ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

TESIS DE GRADO

"ESTUDIO TÉCNICO DE DISEÑO E INSTALACIÓN DE UNA PLANTA CONSTRUCTORA DE PUERTAS Y MODULARES EN MADERA Y DERIVADOS EN LA CIUDAD DE QUITO"

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍULO DE:

INGENIERO INDUSTRIAL

GAIBOR DÁVALOS PAULINA DEL ROCÍO

RIOBAMBA – ECUADOR

2009

CERTIFICACIÓN

Ing. MARCO ARMENDÁRIZ, Ing. JOSÉ PERÉZ, en su orden Director y Asesor del Tribunal de Tesis de Grado desarrollado por la señorita Egresada **PAULINA DEL ROCÍO GAIBOR DÁVALOS**

CERTIFICAN

Que luego de revisada la Tesis de Grado en su totalidad, se encuentra que cumple con las exigencias académicas de la Escuela de Ingeniería Industrial, Carrera INGENIERÍA, por lo tanto autorizamos su presentación y defensa.

Ing. MARCO ARMENDÁRIZ
DIRECTOR DE TESIS

Ing. JOSÉ PÉREZ
ASESOR

Espoch

Facultad de Mecánica

CERTIFICACIÓN DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: PAULINA DEL ROCÍO GAIBOR DÁVALOS
TITULO DE LA TESIS:

"ESTUDIO TÉCNICO DE DISEÑO E INSTALACIÓN DE UNA PLANTA CONSTRUCTORA DE MODULARES Y PUERTAS EN MADERA Y DERIVADOS EN LA CIUDAD DE QUITO"

Fecha de Examinación: Abril 6, 2009

RESULTADO DE LA EXAMINACIÒN:

NOMBRE	APROBADO	NO APROBADO	FIRMA
ING.GEOVANNY NOVILLO			
ING.MARCO ARMENDÁRIZ			
ING. JOSÉ PÉREZ			

- Más de un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total del trabajo.

RECOMENDACIONES:.....

El Presidente del Tribunal quien certifica al Consejo Directivo que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. Geovanny Novillo A.
f) PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Espoch
Facultad de Mecánica

CERTIFICACIÓN DE APROBACIÓN DE TESIS DE GRADO

CONSEJO DIRECTIVO

Abril 6, 2009.

YO, GEOVANNY NOVILLO recomiendo que la Tesis de Grado presentada por: PAULINA DEL ROCÍO GAIBOR DÁVALOS

Titulada: "ESTUDIO TÉCNICO DE DISEÑO E INSTALACIÓN DE UNA PLANTA CONSTRUCTORA DE MODULARES Y PUERTAS EN MADERA Y DERIVADOS EN LA CIUDAD DE QUITO"

Sea aceptada como parcial completación de los requerimientos para el titulo de:

INGENIERO INDUSTRIAL

_____

Ing. Geovanny Novillo A.
(f) DECANO FACULTAD MECÁNICA

Nosotros, coincidimos con esta recomendación:

_____

Ing. Marco Armendáriz P.
(f) DIRECTOR DE TESIS DE GRADO

_____

Ing. José Pérez
(f) ASESOR

DERECHOS DE AUTORÍA

El trabajo de grado que presento, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teórico - científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad de los autores. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

f) Paulina del Rocío Gaibor Dávalos

AGRADECIMIENTO

Una meritoria cualidad de los seres humanos es la gratitud.

Gratitud a quien me dió el Don de la Vida, a Ti Padre Dios, gracias por todas las bendiciones recibidas para culminar con éxito esta etapa importante de mi vida.

Gratitud a mis Queridos Padres que con sabiduría y amor supieron hacer de mí una mujer con principios y valores.

Gratitud a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo especialmente a la Escuela de Ingeniería Industrial, por los valiosos conocimientos impartidos por mis profesores que dejaron su huella no solo en el aspecto técnico también en lo humano, colaborando en mi formación como persona.

Finalmente, gracias a todas las personas que me extendieron la mano para la elaboración de mi tesis, valiosa ayuda recibida en esos momentos en los que me di cuenta que no estaba sola siendo la amistad una bendición de Dios.

Gracias, Mil Gracias.

Paulina Gaibor

DEDICATORIA

A mis Queridos Padres que son símbolo de perseverancia y apoyo incondicional, sin cuyos ejemplos ningún comienzo hubiera sido posible concretar, por y para ustedes mis Padres.

Paulina

TABLA DE CONTENIDOS

CAPÍTULO		PÁG.
1.	**GENERALIDADES……**	**1**
1.1	Antecedentes……	1
1.2	JUSTIFICACIÓN……	2
1.3	OBJETIVOS……	**3**
1.3.1	OBJETIVO GENERAL…..……	**3**
1.3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS…….	**3**
2.	**MARCO TEÓRICO…….**	**4**
2.1	Distribución en planta……..	4
2.1.1	Ventajas de una eficiente distribución en planta……..	4
2.1.2	Principios básicos de la distribución…….	5
2.1.3	Tipos de distribución…….	7
2.1.4	Características de las distribuciones…….	14
2.2	Planeamiento sistemático de la distribución…….	15
2.2.1	Fases de desarrollo en una distribución…….	16
2.2.2	Proceso de diseño de la distribución…….	17
2.2.3	Fundamentos de guía para una distribución óptima…….	18
2.3	Consideraciones sobre instalaciones industriales……..	22
2.3.1	Selección de sitios para instalación de maquinaria industrial……	22
2.3.2	Fundamentos y dimensionamiento sobre cimentaciones de maquinaria……	29
2.3.3	Instalaciones eléctricas, seguridad de operación……..	31
2.3.4	Instalación de equipos para aire comprimido……	35
2.3.5	Instalación y disposición de tuberías y accesorios para sistemas de extracción …….....	38

2.3.6	Información sobre tableros melamínicos…….....	41
2.3.5	Información sobre tapacanto o cubre canto…….	42
3.	**DISEÑO DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA…….**	50
3.1	Descripción y diagrama de flujo del proceso productivo…….	50
3.1.1	Flujo de proceso productivo de puertas…….....	50
3.1.2	Flujo de proceso productivo de modulares…….	51
3.2	Relación de áreas de la empresa…….	52
3.2.1	Área de almacenamiento de materia prima……	53
3.2.2	Área de corte……..……	58
3.2.3	Área de centro de mecanizado – CNC……..	61
3.2.4	Área de armado de puertas…….	63
3.2.5	Área de prensado……	63
3.2.6	Área de preparación de marcos……..	64
3.2.7	Área de laminado…….....	64
3.2.8	Área de perforado……..	67
3.2.9	Área de acanalados…….	68
3.2.10	Área de acabados……	68
3.2.11	Área de control de calidad – empacado……..……	69
3.2.12	Área de almacenamiento de producto final……	70
3.2.13	Características generales de la maquinaria…….	70
3.3	Definición del tipo de distribución…….	78
3.3.1	Preparación de un esquema de distribución……...	78
3.3.2	Relación de las áreas de trabajo según diagrama de flujo..……	82
3.4	Análisis de factores que afectan al diseño de la planta……..	89
3.4.3	Tamaño de la planta…..…….	89
3.4.4	Cargas a soportar……	89

3.4.5	Requerimientos especiales de los procesos……	90
3.4.6	Servicios…….……	92
3.4.7	Criterios para una buena distribución……	92
3.5	Planeamiento de las distribuciones parciales…….	97
3.5.1	Recolección de información y necesidades de la empresa…….	97
3.5.2	Alternativas de distribuciones parciales…….	97
4.	**DISEÑO DE LA INSTALACIÓN INDUSTRIAL……..**	100
4.1	Selección de sitio para instalación de maquinaria industrial……	100
4.1.1	Factores para la selección……...……	100
4.1.2	Estudio de consideraciones futuras…….……..	101
4.2	Fundamentos sobre cimentaciones……..……..	102
4.2.1	Cimentaciones para maquinaria…….	103
4.2.2	Cimentación para compresor…….	107
4.3	Consideraciones de vibraciones en el montaje……..	108
4.4	Montaje de las diferentes áreas de trabajo en la planta……..	108
4.5	Instalaciones para sistema de aspiración……...	110
4.5.1	Consideraciones de diseño según los requerimientos de las máquinas…….....…….…….	112
4.5.2	Diseño del sistema de aspiración……	119
4.5.3	Selección de equipos y accesorios…….….	121
4.6	Instalaciones para sistema neumático…….	122
4.6.1	Aspectos técnicos para la instalación…….	122
4.6.2	Diseño del sistema neumático……	124
4.6.3	Selección de equipos y accesorios…….....	129
4.7	Instalación y disposición de tubería y accesorios……..	131
4.7.1	Precauciones antes de instalar tuberías y válvulas……	132

4.7.2	Precauciones a seguir durante la instalación de tuberías y válvulas……..	133
4.7.3	Soportes y colgantes para tubería……..	134
4.7.4	Consideraciones de diseño para el aislamiento antivibratorio…….	135
4.8	Instalaciones eléctricas para la maquinaria……	137
4.8.1	Selección de equipos y accesorios eléctricos necesarios para la instalación…….……..……...……	137
4.8.2	Normativas para el correcto manejo de instalaciones eléctricas…….	139
4.8.3	Diagrama general eléctrico de la planta…….	141
4.9	Seguridad industrial……	142
4.9.1	Seguridad en instalaciones…….	142
4.9.2	Seguridad del personal en operación…….	146
4.9.3	Normas de seguridad para operación de máquinas……	149
5.	**ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA INSTALACIÓN Y DISEÑO DE PLANTA……**	151
5.1	Costos del proyecto……	151
5.1.1	Costos de diseño……	151
5.1.2	Costos de instalación……..	151
5.2	Financiamiento……..	156
5.3	Rentabilidad……..	158
6.	**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES……**	160
6.1	CONCLUSIONES……..	160
6.2	RECOMENDACIONES……..	161

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

LISTA DE TABLAS

TABLA		PÁG.
I.	Características de las distribuciones……..……	15
II.	Factores a considerar sobre la localización geográfica…….	23
III.	Áreas de trabajo…….	53
IV.	Características y aplicaciones de tableros…….	54
V.	Velocidades de corte…….	59
VI.	Puestos de trabajo……...	82
VII.	Movimientos en la fabricación de puertas…….	83
VIII.	Movimientos en la fabricación de modulares……	84
IX.	Tabla triangular de puertas…….	85
X.	Tabla triangular de modulares……	85
XI	Tabla triangular ponderada……	86
XII.	Resumen de movimientos ordenados……	87
XIII.	Superficie de las áreas de trabajo……..	88
XIV.	Requerimientos de la maquinaria……...	91
XV.	Aplicación del sistema neumático…….	91
XVI.	Profundidad de cimentación……..	102
XVII.	Superficie de cimentación de máquinas…….	103
XVIII.	Diámetro de pernos de anclaje……..	104
XIX.	Cálculo de esfuerzo de carga……	105
XX.	Resistencia del anclaje……...	105
XXI.	Propiedades mecánicas del anclaje……	105
XXII.	Velocidades recomendadas de acuerdo a los materiales……	115
XXIII.	Captación requerida según diámetro del disco……..	121
XXIV.	Cálculo para determinar el caudal de aspiración……	122
XXV.	Pérdidas por accesorios……..	129
XXVI.	Separación de los soportes de tubería ……...	135
XXVII.	Selección de cable y tubo conduit…….	137
XXVIII.	Dimensionamiento del transformador……	138
XXIX.	Selección de protecciones…….....	139
XXX.	Costos de diseño de planta ……	151

XXXI. Costos del sistema neumático…… 152
XXXII. Costos del sistema de aspiración…… 153
XXXIII. Costos del sistema eléctrico……... 154
XXXIV. Costos de anclaje de maquinaria…… 155
XXXV. Costos de cimentación de maquinaria…… 155
XXXVI. Costo total de instalación…….. 156
XXXVII. Costo total……. 156
XXXVIII. Tabla de amortización…….. 157
XXXIX. Cálculo de utilidades en producción de puertas…… 158
XL. Cálculo de utilidades en producción de modulares…… 158
XLI. Utilidad final……..... 159

LISTA DE FIGURAS

FIGURA		PÁG.
1.	Distribución por proceso…….…	10
2.	Distribución por producto……..	12
3.	Un trabajador, múltiples máquinas…….	13
4.	Distribución antes de aplicar células de tecnología de grupo…….	14
5.	Distribución después de aplicar células de tecnología de grupo……..	14
6.	Sistema de succión-impulsión y succión total……	39
7.	Sistema de impulsión con venturi…….....	39
8.	Ejemplo de sistema de aspiración centralizado……..	40
9.	Tablero melamínico……	41
10.	Diagrama de flujo de puertas…….	50
11.	Diagrama de flujo de modulares…….	51
12.	Forma de almacenamiento de tableros……	55
13.	Forma de almacenamiento de tableros MDF……..	55
14.	Almacenamiento de tableros sobre el suelo……	56
15.	Almacenamiento de tableros verticales……..	56
16.	Almacenamiento de tableros horizontalmente……	57
17.	Transporte de tableros con montacargas…….	57
18.	Almacenamiento de tableros en estructuras……	57
19.	Transporte de tableros…….	57
20.	Forma de transporte manual de tableros…….	83
21.	Paralelismo entre la herramienta y la guía…….	58
22.	Sierra incisora y sierra principal…….	59
23.	Relación de altura de corte vs calidad……	60
24.	Máquina prensado puertas……...	63
25.	Sierra ingleteadora……...	64
26.	Forma de laminado…….	64
27.	Grupos de trabajo de laminadora……	65
28.	Ejemplo de piezas laminadas……..	66
29.	Sierra escuadradora…….	70

30. Centro de mecanizado……. 71
31. Sistema de aspiración…….. 73
32. Laminadora de cantos……. 74
33. Taladro múltiple…….. 75
34. Prensa al frío…… 76
35. Toupi de banco…… 77
36. Diagrama de proximidad …… 88
37 Perno de anclaje tipo camisa……... 104
38 Primer paso para realizar el anclaje…… 106
39 Segundo paso para realizar el anclaje……. 106
40 Tercer paso para realizar el anclaje……. 106
41 Cuarto paso para realizar el anclaje……. 107
42 Compresor a instalarse…… 107
43 Ducto con campana y brida……. 113
44 Codos y sus respectivos radios……..... 115
45 Entradas con ampliación……. 116
46 Entradas con ángulos…….. 116
47 Ciclón……. 117
48 Soportes de tubería…….. 134
49 Diagrama unifilar…… 141

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1: PLANO DE DISTRIBUCIÓN Nº1

ANEXO 2: PLANO DE DISTRIBUCIÓN Nº2

ANEXO 3: PERNOS DE ANCLAJE

ANEXO 4: CATÁLOGO DEL EXTRACTOR CENTRÍFUGO

ANEXO 5: PLANO DE SISTEMA DE ASPIRACIÓN

ANEXO 6: NOMOGRAMA PARA CÁLCULO DE TUBERÍA

ANEXO 7: CATÁLOGO DEL COMPRESOR

ANEXO 8: PLANO DE SISTEMA NEUMÁTICO

ANEXO 9: PROFORMA SISTEMA NEUMÁTICO

ANEXO 10: PROFORMA SISTEMA ELÉCTRICO

ANEXO 11: PROFORMA PERNOS DE ANCLAJE

ANEXO 12: PROFORMA COMPRESOR

ANEXO 13: PROFORMA SISTEMA DE ASPIRACIÓN

SUMARIO

Se ha realizado el Estudio Técnico de Diseño y de Instalación de una Planta Constructora de Puertas y Modulares en Madera y sus Derivados en la Ciudad de Quito que permita optimizar la disposición de los diferentes elementos del ciclo productivo para elevar la productividad así como determinar los requerimientos de la maquinaria que se dispone.

Para lo cual se desarrolló una distribución general de conjunto de puestos de trabajo y equipos de acuerdo al flujo de producción, encontrando necesario establecer las siguientes áreas de trabajo: almacenamiento de materia prima, corte, ruteado, laminado, prensado, perforado, acanalado, de acabados, control de calidad, empacado y almacenamiento de producto final.

Analizando objetivamente el tipo de maquinaria que dispone se permitió una selección de equipos y accesorios desarrollando una instalación eficiente y económica considerando un crecimiento posterior de la planta.

Para el correcto funcionamiento de la planta, se estableció que es necesario instalar un sistema de aspiración localizada, ya que el trabajo en productos de madera genera polvo y viruta en exceso siendo perjudicial para la salud de los operarios, como para las propias máquinas. Este sistema nos permite mejorar el ambiente de trabajo, además se recomienda dotar a los operarios de elementos de protección personal como guantes, mascarillas, orejeras, gafas, zapatos de acero.

Establecido todos los requerimientos de la maquinaria que son sistema de aspiración, sistema neumático y eléctrico, se determinó el valor total de la inversión siendo $ 34111,80 con un periodo de recuperación de capital de 5 meses.

SUMMARY

A Technical Study of Design and Installation of a Wood Plant Constructing Wooden Doors and Byproducts has been carried out in Quito City to optimize the availability of the different elements of the productive cycle to increase productivity and determine the machinery requirements.

A general distribution of the work places and equipment at the production flow was developed, finding it necessary to establish the following work areas: raw material storage, cutting, routing, laminating, pressing, perforating, channeling, finishing, quality control and final product packing and storage.

Analyzing objectively the machinery type a selection of the equipment and accessories was permitted, developing an efficient and economic installation, considering a further plant growth.

For the correct machinery functioning it was stated that it was necessary to install a localized aspiration system, as the wood product work generates dust and shaving in excess, being damaging to the worker health and the machinery itself. This system permits to improve the work environment. It is recommended to provide the workers the personal protection elements such as gloves, masks, earcaps, sunglasses and steel shoes.

After having established all the machinery requirements such as aspiration, electric and pneumatic systems, the total value of the investment, $ 34111.80, was determined, with a capital recovery period of 5 months.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1 Antecedentes

El Ecuador, está atravesando varias fases de desarrollo y competitividad que le exige actualizarse y prepararse para los diferentes mercados globalizados, los países vecinos están alcanzando ventajas competitivas y de desarrollo industrial con el respectivo aumento de producción y precios reducidos, por lo que, el Ecuador no puede ser la excepción, y necesita incrementar el sector industrial con la creación de fábricas que cumplan con las condiciones que nos exige el entorno competitivo.

Sin embargo, en un mundo de competencia globalizada muchos son los factores a tomar en cuenta para lograr altos niveles de productividad; la reducción de costos de producción es la meta de las empresas que buscan cada vez caminos hacia el incremento de productividad y en las que es ya difícil lograr verdaderas ventajas competitivas. Los factores que conllevan a esta reducción de costos cuando se ha llegado a un máximo de estandarización de procesos es la disposición de máquinas, recursos y materiales

En los países que se encuentran en vías de desarrollo, la principal fuente de crecimiento económico es el incremento de la productividad, es imperiosa la necesidad de estimular este crecimiento siendo la pequeña y mediana empresa las que se presentan como una vía para la industrialización. Dentro del sector maderero y sus diferentes derivados como es: aglomerado, melamínico, MDP, MDF, es el que tiene mayores posibilidades de crecimiento, por generar valor agregado, calidad de materia prima, versatilidad del producto según las exigencias del mercado tomando en cuenta que constantemente crece la industria de la construcción siendo este uno de los mercados principales de industria que es objeto de estudio.

1.2 Justificación

El presente trabajo de investigación se justifica ya que se estima que del 20 al 50% de los gastos totales de operación que se incurre dentro del área de fabricación en una industria se puede atribuir al incorrecto diseño e instalación de la planta al momento de su creación, y que una distribución eficiente reduce los costos de operación por lo menos del 10 al 30%. Entonces el diseño de la planta es una de las tareas más significativas y críticas para mejorar la productividad.

Por lo tanto, surge la necesidad de encontrar alternativas y métodos que permitan un mejoramiento en las diferentes líneas de procesos en un sistema de producción rápido y flexible, adaptable a las necesidades cambiantes del mercado.

Así también, se debe considerar la adecuada instalación de equipos y accesorios para su correcto funcionamiento con el fin de evitar futuras interrupciones en el proceso productivo. Para el diseño de las instalaciones de una planta, se puede hacer uso de herramientas como: análisis y selección de maquinaria a utilizar, planeación y diseño de la distribución de planta que permita el máximo aprovechamiento del terreno tomando en cuenta el posterior crecimiento de la misma de acuerdo al flujo de producción.

Con lo expuesto anteriormente, el Ingeniero Industrial es parte clave para la elaboración, diseño e instalación de plantas de producción, cumpliendo con los requerimientos de normas tanto en seguridad, en instalaciones y en sí en el proceso mismo de fabricación, considerando restricciones de toda índole, exigencias del consumidor final y la versatilidad de los mercados.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Realizar el estudio técnico para el diseño e instalación de una planta constructora de modulares y puertas en madera y derivados.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Realizar el diseño de planta que permita optimizar la disposición de los diferentes elementos del ciclo productivo para elevar la productividad.
- Describir el planeamiento sistemático de instalación de la planta como método general para el diseño de la distribución.
- Desarrollar una distribución general de conjunto de maquinaria y equipos de acuerdo al flujo de producción.
- Determinar los diferentes requerimientos de maquinaria para su correcto funcionamiento y la mejora del ambiente de trabajo.
- Determinar la rentabilidad de la instalación de la nueva planta maderera.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Distribución en Planta

La distribución en planta indica la disposición física de la planta y de las diversas partes de la misma, es decir es la ordenación de los espacios e instalaciones de una fábrica, con el fin de conseguir que los procesos de fabricación se lleven a cabo de la forma más racional y económica posible.

2.1.1 Ventajas de una Eficiente Distribución en Planta

Las ventajas que resultan de una eficiente distribución en planta que no sólo abarque la ordenación más económica de las áreas de trabajo y equipo sino también una ordenación segura y satisfactoria para los empleados, son las siguientes:

1.- Se reducen los riesgos de enfermedades profesionales y de accidentes de trabajo, eliminándose lugares inseguros, pasos peligrosos y materiales en los pasillos.

2.- Se mejora la moral y se da mayor satisfacción al obrero, evitando áreas incómodas y que hacen tedioso el trabajo para el personal.

3.- Se aumenta la producción, ya que cuanto más perfecta es una distribución se disminuyen los tiempos de proceso y se aceleran los flujos.

4.- Se obtiene un menor número de retrasos, reduciéndose y eliminándose los tiempos de espera, al equilibrar los tiempos de trabajo y cargas de cada departamento.

5.- Se obtiene un ahorro de espacio, al disminuirse las distancias de recorrido y eliminarse pasillos inútiles y materiales en espera.

6.- Se reduce el manejo de materiales distribuyendo por procesos y diseñando líneas de montaje.

7.- Se utiliza mejor la maquinaria, la mano de obra y los servicios.

8.- Se reduce el material en proceso.

9.- Se facilitan las tareas de vigilancia y control, ubicando adecuadamente los puestos de supervisión de manera que se tenga una completa visión de la zona de trabajo y de los puntos de demora.

10.- Se reducen los riesgos de deterioro del material y se aumenta la calidad del producto, separando las operaciones que son nocivas unas a otras

11.- Se mejora y facilita el control de costos, al reunir procesos similares, que facilitan la contabilidad de costos.

12.- Se obtienen mejores condiciones sanitarias, que son indispensables tanto para la calidad de los productos, como para favorecer la salud de los empleados.

2.1.2 Principios Básicos de la Distribución

Con el fin de obtener una distribución más eficiente, es preciso considerar los siguientes seis principios básicos:

1. Principio de la integración de conjunto.

La distribución óptima será aquella que integre al hombre, materiales, máquinas y cualquier otro factor de la manera más racional posible, para que funcionen como un equipo único. No es suficiente conseguir una distribución adecuada para cada

área, sino que debe ser también adecuada para otras áreas que tengan que ver indirectamente con ella.

2. Principio de la mínima distancia recorrida.

Será la mejor distribución que permita mover el material a la distancia más corta posible entre operaciones consecutivas. Al trasladar el material se debe procurar el ahorro del tiempo empleado, reduciendo las distancias de recorrido; esto significa que se debe tratar de colocar operaciones sucesivas inmediatamente adyacentes unas a otras.

3. Principio de la circulación o recorrido.

En igualdad de circunstancias, será mejor aquella distribución que tenga ordenadas las áreas de trabajo en la misma secuencia en que se transforman o montan los materiales. Este es un complemento del principio de la mínima distancia y significa que el material se moverá progresivamente de cada operación a la siguiente, sin que existan retrocesos o movimientos transversales, buscando un progreso constante hacia su terminación sin interrupciones e interferencias. Esto no implica que el material tenga que desplazarse siempre en línea recta, ni limita el movimiento en una sola dirección.

4. Principio del espacio cúbico.

En igualdad de circunstancias, será más económica aquella distribución que utilice los espacios horizontales y verticales, ya que se obtienen ahorros de espacio. Una buena distribución es aquella que aprovecha las tres dimensiones en igual forma.

5. Principio de satisfacción y seguridad

Será aquella mejor distribución la que proporcione a los trabajadores seguridad y confianza para el trabajo satisfactorio de los mismos. La seguridad es un factor de gran importancia, una distribución nunca puede ser efectiva si somete a los trabajadores a riesgos o accidentes.

6. Principio de flexibilidad

La distribución en planta más efectiva, será aquella que pueda ser ajustada o reordenada con el mínimo de inconvenientes y al costo más bajo posible. Las plantas pierden a menudo dinero al no poder adaptar sus sistemas de producción con rapidez a los cambios constantes del entorno, de ahí que la importancia de este principio es cada vez mayor

2.1.3 Tipos de distribución

Existen cuatro tipos principales de distribución en planta:

- Por posición fija
- Por proceso o función
- Por producto o en línea
- Distribuciones hibridas

Distribución por Posición fija

Se trata de una distribución en que el material que se debe elaborar no se desplaza en la fábrica, sino que permanece en un solo lugar, y que por lo tanto toda la maquinaria y demás equipo necesarios se llevan hacia él. Se emplea cuando el producto es voluminoso y pesado, y sólo se producen pocas unidades al mismo tiempo.

Se requiere poca especialización en el trabajo, pero gran habilidad y obreros calificados. Ejemplos típicos de éste sistema son la construcción de buques, la fabricación de motores diesel o motores de grandes dimensiones y la construcción de aviones.

Ventajas:

1. Reduce el manejo de piezas grandes, aunque se aumenta el de piezas pequeñas.

2. Responsabiliza al operario de la calidad de su trabajo, mientras más hábiles sean éstos, menos inspectores se requerirán.

3. Altamente flexibles, que permiten cambios frecuentes en el diseño y secuencia de los productos y una demanda intermitente.

4. No requieren una ingeniería de distribución costosa.

Inconvenientes

1. Escasa flexibilidad en los tiempos de fabricación, el flujo de fabricación no puede ser más rápido que la actividad más lenta.

2. Inversión elevada en equipos específicos.

3. El conjunto depende de cada una de las partes, la parada de alguna máquina o la falta de personal en algunas de las estaciones de trabajo puede parar la cadena completa.

Distribución por Proceso o función

En este tipo de distribución todas las operaciones de la misma naturaleza están agrupadas, se utiliza, generalmente cuando se fábrica una amplia gama de productos que requieren de la misma maquinaria y se producen un volumen relativamente pequeño de cada producto.

También cuando la maquinaria es costosa y no puede moverse fácilmente y cuando se tiene una demanda intermitente por ejemplo fábricas de hilados y tejidos. El problema principal en este tipo de distribución es localizar los centros de trabajo para optimizar el flujo entre secciones.

Ventajas

1. Todos los productos que se fabriquen en la planta comparten las mismas máquinas, la capacidad de cada una de ellas puede emplearse al máximo reduciendo el número de máquinas necesarias.

2. Una gran flexibilidad para ejecutar los trabajos. Es posible asignar tareas a cualquier máquina de la misma clase que esté disponible en ese momento.

3. Adaptable a gran variedad de productos.

4. Los operarios son mucho más hábiles por que tienen que saber manejar cualquier máquina, como preparar la labor, ejecutar operaciones especiales, calibrar el trabajo.

5. Una avería en una máquina no influye de forma decisiva en la planificación ya que la carga del recurso averiado se reparte entre las demás máquinas.

Inconvenientes

1. Existe mayor dificultad para fijar las rutas y los programas de trabajo y las mayores distancias que tienen que recorrer para el trabajo, dan como resultado mayor manipulación de materiales y costos más elevados.

2. Para optimizar el transporte se fabrica en lotes grandes, anticipando la entrega a otros departamentos antes de lo necesario, porque aumenta los inventarios en proceso.

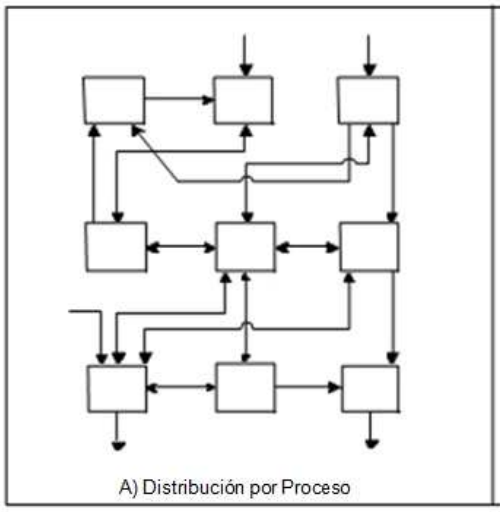


Figura 1. Distribución por Proceso

Distribución por Producto o en Línea

También denominada ¨Producción en cadena¨. En este caso toda la maquinaria y equipos necesarios para fabricar un determinado producto se agrupan en una misma zona y se ordenan de acuerdo con el proceso de fabricación, ejemplos típicos es el embotellado de gaseosas, el montaje de automóviles y enlatado de conservas.

Es recomendable cuando la demanda es constante y cuando el suministro de materiales es fácil y continuo.

Ventajas:

1. El trabajo se mueve siguiendo rutas definidas y directas, lo que hace que sean menores los retrasos en la fabricación.
2. Menores cantidades de trabajo en curso, poca acumulación de materiales en las diferentes operaciones y por ende menos inventario en proceso.
3. Cantidad limitada de inspección, quizá solamente una antes de que el producto entre la línea, otra después que salga de ella y poca inspección entre ambos puntos.

Inconvenientes:

1. Elevada inversión en máquinas debido a que algunas líneas de fabricación no pueden emplearse para realizar otras.

2. Menos flexibilidad en la ejecución del trabajo porque las tareas no pueden asignarse a otras máquinas similares, como en la disposición por proceso.

3. Menos pericia en los operarios, cada uno aprende un trabajo en una máquina determinada o en un puesto que a menudo consiste en máquinas automáticas que el operario sólo tiene que alimentar.

4. Peligro que se pare toda la línea de producción si una máquina sufre una avería.

5. El ritmo de producción es fijado por la máquina más lenta considerado como cuello de botella.

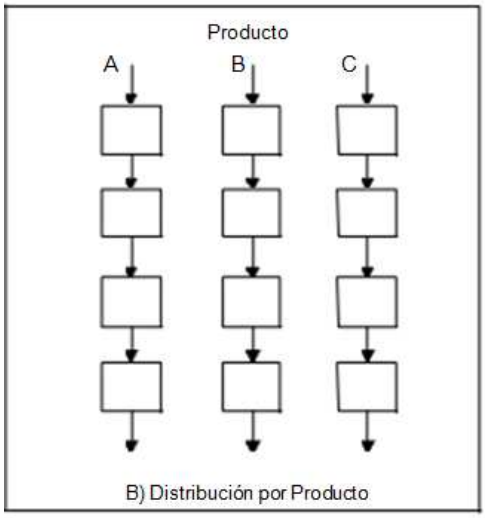


Figura 2. Distribución por Producto

Distribuciones Híbridas

Los diseños híbridos en esencia, buscan poder beneficiarse simultáneamente de las ventajas derivadas de las distribuciones por producto y las distribuciones por proceso, particularmente de la eficiencia de las primeras y de la flexibilidad de las segundas, permitiendo que un sistema de alto volumen y uno de bajo volumen coexistan en la misma instalación.

Existen dos técnicas para crear diseños híbridos: las células de un trabajador, múltiples máquinas y las células de tecnología de grupo; definiéndose como células a la agrupación de máquinas y trabajadores que elaboran una sucesión de operaciones sobre múltiples unidades de un ítem o familia de ítems.

Célula de un Trabajador: Múltiples Máquinas

En este tipo de distribución un trabajador maneja varias máquinas diferentes al mismo tiempo, para producir un flujo de línea. Se aplica perfectamente cuando los volúmenes de producción no son suficientes como para mantener ocupados a los

trabajadores en una línea de producción. La máquinas se disponen formando círculos o en forma de U, de tal manera que el trabajador pueda controlar y operar todas las máquinas.

Esta distribución reduce los niveles de inventario ya que los materiales pasan directamente a la siguiente operación, en lugar de apilarse en filas de espera.

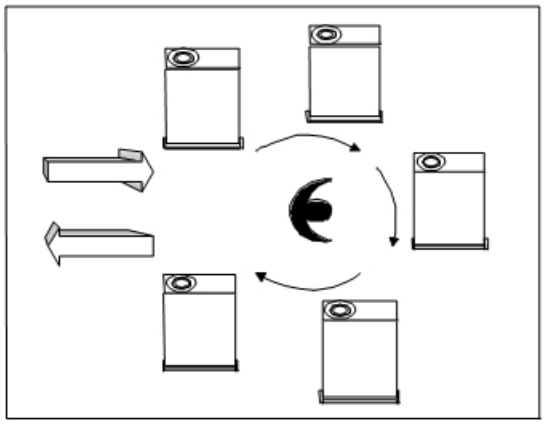


Figura 3. Un trabajador, múltiples máquinas

Tecnología de Grupo

Esta es otra opción para volúmenes de producción pequeños en los que se quiere obtener las ventajas de una distribución por producto. Esta técnica genera células que no se limitan a un solo trabajador, aquí las partes o productos con características similares se agrupan en familias junto a las máquinas utilizadas para su producción, con el objetivo de minimizar los cambios o ajustes para la preparación de las máquinas.

El siguiente paso consiste en distribuir las máquinas necesarias para la realización de los procesos básicos en células separadas que requieran solamente ajustes menores para pasar de la fabricación de un producto a otro dentro de la misma familia. Esto simplifica las rutas que recorren los productos y reduce el tiempo que cada trabajo permanece en el taller, acortándose o eliminándose de esta manera las filas de espera.

En las figuras Nº 4 y 5 se pueden apreciar los flujos de producción en un taller antes y después de distribuir por células de Tecnología de Grupo.

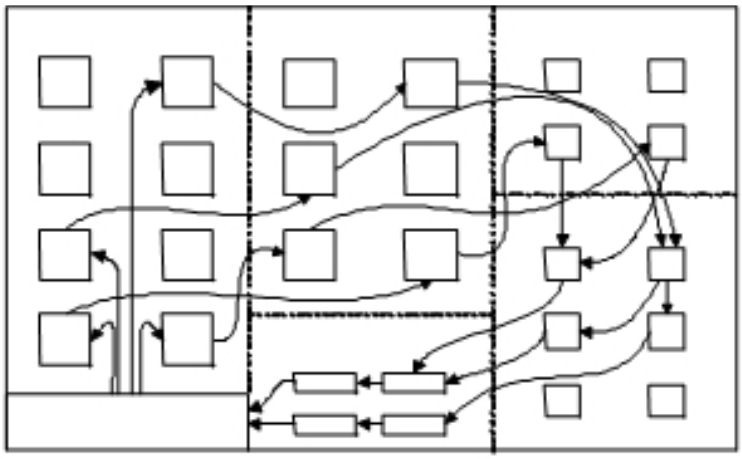


Figura 4. Distribución antes de aplicar células de tecnología de grupo

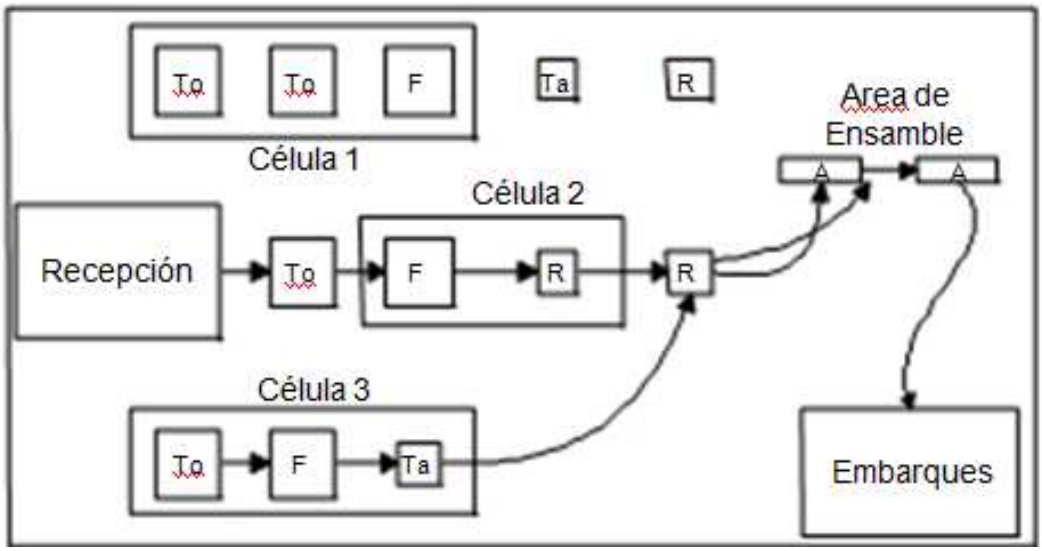


Figura 5. Distribución después de aplicar células de tecnología de grupo

2.1.4 CARACTERÍSTICAS DE LAS DISTRIBUCIONES

A modo general se puede resumir las principales características de las tres distribuciones básicas en el siguiente cuadro:

Características de las distribuciones

En el siguiente cuadro se hace una relación entre las diferentes distribuciones con sus características:

Tabla I. Características de las distribuciones

	D. por Producto	D. por Proceso	D. por Posición Fija
Producto	Productos estándares con un volumen de producción alto (producción en masa).	Productos diversificados con volúmenes De producción variable.	Difíciles de mover (barcos, trenes, edificios) o con demanda muy pequeña y especifica.
Flujo de Trabajo	Lineal y el mismo para todos los productos, el manejo de materiales es por lo general automatizado.	La secuencia de fabricación de cada producto hace que no existan rutas estándares	No existe flujo. Los recursos se trasladan hacia el producto.
Mano de Obra	Hacen tareas repetitivas y rutinarias	Es calificada, sin necesidad de estrecha supervisión y moderadamente adaptable	Alta flexibilidad, realizan operaciones diferentes según el producto
Maquinaria	Maquinaria específica para operaciones concretas.	Máquinas flexibles con la capacidad de fabricar varios productos.	Máquina de propósito general y común a todos los productos que fabrica la empresa.
Utilización de Espacio	Eficiente, elevada salida por unidad de superficie	Baja salida por unidad de superficie, necesidad de espacio para material en proceso.	Generalmente toda la superficie es requerida por el producto.

2.2 Planeamiento sistemático de la distribución

El Planeamiento Sistémico de la Distribución, es una forma racional y organizada para realizar la planeación de una distribución y está constituida por cuatro fases o

niveles que a la vez constan de una serie de procedimientos o pasos, para identificar, evaluar y visualizar los elementos y áreas involucradas de la planeación. Este método puede aplicarse a oficinas, laboratorios, áreas de servicio, almacén u operaciones manufactureras y es igualmente aplicable a distribuciones completamente nuevas como a distribuciones de plantas ya existentes.

2.2.1 Fases de desarrollo en una distribución

Las cuatro fases o niveles de la distribución en planta, que además pueden superponerse uno con el otro, son:

Fase I: Localización.

Se decide cual es el área que va a ser organizada, esta fase no necesariamente se incluye en los proyectos de distribución.

Fase II: Distribución General de Conjunto (DGC).

Es donde se planea la organización completa a modo general. Aquí se establece el patrón de flujo para el área que va a ser organizada y se indica también el tamaño y la interrelación de áreas, sin preocuparse todavía de la distribución en detalle. El resultado de esta fase es un bosquejo o diagrama a escala de la futura planta.

Fase III: Plan Detallado de Distribución (PDD).

Es la preparación en detalle del plan de organización e incluye planear donde van a ser localizados los puestos de trabajo, así como cada pieza de maquinaria o equipo.

Fase IV: Instalación de la Distribución.

Esta última fase implica los movimientos físicos y ajustes necesarios, conforme se van colocando los equipos y máquinas, para lograr la distribución en detalle que fue planeada.

2.2.2 Proceso de Diseño de la distribución

La metodología y pasos a seguir, toman como base el método del Planeamiento Sistémico de la Distribución adaptado al contexto de la empresa y a las facilidades para la realización del trabajo, los pasos en el proceso son los siguientes:

Paso 1. Obtención de Datos Básicos.

Que contempla la identificación de información requerida, el análisis de los distintos diagramas del proceso y los datos proyectados hacia futuro.

Paso 2. Análisis de Factores.

Que constituye el levantamiento de información de acuerdo a cada uno de los 7 factores que afectan a la distribución, siendo uno de los pasos primordiales para que el diseño de la distribución tenga éxito.

Paso 3. Análisis de Flujos y Áreas.

Establecer los Factores de Proximidad, que indiquen que áreas deben de estar localizada cerca unas de otras, y construir el Gráfico de Trayectorias (TRA), que refleja cualitativamente los factores de proximidad de áreas. Elaboración del Diagrama Relacional de Actividades (DRA), a partir del TRA y que permite un panorama visual más claro del análisis de flujo e interrelación de actividades.

Paso 4. Desarrollo del Diagrama General de Conjunto.

Establecer los Requisitos de Espacio. A través de la estimación de la demanda, de la tasa de producción del proceso o de la estimación de la cantidad de equipo y personal.

Elaborar el Diagrama General de Conjunto (DGC), o plano de bloques en el cual se bosquejan las áreas, con sus respectivas proporciones de espacios y los

factores de proximidad previamente establecidos. En este diagrama se deja de lado el detalle de la distribución para poner énfasis en la ubicación de las distintas áreas de la empresa.

Paso 5. Diseño de las Áreas de la Empresa.

Que consiste en la disposición física detallada de todos los elementos de cada área de manera que encajen en el diagrama general de conjunto que se ha elaborado.

Paso 6. Presentación del Diseño Final de la Distribución.

Consistente en preparar los planos finales de la distribución para proceder posteriormente a la instalación.

2.2.3 Fundamentos de Guía para una Distribución Óptima.

Los 10 fundamentos básicos, obtenidos de la práctica; que sirven de guía para el trabajo de distribución, son los siguientes:

1. Planear el total y después los detalles

Empezar con la distribución de la planta como un total y después acabar en los detalles. Primero determinar las condiciones generales en relación con el volumen de producción previsto.

Establecer el grado de relación de estas áreas con cada una de las demás considerando únicamente el movimiento del material para tener una pauta básica y sencilla de circulación. A continuación, desarrollar una distribución general de conjunto.

Solamente después de aprobada la distribución de conjunto debe procederse a la disposición detallada dentro de cada área, es decir a la posición de hombres,

materiales, máquinas y actividades auxiliares, todo lo cual llega a formar el plan detallado de distribución.

2. Planear el plan teórico y deducir de éste el práctico

El concepto inicial de la distribución debe representar un plan teóricamente ideal, sin tener en cuenta las condiciones existentes, ni considerar el costo. Más tarde se realizan los ajustes necesarios, que incorporan las limitaciones prácticas debidas a infraestructura y otros factores.

Finalmente, se llega a una distribución que es, a la vez, simple y práctica. De este modo, no perderemos la posibilidad de lograr una buena distribución, por el error previo de querer considerar necesarias desde el principio determinadas características.

3. Seguir los ciclos del desarrollo de la distribución, haciendo solaparse las fases sucesivas.

Los ciclos del desarrollo de la distribución siguen una secuencia de cuatro fases. La primera fase consiste en determinar donde debe situarse la distribución; donde debe colocarse las funciones de que debe disponerse. En esto puede intervenir la situación de la planta o simplemente la situación dentro de la planta existente.

La segunda fase es planear una distribución de conjunto para la nueva área de producción. A continuación viene el plan detallado de distribución y finalmente, la instalación. Como la distribución de conjunto puede influir en la elección de la situación, el ingeniero de la distribución no debe decidir definitivamente su situación hasta haber llegado a una decisión sobre la disposición lógica teórica del área.

Del mismo modo, no debe considerarse el plan de conjunto como definitivo, hasta haber comprobado, al menos en forma general, la fase siguiente. Es decir, que tiene que solaparse cada fase con la siguiente.

4. Planear el proceso y maquinaria de acuerdo con las necesidades del material

El factor material es fundamental. El diseño del producto y especificaciones de fabricación determinan ampliamente los procesos a utilizar y es necesario conocer las cantidades o las proporciones de producción de los diversos productos o piezas, para poder calcular que procesos necesitaremos. El proceso y maquinaria se edificarán de acuerdo con las necesidades de materiales.

5. Planear la distribución de acuerdo con el proceso y la maquinaria.

Después de seleccionar los procesos de producción adecuados, empieza la planificación de la distribución. Habrá que considerar las necesidades de equipo en sí: peso, tamaño, forma, movimientos hacia atrás y hacia delante, etc.
El espacio y la situación de los procesos de producción o de la maquinaria (incluidas herramientas y otros equipos) son el centro del plan de distribución.

6. Planear la edificación de acuerdo con la distribución.

Cuando la maquinaria, equipo de servicios y distribución deban ser más permanentes que el edificio, este deberá hacerse de acuerdo con la distribución más eficiente. No hay que hacer más concesiones de las necesarias al factor edificio.

7. Planear con ayuda de una visión clara.

El especialista experimentado en distribuciones sabe que la ayuda de una visión clara es una de las claves de su trabajo. Le ayuda a reunir los datos y analizarlos. Además, una visión clara es esencial cuando quiere discutir sus planes con supervisores y personal de servicios, cuando presenta sus propuestas a la dirección para su aprobación, o cuando muestra a los obreros como funcionará la nueva distribución.

8. Planear con ayuda de otros.

La distribución es un negocio cooperativo. No podrá lograrse la mejor distribución si no se consigue la cooperación de todas las personas interesadas. Se deben

solicitar sus ideas; hay que atraerlos hacia el proyecto. Además, ellas tienen un conocimiento detallado del trabajo y son las que harán funcionar la distribución. Y más aun, si se les da ocasión de tomar parte en la planificación de la distribución, tenderán luego a aceptarla con mayor rapidez.

9. Comprobar la distribución.

Cuando se haya desarrollado una fase del proyecto, hay que lograr su aprobación antes de ir demasiado lejos en la planificación de la siguiente. De este modo se evitan posteriores quebraderos de cabeza y se asegura la integración de cada área en los planes generales de conjunto. Se debe comprobar cada fase de la distribución antes de presentarla para su aprobación.

Esta comprobación asegurará que la distribución esté bien planeada o mostrará otras mejoras que se puedan introducir. La comprobación se da si se están cumpliendo los objetivos trazados.

10. Vender el plan de distribución.

Algunas veces la parte más dura del trabajo de distribución es lograr que otros lo compren. Puede ser bueno, pero hay que recordar que sigue siendo un compromiso, significa cambios de personal; exigirá desembolsos. Por tanto, es necesario mantener con entusiasmo la idea de los beneficios de la distribución que se planea, es necesario invertir tiempo para interesar al personal trabajador en el proyecto; lograr que todos participen en él; invertir tiempo en la preparación para presentar la distribución a los que en definitiva invertirán su dinero en ella.

2.3 Consideraciones sobre Instalaciones Industriales

2.3.1 Selección de sitios para instalación de maquinaria industrial

Existe una relación estrecha entre una planta y el medio que la rodea. Esto significa que las características particulares de una planta, y en general el proyecto que implica su construcción están indisolublemente vinculadas al entorno. La consideración de dicha vinculación así como el conocimiento cabal de las variables críticas involucradas asegurará el desarrollo exitoso del proyecto.

Se denomina *escenario* al entorno conformado por todo aquello que rodea y afecta a la planta en cualquier sentido en todo su ciclo de vida. De este modo, el escenario no sólo incluye las condiciones ambientales y los aspectos físicos sino también los aspectos económicos y sociales.

Si bien los criterios básicos utilizados en el diseño de un proceso están condicionados en forma general por la termodinámica y la física, existen también otra clase de limitaciones adicionales que afectan al diseño y construcción de la planta. Usualmente todas las limitaciones adicionales pueden clasificarse como de carácter económico considerando este concepto en su sentido más amplio.

El objetivo en el diseño de una planta de proceso es hallar una solución técnico-económica que optimice el resultado final de cada una de las etapas de un proyecto. Para lograr esto será necesario conocer de forma concreta el escenario del proyecto, las deficiencias en este sentido podrían dar lugar a alguna de las siguientes situaciones:

- Capacidad de diseño limitada o insuficiente
- Problemas operativos
- Incumplimiento del plazo contractual

Sobre los factores a considerar en la evaluación del escenario y su impacto en el proyecto

El desarrollo de un proyecto exige el análisis de una serie de factores de carácter muy diverso.

La información requerida para la consideración de estos factores puede no ser lo suficientemente confiable o incluso puede resultar contradictoria. Asimismo existen situaciones en las cuales resulta complejo objetivar el impacto de ciertos factores sobre los resultados del proyecto.

En la tabla Nº 2 se presentan una lista de factores considerados determinantes.

Tabla II. Factores a considerar sobre la localización geográfica

Tabla I - Factores a considerar sobre la localización geográfica	
Factores físicos, climáticos y geológicos	Ubicación / Accesibilidad Altimetría del terreno Altura sobre el nivel del mar Temperatura ambiente Humedad ambiente Régimen de lluvias Viento Nieve Sismo Cursos de agua Condiciones del suelo Impacto ambiental
Factores culturales, demográficos y socio-económicos	Poblaciones cercanas y urbanización Representación local de proveedores Situación social Disponibilidad, calificación, costo y productividad de mano de obra local Idiosincrasia política local y nacional Burocracias, sistemas administrativos oficiales Salud, epidemiología, enfermedades endémicas Prácticas alimenticias locales Usos y costumbres culturales y religiosos
Factores regulatorios	Regulaciones Régimen aduanero Exenciones Impuestos locales

A continuación se describirá la incidencia de cada factor.

Factores físicos, climáticos y geológicos de la localización geográfica

Este grupo es de gran influencia en la etapa de ingeniería básica. Muchos de estos factores constituyen directamente parámetros de diseño de los equipos, por lo cual es un requisito indispensable conocerlos con profundidad antes de comenzar la etapa de diseño.

Factores como la ubicación y la accesibilidad a la planta quedarán caracterizados por las vías de acceso y factibilidad que las mismas presentan para ser utilizadas, quedando definido a partir de ello el medio de transporte a utilizar para el traslado de personas, equipos y materiales. Usualmente el medio de transporte y las condiciones de acceso condicionan los límites máximos admisibles para el peso y dimensiones de los equipos.

La altimetría del terreno, es uno de los factores que deberá tenerse en cuenta no sólo como un aspecto negativo sino que también deberá estudiarse con el objetivo de aprovechar las potenciales ventajas que dichos desniveles puedan generar: minimización del movimiento de suelos, ahorro de estructuras metálicas, aprovechamiento de flujo por gravedad, reducción en los costos de bombas debido a la posibilidad de incrementar el ANPA disponible.

Otro factor de tipo climático de gran incidencia es la temperatura ambiente, que impacta de manera directa sobre aeroenfriadores y torres de enfriamiento, así como en la necesidad de aislación de equipos, líneas e instrumentos y la utilización de anticongelantes. Así mismo, en un sentido general, este factor influirá en todos aquellos procesos en los que el aire o la presión atmosférica estén involucrados de manera directa.

El efecto de la humedad ambiente, al igual que como la temperatura ambiente y la altura, puede observarse en los equipos de proceso, los motores y las instalaciones eléctricas. En lo que respecta a los equipos de proceso, la humedad ambiente tendrá particular relevancia en aquellos que utilizan al aire en los cálculos energéticos.

El régimen de lluvias es un factor que deberá ser tenido en cuenta principalmente para el diseño de los drenajes pluviales de la planta, así como para determinar la necesidad de tratamiento del agua de lluvia colectada en la planta en conformidad con la filosofía adoptada para el tratamiento de estos líquidos.
Otro punto que deberá tenerse en cuenta en relación al régimen de lluvias es la relación que existe con la continuidad de las tareas de construcción debido a que las intensas lluvias pueden impedir o dificultar las mismas. También deberá considerarse que estas mismas lluvias pueden anegar los caminos de acceso a la planta. Cualquiera de estos efectos deberá tenerse en cuenta durante la planificación y la logística del proyecto pues podrían provocar demoras imprevistas.

Las condiciones físico químicas y geológicas del suelo están vinculadas a varios parámetros en el diseño de una planta y el desarrollo del proyecto.
Las condiciones geológicas deben considerarse en función de la dificultad que podrían presentar para la preparación y movimiento del terreno sobre el que se construirá la planta. La resistencia mecánica del suelo es fundamental para el diseño de las bases civiles por lo cual es importante contar con información confiable y relevante desde el comienzo del proyecto para poder evaluar correctamente los costos asociados.

Por otro lado la composición y condición física del suelo incide directamente en la corrosión de las cañerías enterradas y por lo tanto en la selección del sistema de protección de las mismas ya sea este a través de aislación, ánodos de sacrificio o sistemas de corriente impresa.

La permeabilidad del suelo es un parámetro que deberá tenerse en cuenta en el diseño de los sistemas de drenajes y en el diseño de recintos de contención de posibles derrames, por la potencial contaminación que éstos pueden ocasionar.

Los cursos de agua deben ser tenidos en cuenta para varios aspectos del desarrollo de un proyecto. Uno de estos aspectos está relacionado con la accesibilidad y es la posibilidad de utilizar al curso de agua como medio de acceso a la planta tanto sea para el transporte de materiales y materia prima como para el transporte de producción. Otra forma de aprovechamiento de los cursos de agua es la

disponibilidad para la obtención de agua potable o potabilizable como así también podría utilizarse como un posible punto de descarga de efluentes de la planta. Para cualquier uso que se le dé a un curso de agua deberá considerarse la estacionalidad propia del mismo y en que manera puede afectar al diseño de las instalaciones y al desarrollo del proyecto de manera de anticipar potenciales problemas.

Como último factor dentro del grupo de factores geográficos, climáticos y geológicos se encuentra el impacto ambiental. Las consideraciones medio ambientales están fuertemente ligadas a la legislación vigente en el sitio de emplazamiento de la planta. El potencial impacto de la planta sobre el medio debe ser tenido en cuenta tanto en la disposición de efluentes y las acciones de remediación como en la protección de las instalaciones ante posibles accidentes provocados por el medio en todas las etapas del proyecto.

Debe considerarse en el diseño de los sistemas de tratamiento, contención y remediación de la planta la disponibilidad de medios de tratamiento y la forma en que los desechos pueden disponerse.

Factores culturales, demográficos y socio-económicos de la localización geográfica

Los factores culturales, demográficos y socio-económicos tienen una fuerte implicancia en decisiones puntuales durante la etapa de diseño, y por otro lado deben ser considerados al momento de la planificación de las tareas de obra.
Las poblaciones se ven afectadas por la contaminación, ya sea visual, auditiva o ambiental, que producen las plantas. La distancia a poblaciones es un parámetro importante en la selección del sistema de venteos. El tipo de cerco perimetral que se utiliza alrededor de las plantas se ve influenciado por la existencia o no de poblaciones cercanas y el nivel de urbanización.
La cobertura de las necesidades de las personas que trabajarán durante la construcción y en la operación está también ligada a la existencia o no de poblaciones cercanas. Si la ubicación geográfica de la planta está lejos de centros urbanos, se requerirá instalaciones más complejas para las personas durante la etapa

de construcción aunque más no sea en forma temporaria. Se deberá incluir entonces en la planificación de los costos de construcción la instalación de cocinas, comedores, almacenes para alimentos, espacios de recreación, centros de atención médica y los medios necesarios para evacuar en caso de emergencia.

Si existe una población cercana, quedarán probablemente resueltos muchos de los temas arriba expuestos, pero se introduce un ítem adicional en la logística y los costos como ser los traslados diarios, el alojamiento y la alimentación.

La disponibilidad de representación local de proveedores está ligada al nivel de desarrollo industrial, comercial y urbano de la región. Este factor no influye solamente en el momento de la puesta en marcha, sino que sigue siendo un factor muy importante para la operación y mantenimiento de la planta. Este ítem es referencial tanto en el momento de definir los materiales consumibles como para seleccionar la conveniencia de la provisión de equipos y la consiguiente necesidad de repuestos, ya que de contarse con un proveedor local podría minimizarse el stock de repuestos que debe mantenerse en la planta.

La desinformación sobre la situación social del país en donde se está llevando a cabo un proyecto puede conducir de manera directa al no cumplimiento de los plazos contractuales debido a desvíos respecto de la planificación y la logística programada. Las diferentes expresiones populares que se han conocido en los últimos años a nivel mundial demuestran que es necesario considerar a este factor de una manera especial, ya sea en contextos típicos de países desarrollados o subdesarrollados.

También es fundamental conocer el grado de calificación y especificidad de la mano de obra local. Esto implica no sólo saber si hay mano de obra disponible, sino también a qué niveles, y preverlo para exportar mano de obra de otros países. A veces existe la mano de obra local, pero por razones económicas resulta más beneficioso exportarla desde el propio país. De todos modos, cabe destacar que suele existir una proporción determinada entre mano de obra local y no-local, según los criterios que más adelante se detallan.

En proyectos internacionales es muy importante la buena y fluida interacción entre los distintos equipos, y habrá que considerar los distintos modos y ritmos de trabajo de las personas según su lugar de origen, para poder lograr la compatibilidad necesaria para el éxito conjunto del proyecto.

Siempre será importante contar en el grupo de trabajo con personas experimentadas en la idiosincrasia política local y nacional, de modo de garantizar una buena interacción con agrupaciones sindicales locales, ya que en muchos casos existe una proporción entre mano de obra local y movilizada, que debe respetarse, más allá de la determinada por ley en cuanto a mano de obra nacional y extranjera. La necesidad de una buena interacción con los sectores sindicales vale tanto para sindicatos de personas que serán empleadas directamente en la obra, como para aquellos gremios afectados de manera indirecta, como por ejemplo los conductores de camiones y funcionarios de aduana en la frontera.

Factores regulatorios de la localización geográfica

Los factores regulatorios pueden resultar o no beneficiosos al desarrollo de un proyecto. Esto depende principalmente de las políticas económicas de los países participantes ya sean estos locatarios, inversores o proveedores. Deberá dedicarse el tiempo suficiente al estudio de la legislación de aplicación para tanto para asegurarse de conocer tanto las restricciones como las ventajas legales a nivel económico y temporal, que pueden brindar las normas de un país.

Las regulaciones, en general, respecto a la utilización de mano de obra local, al uso de sustancias peligrosas o controladas, a las migraciones o el sistema sanitario del país en cuestión deben conocerse en una etapa temprana del proyecto. Esto permitirá lograr una buena planificación de las etapas de obra.
La legislación sobre sustancias controladas puede determinar la selección de una u otra sustancia, que al proceso le signifique la misma operación pero que en cuanto a requisitos para su almacenamiento, transporte y uso tengan una gran diferencia entre una y otra. Para utilizar sustancias controladas se requieren permisos que no siempre son fáciles de obtener y la determinación sobre cuál sustancia es controlada y cuál no varía entre los distintos países. Las exigencias respecto a la utilización de la mano de

obra local también varían entre uno y otro país. En general, todos los países imponen la utilización de mano de obra local como requisito para la realización del proyecto, lo que varía es el porcentaje y el grado de calificación que se impone en cada uno.

2.3.2 Fundamentos y Dimensionamiento sobre Cimentaciones de maquinaria

En la práctica, el procedimiento general que se sigue para el diseño de cimientos consiste:

1. Determinar la capacidad de carga inherente al tipo o tipos de cimentación posible, dadas las condiciones del subsuelo y los requisitos estructurales del proyecto.

2. Reducir las capacidades últimas de carga calculadas multiplicándolas por un factor de seguridad de 2 a 3. El factor de seguridad más alto se utiliza donde se tiene menor certeza acerca de las condiciones del subsuelo.

3. Calcular los asentamientos que pueden ocurrirle a una cimentación con capacidad de carga permisible reducida y con las cargas estructurales previstas.

4. Si los asentamientos son estructuralmente aceptables, calcular los costos de los tipos de cimentación satisfactorios, sobre una base que permita comparaciones, como el precio por tonelada de carga en columnas o el costo por metro cuadrado en área construida. Dichos costos deben incluir todos los elementos estructurales del sistema de cimentación, como el casquete (remate) de los pilotes y cualquier trabajo de mejora del suelo que se considere necesario; no se deben olvidar siquiera los costos excepcionales, como la eliminación de aguas. También es necesario ponderar el tiempo que se requiere para la construcción. Si todos los demás factores son iguales, optar siempre por el sistema de menor costo.

5. Si los asentamientos son inaceptables en todos los tipos de cimentación considerados, explorar otras alternativas, como mejora del suelo, reubicación del edificio, disminución de las presiones o cargas de apoyo, diferentes profundidades de

apoyo y revisión de la superestructura. Repetir los casos 3 y 4 hasta que se encuentre una cimentación segura y lo más económica posible.
De manera general se debe garantizar la resistencia y economía del sistema cimiento; en definitiva el problema ha de plantearse con estas cuatro premisas o conjunto de ellas:

- Finalidad Utilitaria.
- Función Estructural o Estática.
- Exigencia Estética.
- Limitación Económica.

Capacidad de carga o apoyo de los cimientos. La capacidad de carga o apoyo es una característica de cada sistema de suelo cimentación, y no sólo una cualidad intrínseca del suelo. Los distintos tipos de suelo difieren en capacidad de carga, pero también ocurre que en un suelo específico dicha capacidad varía con el tipo, forma, tamaño y profundidad del elemento de cimentación que aplica la presión.
Existen dos tipos básicos de cimentación: superficial y profunda. Asimismo, hay algunas variaciones de cada tipo.

Las cimentaciones superficiales constan de zapatas (llamadas zarpas en algunos países) aisladas, corridas y ligadas, y cimentaciones flotantes compensadas.
Las cimentaciones profundas constan de cajones perforados (pozos descendentes) y muchas variedades de pilotes de concreto hinchables o colados en su sitio.

En las construcciones industriales empresariales existen una enorme variedad de tipos de cimentaciones superficiales y profundas de acuerdo a las estructuras que deben soportar, como: Intercambiadores de calor, Torres, Chimeneas, Tanques, Esferas, Naves, etc.
El problema que se plantea es la transmisión de cargas del proceso al terreno de la forma más económica, que dependerá de:

- Naturaleza del terreno
- Profundidad y Ancho de la cimentación
- Características de la estructura.

2.3.3 Instalaciones Eléctricas. Seguridad de operación

El objetivo fundamental de una instalación eléctrica es el cumplir con los requerimientos planteados durante el proyecto de la misma, tendientes a proporcionar el servicio eficiente que satisfaga la demanda de los aparatos que deberán ser alimentados con energía eléctrica.

Para dar apoyo a lo anteriormente citado tendrán que conjuntarse los factores siguientes:

Seguridad contra accidentes e incendios, ya que la presencia de la energía eléctrica significa un riesgo para el humano, se requiere suministrar la máxima seguridad posible para salvaguardar su integridad así como la de los bienes materiales.

Eficiencia y economía, en este rubro deberá procurarse conciliar lo técnico con lo económico y es donde el proyectista deberá mostrar su ética profesional para no perjudicar al cliente.

Accesibilidad y distribución, es necesario ubicar adecuadamente cada parte integrante de la instalación eléctrica, sin perder de vista la funcionabilidad y la estética.

Mantenimiento, con el fin de que una instalación eléctrica aproveche al máximo su vida útil, resulta indispensable considerar una labor de mantenimiento preventivo adecuada.

Distribución eléctrica por líneas aéreas.

El diseño eléctrico de un sistema de distribución aéreo debe comprender el desarrollo y análisis de:

- Las necesidades de demanda.
- La estabilidad del sistema y el comportamiento transitorio.
- Selección del nivel de tensión.
- La regulación de la tensión y el flujo de energía reactivan.
- La selección de conductores.

- Las pérdidas de energía.
- El efecto de campos electromagnéticos.
- La selección del aislamiento.
- Los dispositivos de conexión e interrupción.
- La selección de los interruptores automáticos.
- Los relevadores de protección.
- La seguridad y el entorno ecológico.

El diseño mecánico debe abarcar:

- Los cálculos de flechas y de tensiones.
- El tipo de conductor.
- La separación y disposición entre conductores.
- Los tipos de aisladores.
- La selección de herrajes y accesorios.

El diseño estructural debe incluir:

- La selección del tipo de estructura.
- Los cálculos de cargas mecánicas.
- Las cimentaciones.
- Anclas.

Los aisladores deben seleccionarse basándose en:

- La tensión eléctrica nominal a plena carga del circuito.
- La carga mecánica máxima.
- Los esfuerzos eléctricos (Impulso del rayo, sobre tensión de maniobra y efecto de la contaminación sobre la rigidez dieléctrica)

Instalaciones Eléctricas

Hay dos tipos de instalaciones eléctricas: provisionales y fijas

Instalaciones Eléctricas Provisionales:

Son aquellas que han envejecido y el material aislante que las cubre esta deteriorado, puede causar incendios por corto circuito o por subir la carga de energía eléctrica en las líneas de distribución, incendiando la estructura sobre la que están instalados los conductores, más aun si la estructura es de madera o de algún material similar.

Instalaciones Fijas:

Son los conductores que deben de ir entubados y la calidad de los materiales deberán cumplir con la norma oficial correspondiente, principalmente en aquellos lugares donde se manejen líquidos y gases inflamables, en cuyo caso las tomas de corriente y registro deberán ser a prueba de explosión.

Los equipos eléctricos defectuosos son también causa frecuente de incendio por corto circuito en lo mismo y transmisión de fuego a materiales combustibles en su proximidad, tanto en equipos eléctricos como sus cables de alimentación deberán estar en perfectas condiciones.

Tipos de Chispas

Existen dos tipos de chispas diferentes: Eléctricas y Chispas Mecánicas:

Chispas Eléctricas

Son las que se producen al desconectar un interruptor, al enchufar o al desconectar una clavija, al encender o apagar la luz, son peligrosos si se manejan materiales inflamables, ya que existe el riesgo de explosión. Para evitar esto las líneas, las conexiones y los interruptores deben ser herméticos para que las chispas que puedan producirse no entren en contacto.

Chispas Mecánicas

Son las que se producen por rozamiento. Un cojinete sin lubricación que se desliza puede producir un incendio por lo que deben corregirse estas anomalías, también pueden ser producidas por golpes, como con cinceles, excesivo rozamiento al rebajar algo con el esmeril.

Debe prevenirse que estas chispas caigan cerca de materiales combustibles, o que el ambiente donde se trabaje este cargado.

Líquidos Inflamables

No son los líquidos inflamables los que arden, son los vapores que se encienden y si esos vapores se mezclan con el oxigeno en la proporción debida, la combustión es tan rápida que origina una explosión, aun cuando la presión es producida y esta no llega a la desarrollada por sustancias explosivas de escasa potencia.

Se dice que donde quiera que haya vapores de estos, habrá bastante riesgo de explosión e incendio, por lo cual debe tratarse y manejarse con la debida precaución, porque aun cuando se trate de cantidades relativamente pequeñas de sustancias volátiles, al vaporizarse y al mezclarse con el oxígeno con las debidas proporciones, puede causar daños.

Estas son algunas precauciones que deben de tomarse al emplear líquidos inflamables:

- Elegir siempre el líquido menos inflamable.
- Mantener todo líquido inflamable en recipientes construidos bajo normas de seguridad.
- Limitar la provisión de líquidos inflamable a las áreas de trabajo, a las necesidades de un solo turno, como máximo.
- Idear y aplicar procedimientos de trabajo a las necesidades de un solo turno
- Conectar a tierra todo equipo metálico si este está estacionario.
- Usar solamente equipo eléctrico aprobado por la dirección general de normas.
- Proveer de una eficaz ventilación o respiradero a los tanques de almacenamiento.
- Suministrar el equipo adecuado, preparar y aplicar procedimientos seguros para la limpieza y reparación de recipientes o tanque que contengan solventes.
- Cuidar que siempre haya a la mano arena o cualquier otro material incombustible que auxilie en caso de un conato de incendio.

2.3.4 Instalación de equipos para aire comprimido

Han de tomarse las debidas precauciones a la hora de planificar la red de aire comprimido, conducciones de agua, vapor y tendido eléctrico, de una gran instalación industrial.

Instalaciones interiores.
Generalmente la mejor forma de construir un sistema de tuberías, es la de anillo alrededor del área donde se va a tener el consumo de aire, tirando desde este anillo principal tuberías de alimentación a los diferentes puntos de consumo. De esta forma se obtiene, para un consumo de trabajo intermitente, un suministro de aire comprimido mucho más uniforme, supuesto que el mismo fluye en dos direcciones.

Este sistema debería utilizarse para todas las instalaciones, a menos que existieran puntos de consumo bastantes alejados de la planta compresora, en tales casos, dichos puntos deberían alimentarse por las líneas principales separadas. Pueden utilizarse, para un edificio con varias plantas, una serie de anillos conectados todos ellos a una arteria común, o si resulta más conveniente, puede suspenderse la línea de aire comprimido del techo del piso inferior, con ramificaciones para el piso superior y para el propio piso.

Las tuberías inferiores pueden instalarse básicamente, de dos formas perfectamente diferenciadas:

- A través de zanjas practicadas en el suelo, de las que parten el número de ramales secundarios requeridos.
- Suspendidas de las paredes o techo del edificio.

En el primer método, la disposición de la instalación viene determinada por los tramos de tubería que van soldados por sus extremos. Tal disposición resulta difícil o imposible de cambiar. El transporte interno no se ve obstaculizado, puesto que las zanjas van cubiertas por planchas dispuestas convenientemente sobre el suelo, y además las paredes se ven libres de tuberías, lo que resulta muy conveniente en algunos casos.

Si las tuberías que conducen el aire comprimido, van adosadas a las paredes, la tubería principal debe situarse lo suficientemente alta, de forma que evite puertas y ventanas, y al mismo tiempo sea de fácil acceso para trabajos de mantenimiento, etc.
Los soportes tipo ménsula o cartela, utilizados para sostener las tuberías, generalmente van sujetos a las columnas o a las alas de las vigas. Todo esto proporciona un sistema de tuberías relativamente sencillo y económico; por otra parte, cualquier modificación que fuera precisa, podría efectuarse con un costo bastante razonable.

Asimismo las tuberías deben instalarse de tal forma que, no interfieran en el movimiento de las grúas u otros medios de transporte, y además deben pintarse para su protección contra la corrosión, en un color que las diferencie de las tuberías destinadas a la distribución de agua y gas. Su aislamiento generalmente no es necesario. A ser posible los colectores de humedad deben instalarse de forma que la purga o drenaje de los mismos, tengan fácil acceso desde el suelo.

Las tuberías de considerables longitudes, deben suspenderse de forma flexible por medio de ménsulas ancladas a la pared, supuesto que un montaje rígido a techos o paredes, puede ser transmisor de las vibraciones a la estructura del edificio.
Las tuberías de suministro, en instalaciones de tamaño grande y mediano, deben ir soldadas; sin embargo, aquellos elementos que tengan que desmontarse, por las circunstancias que sean, han de ir embridados.

En instalaciones más pequeñas, las tuberías pueden ir roscadas, pero ello acarrea el riesgo de fugas.

Diseño de una red de aire

En general una red de aire comprimido de cualquier industria cuenta con los siguientes dispositivos:

Filtro del compresor: Este dispositivo es utilizado para eliminar las impurezas del aire antes de la compresión con el fin de proteger al compresor y evitar el ingreso de contaminantes al sistema.

Compresor: Es el encargado de convertir la energía mecánica, en energía neumática comprimiendo el aire. La conexión del compresor a la red debe ser flexible para evitar la transmisión de vibraciones debidas al funcionamiento del mismo.

Postenfriador: Es el encargado de eliminar gran parte del agua que se encuentra naturalmente dentro del aire en forma de humedad.

Tanque de almacenamiento: Almacena energía neumática y permite el asentamiento de partículas y humedad.

Filtros de línea: Se encargan de purificar el aire hasta una calidad adecuada para el promedio de aplicaciones conectadas a la red.

Secadores: Se utilizan para aplicaciones que requieren un aire supremamente seco.

Tubería principal: Es la línea que sale del conjunto de compresores y conduce todo el aire que consume la planta. Debe tener la mayor sección posible para evitar pérdidas de presión y prever futuras ampliaciones de la red con su consecuente aumento de caudal. La velocidad máxima del aire en la tubería principal es de 8m/s

Tuberías secundarias: Se derivan de la tubería principal para conectarse con las tuberías de servicio. El caudal que por allí circula es el asociado a los elementos alimentados exclusivamente por esta tubería. También en su diseño se debe prever posibles ampliaciones en el futuro.

Tuberías de servicio: Son las que surten en sí los equipos neumáticos. En sus extremos tienen conectores rápidos y sobre ellas se ubican las unidades de

mantenimiento. Debe procurarse no sobre pasar de tres el número de equipos alimentados por una tubería de servicio. Con el fin de evitar obstrucciones se recomiendan diámetros mayores de ½" en la tubería. Puesto que generalmente son segmentos cortos las pérdidas son bajas y por tanto la velocidad del aire en las tuberías de servicio puede llegar hasta 15m/s

Usos del aire comprimido

En la mayoría de las instalaciones el aire comprimido se considera como una fuente de energía comparable a la electricidad, el gas y el agua. En general es utilizado para el manejo de equipos de planta y para instrumentación. En ambos casos la presión de la red es entre 6 y 7 bar.

2.3.5 Instalación y Disposición de tuberías y accesorios para sistemas de extracción

Para la instalación y disposición de los equipos, tubería y accesorios requiere un conocimiento sobre el funcionamiento de sistemas de extracción, a continuación se detalla algunos tipos y formas de extracción:

Tipos de sistemas de extracción neumática

El movimiento de las partículas de madera se produce dentro de las tuberías, debido a la diferencia de presión entre el comienzo y el final de los ductos. De acuerdo con esta diferencia de presión, las instalaciones más utilizadas en la industria de maderas se dividen en:

Succión - impulsión: el material se transporta por succión en la parte delantera de la máquina generadora de residuos hasta el abanico y en la parte restante por impulsión. Este sistema tiene como desventaja que el material pasa por el abanico, con el consiguiente desgaste de éste y el eventual desbalance de las paletas o aspas. Algunas veces no se tiene ciclón separador de las partículas, el cual se sustituye por un depósito rectangular o cuadrado (silo) de gran tamaño, en el cual la descarga se

hace a cierta altura para que el material caiga por gravedad y se coloca una ventana superior para la evacuación del exceso de aire.

Succión total: un abanico es el último componente del sistema y el ciclón separa el aire del material residual; en el centro del ciclón se forma una corriente de aire limpio y por las paredes viaja el material que cae por gravedad al silo, que debe tener un sello hermético

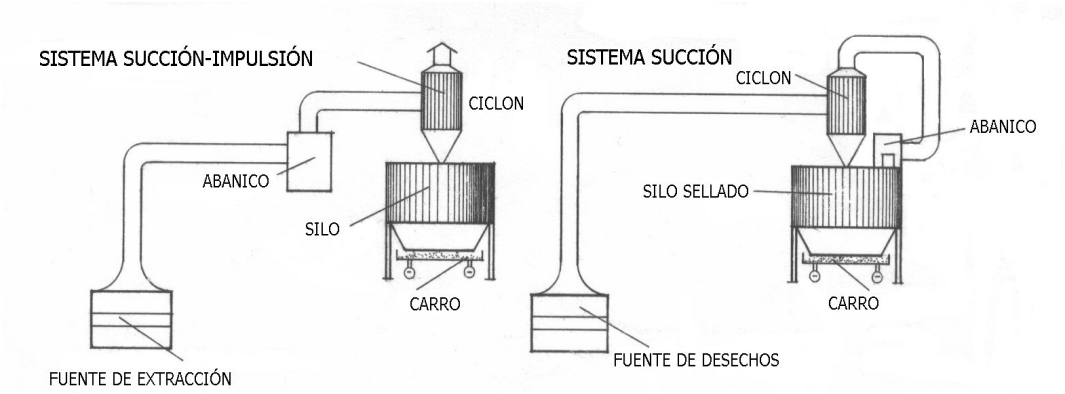


Figura 6. Sistema de succión-impulsión y succión total.

Impulsión con tubo Venturi: al contrario del sistema de succión total, el abanico es el primer componente, tiene la desventaja de que la succión es un tanto baja, por lo que se usan generalmente para la evacuación de residuos en una sola máquina, por ejemplo, la sierra cinta del aserradero.

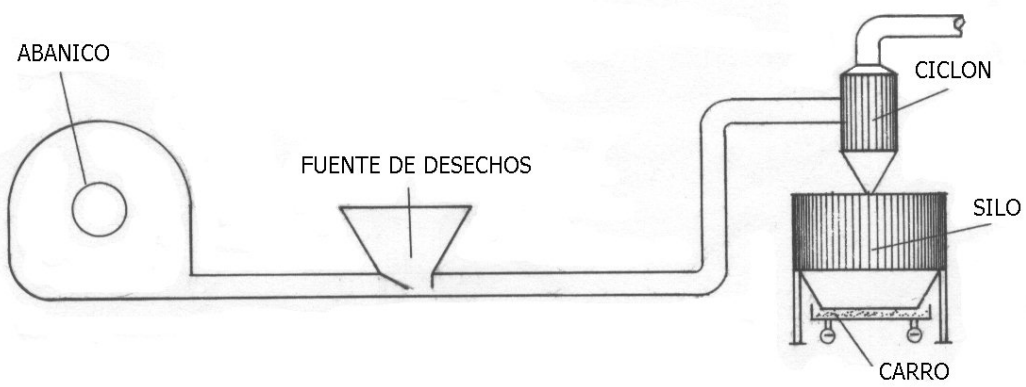


Figura 7. Sistema de impulsión con Venturi.

Independientes: Sistemas móviles con abanico y accesorio para separar el material granulado del aire, tienen bolsa de tela filtrante.

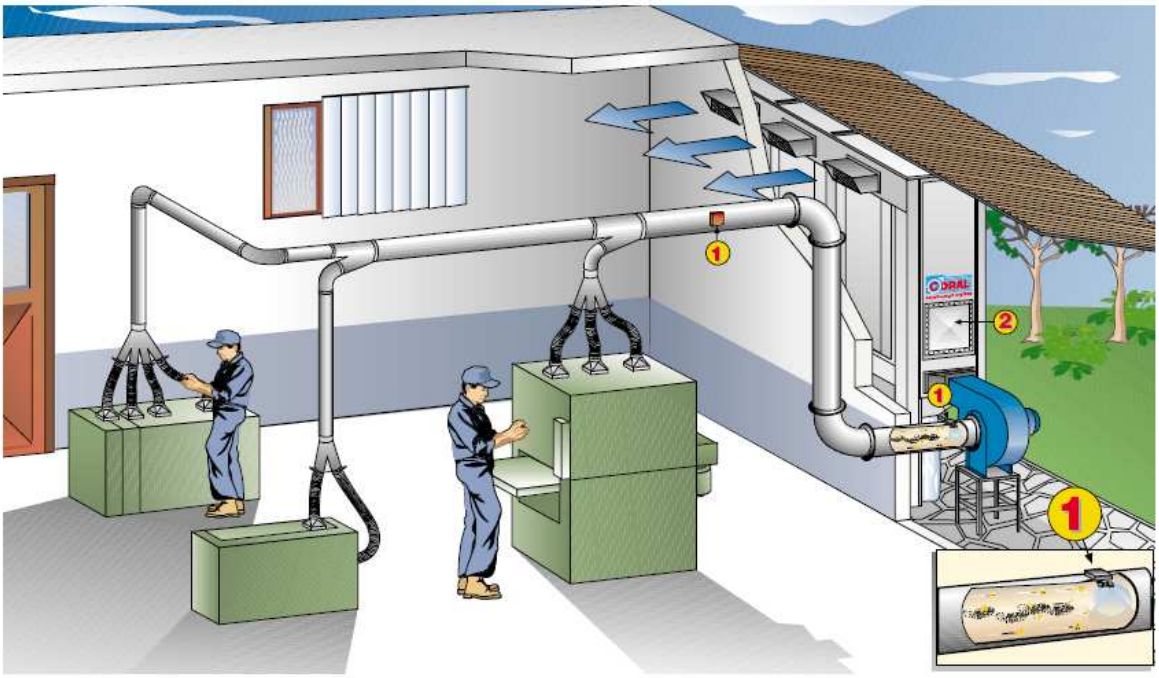


Figura 8. Ejemplo de Sistema de Aspiración Centralizado

Información sobre tableros melamínico

Figura 9. Tablero Melamínico

El tablero melaminizado es el resultado de la aplicación del principio de prensado (presión y calor) a un sanduche formado por "papel impregnado + tablero + papel impregnado". Ningún tipo de cola ni proceso adicional es utilizado ya que la propia impregnación aplicada al papel base para solidificarlo sirve para que este quede adherido al soporte. Además, la prensa aplica en el momento del prensado el acabado al diseño mediante una plancha de acero grabada.

Impregnación: La melamina, en sentido estricto, es un polímero constituido por carbono, hidrógeno y nitrógeno utilizado en la fabricación de resinas de impregnación del papel crudo. Estas resinas, también conocidas como aminoresinas, le confieren resistencia física y mecánica, se aplica el término "melamina" al tablero recubierto con papel melaminizado.

Estas resinas, de las que el producto toma el nombre, crean una barrera perfecta contra la humedad, el vapor, los agentes químicos, la erosión y el rayado.
La melamina, en los últimos años, gracias a los avances tecnológicos, ha evolucionado a pasos agigantados en innovación y desarrollo de diseños y texturas.
La incorporación de nueva tecnología en los procesos creativos y de producción del papel decorativo ha hecho que la calidad de los diseños impresos sea cada vez más

espectacular. Por una parte, la definición lograda en los diseños los convierte en reproducciones nítidas y realistas, como es el caso de los elementos naturales como maderas y piedras. Además, en los últimos años, las técnicas de impresión han incorporado nuevos elementos, como por ejemplo las tintas metalizadas, que permiten crear efectos y juegos visuales impensables hasta el momento.

Se garantiza el mejor aprovechamiento de los recursos forestales, incorporando el reciclaje de las materias primas más de la mitad de la madera utilizada proviene de la vía del reciclaje. En este sentido, la industria de la madera es una de las más limpias ya que es la que menos energía necesita en la transformación de sus productos y la que menos residuos genera en los procesos que utiliza, favoreciendo así la reducción del calentamiento global del planeta.

2.3.5 Información Sobre Tapacanto o Cubre Canto

En la actualidad es muy común el uso de muebles fabricados para el hogar, la oficina y otros espacios, a partir de tableros softformados, bien sean aglomerados, MDF, contrachapados o laminados, hecho que se debe principalmente a la estandarización de la producción de muebles y el auge de los muebles tipo RTA.

Sin embargo y pese a la funcionalidad y belleza de estos tableros, sus cantos quedan generalmente expuestos dejando a la vista el interior de los mismos, por ello, para cubrir dichas áreas y en la búsqueda de productos más estéticos se han desarrollado elementos como los tapacantos o cubrecantos.

Uno de los elementos de mayor uso en el acabado de muebles de madera son los tapacantos, esas tiras que cubren los bordes de los tableros para proporcionarles belleza estética y protección frente a factores ambientales y de uso cubrecanto de Melamina.

Los tapacanto de madera natural, ofrecidos en rollos o tiras son, dentro de la línea general del insumo unos de los preferidos por la industria del mueble. Estos pueden

utilizarse tanto en muebles de alto tráfico como en piezas delicadas, protegiéndolos, sin perjudicar su apariencia.
El tapacanto es un insumo que se utiliza en el enchapado de cantos, como acabado para los bordes de laminados decorativos y de cualquier tablero de madera bien sea aglomerado, MDF o contrachapado. Este es uno de los procesos más importantes, no solo porque hace parte del acabado decorativo de los muebles sino porque también, desde el aspecto técnico, su uso protege los tableros de los impactos y de la humedad.

El proceso de enchapado de cantos puede realizarse manualmente con adhesivos a base de caucho que se aplican en las superficies a pegar, proceso que se denomina en frío, o de forma industrial, por medio de máquinas especializadas que usan adhesivos termo fundibles tipo Hotmelt, que se funden a altas temperaturas y pegan las superficies, este proceso puede llamarse en caliente.

Antes de utilizar un determinado tapacanto, el fabricante de muebles debe considerar qué uso tendrá la pieza y bajo qué condiciones ambientales estará la mayor parte del tiempo. Un mueble de oficina, por ejemplo, exige un canto grueso que soporte desgaste y fricción constante.

Tipos de Tapacantos o Cubrecantos

El mercado ofrece distintos tipos de tapacantos, que se diferencias y clasifican según su material o la función específica para la cual son diseñados.
Entre ellos están los tapacantos de:

- PVC
- Preencolados o Duro
- Madera natural y compuesta
- Papel melamínico y los de incrustar

Tapacantos de PVC

Son fabricados mediante el proceso de extrusión o calandrado de resinas termoplásticos de Cloruro de Polivinilo (PVC). Para el primero de ellos, la extrusión, una máquina funde el plástico y por medio de presión lo hace pasar por una boquilla que le da una forma determinada, bien sea de cinta o de tapacantos para incrustar con una aleta que le permite adherirse al canto.

En el segundo proceso, el calandrado, se mantiene el principio básico de fundición del plástico pero en lugar de salir por una boquilla, el material pasa por una serie de rodillos que lo aplanan hasta generar una lámina de distintos calibres de la cual, previo corte y dimensionamiento requerido, se obtienen el tapacanto.
Como características ventajosas, los tapacantos de PVC ofrecen una muy buena resistencia al impacto y la abrasión, y presentan un excelente comportamiento al maquinado en procesos de corte y fresado.

Adicionalmente, y dado que el PVC es un material poco poroso, durante su fabricación la superficie de su cara interior se cubre por un sustrato químico llamado *coate*, que permite que los adhesivos termofundibles tipo Hotmelt y los a base de caucho, se peguen totalmente a éste otorgando una máxima adherencia al borde durante el chapeado.

Así mismo, la cara visible del material está cubierta con lacas que sellan y protegen al tapacanto de la luz ultravioleta, solventes, manchas y agentes químicos evitando así que con el paso del tiempo pierda sus características estéticas. Pese a que la biodegradabilidad del material es bastante cuestionable, los tapacantos de PVC son los de mayor uso en la industria por sus precios.

En cuanto a su uso, resultan ideales para todo tipo de muebles dado que otorgan un acabado parejo y liso, sin contar que se ofrecen en varios niveles de brillo, una amplia gama de colores sólidos y diversas texturas tipo imitación madera, nébulas,

perlados, metalizados y translucidos, características todas que van de la mano con su espesor así:

Tapacantos Delgados de PVC:

Sus dimensiones presentan espesores desde los 0.40 mm hasta 0.75 mm y anchos desde 16 mm hasta 100 mm. Tienen como característica especial que pueden copiar cualquier patrón de diseño como madera, sólidos, nébulas, etc. Así mismo, poseen una protección ultra violeta que sella completamente la superficie para protegerla, que se adhiere sólidamente al substrato, es durable y brinda una notable resistencia frente a la rotura, al desgaste y el impacto.

Los cubrecanto delgados en PVC le dan a los muebles de oficina, institucionales o de hogar un acabado pulido, homogéneo y estético gracias a que el color se mantiene inalterable a lo largo del canto y puede escogerse entre una extensa gama de colores y texturas.

Tapacantos de PVC Grueso Termoplástico:

Otorgan al mueble una apariencia más fina y de mayor elegancia a todo tipo de muebles. Su excelente durabilidad y alta resistencia al impacto los hacen ideales para muebles escolares, de oficina y hospitales; así como para mobiliario de comercio. Su ancho oscila entre los 16 mm y los 60 mm y sus espesores desde 1 mm hasta 5 mm.

Tapacantos de PVC Grueso Semiflexible:

Ideales para curvas muy cerradas tanto cóncavas como convexas. Son especialmente fabricados para ser usados en centros de diseño y para enchapes de tableros controlados por computadora, así como para enchapadoras manuales de cantos curvos. Sus calibres son similares al del tipo anterior.

Una mesa dispuesta para decorar un pasillo que no requiera protección extrema en su canto y más bien demande un insumo que le brinde un aspecto atractivo-, bien puede llevar un tapacanto delgado de PVC, de papel melamínico u otros similares.

Entre las muchas ventajas que ofrecen los tapacantos gruesos en PVC están: su fácil aplicación y maquinado, alta durabilidad y resistencia al impacto, fácil adaptación a piezas curvas o redondas, firme adhesividad con el substrato y una extensa oferta en anchos y espesores.

Tapacantos de Madera Natural y Compuesta

La belleza y naturalidad de la madera ha sido aprovechada desde tiempos remotos para cubrir los cantos de los muebles, gracias a que les otorgan un toque de exclusividad, refinamiento y elegancia, sin contar que las posibilidades de diseño sólo están limitadas por la imaginación y el gusto del cliente o diseñador.
Este tipo de tapacanto es preparado en listones rígidos o flexibles, de diversos anchos y espesores, que tienen la particularidad estética de generar una “sensación de robustez” en las piezas que los incorporan.

Estos son tapacantos de alta calidad que incluye en su fabricación un proceso de multilaminado y pintura que les da resistencia, así como pegantes de alto desempeño para asegurar mejor adherencia. También vale señalar que ofrecen una mayor rapidez y eficiencia al maquinado y que, dada su adaptabilidad, presentan un mínimo de pérdida de material durante esta labor.

En el mercado existen varias clases de tapacantos de madera: los delgados poseen anchos desde los 6.25 mm hasta los 200 mm y están perfectamente unidos mediante el sistema *finger joint,* que mantiene ocultas las junturas. Sin embargo, tienen como desventaja que, por ser la madera un material hidrófugo de no realizar un tratamiento adecuado de inmunizado y curado pueden absorber humedad, expandirse y despegarse del tablero.

Para su fabricación, la madera es prelijada y reforzada fuertemente con un velo de papel o tela en el respaldo, que evita que se deslamine y que permite también su presentación en rollos y con ello, una aplicación más sencilla y confiable.

Entre tanto, los tapacantos gruesos de madera poseen anchos que van desde 6.25 mm hasta 58 mm y grosores desde 3.0 mm hasta 10 mm, secados al horno para evitar deformaciones.
A nivel de usos, resultan ideales para muebles de oficina y residenciales fabricados en tableros enchapados de madera, dado que su apariencia les permite complementarse con ellos y producir una atractiva unidad estética de materiales.

Tapacantos de Papel Melamínico

Son fabricados en papel de celulosa impregnados con diferentes tipos de resinas melamínicas y acrílicas. Su alta dureza los hace poco flexibles, lo que se convierte en una desventaja importante pues son frágiles al curvado. En materia de presentación, se ofrecen en infinidad de calibres y anchos

Tapacantos de Incrustar o tipo (T).

Son fabricados en materiales termoplásticos, normalmente de PVC o Neopreno, en forma de T y se caracterizan por su gran resistencia al impacto. No requiere adhesivo para su instalación ya que se incrustan a presión, sujetándose dentro de la pieza a través de una ranura previamente hecha a lo largo del canto a enchapar. Su uso más común está en la industria del mobiliario para oficina.

Una ventaja importante de los tapacantos de incrustar es que dan la posibilidad al carpintero o pequeño industrial de lograr acabados de gran calidad sin utilizar la tecnología que sí necesitarían al pegar un canto rígido, ya que su aplicación es totalmente manual. Sin embargo, este sistema básico de aplicación produce también que los niveles productivos sean menores frente a los que obviamente haría una máquina chapeadora, en un proceso mecanizado.

Elección del Mejor Tapacanto

Cuando un industrial necesita enchapar los cantos de sus muebles, regularmente le surgen dudas acerca de cómo elegir los elementos que mejor se acomodan a sus

necesidades de producción. Por eso suministramos aquí una pequeña lista que puede ayudar a esclarecer algunos interrogantes.
En primer lugar se debe determinar el material con el cual está elaborado el mueble, para así escoger el tapacanto ideal. La concordancia entre estos debe proveer la estética necesaria, es decir que si se utiliza una lámina enchapada en cedro natural lo más conveniente es usar un tapacanto también de cedro, que guarde un máximo de similitud de veta y color. De hecho, en este punto la calidad se mide en la homogeneidad.

Así mismo, cuando se usan tapacantos muy delgados se corre el riesgo que las características (defectos, grabados, texturas, etc.) de la superficie o tablero, se marquen en la superficie del tapacanto ocasionando un efecto que se conoce como *telegrafiado*, lo que reduce notablemente el valor estético del mueble. Del mismo modo es importante conocer el uso que se le dará al mueble, el ambiente que lo rodeará y las exigencias a las cuales será sometido.

Por ejemplo, si el mueble es una mesa destinada a decorar un pasillo, ésta no requiere mucha protección en el canto, sino más bien un insumo que le brinde un aspecto atractivo, por lo cual se puede trabajar perfectamente con un tapacanto delgado de PVC, de papel melamínico u otros similares. Otro es el caso si se trata de un mueble de oficina, de alto tránsito, que necesitará de un elemento que resista golpes, desgaste y la fricción constante; aquí lo correcto es el uso de cantos gruesos.

Con relación al anterior pueden presentarse tanto en madera natural como en aglomerados y maderas compuestas- problemas de absorción de humedad que desprendan o hinchen el tapacanto. En el caso de elementos con madera natural, los inconvenientes se presentan por no tratar correctamente el material o exponerlo excesivamente a la intemperie.

De hecho, el principal problema que se presenta en relación con los tapacantos y el proceso de producción es el despegue de éstos, lo cual ocurre por el uso pegantes de mala calidad que no proporcionan la resistencia y estabilidad necesaria, así como por trabajar un tapacanto no preparado para recibir el adhesivo, es decir, que el *coat*

aplicado no es de buena calidad y por esta razón durante el pegue, el adhesivo no reacciona químicamente bien y se desprende del canto.

En todo caso, cada productor de adhesivos desarrolla diversas formulaciones dependiendo de las aplicaciones y en cualquiera de los casos es necesario que el usuario se asesore correctamente y utilice el producto adecuado.
De otro lado, es muy importante que el fabricante esté consciente de sus capacidades estructurales y de las herramientas y los recursos técnicos que debe disponer para el enchapado, ya que no todos los tapacantos se pueden aplicar de forma manual y hay algunos que requieren de enchapadoras especiales, como pueden ser las destinadas a trabajar en superficies curvas, así como de distintos tipos de pegantes, bien sean de contacto, tipo caucho o tipo Hotmelt.

En este sentido, el mantenimiento de los equipos y máquinas utilizadas para el pegue es vital, a fin de asegurar su correcto funcionamiento con procesos limpios, pues, en el caso de los Hotmelt, son permanentes los depósitos de adhesivo que exigen limpiezas periódicas. En todo caso, el industrial debe reconocer que por lo general no es suficiente tener la mejor máquina enchapadora de cantos, con un buen adhesivo y un tapacanto de primera calidad, además es necesario conocer el proceso y poner en práctica técnicas para que los resultados sean los más óptimos.

Finalmente, es muy importante la relación que existe entre el espesor de la lámina a enchapar y el ancho de tapacanto, ya que a partir de esa medida se hace la compra del producto, se establecen los procesos de aplicación y se evitan los desperdicios.

CAPÍTULO III

DISEÑO DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

3.1 Descripción y diagrama de Flujo del Proceso Productivo

3.1.1 Flujo de proceso productivo de puertas

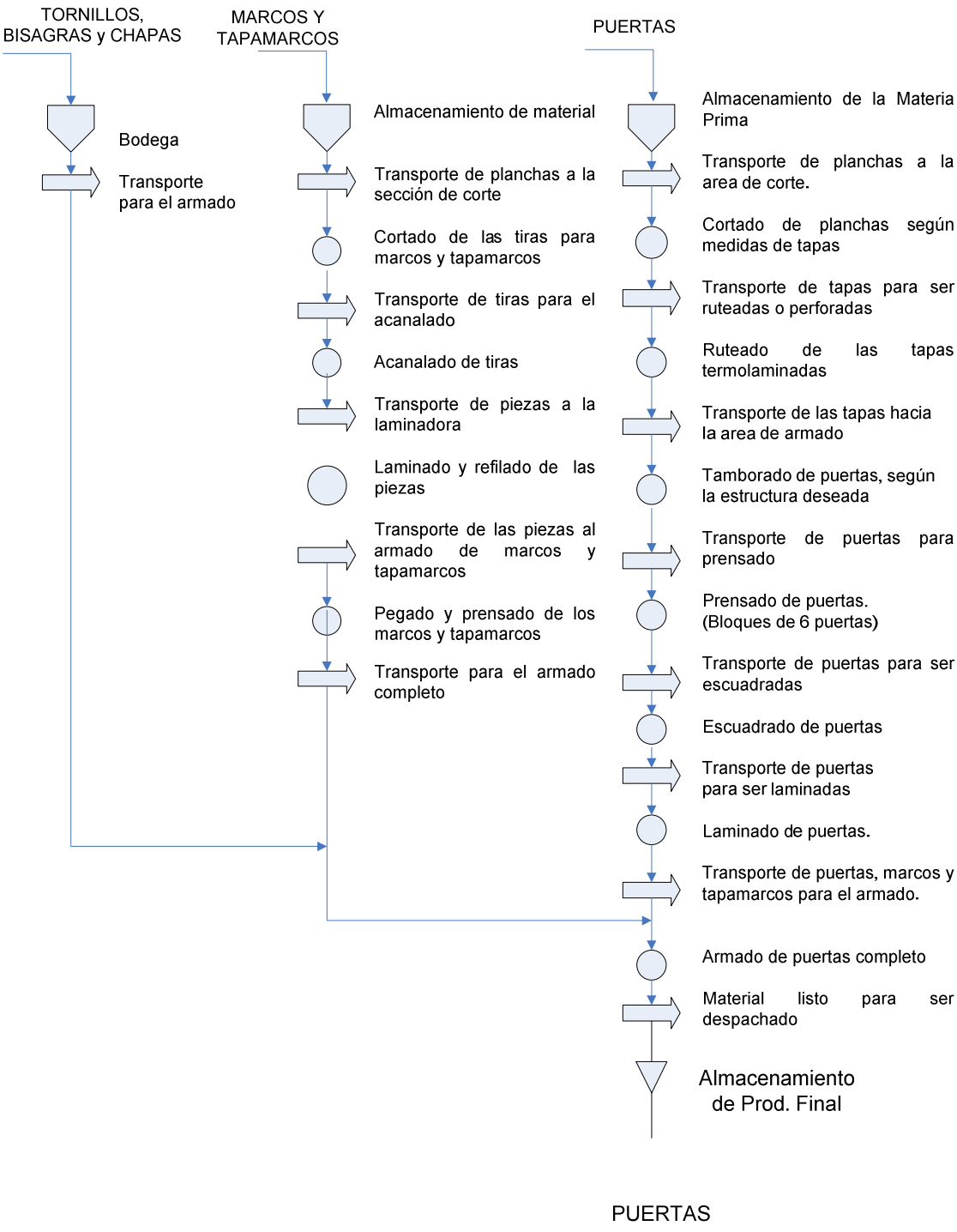


Figura 10. Diagrama de flujo de puertas

3.1.2 Flujo de proceso productivo de modulares

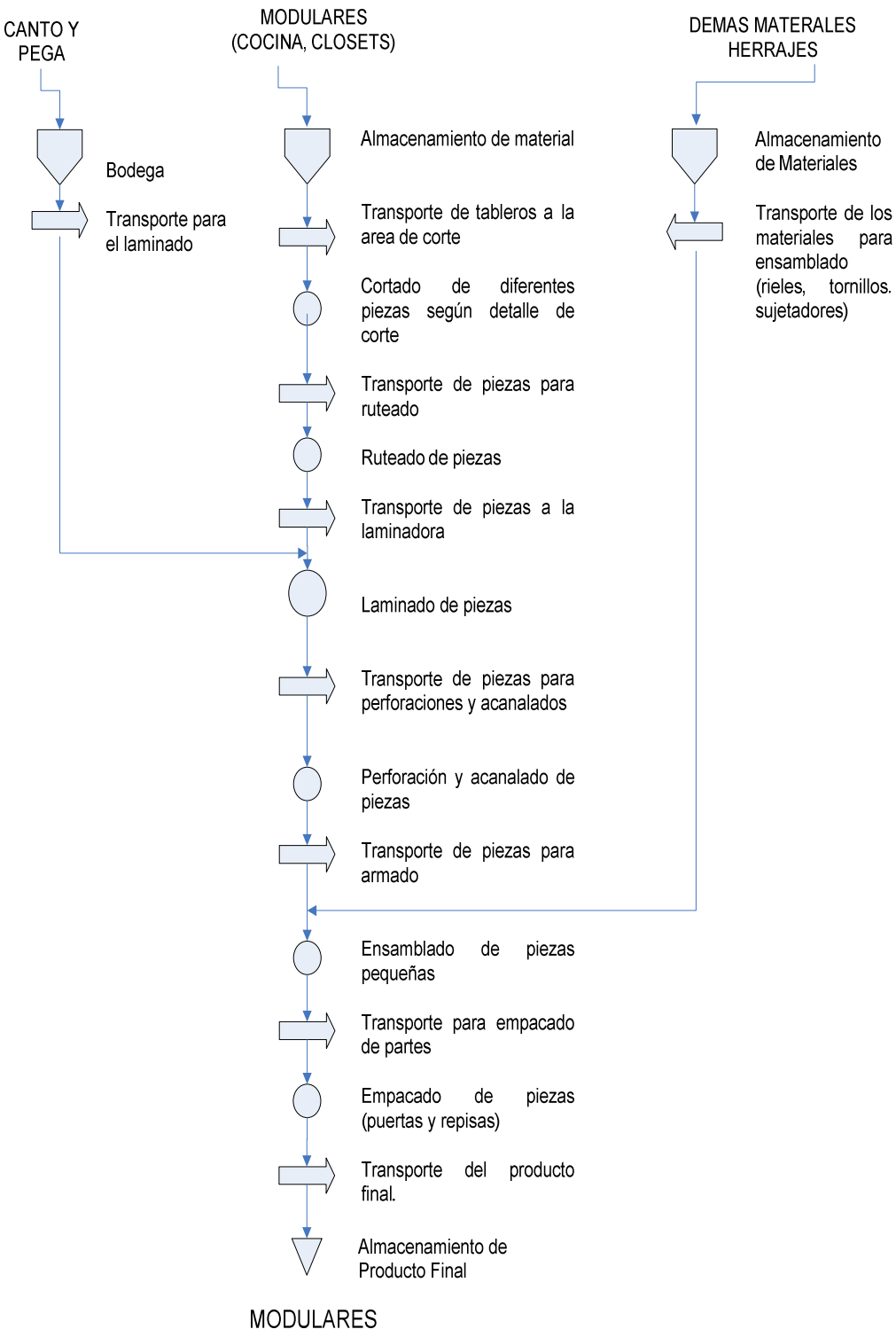


Figura 11. Diagrama de flujo de modulares

3.2 Relación de áreas de la empresa

Existen diferentes espacios de transformación de madera y en ellos, muchas veces, se agudizan los problemas ya generados por la dinámica y problemática del sector cuando se fabrican objetos de madera en espacios que no están adecuados dentro de la racionalidad del proceso de producción.

La necesidad de un lugar adecuado de trabajo, que permita desarrollar todas las fases del proceso productivo, es uno de los elementos que más incide en los costos de producción y ello afecta al productor.

De manera pues que la incidencia de los factores de la producción son efectivos cuando actúan en un lugar (espacio) adecuado, controlando y asegurando los procesos de fabricación. Por eso, se hace necesario adoptar un esquema de planta por puesto de trabajo y operación que permita minimizar los costos altos de producción, la pérdida de tiempo y productividad que son comunes en el sector de la madera.

Una planta propuesta así permite controlar los costos de producción, el desperdicio, el capital de trabajo, la materia prima, la producción, la mano de obra y a su vez, conocer la verdadera capacidad instalada para poder dar respuesta a la demanda de productos de madera mejorando la competitividad.[(1)]

Para implementar una distribución de planta y montar líneas de productos de madera es necesario desarrollar antes un esquema básico de diseño referido a:

Definir el objeto de madera que se quiere mercadear, es decir, lo que se quiere fabricar realizando un estudio previo de mercado frente a lo que se pretende ofertar.

Diseñar el objeto en madera, conectadas a un corredor original para facilitar la movilización de la materia prima y los productos.

Fabricar los productos a través de una planta distribución por puesto de trabajo y por operación. Se racionaliza la planta de distribución dentro del contexto anterior comenzando por definir el objeto, en este caso puertas sólidas y modulares.

---

[1] CARDONA. H MARIO. Revista el Mueble y Madera. 4ta. Edición. 2007, pág. 16

Los objetos de madera siempre se construyen por elementos, lo cual permite el control y almacenamiento de partes y la posibilidad de fabricar con ellas nuevas formas. Esta es la única manera de trabajar el objeto porque facilita el aprovechamiento de la materia prima y el control del proceso.

PROCESO PRODUCTIVO

El proceso productivo abarca todas las áreas de trabajo partiendo desde el lugar de almacenamiento de la materia prima hasta el producto empacado. Para la implementación de la planta en estudio se ha considerado indispensables las siguientes áreas de trabajo como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla III. Áreas de Trabajo

NÚMERO	AREAS DE TRABAJO
1	Almacenamiento de tableros
2	Área de Corte
3	Centro de Mecanizado
4	Armado de puertas
5	Área de Prensado
6	Área de preparación para marcos
7	Área de Laminado
8	Área de perforado - Taladro Múltiple
9	Área de acanalado –Toupi
10	Acabado de productos
11	Control de calidad - Embalaje
12	Almacenamiento final

3.2.1 ÁREA DE ALMACENAMIENTO DE MATERIA PRIMA

Esta área es una de las más amplias, deberá estar ubicado junto a la puerta principal de acceso para facilidad de ingreso de los tableros como también cerca de la área de corte, se almacenara los siguientes productos:

- Tablero de partículas Melamínico
- Tablero MDF para puertas
- Planchas Termolaminadas

A continuación se detalla las características y aplicaciones de los tableros:

Tabla IV. Características y aplicaciones de Tableros

PRODUCTO	DIMENSIONES		USOS Y APLICACIONES	REVESTIMIENTO
	Formato (m)	Espesor (mm.)		
ACOPLAC	2.15 x 2.44 (7 x 8 pies)	4/ 6/ 9/ 12/ 15/19/ 25 y 30	Divisiones ambientales. Paredes de cajones, pisos y paredes falsas. Muebles odulares, closets y libreros.	
PACOPLAC (PAPEL DECORATIVO)	2.15 x 2.44 (7 x 8 pies)	6/9/12/15/19 25 y 30	Divisiones ambientales. Paredes de cajones. Muebles modulares, closets y libreros	Almendra, Negro, Cerezo, Grafito, Gris, Haya, Nogal, Sapelli, Maple
DURAPLAC O MELAMÍNICO	2.15 x 2.44 (7 x 8 pies)	9/ 12/ 15/ 19/ 25 y 30	Muebles de baño y de cocina. Puertas de closets y escritorios	Blanco, Negro, Grafito, Nogal, Maple, Sapelli, Gris, Haya, Palisandro, Granito, Peral, Arena, Abadul, Azul y Verde
MADEPLAC (CHAPA DE MADERA NATURAL)	2.12 x 2.42 (7 x 8 pies)	7 / 10 / 13 /16 / 20 / 26 y 31	Puertas interiores, puertas de closets, escritorios, paredes y panelados de muebles en general.	Haya, Pino, Roble, Sapelli, Palisandro, Ebano, Mogano Chapas Nacionales: Anime, Laurel, Mascarey, Sande

La forma de almacenamiento del tablero melamínico se lo realizará en un apilamiento oblicuo, con un ángulo que no supere los 20º con respecto de la vertical. Se aplicará para tableros de 9 mm en adelante. Mediante una estructura metálica con sus respectivas divisiones ya que es mucho más funcional permitiéndonos un ahorro de espacio considerable, se facilita el manejo de tableros ya que como se nombro anteriormente existe una amplia gama de colores tanto de una como de dos caras.

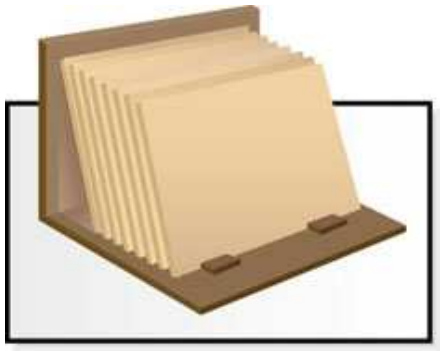


Figura 12. Forma de almacenamiento de tableros

El tablero MDF se lo almacenará de forma horizontal ya que por el tipo de material no se debe estropear ni producir rayaduras. Nos ayudaremos mediante una estructura horizontal para facilitar su manejo.

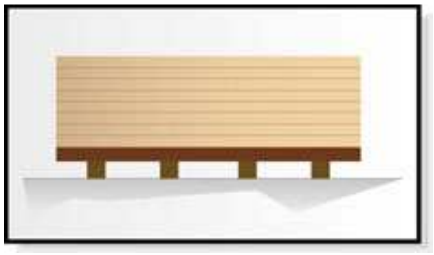


Figura 13. Forma de almacenamiento de tableros MDF

En ambos casos, la superficie de apoyo debe ser lisa y completamente aislada de la humedad.

Los tableros deben mantenerse despegados del suelo sobre soportes mediante pallets o tacos de igual escuadría con una distancia máxima de 80 cm entre ejes.

Para el caso de tableros delgados (3,2 a 9 mm) deben considerarse 60 cm como distancia máxima entre apoyos y un tablero de 18 mm como soporte del paquete.

Al igual que en el transporte, los tableros deben estar perfectamente alineados para evitar daños en las esquinas.

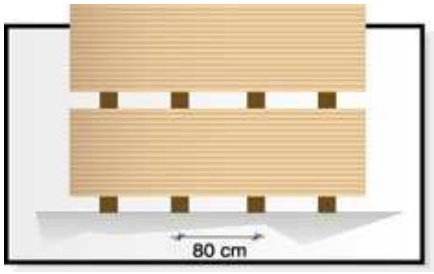


Figura 14. Almacenamiento de tableros sobre el suelo

Si se almacena, paquete sobre paquete, es necesario considerar que la ubicación de los separadores siempre debe encontrarse en perfecta verticalidad.

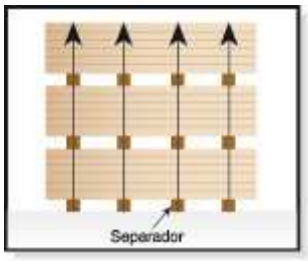


Figura 15. Almacenamiento de tableros verticales

Lo que respecta a los demás materiales que se requieren en el proceso como son: tapacanto, herrajes, rieles, tornillos neumáticos, pega, correderas, bisagras, tornillos, etc. Se almacenará en la bodega general juntamente con herramientas eléctricas, mecánicas y elementos de seguridad como son: guantes, gafas protectoras etc.

Recomendaciones para el almacenaje y transporte de tableros

- Evitar el deslizamiento de un tablero sobre otro, hace que las impurezas rayen las superficies decorativas.
- Evitar las variaciones extremas de temperatura y humedad. No permitir que las superficies y los cantos del tablero estén en contacto directo con el agua
- Si se almacena horizontalmente los tableros. Coloque soportes (listones de madera sólida) espaciados 50 cm. entre sí. Al apilar una tarima sobre otra, los listones deben estar debidamente alineados.
- Separar 15 cm. de las paredes y pisos.

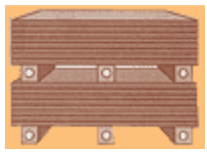


Figura 16. Almacenamiento de tableros horizontalmente

- Al transportar debe haber suficiente espacio vertical entre tarimas para que las uñas o plataformas del montacargas no toquen ni rayen los tableros.

Figura 17. Transporte de tableros con montacargas

- Almacenar los tableros en lugares secos y bien ventilados, sin que la luz natural incida directamente sobre los mismos.

Figura 18. Almacenamiento de tableros en estructuras

- Cuando se almacene en tarimas, deje suficiente espacio entre ellas, para permitir la circulación del aire. Los tableros deben colocarse sobre una superficie o base plana y limpia, en pilas compactas, sujetas con zunchos metálicos

Figura 19. Transporte de tableros

- Asegúre de tal manera que los tableros no se muevan o resbalen, evite fricciones en las superficies decorativas y golpes en los cantos y esquinas.

- Jamás deslice un tablero sobre la superficie decorativa. Levántelo totalmente y llévelo hasta el lugar de trabajo.

- Apóyelo sobre sus cantos cuando movilice tarimas, evite la flexión excesiva de los tableros.

Figura 20. Forma de transporte manual de tableros

3.2.2 ÁREA DE CORTE

Como su nombre lo indica en esta área se realizará el corte del tablero según el detalle de corte dependiendo sí es para modulares o según las dimensiones estándares para puertas de paso o exteriores respectivamente. Compuesta básicamente por una máquina Sierra – Escuadradora, se requiere de una salida de aire comprimido que será utilizado para la limpieza de los residuos que se quedan en la mesa de apoyo por efecto del desprendimiento de partículas de polvo por el corte para evitar ralladuras en la lámina de melamínico del próximo corte.

La máquina debe estar correctamente nivelada y anclada al piso. De no ser así las vibraciones del motor se transmitirán al disco, deteriorando el corte.
De vital importancia, es mantener la guía, en forma paralela al plano de la sierra, como se índica en la figura cualquier desviación se transmite al corte.

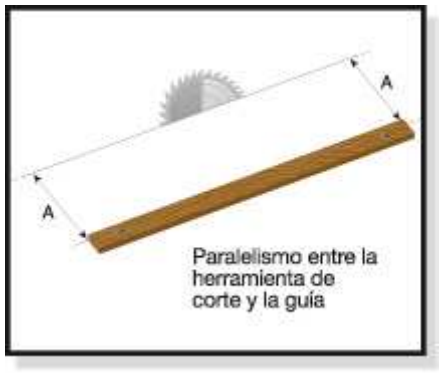


Figura 21. Paralelismo entre la herramienta y la guía

Para el corte de tableros, se recomiendan velocidades entre 60 y 80 m/s; y para MDF entre 30 y 60 m/s. La velocidad de corte se entiende como la relación entre el número de revoluciones del eje y el diámetro de la sierra.

A continuación se detalla una tabla de velocidad de corte de acuerdo al diámetro de la sierra:

Tabla V. Velocidades de corte

VELOCIDAD DE CORTE (r.p.m.)				
DIAMETRO SIERRA	60 m/s	70 m/s	80 m/s	90 m/s
100 mm	11460	13360	15260	17170
125 mm	9180	10700	12220	13750
150 mm	7640	8900	10160	11440
180 mm	6360	7420	8440	9540
200 mm	5740	6700	7660	8610
220 mm	5200	6080	6960	7820
250 mm	4580	5340	6100	6870
300 mm	3820	4460	5100	5740
350 mm	3260	3800	4340	4890
400 mm	2860	3340	3820	4290
450 mm	2540	2960	3380	3800
500 mm	2280	2660	3040	3420

Se debe verificar lo siguiente:

- Hojas de sierra con filos widia, presentan mayores tiempos de duración.
- Hojas con filos cortantes, a ambos lados con dientes cóncavos producen los mejores cantos.
- En corte con sierras circulares se recomienda el uso de sierra incisora que realizará un precorte en la cara inferior antes que la sierra principal haga el corte final con esto es posible obtener ambas caras del tablero en óptimas condiciones.

Figura 22. Sierra incisora y sierra principal

- La calidad del corte de los cantos depende de la altura de la sierra en relación al tablero se considera lo siguiente: A mayor altura de la sierra se obtiene mejor resultado sobre la cara superior, y a menor altura, mejor es el corte en la cara inferior. Probando y regulando se llega a la altura más apropiada.

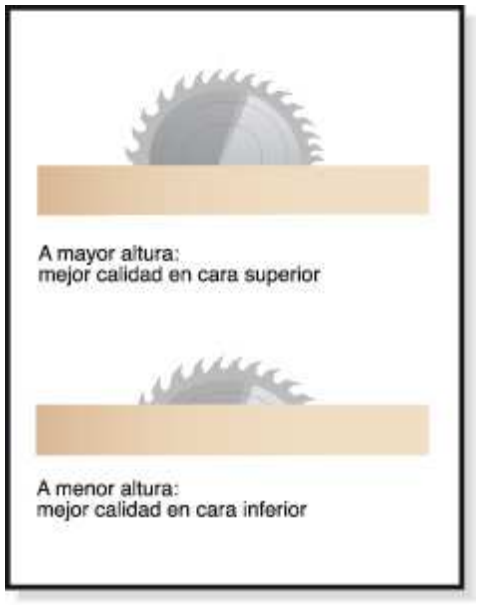


Figura 23. Relación de altura de corte vs calidad

Dentro de esta área se considera el espacio para colocar el material semifrabricado y demás material sobrante que será transportado por medio de montacargas.

Para optimizar la cantidad de tableros empleados en una obra se utilizará un software como optimizador de materia prima.

SOFTWARE - OPTIMIZADOR DE TABLEROS

El software más conocido y utilizado como optimizador de tableros es CUT MASTER 2D PRO. Es una herramienta diseñada para empresas o negocios que trabajan con madera, cristal, metal u otros elementos que deben ser cortados, lo que trata el programa es de optimizar el diseño de los cortes que hay que realizar en cada material para obtener el máximo número de piezas, y que así no se desperdicie nada, usando para ello diversos algoritmos que mejoran todas las posibilidades de cortes que se pueda realizar.

Es un programa profesional para calcular las disposiciones rectangulares del corte.
Se reducirán los típicos errores de corte que se suelen producir en este tipo de negocio y por los cuales siempre se acaba desperdiciando parte de dicho material.
Se mejora la productividad y nivel de servicio profesional usando la tecnología más última en optimización.

Utiliza los algoritmos avanzados, diseñados especialmente para optimizar las disposiciones del corte en este caso para la industria de la madera.

Ventajas del Software:

- Reduce los tableros basura y costes debido a la alta producción de material y a la reutilización del exceso.
- Maximiza la productividad salvando el tiempo necesario para crear y para analizar las disposiciones.
- Calcula los parámetros para las bandas de los bordes.
- Registra el exceso eficientemente.
- Calcula las valoraciones de costes exactas para los tableros.
- Elimina errores de corte

3.2.3 ÁREA DE CENTRO DE MECANIZADO – CNC

Esta área está compuesta por un Centro de Trabajo a control numérico, conocida también como Ruteadora o Punto Punto.
Se considera control numérico a todo dispositivo capaz de dirigir posicionamientos de un órgano mecánico móvil, en el que las órdenes relativas a los desplazamientos del móvil son elaboradas en forma totalmente automática a partir de informaciones numéricas definidas, bien manualmente o por medio de un programa.
La aplicación del control numérico influye en: productividad, rapidez, precisión y velocidad en el proceso de producción.

Ventajas de un centro de trabajo en la planta

- Posibilidad de fabricación de piezas imposibles o muy difíciles.
- Precisión, esto se debe a la mayor precisión de la máquina herramienta de control numérico respecto de las clásicas.
- Aumento de productividad de las máquinas por la disminución del tiempo total de mecanización, en virtud de la disminución de los tiempos de desplazamiento en vacío y de la rapidez de los posicionamientos que suministran los sistemas electrónicos de control.
- Reducción de controles y desechos. Esta reducción es debida fundamentalmente a la gran fiabilidad y repetitividad de una máquina herramienta con control numérico. Esta reducción de controles permite prácticamente eliminar toda operación humana posterior, con la subsiguiente reducción de costos y tiempos de fabricación.

Esta maquinaria es capaz de cortar, perforar lateral y verticalmente, fresar, acanalar, biscelar, realizar molduras, dependiendo de la herramienta puede realizar molduras, lijado ya que dispone de un revólver portaherramientas cuya capacidad es de 11 herramientas para colocar todo tipo de útiles necesarios como son: sierras, cuchillas, fresas, brocas.

En esta área se procesará las piezas tanto para modulares como para puertas dependiendo del tipo de programación:

Para la producción de puertas se programará el ruteado de las caras de las puertas previo a su armado, en caso de disponer de las puertas totalmente armadas dependiendo del servicio a brindar como ruteado de las caras la programación abarcará desde el ruteado para colocación de aluminio o vidrio hasta el acabado de la puerta que consiste en el bisagrado, perforación para la chapa, etc.

De igual manera para los modulares se programará para que las piezas como los laterales y puertas en un solo proceso sean perforados, moldurados y ruteados según modelo.

Para un buen funcionamiento se requiere de una constante aspiración de polvo de madera y calidad de aire comprimido.

3.2.4 ÁREA DE ARMADO DE PUERTAS

Para armar las puertas se requiere de dos puestos de trabajo cada uno con una mesa forrada con tela franela para evitar ralladuras en las tapas de las puertas durante el tamborado de las mismas. Se dispondrá de un rodillo encolador en cada mesa que se utilizará para facilitar la colocación de pega en la estructura interna para adherirse a la tapa de la puerta como también salidas de aire para pistolas neumáticas que aseguraran la unión de tiras del marco estructural mediante tornillos neumáticos. Además se necesita de dos repisas para colocar ordenadamente las tiras de madera sólida, que se utilizará como material de apoyo para la estructura interna de la puerta.

Algunos tipos de estructura interna utilizados para puertas tamboradas:

- Espina de pescado
- Tipo cuadrado
- Tipo divisiones

3.2.5 ÁREA DE PRENSADO

Figura 24. Máquina para prensar puertas

Básicamente consta de una prensa hidráulica utilizada únicamente en la línea de producción de puertas tamboradas, necesitan ser prensadas para asegurar el acoplamiento de las tapas termolaminadas o aglomeradas con el marco interno estructural de madera ya que no es una puerta maciza siendo menor en peso y precio.

3.2.6 ÁREA DE PREPARACIÓN DE MARCOS

Figura 25. Sierra Ingleteadora

Es una pequeña área en la que se colocará una sierra ingleteadora en la que se cortará las tiras que formaran el marco estructural interno de acuerdo a las medidas de las puertas, como también se aprovechará los residuos de estos cortes para las piezas de apoyo en el tamborado.

3.2.7 ÁREA DE LAMINADO

Figura 26. Forma de Laminar.

Se llama también área de enchapado, esto consiste en adherir una lámina de determinado espesor llamado tapacanto a los bordes descubiertos de piezas que por el proceso de fabricación ha sido cortadas y requieren ser revestidas para mejorar su apariencia. Es un proceso de acabado para los bordes de laminados decorativos y de cualquier tablero de madera bien sea aglomerado, MDF o contrachapado. Este es uno de los procesos más importantes, no solo porque hace parte del acabado decorativo de los muebles sino porque también, desde el aspecto técnico, su uso protege los tableros de los impactos y de la humedad.

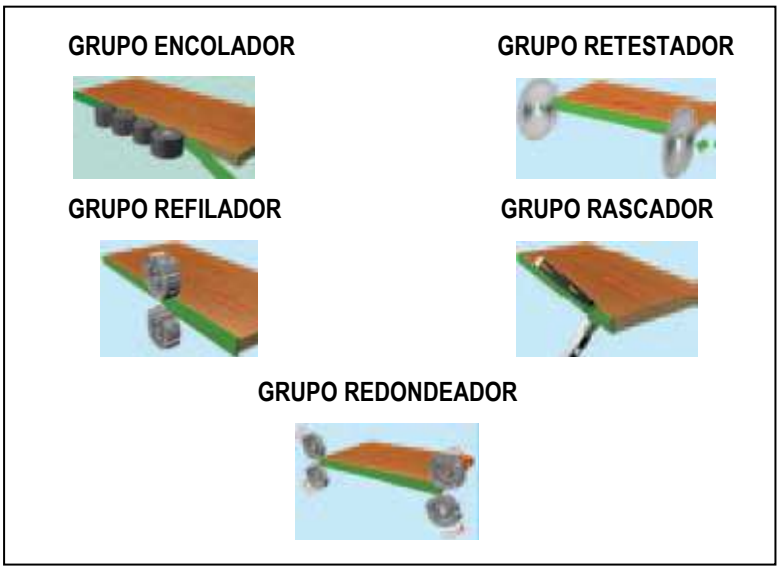


Figura 27. Grupos de Trabajo de Laminadora

Este proceso se realizará en una máquina compuesta por varios grupos neumáticos como son: encolador, retestador, refilador, rascador, y redondeador. En el grupo encolador se colocará una pega especial llamada Hotmelt que se la somete hasta una temperatura de 200º para obtener una mejor adherencia entre el canto y la superficie, esta pega se adhiere previamente al canto e inmediatamente se pasa por la cadena principal del material a ser laminado.

También está conformado por un par de rodillos que aseguran la adherencia del canto a la superficie, una vez terminado esto; el grupo retestador compuesto por cuchillas cortan al canto según la señal de un sensor óptico que indica el final del largo de la pieza laminada. El ancho del canto siempre será 2 o 3 mm mayor al ancho de la

superficie a ser laminada debido a que el grupo refilador se encargará de recortar el exceso de ancho del tapacanto. El grupo rascador elimina el exceso de pega que por la presión ejercida se adhiere a los aristas dando la apariencia de una sola superficie. El grupo redondeador se utilizará en algunos casos para redondear el canto como se muestra en la figura:

Figura 28. Ejemplo de Piezas Laminadas

Mediante este proceso se lamina todos los bordes que posteriormente serán visibles una vez armado el modular y así dar una mejor resistencia, apariencia y acabado de lujo. En su mayoría el color del canto a ser adherido es el mismo del cuerpo del tablero, pero si se desea esto ya depende del gusto del cliente se puede hacer una combinación de colores tomando como base el color blanco y el color del canto a ser combinado dentro de la amplia gama de colores. Dentro del proceso de puertas se utiliza para laminar el borde de la puerta tamborada y los bordes de macos y tapamarcos.

Esta área consta de una laminadora, considerando espacio para almacenamiento temporal de material semielaborado ya que se considera como un cuello de botella por ser una máquina funcional que influye tanto en el proceso de puertas como de modulares. Puesto que en el caso de los modulares, las piezas necesitan ser laminadas de un 70 a 80% y, para puertas marcos y tapamarcos es una etapa imprescindible por ser un trabajo de acabado.

Esta máquina requiere un buen sistema de aspiración ya que se produce bastante polvo de madera por el proceso en sí.

3.2.8 ÁREA DE PERFORADO

En esta área se realizará todo tipo de perforaciones y acanalados que se requiere en la producción de modulares.
En la fabricación de modulares el taladrado es considerado como uno de los procesos claves, ya que prácticamente en cualquier producto de mobiliario existen agujeros y éstos son logrados por un taladrado. Esta operación es la más común de todas y por ende es en la que los industriales se deben ahorrar el mayor tiempo de producción posible, sin perder calidad en el trabajo siendo una alternativa el taladro múltiple.
En la planta se contará con los siguientes taladros:

Taladro eléctrico es una máquina imprescindible gracias a su versatilidad, bajo costo y facilidad de uso. En este tipo la velocidad de giro se regula con el gatillo, pudiendo ser ajustada al material y al diámetro de la broca para un rendimiento óptimo.

El Taladro múltiple, máquina que simplifica la labor de taladrado y permite obtener amplios volúmenes de trabajo, con una excelente relación costo beneficio está basado en una serie de husillos ubicados a una distancia, entre centro y centro de 32 mm, distancia mínima que se conoce como *Sistema 32*, de gran éxito y aceptación al ser usado como base para la fabricación de gran parte de los muebles modulares, haciéndolos más funcionales con la relación más agujeros en menos tiempo.

El funcionamiento de un taladro múltiple: En primer lugar se deben posicionar las brocas según el trabajo a realizar; y como ya se mencionó la distancia entre el centro de ellas es de 32 milímetros, por lo cual sólo se puede perforar a distancias que sea múltiplos de este.

Una vez asegurada la pieza sobre la mesa de trabajo del bastidor por medio de topes, se gradúa tanto el ángulo de taladrado en el cabezote como la profundidad del mismo y se procede a taladrar. Aunque básico, este es un procedimiento necesario para asegurar el correcto maquinado de los tableros, más aún si se tiene en cuenta que este proceso es más o menos equivalente al 25% del trabajo realizado en ellos.

3.2.9 ÁREA DE ACANALADOS

Compuesta por una máquina llamada Toupi la que nos servirá para realizar los acanalados en la producción de modulares aproximadamente el 70% de las piezas que lo conforman necesitan ser acanaladas ya que mediante estas ranuras se facilita la unión perpendicular de las piezas entre sí.

Esta es una máquina que sirve para realizar canales y rebajas sobre la madera para la realización de los ensambles; los canales son pequeñas llaves sobre los cuales se ubican a las rebajas que son disminuciones de la madera para el ensamblado real del módulo. Las brocas deben tener insertos de carburo de tungsteno y estar bien afiladas. Cuando se hagan los rebajes en los cantos o ranuras deben tener una profundidad máxima del 50% del espesor del material.

3.2.10 ÁREA DE ACABADOS

En esta área se realizará los acabados de los productos, en el proceso de puertas tamboradas se colocará las bisagras y dependiendo del modelo de la puertas se colocará accesorios como incrustaciones de color aluminio, cobre, oro, o demás materiales como vidrio; en los modulares se colocará las bisagras, rieles en los laterales de los cajones, herrajes, haladeras y demás accesorios.

Para el armado de módulos completos se requiere de una mesa de trabajo baja de 2,50m x 2m de alto 0,45m y de una mesa de trabajo alta cuyas medidas son 2,50m x 3m y de alto 0,80m para facilidad del operario en el armado de módulos pequeños como cajonería, módulos simples

Para el armado de módulos deberá estará compuesta por**:**

- Anaquel de herramientas
- Equipo de armado: Taladros Manuales, Pistola neumática, Martillo de goma

Ensamblado: Se procede a ensamblar las diversas partes de las cuales conforma el mueble; se recomienda usar para la parte de el frente del módulo, los cortes del tablero de doble cara y para las otras partes los cortes del tablero de una sola cara. Para el ensamble de partes o mobiliario en general se puede preceder de varias maneras:

- Diente-Canal: Este es un procedimiento simple, que consiste en hacer rebajas y ranuras para ensambles. Estos maquinados no deben de exceder el 50% del espesor del material. Para uniones permanentes se aplica resistol 850, 240, 241, 870, 8500 en línea industrial, dejando prensado el ensamble por varias horas.

- Pernos: Consiste en ensambles por medio de pernos, de madera o plástico y barrenos. Estos son practicados en las caras y cantos de los costados, cubiertas y entrepaños.

3.2.11 ÁREA DE CONTROL DE CALIDAD – EMPACADO

A esta área llegarán las piezas totalmente acabadas es decir con todas las perforaciones, acanalados, con los bordes laminados requeridos, y colocados los herrajes que sean posibles para el caso de módulos.

A todas las piezas que constituyen el módulo se dispone de tal manera en un cartón que permita ser fácilmente transportables, en lo que respecta a puertas tamboradas el producto se halla completamente terminado dependiendo el modelo con el acabado requerido ya sea colocado vidrio, o tiras de aluminio etc.

La puerta está lista para ser instalada, con el fin de preservar el producto de ralladuras se la recubre con plástico completamente tanto la puerta como las piezas que forman el marco y tapamarco.

3.2.12 ÁREA DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTO FINAL

Se almacenará el producto en cajas selladas, libre de humedad, evitando golpes que puedan afectar al producto final en apilamientos verticales en lo que respecta a modulares.

Las puertas se almacenarán verticalmente en bloque de 5 unidades mediante estructuras que servirán de apoyo y de protección. Esta área estará junto a una puerta de acceso para facilitar su correspondiente distribución.

3.2.13 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA MAQUINARIA:

SIERRA ESCUADRADORA CON CARRO 3200 MM

Figura 29. Sierra Escuadradora

Datos técnicos:

Subida e inclinación disco por medio de volantes.

Medidas del carro:	385x3200 mm.
Capacidad de escuadrar:	3260 mm.
Diámetro de disco:	400 mm.
3 velocidades de rotación:	3200-4000-6000 rpm
Altura de corte a 90°:	130 mm.
Altura de corte a 45°:	90 mm.
Inclinación disco:	0°- 45°
Diámetro disco incisor:	125 mm.
Ancho de corte entre disco y tope paralelo:	1050 mm.
Potencia motor:	7,5 HP
Peso neto:	820 Kg.
Tensión eléctrica:	220V-60Hz.

Incisor con motor independiente.

Extensión de la mesa.

CENTRO DE MECANIZADO

Figura 30. Centro de Mecanizado

Datos Técnicos:

Carro estándar de 1240mm, con 3 ventosas rectangulares de 20mm de espesor y 3 ventosas de diámetro 115mm, con 2 topes frontales de 45mm.
Grupo de 10 brocas verticales. 6 en eje X, 5 en eje Y, (una de las brocas es común a los dos ejes).
Dos grupos de 2 brocas horizontales eje X.
Un grupo de 2 brocas horizontales eje Y.
Un disco fijo de diámetro 120mm en eje X.
Velocidad giro brocas: 4000rpm.
Velocidad giro disco: 5000rpm
Altura máxima de paso pieza: 140mm
Grupo fresador vertical con cambio rápido de herramienta.
Motor de 11 HP.
Velocidad de trabajo desde 1.500rpm. a 20.000rpm.
Almacén revólver de 7 herramientas incorporado al grupo.
La máquina está preparada para la instalación de carros de ventosas ó mesa de fijación.

Sistema de sujeción de piezas, con su correspondiente bomba de vacío.
Bomba de vacío de 180 m^3/h.
Velocidades gestionadas desde el control en los tres ejes:
Velocidad máxima en el eje X: 75 m/min.
Velocidad máxima en el eje Y: 60 m/min.
Velocidad máxima en el eje Z: 30 m/min.
Alimentación trifásica 220 Voltios. 60 Hz.

Aspiración

Todas las unidades operadoras están dotadas de una campana de aspiración propia que funciona sobre todo el perímetro de la misma unidad, asegura un rendimiento óptimo en la recuperación de la viruta en la zona de trabajo. Otra boca de aspiración está presente internamente en la protección del grupo operador en cuanto, ésta última, realiza la función de colector/recogedor de la viruta no capturada por las campanas de las unidades operadoras.

Figura 31. Sistema de aspiración

LAMINADORA DE CANTOS

Figura 32. Laminadora de cantos

Datos técnicos:

Ancho mínimo del panel	60mm
Largo mínimo del panel	120 mm
Espesor máximo del panel	60 mm
Espesor mínimo del panel	10 mm
Medida del canto en banda	0.4 – 8 mm
Capacidad de depósito de cola	4 lt
Potencia instalada	12kw
Presión de aire	6 bar
Emisión de ruido	70 db
Peso neto	1610 Kg

TALADRO MÚLTIPLE DE 5 CABEZALES

Figura 33. Taladro Múltiple

Datos técnicos:

Nº 1 Cabezal horizontal con 21 mandriles	
Nº 2 Cabezal verticales cada uno con 2 grupos perforantes con 11 mandriles	
Distancia central entre los ejes	32 mm
Distancia máxima entre los cabezales verticales	1050 mm
Distancia mínima entre los cabezales horizontales	150 mm
Máximo espesor de la pieza	80 mm
Profundidad máxima a taladrar	70 mm
1 motor horizontal	1.5 Kw
4 motores verticales	1.1 Kw
Peso neto	1100kg

PRENSA AL FRÍO

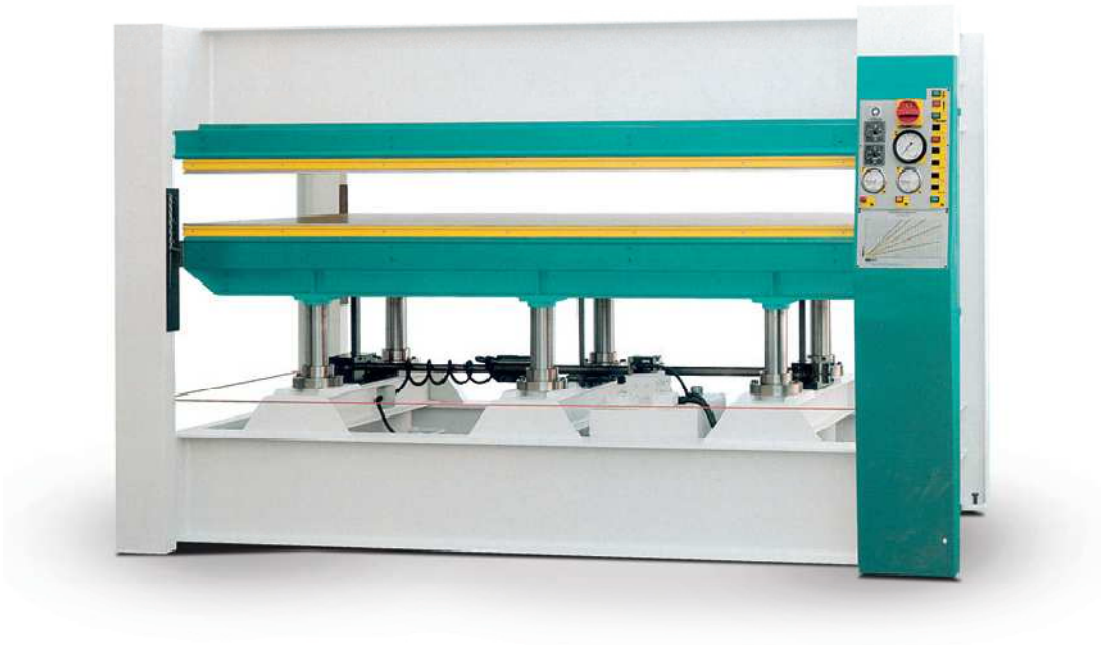


Figura 34. Prensa al frío

Datos Técnicos:

Dimensión de la mesa	2500 x 1300 mm
Abertura de mesa	500mm
4 cilindros inferiores	Diámetro 55 mm
Carrera	500 mm
Presión	20 toneladas
Potencia del motor	2 HP

Abertura mesa móvil inferior de abajo hacia arriba

TOUPI DE BANCO

Figura 35. Toupi de banco

Datos técnicos:

Medidas de la mesa de trabajo:	1200 x 730 mm.
Eje de trabajo:	30 mm.
Largo útil del eje:	140 mm.
Velocidad de rotación del eje:	1500 / 3000 / 4500 / 6000 / 9000 RPM
Potencia del motor:	5.5 HP
Peso neto:	450 Kg.
Nivel de sonido:	73,4 db.
Tensión eléctrica:	Trifásica 220V-60Hz.

3.3 Definición del tipo de distribución

El tipo de distribución a realizarse considerando que existen máquinas funcionales que intervienen tanto en el proceso de producción de puertas como de modulares. La distribución será del tipo funcional

3.3.1 Preparación de un esquema de distribución

Productos

Producto A: Puertas tamboradas

Uso: Puertas interiores

Producto B: Modulares

Uso: Closets para cocina, dormitorio, estaciones de trabajo, etc.

Las características de los productos a fabricar son los siguientes:

Puertas

Dimensiones:

Alto: 2,05 m

Ancho: 0,60/ 0,70/0, 80/0, 90 m

Espesor: 38 mm

Las puertas tamboradas están destinadas exclusivamente para puertas interiores por el tipo de estructura interna son fabricadas con planchas de madera termolaminadas y tableros MDF

Modulares

La tecnología de la maquinaria instalada permitirá diseñar y construir todo tipo de modulares para cocinas, closets, libreros, estaciones de trabajo en diferentes modelos, etc.

Dimensiones:

Alto: 1,80/1,90/2,00/2,10/2,20 m

Ancho: 1,50/1,80/2,10/2,40 m

Profundidad: 0,45/0,50/0,55/0,60 m

Los módulos de closets se trabaja por metro lineal y el módulo de cocina es por metro cuadrado en la que existe módulos altos y bajos.
Las dimensiones no son estándares ya que están sujetos a los requerimientos del cliente, tipo de módulo y depende del lugar a ser instalados.

Material

El material es el factor más importante en una distribución y abarca los siguientes elementos: materias primas tableros, piezas en proceso, materiales de accesorio, de reproceso, material sobrante, retazos, materiales de embalaje. La distribución depende directamente del producto final y del material sobre el que se trabaja, por eso se toma muy en cuenta las siguientes consideraciones que afectan al factor material:

Proyecto y especificaciones de los productos: Diseñar el producto de la manera que sea más fácil de fabricar y al menor costo posible. Características físicas y químicas del mismo: Tales como forma, tamaño, volumen, peso y otras características especiales que requieran de atención.

Cantidad y variedad de materiales: el número de productos distintos que se fabrican, la cantidad de producción de cada uno y más las variaciones de dichas cantidades de producción ya que la distribución debe ser proyectada para hacer frente a las posibles variaciones.

Maquinaria

Este factor es el que sigue en importancia al factor material y comprende los siguientes elementos: Máquinas de producción, equipo de proceso o tratamiento, dispositivos especiales, herramientas, patrones, moldes.
Las consideraciones a tener presente son:

- Los métodos de producción determinan el equipo y la maquinaria a usar.
- Utilización de la maquinaria, una buena distribución permite usar las máquinas en toda su capacidad.

- Requerimientos relativos a la maquinaria como espacio, forma y altura de las mismas, y requerimientos especiales como mayor ventilación, aire comprimido, ausencia de polvo, etc.

Hombre

Este factor está conformado por la mano de obra directa e indirecta, y se deben tener presentes las siguientes consideraciones:

- Condiciones de trabajo y seguridad: La seguridad y confort de los trabajadores es una condición indispensable de toda buena distribución.

- Necesidades de mano de obra adicional.

- Utilización del hombre: La distribución del puesto de trabajo debe estar basada en los principios de movimiento, aplicándolos junto con los diagramas bimanuales y con los estudios de tiempos.

Movimiento de materiales

El movimiento de cualquiera de los tres elementos principales de producción (material, maquinaria y hombre) es esencial. Generalmente es el material el que se mueve por toda la planta, y no siempre la mejor forma de distribuir es eliminando los traslados, lo que se debe procurar es diseñar una distribución que permita traslados cortos pero siempre dirigidos hacia la terminación del producto. Este factor tiene los siguientes elementos: rampas, conductos, transportadores (de rodillos, ruedas), accesorios, montacargas y vehículos industriales entre otros.

La reducción del manejo innecesario y antieconómico: En el diseño de la distribución debe procurarse que una operación termine justo cuando empiece la siguiente, o que el operario deje el material donde el otro lo pueda coger fácilmente.

Manejo combinado: El equipo de manejo se puede combinar de manera que sirva para tareas adicionales, por ejemplo cualquier transportador que contenga material en espera sirve tanto de transporte como de medio de almacenaje mientras se lleva al siguiente proceso.

Espacio para el movimiento: es el espacio reservado para pasillos, espacios a nivel elevado o subterráneo y espacio exterior al edificio.

Versatilidad de distribución

Una buena distribución se puede modificar rápidamente para afrontar las circunstancias cambiantes. En este contexto debe prestarse particular atención a los puntos de abastecimiento, los cuales deben ser amplios y de fácil acceso. Generalmente pueden incluirse en forma simple y barata al planear la distribución, y por no hacerlo a menudo es imposible hacer las modificaciones indispensables en distribuciones insatisfactorias, obsoletas o inadecuadas.

Espera

El material puede esperar en una área determinada, dispuesta aparte, a esto se llama almacenamiento temporal: o también puede esperar en la misma área de producción aguardando ser trasladada a otra, a esto se llama en espera o demora. La existencia de esperas a veces permite ahorros en alguna parte del proceso. Por ejemplo la materia prima en espera permite aprovecharse de las condiciones de mercado y de la compra en cantidades, ayudando a proteger la producción de retrasos. Los elementos de este factor son: área de recepción de material entrante, almacenaje de materia prima, almacenajes dentro del proceso, almacenaje de productos terminados y almacenamiento de herramientas y equipos entre otras. Las consideraciones de este factor son:

- Espacio para cada punto de espera: dependiendo principalmente de la cantidad de material y método de almacenaje utilizado.

- Método de almacenaje: el método de colocación del material afecta al espacio y ubicación.
- Dispositivos de seguridad y equipos destinados al almacenaje o espera:
- Un equipo de almacenamiento efectivo debe ser fácilmente accesible, fuerte, seguro, ajustable y móvil y debe prever además protección contra el fuego, averías, humedad, corrosión, polvo y deterioro.

3.3.2 Relación de las áreas de trabajo según diagrama de flujo

Planeamiento de las distribuciones parciales:

En la siguiente tabla se detalla todos los puestos de trabajo que intervienen para realizar el planeamiento de las distribuciones parciales.

Tabla VI. Puestos de Trabajo

NÚMERO	MÁQUINA – PUESTOS DE TRABAJO
1	Almacenamiento de tableros
2	Sierra – Escuadradora
3	Ruteadora CNC
4	Armado de puertas
5	Prensa
6	Sierra – Ingleteadora
7	Laminadora
8	Taladro Múltiple
9	Toupi
10	Acabados
11	Control de calidad - Embalaje
12	Almacenamiento final

Para el presente análisis se formara un cuadro de doble entrada, en el que se pondrá, los números correspondientes a cada puesto de trabajo, tanto en las cabeceras de las filas como en las de las columnas, y se cuentan las veces que va cada material o semielaborado de una área a otra.

Tablas de doble entrada

Estas Tablas de doble entrada se realizaran basándose en la relación de puestos trabajo expresado en la tabla Nº 6, tanto para puertas como para modulares.

PRODUCTO A PUERTAS

Tabla VII. Movimientos en la fabricación de Puertas

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	-	24										
2		-	4				4					
3			-	4								
4				-	4							
5		4			-							
6				4		-						
7							-			4		
8								-				
9									-			
10										-	4	
11											-	4
12												-

PRODUCTO B MODULARES

Tabla VIII. Movimientos en la fabricación de Modulares

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	-	8										
2		-	1				4	3				
3			-				1					
4				-								
5					-							
6						-						
7							-	3	2			
8								-	3	3		
9									-	5		
10										-	8	
11											-	8
12												-

A continuación se forman tablas triangulares de cada producto con la suma de los movimientos en los dos sentidos basándose en las tablas de doble entrada entre cada dos puestos de trabajo.

Tabla IX. Tabla Triangular de Puertas

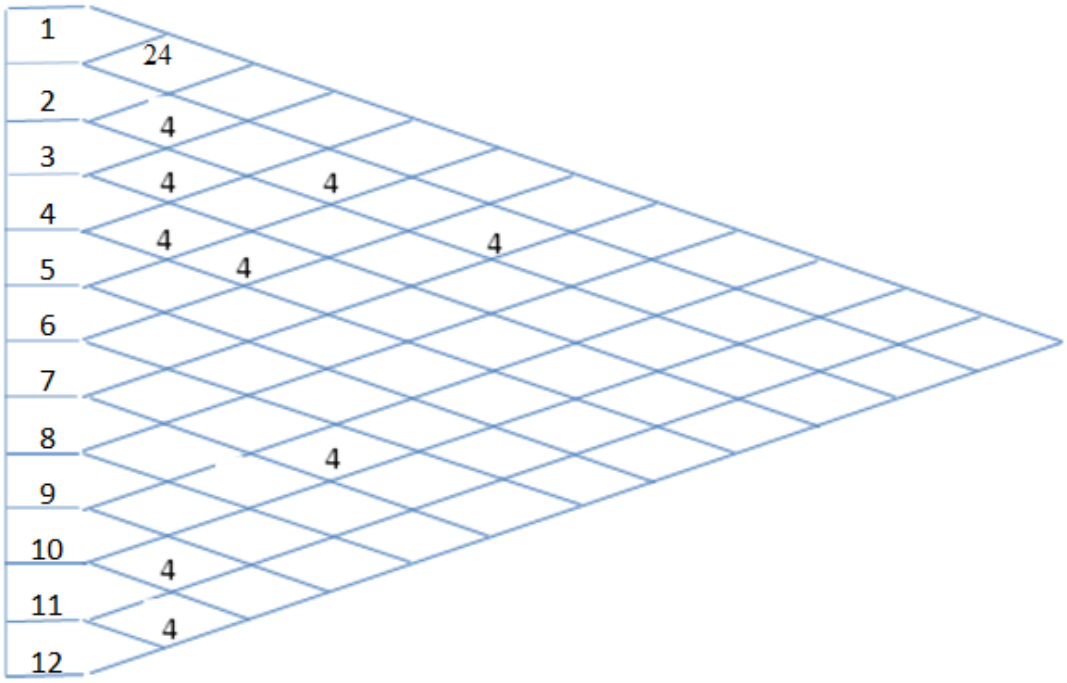


Tabla X. Tabla Triangular de Modulares

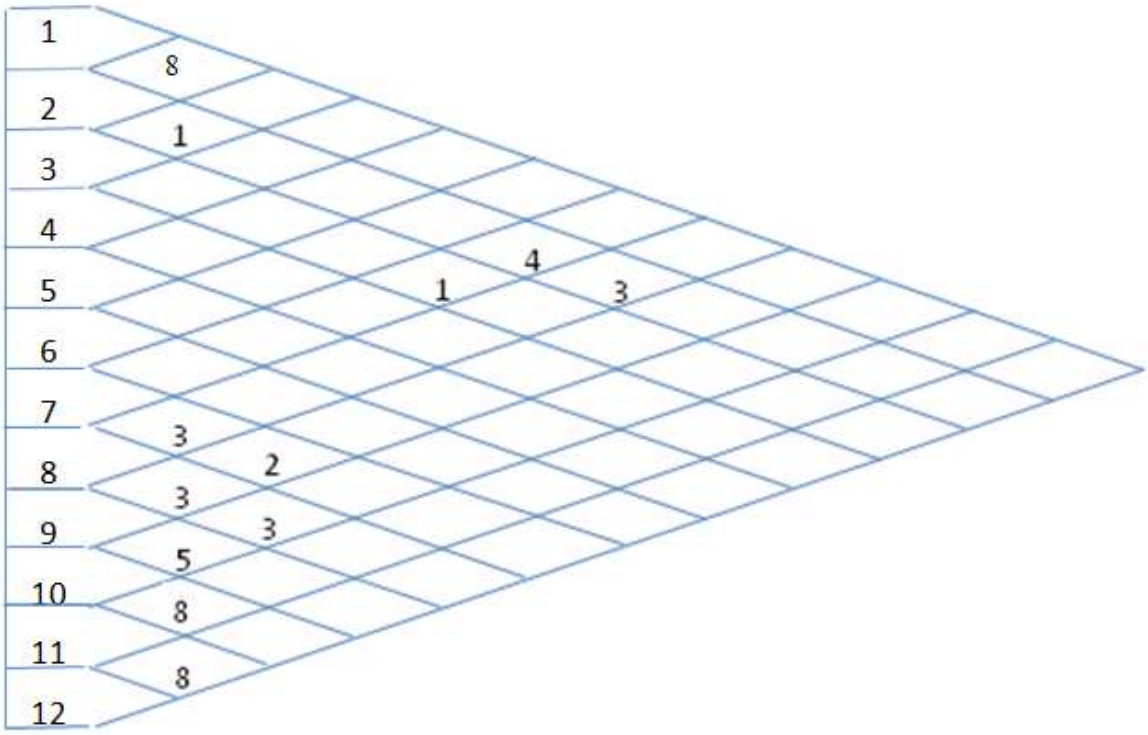


TABLA PONDERADA

Se forma una nueva tabla triangular con la suma de los movimientos ponderados con porcentajes señalados, entre cada lugar de trabajo, en la fabricacion de puertas y modulares.

Los valores obtenidos en las tablas triangulares Nº 8 y 9 se multiplican por el porcentaje de produccion de puertas y modulares aue es 0,4 y 0,6 respectivamente.

Tabla XI. Tabla Triangular Ponderada

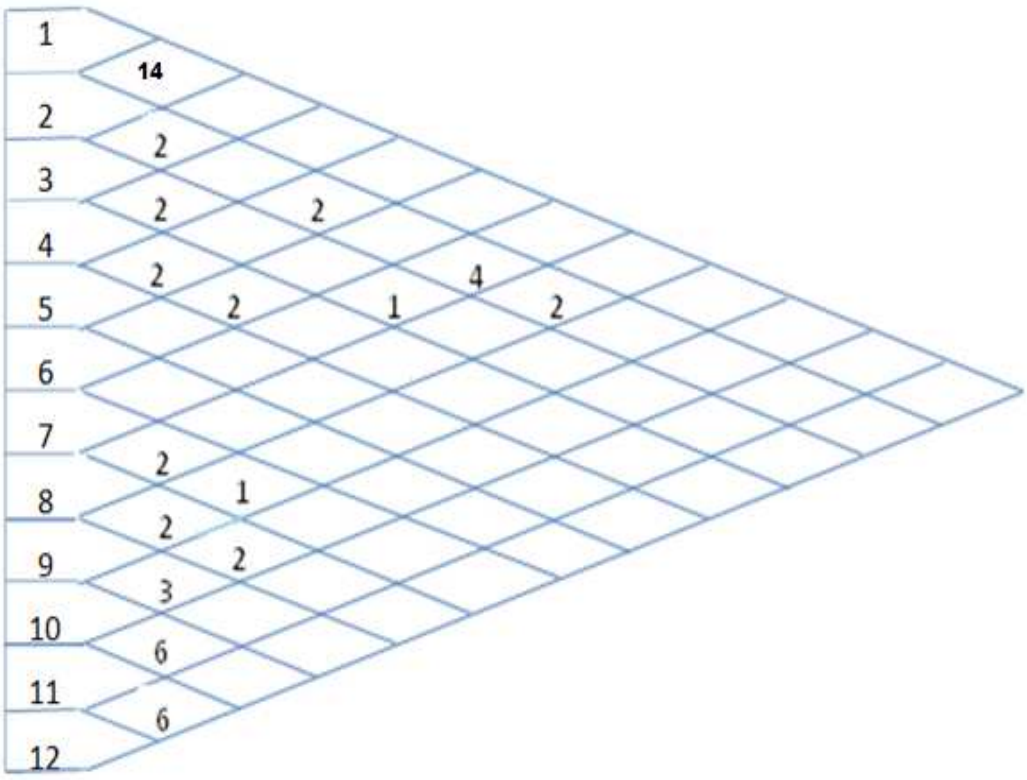


Tabla XII. Resumen de movimientos ordenados

RELACIONES	MOVIMIENTOS	%
1-2	14	26,42
10-11	6	11,32
11-12	6	11,32
2-7	4	7,55
9-10	3	5,66
2-3	2	3,77
3-4	2	3,77
4-5	2	3,77
4-6	2	3,77
2-5	2	3,77
2-8	2	3,77
7-8	2	3,77
8-9	2	3,77
8-10	2	3,77
3-7	1	1,89
7-9	1	1,89
TOTAL	53	

DIAGRAMA DE PROXIMIDAD

Mediante el diagrama de proximidad de las áreas de trabajo se obtendrá una distribución la cual se analizara para determinar si cumple con el proceso de fabricación, los requerimientos de la maquinaria considerando costos de instalación y de mantenimiento.

Diagrama de Proximidad

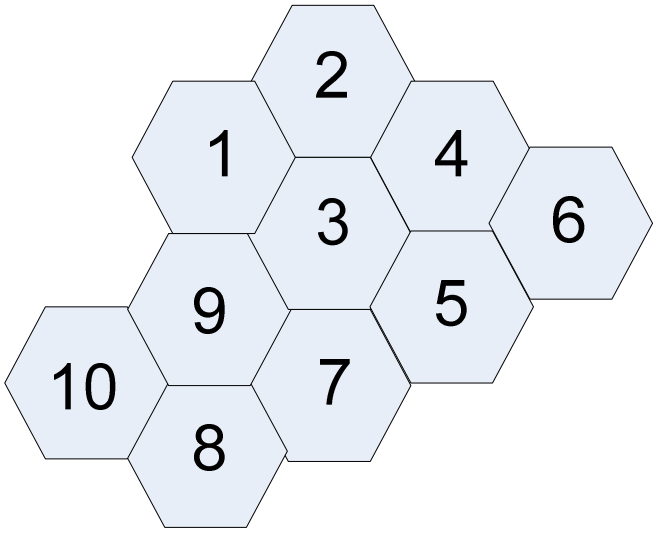


Figura 36. Diagrama de Proximidad

Cálculo de la superficie necesaria para la totalidad de los puestos de trabajo

Tabla XIII. Superficie de las Áreas de Trabajo

PUESTO DE TRABAJO	DIMENSIONES		
	Largo (m)	*Ancho(m)*	SUP.(m^2)
Almacenamiento de tab	10,5	9,5	99,75
Área de Corte	9,5	5	47,5
Área CNC	10,75	5	53,75
Armado de puertas	9,5	4,5	42,75
Área de Prensado	4,5	4,5	20,25
Área de prep. de marcos	5,6	7	39,2
Área de Laminado	9	5,2	46.80
Área de perforación	7,5	4,8	36
Área de Acanalados	5,5	3,5	19,25
Acabado de puertas	7,5	8,5	63,75
Ctrl de Calidad – Embalaje	6,5	6,5	42,25
Alm. Producto final	12	10	120
TOTAL	***98,35***	***74***	***631,25***

3.4 Análisis de Factores que afectan al diseño de la Planta

3.4.3 Tamaño de la Planta

Para determinar el tamaño de la planta se debe establecer la capacidad de producción que estará limitada por la cantidad de tableros que se pueda almacenar para el caso de los modulares ya que son de medidas considerables, otro aspecto es el espacio disponible para almacenamiento del producto final.

En lo que respecta a las puertas estará limitada por la capacidad de prensado ya que en promedio 35 minutos es el tiempo de prensado de bloques de 7 puertas por la calidad de pega blanca que se utiliza.

Un aspecto importante para el cumplimiento de objetivos propuestos serán las personas que estarán a cargo de la producción como del aspecto administrativo:

La Empresa contara con el siguiente personal:

- Gerente General
- Secretaria/Contador
- Jefe de Producción
- Operadores (4)
- Ayudantes (2)

El contingente humano por el que está compuesta la empresa es de 9 personas en total.

3.4.4 Cargas a soportar

Las cargas que existen en una área de trabajo no se originan solamente por el equipo de producción, también está dado por el almacenamiento de materia prima y productos en proceso y terminados así como el medio de transporte del material, etc.

En la planta existen tanto cargas muertas como vivas que se detalla a continuación:

Cargas muertas.-Consisten en el peso del equipo, las plataformas, el revestimiento, ductos del sistema de aspiración, y otras ataduras permanentes como las iluminarias que están sujetadas a través de cadenas de la estructura

Cargas vivas.- Consisten en la carga de gravedad producida por el desplazamiento del personal, equipo móvil, herramientas, y otros artículos que pueden ponerse en la parte principal del equipo, pero no se ata permanentemente a él.

Las cargas vivas, como descrito anteriormente, normalmente no funcionaran durante el funcionamiento del equipo. Típicamente, cargas así sólo estará presente durante el mantenimiento y períodos del cierre. La mayoría de los practicantes no considera cargas que opera, como el peso de los volúmenes durante el funcionamiento normal, para ser las cargas vivas. Estas cargas están reguladas por el reglamento de construcción urbana, esta instalación por estar sometido a vibraciones su valor aproximadamente es de 1220 Kg/m^2

Cargas que opera - Las cargas que opera incluyen el peso de los volúmenes de equipo durante las condiciones que opera normales. Éstos son volúmenes que no se atan permanentemente al equipo. Tales volúmenes son el material semifabricado, u otros productos temporalmente apoyados o materiales que se procesan por el equipo. La carga que opera puede incluir los efectos de movimiento de los volúmenes o los que puede transferir, como las cargas de ola de fluido en algunos tipos de equipo del proceso.

3.4.5 Requerimientos especiales de los procesos

Existen ciertos requerimientos de la maquinaria para su correcto funcionamiento como son Sistema Neumático, Sistema de Aspiración en las siguientes áreas:

Tabla XIV. Requerimientos de la Maquinaria

NÚMERO	MÁQUINA –PUESTOS DE TRABAJO	NEUMÁTICO	ASPIRACIÓN
1	Almacenamiento de tableros		
2	Sierra – Escuadradora	X	X
3	Ruteadora CNC	X	X
4	Armado de puertas	X	
5	Prensa	X	
6	Sierra – Ingleteadora	X	
7	Laminadora	X	X
8	Taladro Múltiple	X	
9	Toupi		
10	Acabados	X	
11	Control de calidad - Embalaje	X	
12	Almacenamiento final		
13	Filtro de Mangas	X	

Las áreas de trabajo que requieren aire comprimido tienen diferentes aplicaciones como se indica a continuación:

Tabla XV. Aplicaciones del Sistema Neumático

AREAS DE TRABAJO	APLICACIÓN DE SISTEMA NEUMÁTICO
Área de Corte	Limpieza constante de la maquina.
Centro de Mecanizado	Dispone de elementos neumáticos para su funcionamiento
Armado de puertas	Para uso en taladros neumáticos
Área de preparación para marcos	Para limpieza del puesto de trabajo
Área de Laminado	Dispone de 5 grupos de trabajo que requieren aire comprimido.
Área de perforado - Taladro Múltiple	Dispone de elementos neumáticos para su funcionamiento
Acabado de productos	Para limpieza y uso de taladros neumáticos

3.4.6 Servicios: Iluminación, acceso, transporte

Servicios Básicos

Al estar ubicado dentro de la ciudad la empresa cuenta con todos los servicios básicos como son: alcantarillado, agua potable, electricidad, teléfono ya instalados en perfectas condiciones.

Medios de Transporte

En lo que se refiere a este factor, no existe ningún inconveniente es de fácil acceso para clientes y proveedores, hay vías en buen estado, no serán un inconveniente para surtirnos de materia prima. Como se encuentra dentro del perímetro urbano hay movilización (transporte urbano) para los trabajadores.

Iluminación

La planta cuenta con alumbrado público. Se dispone de iluminación natural por el uso de traslucidos aprovechando así de la luz natural en la planta.
En lo que respecta a la iluminación de la nave se distribuirá 20 fluorescente en toda la planta dando adecuadas condiciones de trabajo a los operarios.

3.4.7 Criterios para una buena distribución

Si bien las técnicas empleadas para determinar la distribución con las que se usan normalmente en ergonomía, el proceso es de naturaleza creativa y no puede establecerse con una finalidad dada.

1. Flexibilidad máxima

Una buena distribución se puede modificar rápidamente para afrontar las circunstancias cambiantes. En este contexto debe prestarse particular atención a los puntos de abastecimiento, los cuales deben ser amplios y de fácil acceso.

Generalmente pueden incluirse en forma simple y barata al planear la distribución, y por no hacerlo a menudo es imposible hacer las modificaciones indispensables en distribuciones insatisfactorias, obsoletas o inadecuadas.

2 .Coordinación máxima

La recepción y envío en cualquier departamento debe planearse de la manera más conveniente para los departamentos remitentes o receptores. La distribución debe considerarse como un conjunto y no por áreas aisladas.

3. Utilización máxima del volumen

Una planta debe considerarse como un cubo, ya que hay espacio utilizable arriba del piso. Debe utilizarse al máximo el volumen disponible: se pueden instalar transportadores a una altura máxima a la de la cabeza y usarse como almacenes móviles para trabajos en proceso, o pueden suspenderse herramientas y equipos del techo. Este principio se aplica particularmente en los almacenes, donde las mercancías pueden apilarse a alturas considerables sin inconvenientes, especialmente si se emplea carretillas elevadoras modernas. En algunos casos pueden moverse materiales por medio de transportadores que sobresalgan del edificio.

4. Visibilidad máxima.

Todos los hombres y materiales deben ser fácilmente observable en todo momento: no debe haber escondrijos en lo que pueden extraviarse los objetos. Este criterio es a veces difícil de satisfacer, particularmente se adquiere una planta ya existente. También un principio que enfrenta fuerte resistencia, y se solicitan a menudo oficinas, almacenes, estantes y recintos cerrados especiales, no por su utilidad sino porque constituyen un símbolo de jerarquía o de categoría. Todo cáncer o pared divisoria debe pasar por un cuidadoso escrutinio, porque origina una la segregación indeseable y reduce el espacio disponible.

5. Accesibilidad máxima.

Todos los puntos de servicio y mantenimiento deben tener acceso fácil. Por ejemplo, no debe colocarse una máquina contra una pared impidiendo que una pistola engrasadora alcance fácilmente las graseras. En tales circunstancias es probable que el mantenimiento se haga descuidadamente, o en el mejor de los casos que ocupen un tiempo excesivo. De modo semejante si se coloca una máquina frente a una caja de fusibles, se impedirá el trabajo de los electricistas y se podría ocasionar una parada innecesaria de la máquina al abrir dicha caja. Cuando sea imposible evitar que un punto de servicio quede obstruido, el equipo en cuestión deberá poderse mover, no deberá ser una instalación permanente.

6. Distancia mínima.

Todos los movimientos deben ser a la vez necesarios y directos. El manejo del trabajo incrementa el costo de éste pero no su valor; consecuentemente deben evitarse los movimientos innecesarios o circulares. Una falla muy común es quitar el material de un banco de trabajo y llevarlo a un lugar de almacenamiento mientras espera pasar finalmente al punto siguiente de almacenamiento. Este sitio intermedio de reposo con frecuencia es innecesario y no está planeado, sino que emplea solamente porque cualquier lugar vacío parece conveniente. Deben cuestionarse concienzudamente y evitarse en lo posible los anaqueles, bancos y extras.

7. Manejo mínimo.

El manejo óptimo es el manejo nulo pero cuando es inevitable debe reducirse al mínimo usando transportadores, montacargas, toboganes o rampas, y carretillas. El material que se esté trabajando debe mantenerse a la altura del trabajo, y nunca colocarse en el piso si ha de tener que levantarse después.

8. Incomodidad mínima.

Las corrientes de aire, la iluminación deficiente, la luz solar excesiva el calor, el ruido, las vibraciones y los olores deben reducirse al mínimo y así es posible contrarrestarse. Las incomodidades aparentemente triviales generan a menudo dificultades desproporcionadamente grandes respecto a la incomodidad misma. La atención dedicada a la iluminación y a la decoración y mobiliario en general puede ser provechosa sin ser costosa.

Una fábrica no deberá, mientras esté trabajando, estar atestada de personal hasta el punto que pueda representar riesgo o causar daños a la salud de sus empleados. Sin perjuicios de las estipulaciones generales el número de personas empleadas simultáneamente en cualquier área de trabajo no deberá ser de tal magnitud el volumen disponible por persona sea menor a 400 pies cúbicos al calcular la cantidad de espacio volumétrico en cualquier área no debe tomarse en consideración ningún espacio mayor de 14 pies a partir del piso y cuando el sitio contenga una galería, esta deberá considerarse como si estuviera separada del resto del área y formara otra independencia.

9. Seguridad Inherente.

Toda distribución debe ser inherentemente segura y ninguna persona debe estar expuesta a peligro. Debe tenerse cuidado no sólo de las personas que operen el equipo sino también de las que pasen cerca, las cuales pueden tener necesidad de pasar por atrás de una máquina cuya parte trasera no tenga protección. Esta es una exigencia tanto reglamentaria como moral, por lo que se le debe dedicar una atención esmerada. Se debe contar con instalaciones y servicios médicos apropiados a satisfacción de los inspectores de Salubridad y Seguridad. La experiencia demuestra que el inspector no sólo ésta capacitado para asesorar sobre estos asuntos, sino que siempre está ansioso por ayudar. El fuego es un riego permanente y se pueden obtener muchos consejos útiles en el servicio local de bomberos y en las compañías de seguros.

10. Seguridad máxima.

Deben incluirse salvaguardas contra fuego, humedad, robo y deterioro general, hasta donde sea posible, en la distribución original, en vez de agregar posteriormente jaulas, puertas y barreras.

11. Flujo unidireccional.

No deben cruzarse las rutas de trabajos con las de transporte. En todo punto de una fábrica, el material debe fluir en una sola dirección solamente, una distribución que no se ajusta a esto ocasionará considerables dificultades, si no es que un verdadero conflicto, por lo que debe evitarse.

12. Rutas visibles.

Deben proveerse rutas definidas de recorrido, y de ser posible deben marcarse claramente. Ningún pasillo debe usarse nunca para fines de almacenamientos, ni aún en forma temporal.

13. Identificación

Siempre que sea posible debe otorgarse a los grupos de trabajadores su “propio” espacio de trabajo. La necesidad de un territorio definido parece ser básica en el ser humano, y el otorgamiento de un espacio defendible con el que pueda identificarse una persona puede a menudo levantar la moral y despertar un sentimiento de cohesión muy real.

Ventajas de una buena distribución.

Una distribución que satisfaga las condiciones anteriores tendrá las ventajas siguientes respecto a otra que no las satisfaga:

- El tiempo y costo del proceso general se minimizará reduciendo el manejo innecesario e incrementando en general la eficacia de todo el trabajo.
- La supervisión del personal y el control de producción se simplificarán eliminando rincones ocultos donde tantos hombres como materiales pueden permanecer indebidamente.
- Los cambios de programa se facilitará considerablemente.
- La producción total de una planta dada, se incrementará empleando al máximo el espacio disponible.
- Se fomentará un sentimiento de unidad entre los empleados evitando la segregación innecesaria.
- Se mantendrá la calidad de los productos mediante métodos de producción más seguros y mejores.

3.5 Planeamiento de las distribuciones parciales

3.5.1 Recolección de información y necesidades de la Empresa

Una vez establecido e identificado el área necesaria, recolectado información del proceso productivo como los requerimientos y condiciones de funcionamiento de maquinaria, se ha procedido a establecer dos posibles alternativas de solución para la distribución de planta.

3.5.2 Alternativas de distribuciones parciales

Después de seleccionar los procesos de producción adecuados, empieza la planificación de la distribución. Habrá que considerar las necesidades de equipo en sí: peso, tamaño, forma, movimientos hacia atrás y hacia delante, etc.

El espacio y la situación de los procesos de producción o de la maquinaria (incluidas herramientas y otros equipos) son el centro de las alternativas de distribución.

Distribución parcial Nº 1

Esta propuesta está basada en una distribución uniforme en forma de U, que facilitaría realizar las diferentes instalaciones.

Ventajas

- El diseño del sistema neumático permite conservar la presión, ya que es un circuito cerrado en forma de anillo.
- Facilidad de supervisión en las diferentes áreas de trabajo.
- Se conserva cierta flexibilidad en el proceso.

Desventajas

- El costo de instalación del sistema de aspiración es elevado por las distancias a recorrer.
- No existe un aprovechamiento adecuado del área total de la nave.

Plano de Propuesta. Plano de distribución Nº1 Ver Anexo Nº 1

Distribución parcial Nº 2

Esta propuesta está basada en el estudio de número de movimientos de material cuyo objetivo principal es la optimización de tiempo y espacio de la planta.

Ventajas

- La distancia a recorrer el material semifabricado es menor al de la propuesta Nº 1
- Existe un adecuado aprovechamiento del espacio físico

- El diseño del sistema de aspiración es óptimo de acuerdo a los requerimientos de las maquinas, minimizando costos de instalación y de funcionamiento
- El sistema de aspiración y neumático está diseñado para permitir ampliaciones a un futuro

Desventajas

- El costo de inversión del sistema neumático es algo considerable.
- Menor espacio libre

Plano de Propuesta. Plano de distribución Nº2. Ver Anexo Nº 2

DISTRIBUCIÓN DEFINITIVA

Analizando las propuestas de distribución antes mencionadas, lo mas óptimo para la determinación del tipo de distribución es la propuesta Nº 2 ya que está basada en un estudio de movimientos entre áreas de acuerdo al proceso productivo de puertas y modulares, además los costos de funcionamiento del sistemas de aspiración y neumático son menores garantizando un buen rendimiento de las máquinas de acuerdo a sus requerimientos.

El área total de la nave industrial es de 20 x 48 m^2 de los cuales se ocuparán 631,25m^2. En esta superficie se diseño la distribución de todos los departamentos requeridos por la planta, la relación entre las actividades de los diferentes departamentos, se llego a un diseño de planta en el que cumple las expectativas y los requerimientos necesarios, además de alcanzar el mejor flujo entre los departamentos y un buen aprovechamiento del área disponible.

Una vez decidida la distribución que mejor le conviene a la empresa, se realizará la ubicación de los diferentes elementos mecánicos, eléctricos. La disposición de la oficina de producción se encuentra ya establecida, en la parte superior de la nave industrial a la altura del área de almacenamiento de materia prima.

CAPÍTULO IV

DISEÑO DE LA INSTALACIÓN INDUSTRIAL

4.1 Selección de sitio para instalación de maquinaria industrial

4.1.1 Factores para la selección

Desde el momento en que se comienza a planificar la instalación de la industria y su maquinaria se debe efectuar un análisis sobre los factores que inciden en la instalación.

Localización de la Planta

La planta estará ubicada en la ciudad de Quito, en un sector industrial como se mencionó anteriormente se dispone de una nave industrial que se acopla a las necesidades de la fábrica a ser instalada. La dirección es De las Avellanas 38 y Av. Eloy Alfaro.

A continuación se detalla un análisis de los diferentes factores que influyen para una buena localización:

Consumidor

La ubicación en este aspecto nos favorece ya que esta dentro de la ciudad, unos de los clientes serán los contratistas de las obras que son las personas encargadas de entregar la obra completamente terminada como también se realizará la venta directamente con el consumidor final.

Fuentes de Energía

En este factor no hay ninguna dificultad, el sector es industrial y cuenta con líneas de alimentación trifásica, con un transformador de 80 KVA para abastecer las necesidades actuales y posteriormente para su ampliación.

Fuentes de Aprovisionamiento

La principal fuente de aprovisionamiento será la empresa AGLOMERADOS COTOPAXI con tableros de melamina y MDF. El abastecimiento se lo realizará en algunos casos directamente desde las instalaciones de la planta en Laso - Latacunga y en otro casos desde las bodegas ubicado en Av. Granados E12-70 e Isla Marchena, Megacentro EDIMCA, Quito, Norte.

4.1.2 Estudio de consideraciones futuras

En toda empresa existe la posibilidad de expandirse de aumentar la producción siempre y cuando el mercado responda favorablemente a los objetivos económicos planteados.

La superficie con la que cuenta la planta es tal que nos permitirá ampliarnos en un futuro de acuerdo a como vaya creciendo la demanda del sector inmobiliario y se considere ampliarse tomando en cuenta parámetros de automatización para así ofrecer un producto de calidad a menor precio.

Lo que respecta a que se podría dar una reubicación de la planta se descarta ya que el sector considerado es industrial. En caso de que faltará espacio físico para almacenamiento del producto final, existe una bodega adicional que se la pudiera dar para ese uso.

4.2 Fundamentos sobre cimentaciones

Para la determinación de la profundidad de la cimentación se ha tomado en cuenta los siguientes aspectos:

- Características técnicas de la maquinaria como es peso, intensidad, tipo y frecuencia de las acciones dinámicas sobre las cimentaciones y tipo de trabajo a realizar
- Determinación de las cargas tanto estáticas como dinámicas que se trasmiten a la cimentación
- Condiciones de ubicación y fijación de las máquinas
- Condiciones de fabricante de acuerdo a los planos de referencia
- Costos de construcción relacionados con la magnitud de las dimensiones

De acuerdo a las condiciones de ubicación, fijación de la maquinaria se construirá cimentación de concreto sobre el suelo este deberá ser reforzado con varilla antisísmica Nº 14 intercalada entre sí con la mezcla adecuada de concreto con una resistencia de £ =210Kg/cm² para soportar asentamientos verticales como para disipar las vibraciones.

Considerando el peso de las máquinas y la intensidad de las vibraciones, la profundidad de la cimentación para cada máquina se indica a continuación:

Tabla XVI. Profundidad de Cimentación

NOMBRE DE MÁQUINA	PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN (m)
Sierra – Escuadradora	0,30
Laminadora	0,30
Centro de Mecanizado CNC	0,50
Toupi	0,20
Taladro Múltiple	0,30
Prensa	0,30

Con el fin de asegurar y proteger los pernos de anclaje del contacto directo con el terreno se construirá una losa de hormigón de espesor 10 cm a partir del nivel de piso como losa de apoyo.

4.2.1 Cimentaciones para maquinaria

Dimensionamiento de cimentaciones

La determinación de las dimensiones está directamente relacionado con las magnitudes de la maquinaria a instalar, que vienen dadas en el plano de referencia; a estas medidas se ha ampliado la área de cimentación en 30 cm tanto a lo largo como a lo ancho, ya que la distancia al borde para colocar el anclaje debe ser por lo mínimo 7 veces el diámetro del perno para asegurar el anclaje.

Tabla XVII. Superficie de Cimentaciones de Máquinas

NOMBRE DE MÁQUINA	MEDIDAS SEGÚN PLANO DE REFERENCIA (m)	MEDIDAS FINALES DE CIMENTACIÓN (m)
Sierra – Escuadradora	3,50 x 1,20	3,80 x 1,50
Laminadora	4,50 x 1,70	4,80 x 2.00
Centro de Mecanizado CNC	6,50 x 3,50	6,80 x 3,80
Toupi	1,50 x 1,00	1,50 x 1,30
Taladro Múltiple	2,60 x 1,30	2,60 x 1,60
Prensa	3,20 x 1,70	3,50 x 2,00

La cimentación se realizará de concreto sobre el suelo del tipo hormigón armado, que estará compuesta por hormigón ciclópeo que cubrirá la mitad de la totalidad de la cimentación, el restante se utilizará varilla Nº 14 armada a una distancia de 15 cm para soportar posibles asentamientos, se añadirá mezcla de concreto cuya resistencia es de fc=210Kg/cm².

Selección de pernos de anclaje

La selección de los pernos de anclaje está basada en los planos de la maquinaria en el cual indica el diámetro de perno a utilizar de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla XVIII. Diámetro de pernos de anclaje

MÁQUINA	DIÁMETRO DE PERNO (mm)	CANTIDAD
Sierra Escuadradora	12	4
Laminadora	14	4
Centro de Mecanizado	18	4
Taladro Múltiple	14	4
Toupi	12	4
Prensa	14	8

Figura 37. Perno de anclaje tipo camisa

Se calcula el esfuerzo de carga, tomando como datos: la carga total a ser aplicada en la maquinaria como es peso y material a ser trabajado, como el área del perno seleccionado aplicando la siguiente fórmula:

$$\sigma = \frac{F}{A_S} (1)$$

Tabla XIX. Cálculo del esfuerzo de carga

MÁQUINA	CARGA TOTAL APLICADA (Kg)	DIÁMETRO DE PERNO (mm^2)	ÁREA (mm)	ESFUERZO DE CARGA (σ) kg/mm^2
Sierra Escuadradora	820	12	113,04	7,25
Laminadora	1610	14	153,86	10,46
Centro de Mecanizado	2850	16	200,96	14,18
Taladro Múltiple	1100	14	153,86	7,15
Toupi	450	12	113,04	3,98
Prensa	1230	14	153,86	8,00

Tabla XX. Resistencia del Anclaje

Resistencia de diseño, R_d [kN]: hormigón $f_{ck,cube}$ = 25 N/mm^2

Métrica	M6	M8	M10	M12	M16	M20
Tracción, N_{Rd}	3.3	6.7	6.7	11.9	23.3	33.3
Cortante, V_{Rd}	3.6	6.5	9.9	14.2	26.5	41.5

Carga recomendada, L_{rec} [kN]: hormigón $f_{ck,cube}$ = 25 N/mm^2

Métrica	M6	M8	M10	M12	M16	M20
Tracción, N_{Rec}	2.4	4.8	4.8	8.5	16.6	23.8
Cortante, V_{Rec}	2.6	4.6	7.1	10.1	18.9	29.6

Tabla XXI. Propiedades mecánicas del anclaje

Propiedades mecánicas del anclaje

Métrica		HSA	M6	M8	M10	M12	M16	M20
A_s	[mm^2]	Sección resistente en la rosca	20.1	36.6	58.0	84.3	157.0	245.0
f_{uk}	[N/ mm^2]	Tensión de rotura en la sección roscada	680	680	680	680	680	550
$A_{s,i}$	[mm^2]	Sección resistente en unión rosca / espárrago	13.1	25.1	43.6	61.5	114.0	182.7
f_{uk}	[N/ mm^2]	Tensión de rotura en unión rosca / espárrago	750	700	700	700	700	550
W_{el}	[mm^3]	Módulo resistente	12.7	31.2	62.3	109	277	541
$M_{Rd,s}$	[Nm]	Momento flector de diseño[1)]	7.6	18.7	37.4	71.9	182.8	291.6

Designación de pernos a utilizar

Perno de expansión M10 X 1.75 X 90 X DIN 898-1.mg 8.8

Perno de expansión M12 X 1.75 X 105 X DIN 898-1.mg 8.8

Perno de expansión M16 X 2 X 125 X DIN 898-1.mg 8.8

Proceso para realizar un correcto anclaje

1.- Realizar el taladro a percusión con la broca indicada y a la profundidad de taladrado indicada en el anexo Nº 3.

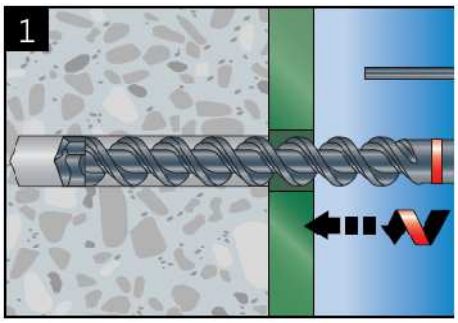


Figura 38. Primer paso para realizar el anclaje

2.- Limpiar la perforación de polvo y fragmentos utilizando un bombín de limpieza

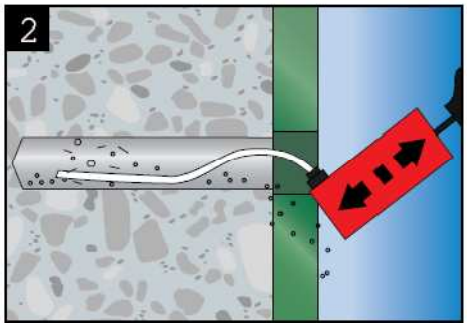


Figura 39. Segundo paso para realizar el anclaje

3.- Colocar el anclaje

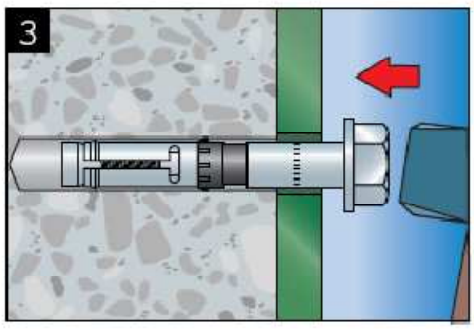


Figura 40. Tercer paso para realizar el anclaje

4.- Aplicar el par de apriete con llave dinamométrica indicado en los datos de colocación en anexo Nº 3

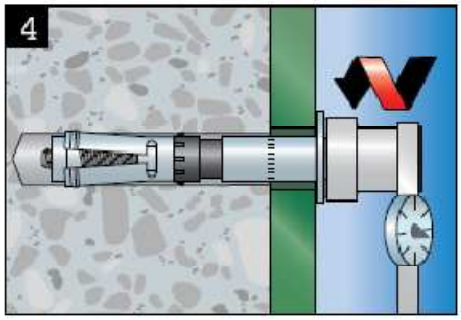


Figura 41. Cuarto paso para realizar el anclaje

4.2.2 Cimentación para compresor

Figura 42. Compresor a instalarse

Los compresores de tornillo pueden instalarse de forma rígida de acuerdo a las dimensiones y recomendaciones para pernos según el plano de instalación. La cimentación a realizarse es del tipo de concreto sobre el suelo cuyas medidas son 1,44 x 1,15 m a una profundidad de 40 cm para soportar las cargas oscilantes como

la intensidad de vibraciones ya que el equipo dispone de bastidor con elementos metálicos antivibracionales.

La cimentación estará constituida por una capa de relleno de piedra la cual mide 0,20 m de alto, a continuación se construirá una losa de hormigón armado con varilla Nº 14 colocados a una distancia de 0,20 m. mas la mezcla de hormigón clase A con una resistencia de fc=210Kg/cm². Para el anclaje se utilizará 4 pernos de expansión M16 x 150.

4.3 Consideraciones de vibraciones en el montaje

En el sistema de aspiración de polvos se instalará un aislante de vibración con material de lona de caucho acoplado mediante bridas y pernos tanto en la succión como en la descarga del extractor al filtro de mangas amortiguando así el movimiento vibratorio de la tubería.

Para dispersar las vibraciones del extractor en la base se colocará restos de caucho acoplados a los pernos de sujeción.

En el momento de aseguramiento del compresor se colocará soportes aisladores de caucho que aislaran el compresor del marco del sistema y ayudan a reducir la transmisión de vibraciones.

4.4 Montaje de las diferentes áreas de trabajo en la planta

Al disponer en su mayoría de la infraestructura física de la nave industrial facilitando el montaje de la planta se determina los siguientes grupos de trabajo:

1. Obra Civil
2. Obra Industrial
3. Instalaciones Eléctricas

Aspectos a cargo de cada obra

Obra Civil.-

- Cimentaciones de la maquinaria
- Nivelación del piso
- Distribución del sistema de desagüe para evacuar el condensado

Obra Industrial.-

- Anclaje e instalación de la maquinaria
- Pruebas y calibración de maquinaria
- Instalaciones del sistema neumático
    - Anclaje del compresor
    - Instalación de la red de tubería
    - Instalación de accesorios
- Instalaciones para sistema de aspiración.
    - Instalación del filtro de mangas
    - Instalación del ventilador
    - Instalación de tubería
- Montaje y equipamiento de los siguientes puestos de trabajo
    - Armado de Puertas (tamborado)
    - Preparación de madera
    - Control de calidad
    - Acabado de puertas
- Disposición de equipos para seguridad industrial.
- Verificación de elementos mecánicos de maquinaria
- Pruebas y puesto en marcha

Instalaciones Eléctricas.-

- Conexiones eléctricas para el funcionamiento de las máquinas.
- Instalación de tablero eléctrico
- Iluminación general de la planta

4.5 Instalaciones para sistema de aspiración

El diseño y la implementación de un sistema de aspiración de residuos de madera como polvo, aserrín, viruta son indispensables y necesarios hoy en día por las siguientes razones:

- Es imprescindible el bienestar y seguridad de los trabajadores, protegiéndoles de afecciones en las vías respiratorias, alergias y otras enfermedades.
- La eliminación del ruido en la planta, está en beneficio de los trabajadores.
- El incremento en la vida útil de la maquinaria, el logro de la calidad del producto y de la seguridad industrial.
- La planta al estar ubicada en una zona urbana, da lugar a problemas para los pobladores, tanto por la contaminación como por el ruido que se genera cuando las máquinas no tienen adaptado un sistema de extracción eficiente y efectivo.
- Con la instalación de un sistema de extracción, se facilita la venta de los desechos, que van a estar almacenados en un silo, propiciándose mayor facilidad en el transporte, lo que redunda en ingresos económicos adicionales.

Se considera instalar un sistema de aspiración centralizado ya que presenta múltiples ventajas frente a equipos individuales se puede destacarse como más relevantes los siguientes aspectos:

Ahorro en tiempo

Las redes centralizadas pueden utilizadadas por una o varias personas o puntos de conexión simultáneos por lo que con un equipo central darán servicio a toda la fábrica.

La ligereza de accesorios de aspiración empleados y su mayor alcance hacen la tarea más cómoda y rápida. El caudal de aire disponible por cada toma de aspiración podrá determinarse caso por caso y ser ajustada en función de cada necesidad.

Higiene

Un sistema centralizado evita el posible reciclado de polvo en el área de trabajo creado por algunos aspiradores móviles. En un sistema centralizado el aire aspirado y filtrado puede ser liberado en una zona a determinar, sótano, cuarto de máquinas, etc. Personas alérgicas al polvo o ácaros verán disminuido su problema a la vez que también se evita la emanación de olores que pueden desprenderse de los equipos móviles por degradación bacteriana de residuos del contenedor, etc.

Silencioso

En una red centralizada se evita también el incremento de contaminación acústica que producen varios equipos móviles. Con ello, la tarea de aspiración puede incluso realizarse sin molestia mientras se trabaja. Asimismo, se evita el incremento de calor desprendido por máquinas situadas junto al punto de uso

Eficacia

Dado que en general se concibe con mayor poder de aspiración, la limpieza es mucho más eficaz y duradera.
Al poder prescindir de la movilidad de máquinas individuales se evitan perjuicios al mobiliario, golpes, arañazos, etc.

Costes

Menor tiempo necesario para la limpieza y con menor frecuencia.
Mayor poder de aspiración diseñado de acuerdo a los requerimientos
Menor contaminación acústica y térmica
Menor mantenimiento, la manutención de un conjunto de equipos móviles resulta costosa en tiempo y recambios constantes

4.5.1Consideraciones de diseño según los requerimientos de las máquinas

Lo principios básicos que se deben tener en cuenta en el diseño de una extracción localizada son:
Encerrar la fuente tanto como sea posible, ya que el caudal de aire a extraer será tanto menor cuanto más encerrado quede el foco contaminante en el interior de la campana. Por consiguiente el diseño geométrico de una campana deberá siempre perseguir el objetivo de encerrar al máximo el proceso en su interior, teniendo siempre presente las necesidades de un acceso adecuado al proceso.

Capturar el contaminante con velocidad adecuada. La velocidad del aire a través de todas las aberturas de la campana debe ser la suficiente como para captar el contaminante. La importancia de la velocidad óptima de control y captura es uno de los puntos fundamentales en el diseño.

Extracción del contaminante fuera de la zona de respiración del operario. Las campanas deben situarse con respecto al foco contaminante, de tal forma que el flujo de aire se desplace del operario a la fuente del contaminante, para evitar que el operario respire aire contaminando.

Suministro adecuado de aire. Todo el volumen de aire extraído debe ser reemplazado para no originar una depresión. Sin una causa de reposición adecuada, un sistema de extracción localizada no puede trabajar con el rendimiento esperado.
Descarga del aire extraído lejos del punto de reposición, ya que todo el efecto de una extracción localizada puede malograrse por una recirculación hacia el interior del aire contaminando expulsado. Igualar la distribución del flujo del aire a todo lo largo de las aberturas de campana.

Principios básicos del diseño del colector o campana

Los colectores o campanas para maquinarias madereras están adaptados para eliminar residuos, más que para captar partículas en suspensión en el aire; por lo

tanto, el colector está diseñado para adaptarse a la trayectoria del aserrín y las virutas.

Las máquinas modernas traen estos colectores o campanas incorporados, en este caso debe respetarse sus direcciones de salida, tratando de no producir variaciones bruscas. Las siguientes recomendaciones son válidas para los sistemas de extracción neumática de residuos de madera:

Ubicar el colector o campana, tan cerca de la fuente como sea posible y a la vez requiere que se cubra totalmente. En caso de existir el colector, conectarse al ducto del mismo en forma hermética. Las partículas deben dirigirse directamente al ducto que es donde se tiene mayor velocidad de transporte.

La velocidad del aire en la fuente y entrada del colector, debe ser mayor que la velocidad de proyección de las partículas.
Al colocar bridas o flangers en las campanas se elimina succión de áreas innecesarias (en áreas adyacentes sin contaminación) y además se reducen los requerimientos de aire en la campana.

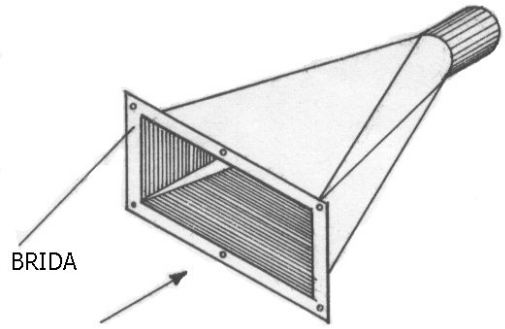


Figura 43. Ducto con campana y brida.

Materiales y Accesorios

Tubería flexible

Es necesario colocar un tubo flexible en la salida de las máquinas, para evitar tanto el ruido como el deterioro del tubo metálico, provocado por la vibración de las máquinas.

Compuertas

Se deben colocar compuertas en todas las máquinas, para eliminar succión innecesaria de las máquinas que no están operando, propiciando así el ahorro energético, además la colocación de compuertas crea cierta resistencia necesaria para equiparar presiones estáticas, lográndose una succión adecuada en todas las máquinas.

Tuberías

Es importante que no se use tubería menor de 100 mm de diámetro 4", ya que se dan muchas pérdidas de presión y velocidad por fricción o roce.
Los materiales que se emplean para la tubería pueden ser:
Hierro galvanizado.
Hierro negro.
PVC (policloruro de vinilo o simplemente vinilo). Si se utiliza este material, debe tomarse en cuenta que no esté cerca de líneas de conducción eléctrica, para no generar campos eléctricos que puedan causar accidentes.

Las velocidades recomendadas para diferentes partículas en el trayecto de la tubería se localizan en la tabla siguiente:

Tabla XXII. Velocidades recomendadas de acuerdo a los materiales.

Material	**m/seg**	**pies/min.**
Polvo de madera	7,62 - 10,80	1500 – 2000
Aserrín seco, liviano	10,80 - 15,24	2000 - 3000
Aserrín húmedo, pesado	15,24 - 20,33	3000 - 4000
Viruta seca, liviana	10,80 - 15,24	2000 - 3000
Recortes madera verde	17,78 - 22,87	3500 - 4500
Madera triturada	17,78 - 22,87	3500 – 4500
Polvo de esmeril	15,24 - 20,33	3000 – 4000

Para el diseño de tuberías en las fábricas de elaboración de productos de madera, es usual la utilización de una velocidad de 19.3 m/s (3800 pies/min) en la boca de aspiración de la máquina en el ingreso del polvo de madera a la tubería. No es conveniente permitir velocidades menores a 17.8 m/s (3500 pies /min).

Codos

Los codos deben tener un radio mínimo de 2 ó 2.5 veces el diámetro del ducto, para evitar pérdidas por el roce y las turbulencias durante el paso del material. Además, deben tener un número de secciones de acuerdo al radio del codo, para evitar al máximo la fricción o el roce por las paredes del codo; cuanto mayor sea el número de secciones se produce menor pérdida de presión y velocidad como consecuencia del roce.

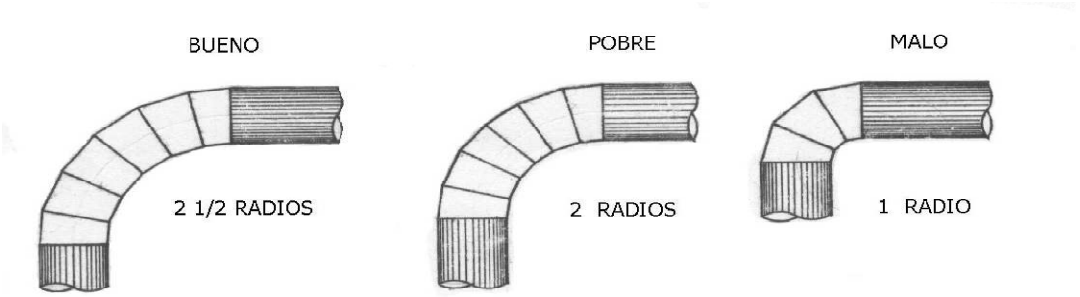


Figura 44. Codos y sus respectivos radios.

Entradas a las tuberías primarias

En lo posible se debe evitar la entrada de un ramal, a una tubería primaria con un diámetro pequeño. Es recomendable que esa área de entrada no sea menor que dos veces el área de la tubería principal

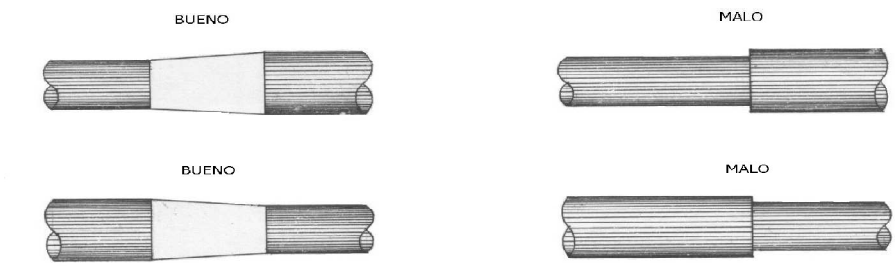


Figura 45. Entradas con ampliación.

Se recomienda evitar las entradas verticales debido a la turbulencia que causaría. Por lo tanto, se debe procurar un ángulo de entrada a la tubería principal que comprenda entre los 15 a 30 grados; eliminando así muchas pérdidas de presión y velocidad por la turbulencia generada.

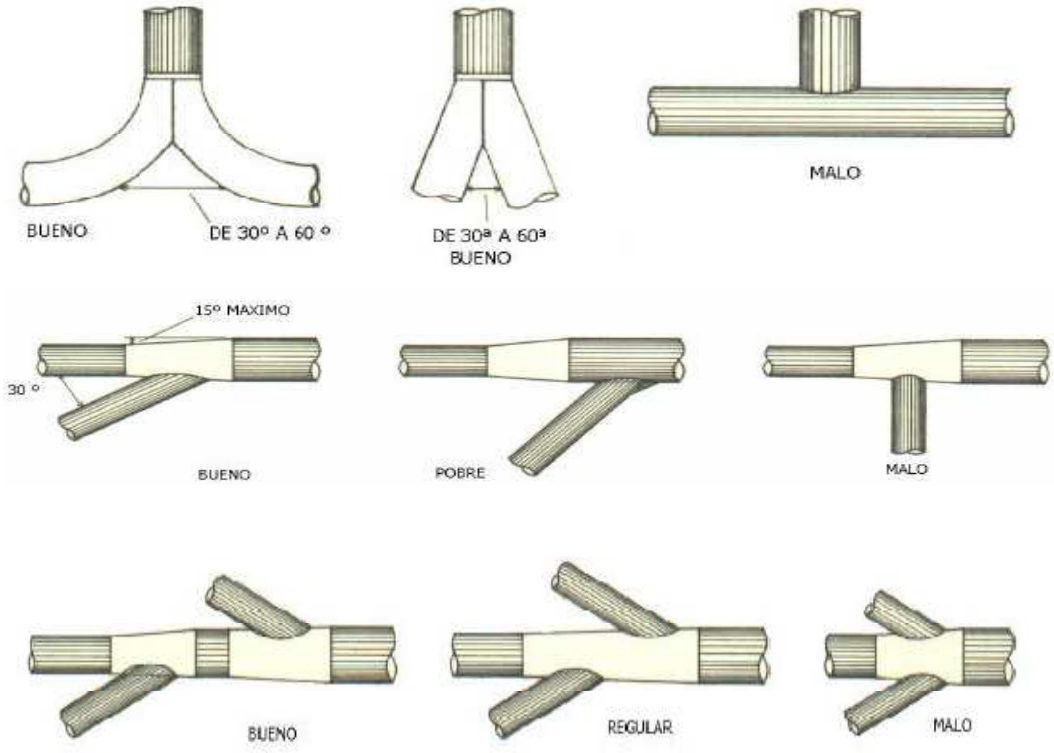


Figura 46. Entradas con ángulos.

Ciclones

Los ciclones son implementos destinados a separar el exceso de aire de las partículas que éste trae en suspensión. Se instalan por lo general a la salida del sistema neumático y constituyen un implemento de gran importancia para el sistema.

Se recomienda que la velocidad de entrada de los residuos al ciclón sea de 15.2 m/s (3000 pies/min). Los ciclones más usados para este tipo de instalaciones son los de gran diámetro.

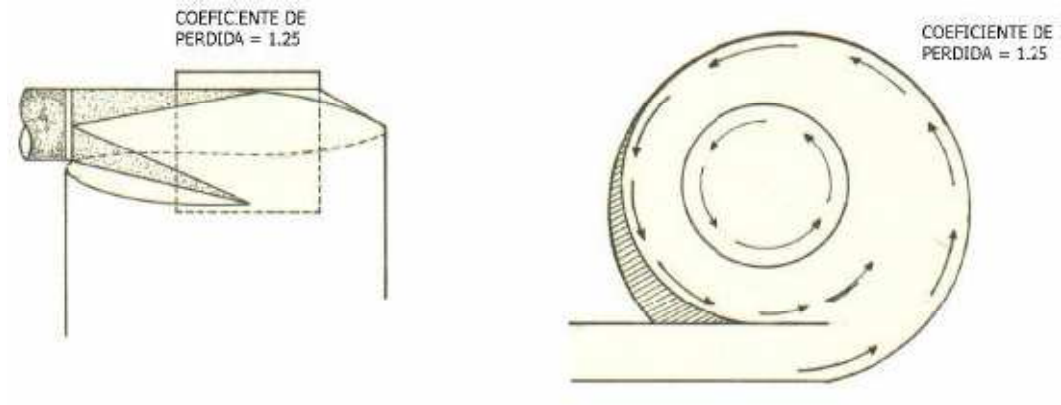


Figura 47. Ciclón

Separador del material en suspensión y del aire del tipo ciclónico.

Hay que tomar en cuenta que el ciclón es el elemento que ofrece mayor resistencia dentro del sistema, por lo que su selección debe ser cuidadosa, permitiendo que ejecute una buena separación de los diferentes tipos de residuos y a su vez que no cause grandes pérdidas de presión y velocidad. El tamaño del ciclón se determina de acuerdo al caudal de aire, factor que permite la eficiencia en la separación del material.

Los ciclones no tienen la capacidad de separar totalmente los residuos que viajan con el aire en los ductos, su eficiencia usualmente varía entre el 95% y el 99%. Las partículas más finas logran escapar al ambiente y son las que causan mayor molestia y afecciones entre los pobladores cercanos. Por esta razón, en aquellos casos donde la ubicación de la empresa esté en un sitio con residencias cercanas, es necesario colocar adicionalmente filtros para eliminar dichas partículas finas.

La instalación del ciclón se puede omitir en aquellos casos en que la descarga se realiza a la atmósfera o en grandes depósitos abiertos, donde el efecto soplante del sistema no introduce perturbaciones. Sin embargo, esta práctica debe evitarse por la contaminación que produce al medio ambiente

Abanicos también conocidos como ventiladores

Existen dos tipos de abanicos:

- Abanicos axiales: se caracterizan porque la dirección del aire fluye paralela al eje de éste.
- Abanicos centrífugos: el flujo es radial, esto es que la salida del aire se da en forma perpendicular con respecto a su ingreso.

Los abanicos se rigen por las siguientes leyes fundamentales:

1. El caudal varía directamente según la cantidad de revoluciones por minuto (rpm) de la propela del abanico, es decir, a mayor caudal, requiere mayor cantidad de rpm.
2. La presión total y la presión estática varían con el cuadrado de la velocidad de la propela. Los caballos de fuerza HP (KW) o amperaje varían con el cubo de la velocidad de la propela. El aumento de la velocidad del abanico conlleva un significativo aumento del consumo energético.

Los abanicos deben disponer y cumplir con los siguientes requerimientos técnicos mínimos:

- La capacidad en cuanto al caudal que puede manejar.
- La capacidad en cuanto a la presión estática.
- Las revoluciones por minuto con las que debe operar.
- La selección de un abanico adecuado es de vital importancia y tiene que responder correctamente a los requerimientos para un determinado sistema de extracción de residuos.

Silos

En este caso, los silos permiten depositar el material residual o de desecho. Existen básicamente dos tipos de silos:
Los no herméticos, es decir, aquellos en que la tubería de descarga de aire limpio puede estar abierta al ambiente, sin causar problema al sistema de extracción, como en el caso del sistema de succión-impulsión.
Los herméticos, se caracterizan por ser completamente cerrados, para no permitir la reducción de caudal en la fuente de desechos, como en el caso de un sistema de succión total.

4.5.2 Diseño del sistema de aspiración

De acuerdo al consumo de aire de cada máquina en metros cúbicos por minuto, se determina el caudal y la superficie filtrante requerida para la selección del extractor.
El modulo de aspiración estará ubicado junto al centro de mecanizado, a la misma altura de la sierra escuadradora con el fin de facilitar la distribución y evitar pérdidas por longitud de tubería y demás accesorios.

El diámetro de entrada del ventilador es 220 mm, que se conservará hasta el primer ramal que conducirá a la boca de aspiración del centro de mecanizado con un diámetro de 180 mm ya que este diámetro es el mayor con respecto al de las otras máquinas y considerando que requiere de una permanente extracción por el tipo de trabajo y número de revoluciones de mecanizado. Continuando con la tubería restante se realizará una reducción a 15° para evitar turbulencias por el cambio de diámetro hasta obtener el diámetro de la boca de aspiración de la máquina laminadora de 120 mm, la siguiente entrada se extiende hasta la boca de aspiración de la máquina sierra escuadradora quedando conectadas estas tres máquinas de acuerdo a los requerimientos técnicos de sistema de aspiración. Todas las bifurcaciones se realizarán mediante ángulo máximo de 30° siguiendo las recomendaciones para diseño de sistema de aspiración antes mencionado.

Ventajas de extractores centrífugos:

Las características que reúnen este tipo de ventiladores son:
Los caudales son algo menores que el helicoidal sin embargo la presión es mucho mayor.
El rendimiento es bueno sobre una gran parte de la curva de trabajo. La utilización de un centrífugo se hace para toda clase de caudales y cuando se alcance una determina presión.
Un ventilador centrífugo es mucho más caro que un ventilador helicoidal pero tiene una mayor flexibilidad de empleo.

Módulo filtrante o Filtro de mangas

La unidad filtrante es una opción económica y de dimensiones reducidas para la filtración de polvos que exigen una elevada superficie filtrante como es el caso de trabajos en madera, están realizados con paneles prefabricados galvanizados, fácil de ensamblar en unidades modulares hasta de 5 m son totalmente desmontables y permiten minimizar los costos de transporte.

De elevada eficiencia filtrante por el gran número de mangas utilizadas y el tipo de fieltro agujado de poliéster especial de elevada permeabilidad con el que están realizadas, permite una mayor eficiencia de filtración y pérdidas de carga inferiores por el tipo de polvo a filtrar se requiere un fieltro agujado tipo A de 270 g/m^2

La limpieza de las mangas se realiza cuando el flujo de aire la atraviesa de arriba hacia abajo, favoreciendo la decantación de polvos más pesados en las bolsas de recolección, mientras que los más finos son retenidos por el filtro.

Ver Anexo Nº 5. Plano Sistema de Aspiración.

4.5.3 Selección de equipos y accesorios

El Equipo necesario para el sistema de aspiración es el siguiente:

- Extractor centrífugo
- Módulo filtrante o filtro de mangas
- Tubería rígida
- Estructura de soporte para el extractor

Descripción de los equipos:

De acuerdo al caudal requerido por cada maquinaria determinado por:

Los caudales de captación requerida en m^3/h de la Sierra escuadradora está dado en función del diámetro de la herramienta de corte según la siguiente tabla:

Tabla XXIII. Captación requerida según diámetro del disco

Diámetro del disco mm	m3/hora necesarios
Hasta 230	De 500 a 700
230 a 400	De 850 a 1.150
400 a 480	De 1.050 a 1.350
480 a 610	De 1.250 a 1.900
610 a 760	De 1.800 a 2.400
760 a 920	De 2.000 a 3.000

Diámetro de la sierra d = 400 mm
Caudal requerido Q1 = 1150 m^3/h.

Tanto para la máquina laminadora como para el centro de mecanizado se partirá del diámetro de la boca de aspiración y de la velocidad recomendada para sistemas de aspiración de polvos de madera 19,3m/s.

Tabla XXIV. Cálculo para determinar el caudal de aspiración

Máquina	Laminadora	Centro de Mecanizado
Diámetro de boca de aspiración d(m)	0.12 m	0.18 m
Área (m^2) $A = \pi * \frac{D^2}{4}$	0.0113 m^2	0.0254 m^2
Caudal requerido (m^3/h) $Q = A * V * 3600$	785.80 m^3/h	1768 m^3/h

El caudal total requerido para un óptimo sistema de aspiración resulta del consumo de las tres máquinas equivalente a 3703,80 m^3/h.

En función del caudal determinado se selecciona el modelo de extractor cuyas características son:

Marca: Soler & Palau

Potencia: 10 HP

Caudal de descarga libre: 5500 m^3/h.

Características Principales

- Turbina de alabes rectos radiales en chapa de fierro electrosoldada.
- Motor dos polos, 3F, con brida en acoplamiento directo.
- Carcasa electrosoldada con brida en succión y descarga.
- Recubrimiento en pintura en polvo con características anticorrosivas.

4.6 Instalaciones para sistema neumático

4.6.1 Aspectos técnicos para la instalación

La primera labor de diseño de una red de aire comprimido es levantar u obtener un plano de la planta donde claramente se ubiquen los puntos de demanda de aire anotando su consumo y presión requeridos. También identificar el lugar de

emplazamiento del compresor. Es importante realizar una buena labor puesto que una vez establecida la distribución esta influirá en las futuras ampliaciones y mantenimiento de la red.

Para el diseño de la red se recomiendan las siguientes observaciones:

Diseñar la red con base en la arquitectura del edificio y de los requerimientos de aire.
Procurar que la tubería sea lo más recta posible con el fin de disminuir la longitud de tubería, número de codos, tes, y cambios de sección que aumentan la pérdida de presión en el sistema.

La tubería siempre deber ir instalada aéreamente. Puede sostenerse de techos y paredes. Con el fin de facilitar la instalación de accesorios, puntos de drenaje, futuras ampliaciones, fácil inspección y accesibilidad para el mantenimiento. Una tubería enterrada no es práctica, dificulta el mantenimiento e impide la evacuación de condensados.

La tubería no debe entrar en contacto con los cables eléctricos y así evitar accidentes. En la instalación de la red deberá tenerse en cuenta cierta libertad para que la tubería se expanda o contraiga ante variaciones de la temperatura. Si esto no se garantiza es posible que se presentes "combas" con su respectiva acumulación de agua.

Antes de implementar extensiones o nuevas demandas de aire en la red debe verificarse que los diámetros de la tubería si soportan el nuevo caudal. Un buen diámetro de la tubería principal evita problemas ante una ampliación de la red. La línea principal deberá tener una leve inclinación en el sentido de flujo del aire para instalar sitios de evacuación de condensados.
Para el mantenimiento es esencial que se ubiquen llaves de paso frecuentemente en la red. Con esto se evita detener el suministro de aire en la red cuando se hagan reparaciones de fugas o nuevas instalaciones.

Todo cambio brusco de dirección o inclinación es un sitio de acumulación de condensados. Allí se deben ubicar válvulas de evacuación.

Las conexiones de tuberías de servicio o bajantes deben hacerse desde la parte superior de la tubería secundaria para evitar el descenso de agua por gravedad hasta los equipos neumáticos y su deterioro asociado.

La ubicación del compresor debe facilitar su refrigeración, y una correcta aspiración de aire fresco.

Los filtros de entrada de aire al compresor deben ser limpiados y sustituidos de acuerdo a los datos del fabricante y en función de su plan de mantenimiento preventivo.

Comprobar, a ser posible monitorizando de forma continua, la presión y el flujo del aire a presión, así como su filtrado, como garantía de la calidad del aire suministrado a los equipos neumáticos de la instalación, para evitar averías y paradas, reducir gastos y alargar su vida útil.

Revise a fondo las fugas del circuito neumático, en especial en conectores, acoplamientos, extensiones, actuadores neumáticos, válvulas, filtros, medidores de presión y caudal neumático, etc. Las fugas de aire a presión en una instalación neumática producen muchos inconvenientes como: derroche energético, calentamiento excesivo de compresores y válvulas, menor duración de sistemas de engrase y filtrado, mayor contaminación y desechos, etc.

Cumplir todas las normas de seguridad de los fabricantes de cada uno de los componentes de la instalación neumática, especialmente en cuanto a ubicación, amarre, presión y volumen de trabajo, y sistemas contra sobrepresiones, protección de riesgos mecánicos, etc.

4.6.2 Diseño del sistema neumático

Un diseño adecuado y un dimensionamiento correcto evitarán problemas y ahorrará consumo energético. El diseño está en función de sus componentes, usos, capacidad, para mejorar la fiabilidad de la instalación neumática se ha planteado de la siguiente manera.

La red de tubería diseñada es del tipo cerrada, ya que se acomoda a la arquitectura de la planta y a los requerimientos en los puestos de trabajo.
En este tipo de red la línea principal constituye un anillo alrededor de la planta con sus respectivas ramificaciones de las líneas principales. Se realizará 9 ramificaciones tipo cuello de ganso, para evitar que el condensando llegue a los equipos.

La inversión inicial de este tipo de red es mayor que si fuera abierta. Sin embargo con ella se facilitan las labores de mantenimiento de manera importante puesto que ciertas partes de ella pueden ser aisladas sin afectar la producción. Una desventaja importante de este sistema es la falta de dirección, constante del flujo. La dirección del flujo en algún punto de la red dependerá de las demandas puntuales y por tanto el flujo de aire cambiará de dirección dependiendo del consumo.

Un problema de la red es la dificultad de eliminar los condensados debido a la ausencia de inclinaciones esto hace necesario implementar un sistema de secado más estricto en el sistema.

Se instalará válvulas de cierre rápido a la entrada de cada máquina para facilitar el aislamiento en partes de la red para efectos de mantenimiento o se dé el caso de que ya no se requiera aire en esa parte del sistema.

Elección de la presión

Una presión inútilmente elevada significará un mayor costo. El sobrecosto proviene de un aumento del trabajo de compresión, pero sobre todo de un aumento de los caudales consumidos a plena presión.
Los elementos neumáticos trabajarán con una presión normalizada de *6 bares* conocida como presión de trabajo

Elección del caudal

Se estima un consumo medio, en función de factores de uso y de simultaneidad, teniendo en cuenta, necesidades temporarias, pequeñas extensiones, bajas de rendimiento de la fuente y de las unidades neumáticas de los puestos de trabajo.
Caudal necesario = 28 cfm

Tratamiento del aire

El tipo de tratamiento de aire comprimido de acuerdo a las necesidades del proceso en donde será utilizado para este caso en máquinas para trabajos en madera. Se dispone de la capacidad y presión necesaria, pero generalmente se encuentran inconvenientes por la presencia de aceite, de humedad y de partículas en suspensión.
Por lo que la presencia de humedad, corresponde indicar que el aire que aspira el compresor proviene de la atmósfera, la cual tiene un cierto grado de humedad según el lugar donde se encuentra instalado el compresor.

En cuanto el aire es comprimido se calienta a temperaturas superiores a 100ºC, dependiendo del tipo de compresor utilizado. A estas temperaturas la humedad absorbida toma la forma de vapor saturado. En cuanto el aire pasa por conductos a menor temperatura, el vapor se condensa y el agua deteriora todos aquellos elementos por donde pasa.

Por ello lo primero que es necesario hacer es enfriar mediante un sistema de enfriamiento colocado después del compresor y llevar el aire comprimido a una temperatura 10ºC a la temperatura ambiente. Generalmente el compresor ya viene con el sistema de enfriamiento y el aire producido ya sale a esa temperatura.

Eliminación del agua

Al enfriarse el aire una parte de la humedad se condensa y es eliminada mediante purgadores manuales o automáticos. A pesar de ello el aire queda con gran cantidad de agua y no queda otra solución que eliminarlo con un secador de aire comprimido.

Para la elección de este equipo a parte de los criterios ya conocidos como capacidad y presión de trabajo hay que agregarle el punto de rocío requerido.

Punto de rocío es la temperatura del aire a la cual comienza a condensarse en forma de gota de agua el vapor que estaba en saturación. De acuerdo al proceso industrial se recomienda secador tipo frigorífico, con punto de rocío +3ºC, ya que no se tiene procesos críticos o en casos en que se utiliza instrumentación de precisión.

En estos casos la única norma que hay que tener en cuenta es que el aire no pase por conductos o elementos que tengan temperaturas inferiores a la del punto de rocío proporcionado por el secador.

Eliminación de partículas nocivas

La eliminación de las partículas nocivas de aire comprimido se dan instalaciones en donde no se ha instalado un secador de aire, la presencia de partículas es muy frecuente, a causa, principalmente, de la continua corrosión de las cañerías, para eliminarlas hay que utilizar filtros de partículas. Generalmente, un filtro de una eficiencia de un micrómetro situado a la entrada del secador es suficiente para garantizar aire exento de partículas. Sin embargo, siempre es recomendable colocar un filtro final.

Caída de presión

Uno de los aspectos más importantes que implica en el rendimiento, seguridad y economía de una red de distribución de aire comprimido es minimizar la caída de presión entre el compresor y los puntos de consumo de aire. Una caída de presión en el sistema de aire significa que en los puntos de consumo de presión es inferior a la del compresor, consecuentemente una pérdida de potencia en las máquinas u otros sistemas neumáticos. La mayoría de las unidades de los sistemas neumáticos están diseñadas para una presión de trabajo de 6 a 7 bares. Si la caída de presión es tan alta

que la presión de trabajo obtenida es menos que la presión prevista, la pérdida de potencia es proporcionalmente más grande.

La red de distribución del sistema de aire comprimido ha de estar dimensionada de forma que cualquiera sea el incremento futuro en el consumo de aire no signifique una caída de presión excesiva que obligue a reemplazar todo el sistema. Hay que tener en cuenta que el costo de instalar tubos y accesorios de dimensiones más grandes que los estrictamente necesarios en un principio es muy pequeño comparado con el costo que ocasionaría tener que cambiar todo el sistema.

En el caso que el consumo de aire disminuya la caída de presión es mínima y la caída de presión en el punto de consumo aumenta. Hay que tener en cuenta esta posibilidad porque es posible que no todos los componentes estén diseñados para soportar esa presión.

Cálculo de caída de presión:

$\Delta p = Caída\ de\ presión$

$P = Presión\ \ 7\ Bar$

$R = Constante\ de\ gas\ 29{,}27\ para\ el\ aire$

$T = Temperatura\ absoluta\ 294°K$

$D = Diámetro\ de\ tubería\ 38{,}1\ mm$

$L = Longitud\ de\ tubería\ 150\ m$

$G = Cantidad\ de\ aire\ suministrada\ \ 10Kg/h$

$\beta = Índice\ de\ resistencia, grado\ medio\ de\ rugosidad\ 2{,}03$

$$\Delta p = \frac{\beta}{R*T} * \frac{V^2}{D} * L * P \quad (2)$$

$$\Delta p = \frac{2{,}03}{29{,}27 * 294} * \frac{64}{38{,}1} * 150 * 7 \ (3)$$

$$\Delta p = 0{,}42\ bar \ (4)$$

La caída de presión en la red de tubería es de 0,42 bar, por lo que la presión de servicio del compresor será la presión de trabajo de las diferentes máquinas más la caída de presión equivalente a 7,5 HP.

Cálculo de pérdidas por accesorios:

Tabla XXV. Pérdidas por accesorios

Accesorios	Cantidad	Longitudes supletorias	Total
Codo 1 1/2"	8	0,28	2,24
Codo 1/2"	18	0,22	3,96
Tee estándar 1 1/2"	9	3	27
Tee estándar 1/2"	4	1	4
Válvula Esférica 1 1/2"	1	4	4
Válvula Esférica 1/2"	9	2	18
			59,2 (m)

Todos los accesorios tienen una resistencia a la fluencia equivalente aproximadamente a 60 m de longitud adicional de tubería, dato que servirá para el dimensionamiento de la tubería, siendo el total de la tubería 150 m. Ver anexo Nº 6 Nomograma para el cálculo de tubería.

4.6.3 Selección de equipos y accesorios

Elección de compresor

La selección del compresor está en relación del consumo de aire de la planta. La capacidad de este deberá ser lo suficiente para mantener la marcha normal de todas las máquinas.

Actualmente el consumo promedio de aire de 25 cfm equivalente a 7,5 HP potencia del motor, pero considerando un aumento de producción a futuro, y/o ampliación de la planta con maquinaria moderna se proyecta mayor consumo de aire comprimido, seleccionando el siguiente compresor:

Características técnicas

Marca:

Tipo: Rotativo de tornillo

Potencia: 10 HP

Garantía: 5 años

Este tipo de compresor tiene integrado un sistema de tratamiento de aire compuesto por secador, enfriador y filtros permitiendo eliminar el sistema de componentes por separado reduciendo el espacio físico del tradicional sistema de aire comprimido, proporciona eficacia, fiabilidad, flexibilidad, y productividad.

Es una combinación de compresor, secador y filtros en un solo paquete inteligente permitiendo:

- Eliminar conexiones, tubería, accesorios y gastos extras de tanque pulmón
- Minimizar pérdidas de presión y caudal
- Se puede instalar en cualquier parte por el sistema lateral silencioso

Ver anexo Nº 7. Catálogo de Compresor Ingersoll Rand.

Selección del tipo de tubería

De acuerdo al caudal, velocidad y pérdida de presión se ha determinado el diámetro de la tubería principal igual a 1½ plg.

El diámetro de la tubería secundaria es ½ plg, siendo este diámetro la entrada de aire de las máquinas.

Se puede instalar con tubería roscable PVC o tubería galvanizada H.G, se recomienda tubería de hierro galvanizado la cual se pintará de azul indicando que circula aire comprimido cumpliendo la norma.

Selección de accesorios

Unidades de mantenimiento

Se requiere de 2 unidades de mantenimiento para garantizar la calidad de aire a la presión de trabajo 6 bar que se instalarán previo a la entrada de aire de las máquinas laminadora de cantos y taladro múltiple.

Purgas automáticas

Los condensados recogidos por filtrado o por separación a lo largo de la red de aire deben evacuarse de forma rápida y eficaz para no contaminar el circuito y perjudicar los órganos neumáticos. La instalación de purgadores es el complemento indispensable para un buen filtrado del aire comprimido.
Una red equipada correctamente garantiza la eficacia de las herramientas neumáticas y la calidad del trabajo que se realiza. Este accesorio está diseñado para ser instalado en puntos bajos de trabajo y finales de línea. Su funcionamiento depende del nivel de agua dentro de la cuba de purga, el flotador se levanta y libera la abertura de la cuba. Una vez evacuados los condensados, el flotador baja a la vez que cierra el orificio sin que existan pérdidas de aire comprimido

4.7 Instalación y disposición de tubería y accesorios

Una tubería bien diseñada y con un buen mantenimiento, puede reducir considerablemente el consumo y evitar pérdidas de presión por lo que se recomienda: Las uniones, los cambios de dirección y las variaciones de diámetro y de materiales son fuentes de pérdidas en las tuberías, se procura usar tramos rectos que reduzcan al mínimo los cambios de dirección o de diámetro. Seleccione el diámetro de tubería óptimo, aunque éste no sea igual a los diámetros de entrada y salida del equipo.

Los accesorios como válvulas, codos, uniones, reducciones, expansiones y filtros, son también fuente importante de pérdidas en las tuberías. Por eso debe usarse sólo

los accesorios necesarios. Por ejemplo, si no se requiere ajustes finos, una válvula de compuerta produce menos pérdidas que una de globo.
El desgaste y los sedimentos ocasionan deterioros que, con el tiempo, aumentan las pérdidas en la tubería y reducen el diámetro libre para la circulación del flujo, lo que debe ser considerado al diseñar la tubería.

El filtro tiene la misión de extraer del aire comprimido circulante todas las impurezas y el agua condensada. Consecuencia de esto es que cada vez tenga más importancia el conseguir un mayor grado de pureza en el aire comprimido, para lo cual se crea la necesidad de realizar un filtraje que garantice su utilización. El filtro tiene por misión:

- Detener las partículas sólidas
- Eliminar el agua condensada en el aire

4.7.1 Precauciones antes de instalar tuberías y válvulas

Las precauciones preliminares que se deben tener en la instalación de tuberías pueden resumirse principalmente de la siguiente manera:

Si se necesita tarrajar los tramos de tuberías para unirlos por medio de neplos, codos, etc., se deberá tener la precaución de eliminar las rebabas.
Al ejecutar uniones roscadas entre tubos y válvulas, la pasta (o mástico) debe aplicarse exclusivamente a la rosca macho.
Al conectar un tubo con una válvula por medio de unión a rosca, no debe emplearse demasiada fuerza para introducir el tubo para evitar que se causen deformaciones en el cuerpo de la válvula.

Los daños sufridos durante el almacenamiento son problemas a los que están expuestas, inicialmente, las válvulas antes de ser instaladas. Una envoltura total, como por ejemplo cajas de madera o de cartón, o tapas delgadas metálicas (o plásticas) que cubran los extremos protegerán las válvulas al ser despachadas desde la fábrica.

Por lo tanto, las válvulas deben conservarse en estas envolturas de protección y bajo techo antes de ser instaladas
La penetración de arena o polvo a los mecanismos de las válvulas; puede ser una de las causas al estar colocadas en suelos carentes de piso de cemento o de madera y quedar así sometidas a la intemperie.

Por otra parte, el manejo tosco puede también ocasionar daños prematuros a las válvulas. Es por esto que se recomienda almacenarlas donde no puedan caerse al suelo, y donde no les puedan caer encima otros materiales.

4.7.2 Precauciones a seguir durante la instalación de tuberías y válvulas

La instalación de las válvulas principia desde el momento en que se retiran las envolturas o embalajes de estos aparatos. Uno vez hecho esto, hay que limpiar perfectamente las válvulas, eliminando toda clase de adherencias de polvo del interior, así como cualquier aceite o plástico que se encuentre revistiendo a las mismas.

Por otra parte, se debe limpiar las tuberías donde se van a instalar las válvulas para evitar deterioros de los asientos o de los discos de las válvulas. Para dicho efecto es recomendable sopletear con aire comprimido y lavar con agua a presión para eliminar el polvo y las limallas o esquirla de metal remanentes del tarrajado o del almacenamiento.

Como regla básica las válvulas deben ser situadas con fácil accesibilidad para efectos de operación, mantenimiento y reparación.

La mayoría de las válvulas pueden instalarse en cualquier ángulo. Aunque, lógicamente, es más correcto (por cuestiones de manipulación) chocar las válvulas hacia abajo, deja la cámara del cuerpo de la válvula por abajo de la línea de flujo, formando una bolsa en la que se acumulan escamas de las tuberías y otras materias extrañas, lo que ocasionará en corto tiempo el desgaste y deterioro de la rosca del vástago y finalmente su destrucción

Las válvulas manuales de control deben ser situadas de forma que pueden ser reguladas sin necesidad de utilizar cadenas

Las válvulas de paso (bloqueo) que requieran un uso frecuente pueden ser situadas de forma que puedan ser operadas desde plataformas o mediante extensiones de husillos o de cadenas, para válvulas que estén a 7” o 6” (2.28 m) del suelo

No ubicar válvulas en tuberías verticales ya que al cerrarla quedaría el líquido atrapado en la tubería y sin posibilidad de ser drenado totalmente

4.7.3 Soportes y colgantes para tubería

El código americano para tuberías de presión (ASA B 31.1) nos indica instrucciones precisas sobre los soportes y colgantes.
Cuando no existen problemas de dilatación, como es el caso de tubería para aire comprimido es más sencilla, por medio de abrazaderas suspendidas de una varilla con tensor de ajuste que se dispone sin dificultad para cualquier punto de la tubería.

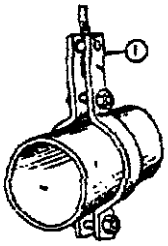


Figura 48. Soportes de tubería

La distancia entre soportes depende de:

- La clase de tubería
- El número de válvulas y accesorios.

Los soportes deben colocarse cerca de los cambios de dirección de los ramales y particularmente cerca de las válvulas.
El peso de la tubería no debe cargarse a los cuerpos de las válvulas.

Al establecer la situación de los soportes de una tubería, es necesario guiarse por dos condiciones:
La luz o tramo horizontal no deberá ser tan larga que la flecha (deflexión) de la tubería no se imponga un esfuerzo excesivo en la pared de la misma.

La tubería deberá inclinarse en sentido descendente, de manera que la salida de cada tramo quede más baja que la flecha máxima de dicho tramo.
El espaciamiento se basa en un esfuerzo combinado por flexión y cortadura de 105 Kg/cm^2 cuando la tubería está llena; con esta condición, la flecha de la tubería, entre los soportes o apoyos, será aproximadamente de 2.5m.

Tabla XXVI. Separación de los soportes de tubería

Diámetro Exterior (mm)	Separación entre Soportes (m)
27 – 42,4	2,5
48,3 – 73	3,0
88,9 – 101,6	3,5
114,3 – 168,3	4,0
219,1 – 313,9	5,0
355,6 - 406	6,0

4.7.4 Consideraciones de diseño para el aislamiento antivibratorio.

En todo sistema de tubería, la vibración tiene una causa que, generalmente, es debida a un componente móvil de la misma: tal como una bomba de agua o un compresor. Para eliminar las vibraciones debe presentarse la máxima atención a los métodos de fijación y soporte de estos elementos con órganos móviles.

El peso del zócalo que soporta el aparato que puede originar las vibraciones debe ser suficientemente grande para reducir al mínimo la intensidad de las vibraciones que se transmitirán a la tubería y o la estructura del edificio. Cuando más pesado sea el soporte menor será la intensidad de la vibración.

También puede emplearse materiales antivibratorios destinados a disminuir la intensidad de las vibraciones.

La tubería debe ser proyectada de modo que ninguno de los tramos esté sometido a la acción oscilante resultante de las vibraciones. Los esfuerzos de vibración se amortiguan transformándose en otros de torsión o flexión.

La tubería debe estar sujetada firmemente en puntos aproximados. Los soportes deben tener una superficie de apoyo relativamente grande para evitar el basculamiento del tubo que puede producir la rotura del tubo. El soporte más cercano a la fuente de vibración debe ser colgante antivibratorio y los siguientes deben tener una funda aislante.

En instalaciones de tubería con maquinaria que posea partes móviles, no se debe emplear soportes colgantes sin aislamiento antivibratorio como bridas o vástagos unidos directamente al tubo.

Si los tubos están colgados en el techo o en la pared se deberán emplear soportes no rígidos que impidan la transmisión de las vibraciones a la estructura del edificio.

Los tubos flexibles son generalmente apropiados para absorber las vibraciones en tuberías de pequeños diámetros. Para su mayor eficacia se instalan perpendicularmente a la dirección de la vibración. Si las vibraciones no están limitadas a un plano o a una dirección, se emplean dos tubos flexibles instalados perpendicularmente entre sí.

El tubo flexible no debe ejercer esfuerzo alguno sobre el elemento productor de vibraciones al cual este unido en el extremo opuesto del tubo flexible, o par de tubos, se sujeta la tubería mediante un soporte con revestimiento interior flexible con el fin de reducir la vibración a un mínimo.

Generalmente no son recomendables tubos flexibles en instalaciones sometidas a presión, porque ésta los hace rígidos y transmiten las vibraciones del mismo modo que un tramo de tubería rígida.

Ver anexo Nº 8. Plano de Sistema Neumático

4.8 Instalaciones eléctricas para la maquinaria

4.8.1 Selección de equipos y accesorios eléctricos necesarios para la instalación

La selección de equipos para la instalación eléctrica está determinado por la capacidad de carga a soportar entre ellos tenemos:

- Transformador
- Cables
- Protecciones (Breakers, relés)
- Tubo conduit

Dimensionamiento de Cables y Tubo conduit

Tabla XXVII. Selección de cable y tubo conduit

Nombre de la Máquina	Potencia del motor	HP	Voltaje	Corriente nominal (A)	Cable TW	Diámetro
Sierra Escuadradora	5.6 kw	7,5	220	22	10	3/4
Laminadora de Cantos	12 Kw	16	220	40	6	1
Taladro Múltiple	1.5 Kw	2	220	6,5	14	1/2
Toupi	4.1 Kw	5,5	220	18	12	1/2
Centro de mecanizado	10.45 kw	14	220	40	6	1
Prensa	1.5 kw	2	220	6,5	14	1/2

Dimensionamiento del Transformador

De acuerdo al consumo de energía de los diferentes equipos y maquinaria se determina la demanda unitaria para dimensionar el transformador.

Tabla XXVIII. Dimensionamiento del transformador

PLANILLA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA UNITARIA DE DISEÑO

Nombre del Proyecto:

Usuario tipo: B

Número de usuarios: 1

ITEM	APARATOS ELÉCTRICOS Y DE ALUMBRADO			FF Un (%)	CIR (W)	F Sn (%)	DMU (W)
	Descripción	Cant.	Pn (W)				
1	SIERRA ESCUADRADORA	1	5600	100	5600	40	2240
2	LAMINADORA	1	12000	100	12000	40	4800
3	TALADRO MÚLTIPLE	1	5900	100	5900	60	3540
4	TOUPI	1	4100	100	4100	60	2460
5	CENTRO DE MECANIZADO	1	10500	100	10500	75	7875
6	PRENSA	1	1500	100	1500	40	600
7	EXTRACTOR CENTRÍFUGO	1	7500	100	7500	75	5625
8	COMPRESOR	1	7500	100	7500	40	3000
9	PUNTOS DE LUZ	20	100	100	2000	80	1600
10	TOMA CORRIENTES	12	200	100	2400	20	480
	TOTALES				**59000**		**32220**

FACTOR DE POTENCIA DE LA CARGA	0,85
DMU (KVA):	37,91
INDICE ACUMULATIVO (TI):	2
PERIODO DE DISEÑO (N):	10
FACTOR DE PROYECCIÓN (1+Ti/100)exp(N):	1,22
DMU p(KVA):	46,21

$$\text{FACTOR DE DEMANDA} = \frac{\text{DMU}}{\text{CIR}} = \frac{32220}{59000} = 0{,}55$$

Por tanto se recomienda que el usuario sea atendido a través de un transformador de 50 KVA de capacidad, con relación 13800-220/127

Dimensionamiento de Breakers y relés térmicos

Tabla XXIX. Selección de protecciones

	MÁQUINAS	BREAKER	RELÉ TÉRMICO	
			DE	A
A	Sierra Escuadradora	3P – 60A	37	50
B	Laminadora	3P – 100A	80	104
C	Taladro Múltiple	3P – 40A	9	13
D	Toupi	3P – 40A	30	38
E	Centro de mecanizado	3P – 100A	80	104
F	Prensa	3P – 20A	9	13
G	Extractor centrífugo	3P – 60A	48	65
H	Compresor	3P – 60A	48	65
I	Puntos de luz	3P – 80A	------	------
J	Toma corrientes	3P – 20A	------	------

4.8.2 Normativas para el correcto manejo de instalaciones eléctricas

En estas instalaciones se debe adoptar algunas de las siguientes medidas para la protección de las personas contra los riesgos debidos a contactos con elementos que habitualmente están en tensión:

1. Alejar las partes activas de la instalación a distancia suficiente de las personas para evitar contactos fortuitos.

2. Recubrir las partes activas con aislamientos apropiados, que conserven sus propiedades indefinidamente y que limiten la corriente de contacto a un valor no peligroso.

3. Interponer obstáculos que impidan todo contacto accidental con las partes activas de la instalación, estos obstáculos deben soportar los esfuerzos mecánicos usuales.

4. Confinar en armarios protectores.

5. Utilizar bajas tensiones.

6. Proteger la instalación mediante interruptores diferenciales.

La protección contra los riesgos de contacto con los equipos de las instalaciones que puedan quedar accidentalmente en tensión, se efectuará utilizando alguna de las siguientes medidas:

- Separación de los circuitos de utilización de las fuentes de energía por medio de transformadores o grupos convertidores, manteniendo aislados de tierra todos los conductores del circuito de utilización incluido el neutro.
- Empleo de pequeñas tensiones.
- Separación de partes activas y masas por aislamiento.
- Inaccesibilidad simultánea de elementos conductores y masas.
- Conexiones equipotenciales.
- Doble aislamiento de equipos y máquinas eléctricas.
- Puesta a tierra de los equipos asociada a dispositivos de corte por intensidad o tensión de defecto.
- Puesta a neutro de las masas asociada a dispositivo de corte por intensidad de defecto.
- Se utilizarán para las tomas de corriente, bases y clavijas que por su diseño imposibiliten el contacto con elementos en tensión.
- Los interruptores eléctricos deberán ser del tipo completamente cerrado.
- El conductor de protección deberá identificarse por su color verde. Este color no podrá ser empleado nunca en conductores que no sean de protección.
- Se protegerán los conductores eléctricos de las agresiones mecánicas que puedan deteriorar su aislamiento.

4.8.3 Diagrama general eléctrico de la planta

Aquí observamos el sistema unificar de la planta, el que está compuesto por los siguientes elementos:

Transformador trifásico 50KVA
Medidor
Breaker Principal 3P – 125A

DIAGRAMA UNIFILAR

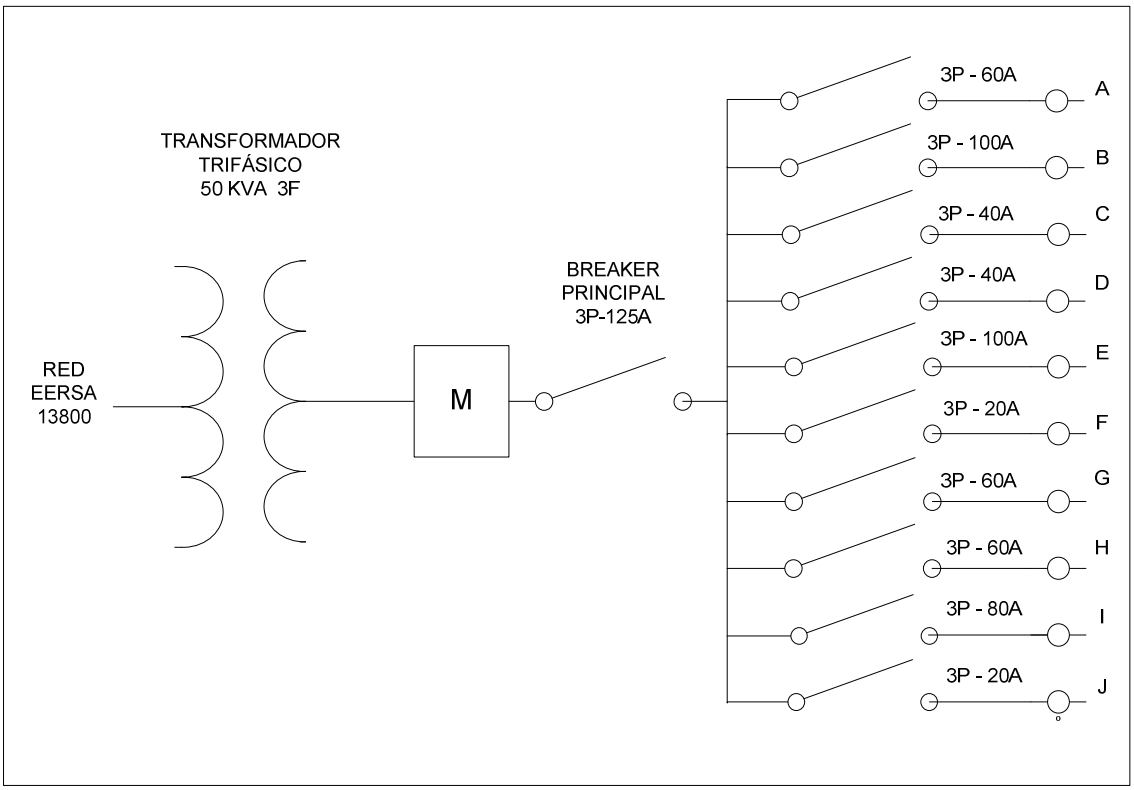


Figura 49. Diagrama Unifilar

4.9 Seguridad Industrial

4.9.1 Seguridad en instalaciones

Los trabajadores de todos los procesos en madera pueden verse expuestos a la proyección de material en partículas y expuestos al polvo de madera. El calor generado por estas operaciones puede provocar exposición a los elementos volátiles de la madera, como los aldehídos, cetonas y otros, que varían en función de la especie de árbol y de la temperatura. Algunos de los trabajadores más expuestos al aserrín son los que utilizan aire comprimido para limpiar.

Existen controles técnicos viables, como una ventilación por aspiración localizada, para controlar los niveles de contaminantes suspendidos en el aire, y es posible combinar medidas para controlar el ruido y el polvo.

Es necesario instalar defensas en el punto de manejo de sierras y otros aparatos de corte, así como de engranajes, correas, cadenas, piñones y puntos de atrapamiento de transportadores, correas y rodillos. En muchas operaciones, como las relacionadas con las sierras circulares, hay que instalar dispositivos anti retroceso para evitar que las piezas de madera atascadas salgan disparadas de la máquina.

Es necesario mantener el orden y la limpieza para evitar la acumulación peligrosa de aserrín y residuos de la madera, que puedan provocar caídas y comporten un riesgo de incendio y explosión. Muchas de las áreas que requieren limpieza y mantenimiento rutinario están situadas en zonas peligrosas que normalmente permanecen inaccesibles mientras está en funcionamiento.

El correcto cumplimiento de los procedimientos de bloqueo de maquinaria es de suma importancia durante las operaciones de mantenimiento, reparación y limpieza. Los equipos móviles deben dotarse de señales luminosas y acústicas de advertencia. Los caminos peatonales y las vías de tránsito rodado deben quedar claramente señalizados.

La clasificación, selección y otras operaciones pueden implicar la manipulación manual de tableros y otras piezas pesadas de madera. Deben utilizarse transportadores y cajones de recepción de diseño ergonómico y técnicas apropiadas de manipulación de materiales que contribuyan a evitar lesiones de espalda y de las extremidades superiores. Es necesario utilizar guantes para evitar clavarse astillas, pincharse y el contacto con los productos conservantes. Entre los operarios y los puntos de trabajo deben colocarse pantallas de cristal de seguridad o materiales similares, debido al riesgo de que el serrín, las astillas y otros residuos expulsados por las sierras provoquen lesiones oculares y de otro tipo.

En la mayoría de las operaciones, los operarios deben llevar equipos de protección individual, como gafas de seguridad, cascos y botas de punta de acero. En la mayoría de las zonas de la fábrica existe un nivel de ruido peligroso producido por las operaciones de cortado, laminado, ruteado, perforado, y retestado,

También es posible utilizar otros controles técnicos. Por ejemplo, el ruido de funcionamiento de las sierras circulares en vacío puede reducirse utilizando sierras cuyos dientes sean de forma adecuada o ajustando la velocidad de rotación. La instalación de material insonorizante en paredes y techos puede contribuir a reducir el ruido reflejado por toda la fábrica, aunque será necesario un control en la fuente cuando la exposición al mismo sea directa.

Seguridad en Lugares de Trabajo

Al diseñar una área de trabajo se debe distribuir de forma adecuada los espacios de trabajo, necesariamente según un orden lógico de producción, cuidando de que exista el suficiente flujo libre del material con esto se evita los cuellos de botella y de igual manera facilidad de movimiento de los peatones. A tener presente los siguientes criterios:

- El suelo no debe ser resbaladizo, debe estar limpio, ser regular y estar libre de obstáculos.
- Las zonas de almacenaje temporal de materiales no debe interrumpir el paso, pero lo mejor es que no exista almacenajes temporales.

- En caso de una evacuación las puertas de entrada y salida deben estar accesibles y desembocar en una zona de seguridad.
- Colocar las máquinas de forma que el operario tenga el suficiente espacio para realizar su trabajo brindándole condiciones ergonómicas, que eviten movimientos forzosos innecesarios.
- Tomar en cuenta el desplazamiento de los elementos móviles mismos que pueden interrumpir el paso y afectar a los peatones golpeando.
- En las áreas de trabajo con riesgo, se evitará el acceso de personal ajeno a las mismas.

Instalaciones Eléctricas

La electricidad es la forma energética más utilizada, esto unido al hecho de que no es perceptible por la vista ni por el oído, hace que sea una fuente importante de accidentes, causando lesiones de gravedad variable, desde un leve cosquilleo inocuo hasta la muerte por paro cardíaco, asfixia o grandes quemaduras. A tener presente los siguientes criterios:

- Al realizar instalaciones eléctricas estas deben ser hechas por personal calificado.
- La base de los tomacorrientes deben estar en excelentes condiciones.
- Cables y enchufes deben estar correctamente aislados y en perfectas condiciones.
- Si es que existen empalmes estos deben estar realizados de una manera adecuada.

Manipulación de Objetos

A pesar de la creciente automatización, hoy todavía es necesaria la realización de múltiples tareas que requieren la manipulación manual de objetos. Por otra parte, la mecanización y automatización en los procesos de fabricación disminuye los tiempos de los ciclos, aumentando la frecuencia de las operaciones manuales de carga y evacuación.

La manipulación manual comporta riesgos de diversa naturaleza, según el tamaño, forma y peso de los objetos; riesgos que pueden traducirse en cortes, golpes por atrapamiento o caída de objetos, etc.

Por otro lado, el esfuerzo muscular provoca un aumento del ritmo cardíaco y del ritmo respiratorio. Las articulaciones pueden, a la larga, resultar gravemente dañadas, especialmente, las de la columna vertebral (desgaste de los discos intervertebrales, lumbago, hernia discal y algunas veces compresión de la médula espinal y de los nervios de las piernas).

Estos factores es más fácil que aparezcan cuando:

• Los objetos son de difícil agarre por su forma o tamaño.
• Las cargas son muy pesadas.
• Las diferencias entre la altura de agarre y de colocación de la carga son grandes.
• El transporte manual se hace a distancias largas.
• Se realizan movimientos y posturas inadecuadas (pecho excesivamente inclinado, posición del eje del cuerpo desplazado, tronco en tensión, etc.).

Por otra parte, más del 30% de los accidentes de trabajo se producen durante las operaciones de traslado o desplazamiento de los productos, realizados durante los procesos productivos, así como en su fase posterior de almacenamiento. A tener presente los siguientes criterios:

Es necesario, siempre que sea posible, evitar la manipulación manual desde la concepción y el acondicionamiento de los lugares de trabajo, considerando la propia organización del trabajo, así como las modificaciones que se estimen convenientes en la misma. Se emplearán, en lo posible, sistemas mecanizados para la manutención de cargas.

Deben concebirse los puestos de trabajo de forma que faciliten las operaciones de manipulación manual.

Además, la seguridad debe reforzarse por medio de políticas de prevención que:

• Evalúen los riesgos que las operaciones de manipulación manual suponen para la seguridad y la salud de los trabajadores.

• Busquen soluciones que puedan facilitar el trabajo: útiles de agarre, ingenios ligeros de manipulación y otros medios suplementarios.

• Aporten a los puestos de trabajo los recursos necesarios.

• Prevean los espacios necesarios para los almacenamientos tanto fijos como eventuales.

• Adecuen los lugares de almacenamiento y las vías de circulación.

• Apliquen en el almacén, sistemas de sujeción que garanticen la estabilidad de las cargas y su correcta disposición.

• Impartan a los trabajadores una formación específica para evitar esfuerzos excesivos o posturas forzadas.

Debe tenerse en cuenta que las sustancias y preparados peligrosos deberían almacenarse en lugares separados y debidamente protegidos.

Se recomienda ubicar varios extintores de 50 lb tipo ABC que están diseñados para fuego por presentar riesgo de incendio preservando la inversión realizada en la planta.

4.9.2 Seguridad del Personal en operación

Toda la maquinaria cuenta con sus respectivas protecciones para su funcionamiento cumpliendo con las normas de la Comunidad Europea.
No solo accidentes se pueden dar durante el funcionamiento de maquinaria sino también con herramientas manuales.

Las herramientas manuales se pueden definir como utensilios de trabajo utilizados generalmente de forma individual y que únicamente requieren para su accionamiento la fuerza motriz humana. A tener presente los siguientes criterios:

- Adquirir herramientas conociendo el trabajo que realiza la herramienta.
- Para iniciar cualquier trabajo tomar la herramienta adecuada.
- Nunca utilizar en trabajos para la que no fue diseñada.

Tomar seguridades en el almacenaje, en el mantenimiento y en el transporte, como se detalla:

- Guardar en cajas o estantes adecuados, no dejar en los pasillos.
- Revisar periódicamente el estado de las herramientas (mangos, aislantes, afilados, etc.)
- Si se encuentran en mal estado repararlas si es posible, o desecharlas.
- No hacer reparaciones provisionales y en el caso de reparaciones que sea por personal especializado.
- Para transportar llevar en cajas, bolsas o fundas adecuadas.
- Nunca llevar herramientas en los bolsillos.

Selección de Elementos de Protección Personal

Los trabajadores deberán usar los siguientes elementos de protección personal mientras estén operando las maquinas:

- Orejeras por la combinación de ruido de las máquinas
- Máscara para polvos (Media mascara tipo B), por el polvo de madera generado en el proceso de corte y perforado.
- Guantes para el transporte y manipulación de tableros
- Zapatos punta de acero

4.9.3 Normas de seguridad para operación de máquinas

Manejo de polvo de madera

El polvo de madera creado al cortar, modular o lijar madera es una verdadera molestia. Sin embargo el polvo de madera también puede ser un peligro serio tanto para la salud como para la seguridad si no se controla debidamente.
Sus efectos sobre el sistema respiratorio son la principal preocupación en cuanto a la salud. La inhalación excesiva de polvo de madera puede causar irritación y sangrado en la nariz, inflamación de los senos frontales, dificultad al respirar, resfriados prologados, y disminución en el funcionamiento de los pulmones. Algunas especies de madera son alérgenos: trás exposiciones repetidas, la persona se puede volver alérgica al polvo. Esto con frecuencia conduce al desarrollo del asma. El cedro rojo occidental es conocido como alérgeno y causa del asma.

Efectos sobre la piel y los ojos también son posibles. El contacto repetido con el polvo de madera puede producir dermatitis, una inflamación de la piel. Los síntomas pueden incluir rojez, picazón y agrietamiento de la piel. La dermatitis puede ser resultado de la irritación o puede ser una reacción alérgica. El polvo de madera también puede causar irritación en los ojos.

El polvo de madera es un carcinógeno conocido en los seres humanos. La exposición ocupacional al polvo de madera puede causar cáncer en los senos frontales y las cavidades nasales. Sin embargo, este riesgo puede estar limitado a ciertas especies de maderas, tales como el roble, haya, abedul, caoba, teca y nogal.

Según las Normas OSHA existen niveles máximos de exposición permitidos que regulan la cantidad de polvo de madera que los trabajadores tienen permitido respirar. La Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales ACGIH ha establecido límites de exposición más estrictos para el polvo de madera. Aunque no constituyen requisitos obligatorios bajo la ley, los límites de la ACGIH, conocidos como valores límite de umbral, deben cumplirse siempre que sea posible.

Los controles por ingeniería, tales como sistemas de ventilación locales por extracción, deben usarse para prevenir la exposición excesiva si es posible. Los sistemas LEV, sin embargo, deberán estar debidamente diseñados para prevenir peligros potenciales de incendio y explosión.

Los equipos de respiración pueden usarse cuando no es factible usar los controles por ingeniería, o éstos no controlan el polvo adecuadamente. Debe implementarse un Programa de Protección a la Respiración si se requieren equipos de respiración.
El buen orden y aseo son importantes. El polvo de madera en los pisos puede causar resbalones y caídas, y la acumulación de polvo de madera sobre las superficies presenta un riesgo serio de incendio.

Pero el uso de aire comprimido para limpiar las superficies devuelve el polvo a la atmósfera, creando peligros potenciales a la salud y peligros de incendio. El método preferido para limpiar el polvo de madera es con aspiradora. Sin embargo, para prevenir incendios y explosiones, el equipo de limpieza por aspiradora deberá estar aprobado para ubicaciones Clase II, División 1, Grupo G.

Máquinas

Existe un elevado porcentaje de accidentes provocados por la maquinaria en los lugares de trabajo. A tener presente los siguientes criterios:

- Cuando se compra maquinaria lo primero que se debe exigir es el manual donde se especificará todas las operaciones que se puede realizar con la máquina sean estas ocasionales o planificadas, pudiendo de esta manera manipular la máquina sin riesgo alguno.

- Con la maquinaria ya instalada y en funcionamiento, es fundamental la seguridad tomando en cuenta riesgos como ruido, electricidad y el recorrido de elementos móviles básicamente, durante el trabajo de la máquina.

Entonces mencionando los anteriores riesgos tenemos:

Ruido

Señalizar las áreas de mayor ruido para que el uso de protectores sea obligatorio como son en el área de corte, de ruteado, y en la área de perforado. Se recomienda usar orejeras.

Electricidad

Señalizar los sitios de peligro eléctrico como es en la ubicación del tablero eléctrico.

Elementos Móviles

La evaluación de riesgos específicos de los equipos de elevación y transporte implica considerar riesgos tales como los debidos a la movilidad de equipos, a la elevación de cargas y a la elevación y desplazamiento de personas.

Definir y delimitar en los locales de trabajo áreas de movimiento de equipos y de barrido de cargas suspendidas, a fin de evitar interferencias y/u obstrucciones entre ellos, con otras máquinas o equipos instalados de forma fija, y/o con zonas destinadas al tránsito de operarios o con puestos fijos de trabajo.

Establecer un programa de mantenimiento preventivo para limitar que los riesgos se agraven por el uso y deterioro de los equipos y sus componentes, siguiendo las instrucciones del fabricante. Dicho programa debe ser estricto y existir un control escrito de que tales operaciones se realizan dentro de los plazos previstos.

Dada la peligrosidad de estos equipos, como demuestran los datos de siniestralidad reseñados, y la necesidad de mantenerlos en todo momento en correcto estado de uso, siempre que sea posible se realizará un “mantenimiento predictivo” en todos aquellos componentes o elementos clave de seguridad, a fin de permitir su sustitución o reparación previamente a que se averíen o fallen.

CAPÍTULO V

ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA INSTALACIÓN Y DISEÑO DE PLANTA

5.1 Costos del proyecto

5.1.1 Costos de Diseño

Como costo de diseño se interpreta el valor de la elaboración del proyecto esto implica la recopilación de información, investigación de procesos similares, elaboración de planos, consultas de internet, suministro de oficina, etc.

Tabla XXX. Costos de Diseño de Planta

CONCEPTO	CANTIDAD	VALOR TOTAL
Elaboración del proyecto	1	$ 2.500,00
	TOTAL	$ 2.500,00

5.1.2 Costos de Instalación

A continuación se detalla el costo de la instalación de los sistemas neumático, aspiración, eléctrico, esto implica equipos, accesorios, materiales, mano de obra, proformados en febrero 2009.

Costos de Sistema Neumático

Tabla XXXI. Costos del Sistema Neumático

CONCEPTO	CANTIDAD	VALOR/UNIT	VALOR TOTAL
EQUIPO			
Compresor 10 HP Ingersoll Rand	1	$ 10.717,28	$ 10.717,28
TUBERÍA			
Tubería 1 1/2"	25	$ 55,03	$ 1.375,64
Tubería 1/2"	8	$ 20,09	$ 160,74
VALVULAS			
Válvula de Bola 1 1/2"	1	$ 13,94	$ 13,94
Válvula de Bola 1/2"	9	$ 8,44	$ 76,00
ACCESORIOS			
Codos 1/2"	18	$ 0,43	$ 7,66
Codos 1 1/2"	6	$ 2,05	$ 12,30
Tee 1 1/2"	9	$ 2,24	$ 20,16
Tee 1/2"	4	$ 0,87	$ 3,49
Reductores de 1 1/2" a 1/2"	9	$ 5,04	$ 45,36
Neplos 1 1/2" x 10 corridos	9	$ 2,35	$ 21,17
Neplos 1/2" x 10	18	$ 1,66	$ 29,84
Uniones 1 1/2"	19	$ 1,61	$ 30,64
Universal 1 1/2"	1	$ 6,19	$ 6,19
Unidades de Mto FRL 1/2"	2	$ 156,80	$ 313,60
Purgas automáticas 1/2"	4	$ 221,76	$ 887,04
Pistolas de aire	4	$ 13,44	$ 53,76
Teflón	50	$ 0,28	$ 14,00
Soportes	1	$ 336,00	$ 336,00
Transporte	1	$ 44,80	$ 44,80
Instalación del compresor	1	$ 134,40	$ 134,40
Mano de Obra	1	$ 480,00	$ 480,00
		TOTAL	$ 14.784,02

Costos de Sistema Aspiración

Tabla XXXII. Costos del Sistema de Aspiración

CONCEPTO	CANTIDAD	V/UNIT	SUBTOTAL
EQUIPO			
Extractor Centrífugo	1	$ 3.236,80	3236,80
TUBERÍA Y ACCESORIOS			
Tol galvanizado (kg)	460	$ 6,94	3194,24
Base para soporte del extractor	1	$ 212,80	212,80
MANO DE OBRA			
Instalación	1	$ 550,00	550,00
Transporte	1	$ 400,00	400,00
		TOTAL	7593,84

Costos de Sistema Eléctrico

Tabla XXXIII. Costos del Sistema Eléctrico

CONCEPTO	CANTIDAD	V/UNIT	SUBTOTAL
CABLES			
Conductor THHN # 1/0 19H	10	$ 6,65	$ 66,53
Conductor THHN # 2 7H	10	$ 4,25	$ 42,54
Conductor THHN # 4 7H	10	$ 2,61	$ 26,10
Conductor THHN solido #10	15	$ 0,64	$ 9,58
Conductor THHN # 6 7H	46	$ 1,61	$ 74,19
Conductor THHN # solido 14 7H	42	$ 0,25	$ 10,35
Conductor THHN # 8 7H	18	$ 1,04	$ 18,75
BREAKER		$ 0,00	
Breaker 3P 60 A	3	$ 18,74	$ 56,21
Breaker 3P 100 A	2	$ 18,74	$ 37,48
Breaker 3P 40 A	2	$ 16,92	$ 33,85
Breaker 3P 20 A	1	$ 16,92	$ 16,92
TUBO CONDUIT		$ 0,00	
Tubería Conduit 1¨	46	$ 1,72	$ 79,34
Tubería Conduit 1/2¨	42	$ 0,78	$ 32,93
Tubería Conduit 3/4	15	$ 1,23	$ 18,48
RELÉS TÉRMICOS		$ 0,00	
LRD 16	2	$ 46,73	$ 93,45
LRD 14	1	$ 46,73	$ 46,73
LRD 35	1	$ 75,78	$ 75,78
LRD 3357	1	$ 103,13	$ 103,13
LRD 3359	2	$ 107,13	$ 214,26
LRD 3365	1	$ 139,51	$ 139,51
EXTRAS	1	$ 112,00	$ 112,00
MANO DE OBRA	**1**	$ 650,00	$ 650,00
		TOTAL	**$ 1.958,08**

Costos de Anclaje de maquinaria

Tabla XXXIV. Costos de Anclaje de Maquinaria

CONCEPTO	CANTIDAD	V/UNIT	VALOR TOTAL
Pernos de expansión M10 x 100	8	$ 0,53	$ 4,21
Pernos de expansión M12 x 100	8	$ 0,85	$ 6,81
Pernos de expansión M12 x 150	8	$ 1,20	$ 9,59
Pernos de expansión M16 x 150	4	$ 2,50	$ 9,99
Pernos de expansión M20 x 150	4	$ 3,00	$ 12,01
Mano de obra	9	$ 40,00	$ 360,00
		TOTAL	$ 402,60

Costos de Cimentación de Maquinaria

Tabla XXXV. Costos de Cimentación de Maquinaria

CONCEPTO	CANTIDAD	VALOR TOTAL
SIERRA ESCUADRADORA	1	$ 398,92
LAMINADORA	1	$ 772,88
CNC	1	$ 1.754,56
TOUPI	1	$ 143,45
TALADRO MÚLTIPLE	1	$ 317,01
PRENSA	1	$ 478,82
COMPRESOR	1	$ 133,81
	SUBTOTAL	$ 3.999,45
	TOTAL	**$ 3.999,45**

Costo Total de Instalación

Tabla XXXVI. Costo Total de Instalación

CONCEPTO	CANTIDAD	VALOR TOTAL
Instalación Sistema Neumático	1	$ 14.784,02
Instalación Sistema de Aspiración	1	$ 7.593,84
Instalación Sistema Eléctrico	1	$ 1.958,08
Anclaje de Maquinaria	1	$ 402,60
Cimentación de Maquinaria	1	$ 3.999,45
Gastos extras	1	$ 2.873,80
	TOTAL	$ 31.611,80

Costo Total de Diseño y de Instalación

Tabla XXXVII. Costo total

CONCEPTO	VALOR TOTAL
Costos de Diseño	$ 2.500,00
Costos de Instalación	$ 31.611,80
TOTAL	$ 34111,80

5.2 Financiamiento

Una empresa está financiada cuando ha pedido capital en préstamo para cubrir cualquiera de sus necesidades económicas. En este caso, MODULACCES ha decidido, hacer un préstamo en el Banco Guayaquil por $20,000 al 16,35% de intereses anuales durante dos años.

A continuación se detallará el pago de cuotas mensuales por un período de dos años que se tienen como plazo:

TABLA DE AMORTIZACIÓN

Tabla XXXVIII. Tabla de Amortización

TABLA DE AMORTIZACION					
CRÉDITO	ORDINARIO	**TASA INT.**	16,35%	**FORM. PAGO**	MENSUAL
MONTO	$ 20000			**PLAZO**	2 AÑOS
N°	**CAPITAL**	**MONTO**	**INTERES**	**PAGO TOTAL**	**SALDO**
1	833,33	20000,00	272,50	1105,83	19166,67
2	833,33	19166,67	261,15	1094,48	18333,33
3	833,33	18333,33	249,79	1083,13	17500,00
4	833,33	17500,00	238,44	1071,77	16666,67
5	833,33	16666,67	227,08	1060,42	15833,33
6	833,33	15833,33	215,73	1049,06	15000,00
7	833,33	15000,00	204,38	1037,71	14166,67
8	833,33	14166,67	193,02	1026,35	13333,33
9	833,33	13333,33	181,67	1015,00	12500,00
10	833,33	12500,00	170,31	1003,65	11666,67
11	833,33	11666,67	158,96	992,29	10833,33
12	833,33	10833,33	147,60	980,94	10000,00
13	833,33	10000,00	136,25	969,58	9166,67
14	833,33	9166,67	124,90	958,23	8333,33
15	833,33	8333,33	113,54	946,88	7500,00
16	833,33	7500,00	102,19	935,52	6666,67
17	833,33	6666,67	90,83	924,17	5833,33
18	833,33	5833,33	79,48	912,81	5000,00
19	833,33	5000,00	68,13	901,46	4166,67
20	833,33	4166,67	56,77	890,10	3333,33
21	833,33	3333,33	45,42	878,75	2500,00
22	833,33	2500,00	34,06	867,40	1666,67
23	833,33	1666,67	22,71	856,04	833,33
24	833,33	833,33	11,35	844,69	0,00
TOTAL	20000,00		3406,25	23406,25	

5.3 Rentabilidad

Se realizará un detalle de ingresos y gastos por la producción de modulares y puertas proyectados para un año para determinar el período de recuperación de capital:

Tabla XXXIX. Cálculo de Utilidades en producción de puertas

PRODUCTO PUERTAS	
Producción/ diaria =	60 UNID
Producción Mensual =	1000 UNID
Costo de Prod/ puerta =	$ 28,8
Precio de Venta al Público =	$ 36
Ingreso Mensual =	$ 36000
Costo de Prod. mensual =	$ 28800
Utilidad =	$ 7200

Tabla XL. Cálculo de Utilidades en producción de modulares

PRODUCTO MODULARES	
Producción/ diaria =	36 UNID
Producción Mensual =	200 UNID
Costo de Prod./ puerta =	$ 96
Precio de Venta al Público =	$ 120
Ingreso Mensual =	$ 24000
Costo de Prod. mensual =	$ 19200
Utilidad =	$ 4800

Considerando la actual situación económica, la industria de la construcción está muy variante por lo que no se puede arriesgar a producir al 100% todos los meses por consiguiente existirá meses altos como también críticos en vista de eso se toma un porcentaje de 60% para facilitar el análisis:

Tabla XLI. Utilidad final

Utilidad total (Prod. 100%) =	12000
Utilidad total (Prod. 60%) =	7200

Período de Recuperación de Capital

$$PRC = \frac{Inversión}{Utilidad}$$

$$PRC = \frac{\$\ 34111{,}80}{\$\ 7200{,}00}$$

$$PRC = 4{,}73\ meses$$

El tiempo en el cuál se recuperará la inversión realizada es de 5 meses aproximadamente.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

- Mediante un estudio técnico se realizó el diseño de planta que cumple con las expectativas y los requerimientos necesarios de las máquinas, alcanzando el mejor flujo entre las áreas de trabajo.

- La distribución en planta, es la integración de toda la maquinaria, materiales, recursos e instalaciones de la empresa, en una gran unidad operativa; que trabaja conjuntamente con efectividad, minimizando costos de producción y elevando la productividad.

- Analizando objetivamente el tipo de maquinaria que se dispone, se permitió una selección de equipos y accesorios desarrollando una instalación eficiente y económica considerando un crecimiento posterior de la planta.

- Todos los equipos y accesorios seleccionados están de acuerdo a los requerimientos para un mejor funcionamiento preservando la vida útil de los equipos instalados.

- El período de recuperación total según el análisis económico realizado es de 5 meses cuando el 60% de la inversión es financiada.

6.2. RECOMENDACIONES

- No se debe caer en el error de considerar únicamente como objetivo de la distribución el incremento de productividad y la reducción de costos. Es importante enfocar el diseño que hagamos al factor hombre, una correcta distribución en planta mejorará el nivel de vida de los trabajadores y sus condiciones de trabajo.

- La contaminación al medio ambiente que podría generarse como consecuencia de la emanación de polvo de madera, viruta por los diferentes procesos es leve, realizando la limpieza de las mangas periódicamente para mejorar la eficacia del sistema.

- Instalar un sistema contra incendios, ya que el peligro de incendio existe, la planta está dentro de la Clase III con un riesgo medio.

- No acumular el material sobrante de los tableros en las áreas de corte o de ruteado ya que ocuparía espacio físico disminuyendo el área de trabajo dispuesta.

BIBLIOGRAFÍA

ARMENDÁRIZ, Marco. Instalaciones Industriales. Riobamba: 2001 (Doc).

CÁCERES, Julio. Instalaciones Eléctricas Industriales. Perú: Palomino, 2004.

FUERTES, Marcelino, Ingeniería de Plantas. Riobamba: 2000 (Doc).

HODSON, Maynard. Manual del Ingeniero Industrial. 4ta ed. México: McGraw-Hill, 2002.

INDEX EDITORIAL. Normas de Instalaciones Industriales. Madrid España, 1972.

MARTÍNEZ, F. Instalaciones Eléctricas de Alumbrado e Industrial. 4ta ed. Madrid: Paraninfo, 2004.

SINGER, Ferdinand. Resistencia de Materiales. 3ra ed. México: Harla, 1817

THOMSON, P. Neumática. 2da ed. España: International Training, 2003.

TRUJILLO, Mario. Montaje Industrial Tomo 1. La Habana Cuba, 1990.

ANEXOS

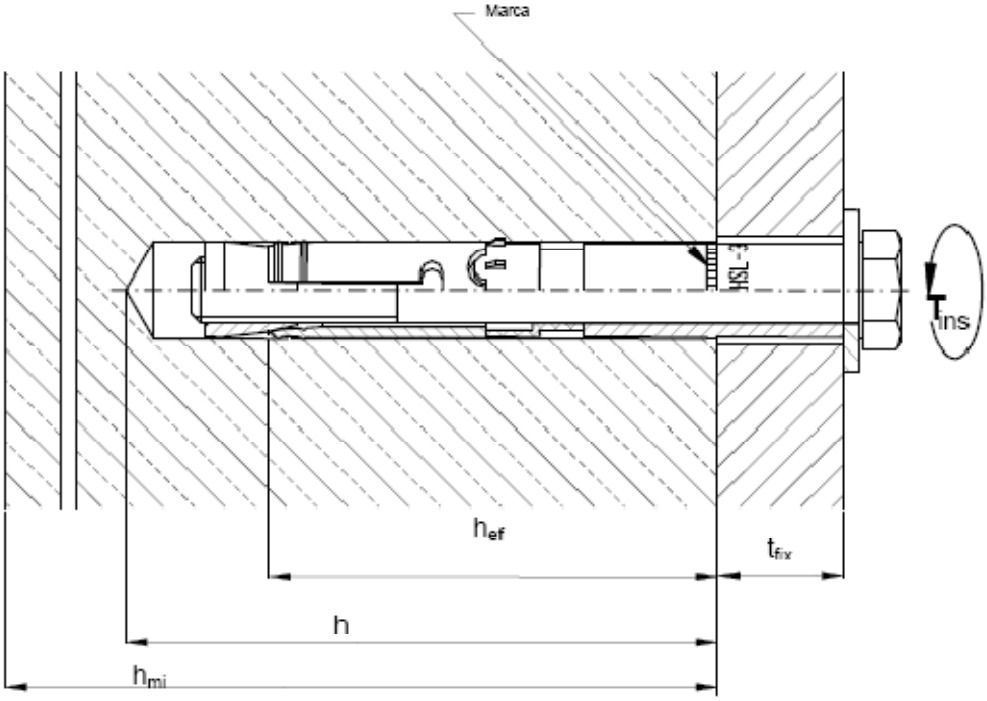
ANEXO 1. PLANO DE DISTRIBUCIÓN Nº1

ANEXO 2. PLANO DE DISTRIBUCIÓN Nº2

ANEXO 3. PERNOS DE ANCLAJE

HSL-3 anclaje para grandes cargas

Datos de colocación



HSL-3

Métrica			M8/ t_{fix}	M10/ t_{fix}	M12/ t_{fix}	M16/ t_{fix}	M20/ t_{fix}	M24/ t_{fix}
t_{fix}	[mm]	Espesor a fijar (corto/ mediano/ largo) [1]	5/20/40	5/20/40	5/25/50	10/25/50	10/30/60	10/30/60
d_0	[mm]	Diámetro nominal de broca	12	15	18	24	28	32
	[mm]	Diámetro de broca	≤ 12.5	≤ 15.5	≤ 18.5	≤ 24.55	≤ 28.55	≤ 32.7
h_1	[mm]	Profundidad del taladro	80	90	105	125	155	180
h_{ef}	[mm]	Profundidad efectiva del anclaje	60	70	80	100	125	150
l	[mm]	Longitud del anclaje [2] t_{fix} corto t_{fix} mediano t_{fix} largo	 83 98 118	 95 110 130	 111 131 156	 138 153 178	 163 183 213	 185 205 235
	[mm]	Tuerca y arandela	7.5	10	11	14	17	19
d_w	[mm]	Diámetro de arandela	20	25	30	40	45	50
h_{min}	[mm]	Espesor mínimo del material base	120	140	160	200	250	300
d_f	[mm]	Diámetro en chapa	14	17	20	26	31	35
S_W	[mm]	Ancho de llawe	13	17	19	24	30	36
T_{inst}	[Nm]	Par de apriete	25	50	80	120	200	250

ANEXO 4. CATÁLOGO DEL EXTRACTOR CENTRÍFUGO

CX

EXTRACTORES CENTRÍFUGOS DE ALABES RADIALES DE MEDIANA PRESIÓN S&P
4500, 5500 y 6500 m^3/hr

Esta gama de ventiladores centrífugos de mediana presión, ha sido estructurada en tres tamaños dentro de una construcción robusta que le permite adaptarse a cualquier instalación o máquina en todo tipo de industria.

Características Principales
-Turbina de alabes rectos radiales en chapa de fierro electrosolada.
- Motor dos polos, 3F, con brida en acoplamiento directo.
- Carcasa electrosada con brida en succión y descarga.
- Recubrimiento en pintura en polvo con características anticorrosivas.

Aplicaciones
-Transportación neumática de:
Virutas, polvos, granos, etc.
- Impulsión de aire en:
Quemadores
Fraguas
Cubilotes
- Aireación de semillas y materiales.
- Procesos industriales diversos.

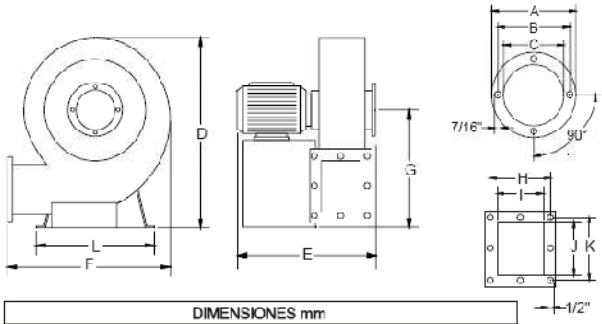
*** Todos los modelos de línea son rotación derecha.**

CARACTERISTICAS TECNICAS

Modelo	Velocidad	Potencia	Intensidad máxima (A)		Caudal descarga libre	Nivel Sonoro	Peso aprox.
	R.P.M.	H.P.	440 V	220 V	m^3/hr	dB(A)*	Kg
CX-4500	3460	7.5	10	20	4500	89	109
CX-5500	3460	10	14.1	28.2	5500	90	120
CX-6500	3524	15	21.2	42.4	6500	93	182

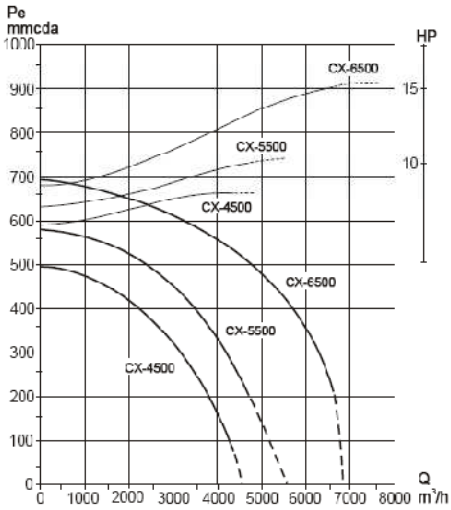
*Nivel sonoro medido de acuerdo a norma 300/96 AMCA y 301/96

DIMENSIONES Y CURVAS CARACTERISTICAS



DIMENSIONES mm												
Modelo	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
CX-4500	274	235	198	863	600	680	548	182	137	187	232	525
CX-5500	296	257	220	915	615	725	580	182	137	207	252	525
CX-6500	304	267	228	975	725	795	620	182	137	227	272	620

*ADVERTENCIA: Este equipo no debe trabajar a descarga libre.
*Fabricación con distinta rotación y descarga, bajo consulta y demanda programada. Posiciones de rotación 0°, 90° y 180°.



ANEXO 5. PLANO DE SISTEMA DE ASPIRACIÓN

ANEXO 6. NOMOGRAMA CÁLCULO DE TUBERÍA

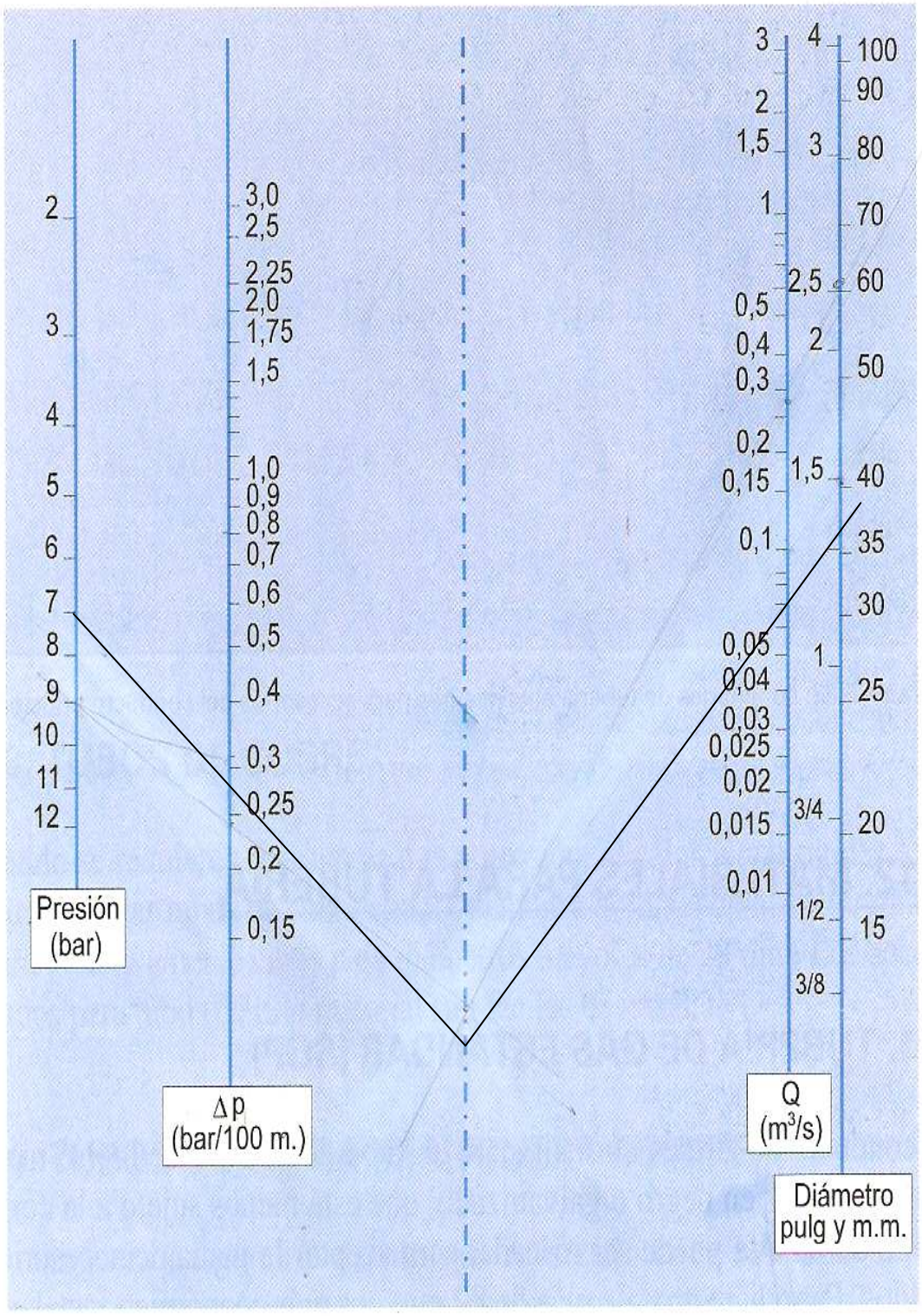
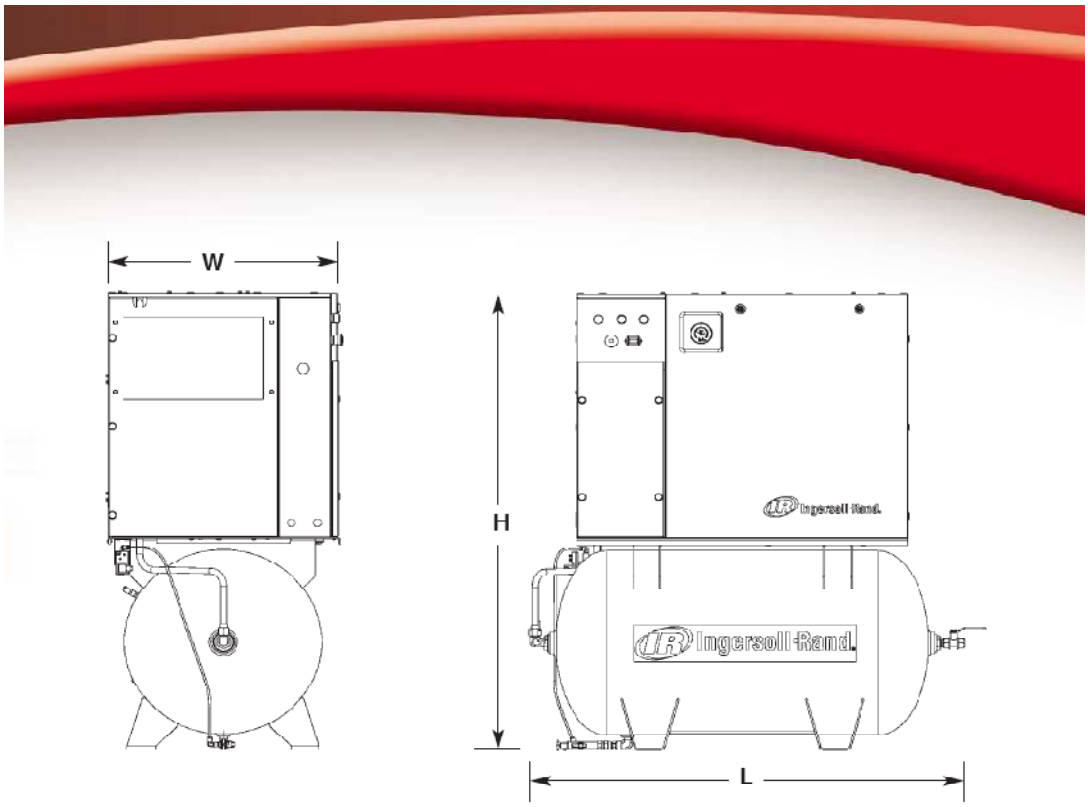


Figura 5.21. Nomograma para el cálculo del diámetro de la tubería de los conductos principales.

ANEXO 7. CATÁLOGO DEL COMPRESOR



Industry Leading Performance

60 Hertz Total Air System Specifications

Model No.	HP	Discharge pressure Compressor PSIG	Discharge pressure Package PSIG	Capacity* CFM	Capacity* m³/min	dB(A)†
UP6-5TAS-125	5	125	115	18.5	0.52	65
UP6-5TAS-150	5	150	140	16.0	0.45	65
UP6-7TAS-125	7.5	125	115	28.0	0.79	65
UP6-7TAS-150	7.5	150	140	25.0	0.25	65
UP6-7TAS-210	7.5	210	200	17.5	0.50	65
UP6-10TAS-125	10	125	115	38.0	1.08	68
UP6-10TAS-150	10	150	140	34.0	0.96	68
UP6-10TAS-210	10	210	200	24.0	0.68	68
UP6-15cTAS-125	15	125	115	55.0	1.55	69
UP6-15cTAS-150	15	150	140	50.0	1.42	69
UP6-15cTAS-210	15	210	200	38.0	1.08	69

60 Hertz Specifications - Without Air treatment System

Model No.	HP	Discharge pressure PSIG	Capacity* CFM	Capacity* m³/min	dB(A)†
UP6-5-125	5	125	18.5	0.52	65
UP6-5-150	5	150	16.0	0.45	65
UP6-7-125	7.5	125	28.0	0.79	65
UP6-7-150	7.5	150	25.0	0.25	65
UP6-7-210	7.5	210	17.5	0.50	65
UP6-10-125	10	125	38.0	1.08	68
UP6-10-150	10	150	34.0	0.96	68
UP6-10-210	10	210	24.0	0.68	68
UP6-15c-125	15	125	55.0	1.55	69
UP6-15c-150	15	150	50.0	1.42	69
UP6-15c-210	15	210	38.0	1.08	69

Dimensions & Weight

50 & 60 Hertz baseplate and receiver mounted units

	Length inch	Length mm	Width inch	Width mm	Height inch	Height mm	Weight pounds	Weight kg	Machines without air treatment system Weight pounds	Weight kg
Base mount	41	1042	28.9	734	36	914	725	330	650	295
80 Gallon Receiver Tank	53.6	1361	28.9	734	60.7	1541	1000	454	925	419
120 Gallon Receiver Tank	74.7	1897	28.9	734	60.7	1541	1035	470	960	435
272 Liter Receiver Tank	51.6	1311	28.9	734	60.7	1541	1003	455	928	420
500 Liter Receiver Tank	81	2059	28.9	734	60.7	1541	1080	490	1005	455

50 Hertz Total Air System Specifications

Model No.	kW	Discharge pressure Compressor bar(g)	Discharge pressure Package bar(g)	Capacity* m³/min	Capacity* CFM	dB(A)†
UP5-4TAS-8	4	8	7.3	0.55	19.5	65
UP5-4TAS-10	4	10	9.3	0.45	16	65
UP5-5TAS-8	5.5	8	7.3	0.82	29	65
UP5-5TAS-10	5.5	10	9.3	0.74	26	65
UP5-5TAS-14	5.5	14.5	13.8	0.51	18	65
UP5-7TAS-8	7.5	8	7.3	1.08	38	68
UP5-7TAS-10	7.5	10	9.3	0.96	34	68
UP5-7TAS-14	7.5	14.5	13.8	0.68	24	68
UP5-11cTAS-8	11	8	7.3	1.60	56.5	69
UP5-11cTAS-10	11	10	9.3	1.42	50	69
UP5-11cTAS-14	11	14.5	13.8	1.08	38	69

50 Hertz Specifications - Without Air treatment System

Model No.	kW	Discharge pressure bar(g)	Capacity* m³/min	Capacity* CFM	dB(A)†
UP5-4-8	4	8	0.55	19.5	65
UP5-4-10	4	10	0.45	16	65
UP5-5-8	5.5	8	0.82	29	65
UP5-5-10	5.5	10	0.74	26	65
UP5-5-14	5.5	14.5	0.51	18	65
UP5-7-8	7.5	8	1.08	38	68
UP5-7-10	7.5	10	0.96	34	68
UP5-7-14	7.5	14.5	0.68	24	68
UP5-11c-8	11	8	1.60	56.5	69
UP5-11c-10	11	10	1.42	50	69
UP5-11c-14	11	14.5	1.08	38	69

* Performance in accordance with ISO 1217 1996 annex C † Measured in accordance with CAGI-pneurop test code PNEUROPTC2.3

ANEXO 8. PLANO DE SISTEMA NEUMÁTICO

ANEXO 9. PROFORMA SISTEMA NEUMÁTICO

PROTMEC

Proveedores Industriales

BOMBAS PARA TODA APLICACION INDUSTRIAL O DOMESTICA
* TUBERIA Y ACCESORIOS * TRANSMISION DE POTENCIA *
CALDEROS Y REPUESTOS * SELLADO DE FLUIDOS *
MAQUINAS Y HERRAMIENTAS ELECTRICAS Y MANUALES *
CONTROLES ELECTRONICOS * AUTOMATIZACION *
TERMOPLASTICOS INDUSTRIALES * BRONCES Y ACEROS
ESPECIALES * ANAEROBICOS INDUSTRIALES * BANDAS
TRANSPORTADORAS
ATENCION A TODA NECESIDAD DE LA INDUSTRIA

PROFORMA No 2199

Att: **PAULINA GAIBOR** Fecha: **18-Mar-09**

FAX

PROTMEC tiene el agrado de cotizarle los siguientes items de acuerdo a sus requerimientos:

ITEM	REFERENCIA	UNIDAD	CANT.	PRECIO UNITARIO	VALOR NETO
1	COMPRESOR SULLAIR 10 HP ES6-10	UNIDAD	1	5.997,00	$5.997,00
2	SECADOR SULLAIR SR50	UNIDAD	1	1.936,06	$1.936,06
3	TANQUE 220 LITROS HORIZONTAL	UNIDAD	1	748,00	$748,00
4	FILTROS COALESCENTE Y PARTICULAS	UNIDAD	2	374,95	$749,90
5	TUBO NEGRO CEC 40 1 1/2"	UNIDAD	25	49,13	$1.228,25
5	TUBO NEGRO CEC 40 1/2"	UNIDAD	10	17,94	$179,40
6	CODO NEGRO 150 PSI 1 1/2"	UNIDAD	6	1,83	$10,98
7	TE NEGRA 1 1/2"	UNIDAD	9	2,00	$18,00
9	NEPLO NEGRO CED 40 1 1/2" CORRIDOS	UNIDAD	5	2,10	$10,50
10	REDUCTOR 1 1/2" X 1/2"	UNIDAD	9	4,50	$40,50
11	NEPLO NEGRO 1 1/2" X 10 CM	UNIDAD	18	5,12	$92,16
12	NEPLO 1/2" X 10 CM	UNIDAD	18	1,48	$26,64
13	CODO NEGRO 1/2"	UNIDAD	18	0,38	$6,84
14	UNION NEGRA 1 1/2"	UNIDAD	19	1,44	$27,36
15	TEE NEGRA 1/2"	UNIDAD	4	0,78	$3,12
16	VALVULAS BOLA 1/2"	UNIDAD	10	7,54	$75,40
17	PURGAS AUTOMATICA 1/2"	UNIDAD	2	198,00	$396,00
17	PURGAS MECANICA 1/2"	UNIDAD	2	65,00	$130,00
17	UNIDAD DE MANTENIMIENTO 1/2"	UNIDAD	2	140,00	$280,00
18	PISTOLAS DE AIRE	UNIDAD	4	12,00	$48,00
19	UNIVERSAL NEGRA 1 1/2"	UNIDAD	1	5,53	$5,53

SUBTOTAL	IVA	TOTAL	VENDEDOR
$12.009,64	$1.441,16	$13.450,80	1

CONDICIONES GENERALES DE VENTA:

FORMA DE PAGO: CONTADO

TIEMPO DE ENTREGA EN PLANTA: INMEDIATA, DESPUES DE RECIBIR ORDEN

TIEMPO DE VALIDEZ DE LA OFERTA: 8 DIAS

En la espera de su grata orden, quedo de usted

Atentamente,

Tcnlg. Christian Meza G.

Asesor Tecnico

ATENCION AL CLIENTE: OFICINA: 03-2612339 /2950742 TALLER: 03-2-612086 CELULAR: 096131297

E-mail: protmec@gmail.com

ANEXO 10. PROFORMA SISTEMA ELÉCTRICO

PORTALANZA PORTALANZA ARMANDO GUALBERTO

"ORGATEC"

ORGANIZACION TECNICA COMERCIAL

Material Eléctrico Alta y Baja Tensión y Material Teléfono

- VENTAS POR MAYOR Y MENOR -

Matriz: Guayaquil 28-15 y Rocafuerte - Teléfono: 03-2963-134 Fax: 03-2965-193

Riobamba - Ecuador

RUC 0600792071001

PROFORMA

Nº 007261

Fecha de Emisión: 17 de Marzo de 2,009

Señor (s): _____ RUC./C.I.: _____

Dirección: _____ Telf.: _____

Forma de Pago: CONTADO Válido por: 8 DIAS

Cantidad	Código	DESCRIPCION	V. Unitario	V. Total
10.00	C-61070	Conductor Cu THHN #1/0 19H Cablec	5.9379 0 %	59.38
10.00	C-61063	Conductor Cu THHN #2 7H Cablec	3.7982 0 %	37.98
10.00	C-61062	Conductor Cu THHN #4 7H Cablec	2.3266 0 %	23.27
15.00	C-61052	Conductor Cu THHN sólido #10 Cablec	0.5719 0 %	8.58
46.00	C-61061	Conductor Cu THHN #6 7H Cablec	1.4374 0 %	66.12
42.00	C-61050	Conductor Cu THHN sólido #14 Cablec	0.2235 0 %	9.39
18.00	C-61060	Conductor Cu THHN #8 7H Cablec	0.9295 0 %	16.73
3.00	B-74326	Breaker LG Sobrep 3P 60A (B-6871)	16.7310 0 %	50.19
2.00	B-74327	Breaker LG Sobrep 3P 100A (B-6873)	16.7310 0 %	33.46
2.00	B-74323	Breaker LG Sobrep 3P 40A (B-6869)	15.1130 0 %	30.23
1.00	B-74321	Breaker LG Sobrep 3P 20A (B-6867)	15.1130 0 %	15.11
1.00	T-66042	Tubo fluore.40W 120V Sylvania Colom	1.0033 0 %	1.00

ORGATEC

ORGANIZACION TECNICA COMERCIAL

	SUB-TOTAL $	
	Descuento $	351.44
Tiempo de entrega : BAJO PEDIDO	T. Gravado IVA Tarifa 0% $	
	T. Gravado IVA Tarifa 12 % $	351.44
Marca :	Importe del IVA $	42.17
	TOTAL $	393.61

DEL 006801 AL 007300

CADENA AZUERO PATRICIA Y.

R.U.C. 0601591837001

ALMACEN VITERBO

LA CASA DEL PERNO

PROFORMA Nº 0424

Dirección: Guayaquil 28-32 entre Rocafuerte y Carabobo - Telfs. 03-963188 - 03-965354
Telefax: 03-963877 - Email: viterboec@yahoo.com - Riobamba - Ecuador

Sr. (s) La PAULINA GAIBOR RUC C.I. 0601924061001

Dirección Ciudadela Porcará Fecha de Emisión 14-03-09

ITEM	REFERENCIA	DETALLE	MARCA	CANT	V. UNIT.	DESC.	V. TOTAL
1	-	Pernos exp. M-10x100	-	8	0,47	-	3,76
2	-	" " M-12x100	-	8	0,76	-	6,08
3	-	" " M-12x150	-	8	1,07	-	8,56
4	-	" " M-16x150	-	4	2,23	-	8,92
5	-	" " 3/4x6"	-	4	2,68	-	10,72

Validez de cotización: 8 días

Entrega : Según stock

Condiciones de Pago: contra entrega

NOTA: Salida la mercadería no se acepta devoluciones en EFECTIVO.

SUB - TOTAL	$	38,04
IVA 12%	$	4,56
TOTAL	$	42,60

PROPIETARIO

COMPRADOR

ANEXO 11. PROFORMA PERNOS DE ANCLAJE

ANEXO 12. PROFORMA COMPRESOR

INGENIERIA & SUMINISTRO
Ing. Oswaldo Garcés

Ambato, Febrero 18 del 2009
I&S-0019-2-09

Sris.Ing.:

Quito

Ref.: Compresor de aire

De mis consideraciones:

De acuerdo a su solicitud me permito presentar a usted la nuestra oferta oferta:

1.- DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:

- Marca: Ingersoll Rand
- Modelo: UP6 – 15 - 125
- Tipo: De tornillo
- Capacidad nominal 55 cfm; (FAD)
- Presión de operación: 8.5 bar (125 psig)
- Potencia nominal: 10 HP
- Voltaje: 230 voltios/3 fases/60 Hz
- Motor: Eléctrico tipo ODP
- Arranque: Directo
- Montaje: Sobre chasis
- Dimensiones: 180 x 75 x 150 cm (l x a x h)
- Peso: 1035 lbs
- Descarga: 1 1/2"

2.- OFERTA:

- Precio del compresor:USD. 9569.00 más IVA

3.- CONDICIONES DE OFERTA:

Validez de oferta:	30 días
Forma de pago:	Contra entrega del equipo.
Plazo de entrega:	Inmediato salvo venta previa

Juan Cajas 01 – 88 y Alfonso Calderón • (03) 2423111 • Cel.: 099210960 • e-mail: ogarces@andinanet.net • Ambato

ANEXO 13. PROFORMA SISTEMA DE ASPIRACIÓN

MEGAFRIO S.A.

PROFORMA MFA-0260

Ambato, 4 de Marzo del 2009

Cliente: SRTA PAULINA GAIBOR
Atención: Srta. Paulina Gaibor
Referencia: SISTEMA DE EXTRACCION
Telf: 084482591
e-mail: Paulyrod@yahoo.com

RESUMEN DE LA OFERTA

DESCRIPCIÓN	SUMA
EQUIPOS	$ 3.236,80
MATERIALES E INSTALACIÓN	$ 3.957,04
Movilización de equipos, gastos de viáticos de personal.	$ 400,00
TOTAL DE LA OFERTA	$ 7.593,84

1 ALCANCE DE LA OFERTA

CANT	UNID	DETALLE	VALOR	TOTAL
EQUIPOS				
1	U	Equipo Extractor Centrifugo CX Marca: Soler Palau Capacidad 5500 m3/h 10HP Servicio eléctrico: 220V, 60 Hz 1Ph	$ 3.236,80	$ 3.236,80
UMAN				$ 3.236,80
MATERIALES E INSTALACIÓN				
460	Kg	Suministro e instalación de ducto de tol galvanizado construidos según normas SMACNA sin aislamiento	$ 6,94	$ 3.194,24
1	glb.	Base metalica para soporte de Extractor	$ 212,80	$ 212,80
1	u	Montaje, instalación, calibración y puesta a punto de equipo de extracción	$ 550,00	$ 550,00
UMAN				$ 3.957,04
EXTRAS				
1	glb.	Movilización de equipos, gastos de viáticos de personal.	$ 400,00	$ 400,00
TOTAL				$ 7.593,84

Av. 12 de noviembre 08 y Maldonado
PBX: 2824-405
Fono: 2822-253
www.megafriosa.com; megaambato@megafriosa.com

PDF Creator - PDF4Free v2.0 http://www.pdf4free.com