.52
Costo Total			17642.68
Elaborado por: Maykoll Pérez-Josué Vega		Revisado Por: Ing. Marvin Millón	

Fuente: Propia

Tabla 32 Presupuesto de la Propuesta No 2.

CENTRO TECNÓLOGICO DEL MUEBLE			
Presupuesto de la propuesta No 2			
Córdobas			
CONCEPTO	Cantidad	Precio Unitario	Costo
Costo de construcción de depósito de madera			11877.00
Materiales			7677
Bloque	250	15	3750
Bolsa de Cemento Holcim	15	261.8	3927
Gasto de transporte			1200
Mano de Obra			3000
Costo de Construcción de Cuarto CNC.			4243.16
Materiales			2473.16
láminas de playcen	4	358.54	1434.16
bolsas de Cemento	5	261.8	1309
Mano de Obra			1500
Costo de Construcción de porche Para Sierra Radial			3398.52
Materiales			2898.52
Tubo redondo Negro	4	448	1792
Lamina de Zinc Corrugado	3	368.84	1106.52
Mano de Obra			500
Impuesto de Material			1957.3
Costo Total			21475.98
Elaborado por: Maykoll Pérez-Josué Vega		Revisado Por: Ing. Marvin Millón	

Fuente: Propia

Tabla 33 Presupuesto de la propuesta No 3.

CENTRO TECNOLÓGICO DEL MUEBLE			
Presupuesto de la propuesta No 3			
Córdoba			
CONCEPTO	Cantidad	Precio Unitario	Costo
Costo de construcción de depósito de madera			11877.00
Materiales			7677
Bloque	250	15	3750
Bolsa de Cemento Holcim	15	261.8	3927
Gasto de transporte			1200
Mano de Obra			3000
Costo de Construcción de Cuarto CNC.			4243.16
Materiales			2473.16
láminas de playcen	4	358.54	1434.16
bolsas de Cemento	5	261.8	1309
Mano de Obra			1500
Compra de Puerta de Metal			2222.22
1 Malla Ciclón			1836.00
Impuesto de Material			2131.26
Costo Total			20178.38
Elaborado por: Maykoll Pérez-Josué Vega.		Revisado Por: Ing. Marvin Millón.	

Fuente: Propia.