Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO ALTERNO PARA LA CONSTRUCCIÓN Y ENSAMBLE ESTRUCTURAL DE PUERTAS DE MADERA

Carlos Enrique Amézquita Urrutia
Asesorado por el Ing. Alain Rivera

Guatemala, mayo de 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO ALTERNO PARA LA CONSTRUCCIÓN Y ENSAMBLE ESTRUCTURAL DE PUERTAS DE MADERA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

CARLOS ENRIQUE AMÉZQUITA URRUTIA
ASESORADO POR EL ING. ALAIN RIVERA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, MAYO DE 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Herbert René Miranda Barrios
EXAMINADOR	Ing. José Francisco Gómez Rivera
EXAMINADOR	Ing. Marcia Ivonne Véliz Vargas
EXAMINADOR	Ing. Francisco Hernández Arriaza
SECRETARIA	Inga. Gilda Marina Castellanos de Illescas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO ALTERNO PARA LA CONSTRUCCIÓN Y ENSAMBLE ESTRUCTURAL DE PUERTAS DE MADERA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 30 de noviembre de 2004.

Carlos Enrique Amézquita Urrutia

Guatemala, junio de 2,006

Ing. José Francisco Gómez
Director de la Escuela de
Ingeniería Mecánica Industrial
Pte.

Estimado Ing. Gómez:

Por este medio hago de su conocimiento que he asesorado y revisado el trabajo de graduación **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO ALTERNO PARA LA CONSTRUCCIÓN Y ENSAMBLE ESTRUCTURAL DE PUERTAS DE MADERA.** del alumno, Carlos Enrique Amézquita Urrutia.

Dicho trabajo se encuentra a mi entera satisfacción y garantizo que cumple con lo requerido por dicha escuela.

Agradeciendo la atención a la presente.

Ing. Alain Rivera
Asesor
Colegiado 5363

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO ALTERNO PARA LA CONSTRUCCIÓN Y ENSAMBLE ESTRUCTURAL DE PUERTAS DE MADERA,** presentado por el estudiante universitario **Carlos Enrique Amézquita Urrutia,** apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Edwin Antonio Echeverría Marroquín
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, mayo de 2006.

/emds

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO ALTERNO PARA LA CONSTRUCCIÓN Y ENSAMBLE ESTRUCTURAL DE PUERTAS DE MADERA,** presentado por el estudiante universitario **Carlos Enrique Amézquita Urrutia**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DIRECCION
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
FACULTAD DE INGENIERIA

Ing. José Francisco Gómez Rivera
DIRECTOR
Escuela Mecánica Industrial

Guatemala, mayo de 2008.

/mgp

Universidad de San Carlos
de Guatemala

Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.194.2008

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO ALTERNO PARA LA CONSTRUCCIÓN Y ENSAMBLE ESTRUCTURAL DE PUERTAS DE MADERA,** presentado por el estudiante universitario **Carlos Enrique Amézquita Urrutia,** autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
DECANO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
DECANO
FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala, mayo de 2008.

/gdech

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por ser mi Padre amoroso y providente que me acompaña en el camino.
María Santísima	Por su amor e intersección.
Mis padres	Enrique Amézquita y María Eugenia Urrutia, quienes han sido mi guía, mi aliento y mi alegría.
Mi esposa	Ilsse Marisabell Muñoz Cifuentes, por su gran amor y por su apoyo.
Mis hijos	Ilsse María, Gabriela María y María José Amézquita, por ser mi inspiración y mi felicidad.
Mis hermanos	Claudia y Luis Amézquita, por su apoyo y amistad.
Mis amigos	Por su apoyo y amistad.
Mi asesor y amigo	Ingeniero Alain Rivera.
Mis catedráticos	Por darme los conocimientos necesarios para ser un profesional de éxito.

Mi patria Guatemala

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

ÍNDICE GENERAL

GLOSARIO V
RESUMEN VII
OBJETIVOS IX
INTRODUCCIÓN XI

1. GENERALIDADES SOBRE LA CONSTRUCCIÓN Y ENSAMBLE DE PUERTAS 1
   1.1. Descripción de una puerta 1
      1.1.1. Esquema de una puerta y sus componentes 1
      1.1.2. Explosión de los componentes de una puerta 1
   1.2. Descripción de los componentes de una puerta 2
      1.2.1. Largueros 2
      1.2.2. Peinazos 5
      1.2.3. Cabero 6
   1.3. Componentes de fijación y ensamble de una puerta 6
      1.3.1. Caja y Espiga 6
      1.3.2. Cola de milano 6
      1.3.3. Tarugos 6
      1.3.4. Moldura pasada 7
   1.4. Marco teórico 7
      1.4.1. Diagrama de flujo de operaciones 7
      1.4.2. Diagrama de Recorrido 8
      1.4.3. Análisis comparativo FODA 8

2. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LOS MÉTODOS ACTUALES PARA LA CONSTRUCCIÓN Y ENSAMBLES DE PUERTAS DE MADERA 9
2.1. Métodos para construir una puerta 9
2.1.1. Estructura interna de una puerta 9
2.1.2. Descripción de los métodos de construcción 10
2.1.2.1. Tipo ingeniería 11
2.1.2.2. Dos pegas 12
2.1.2.3. Sólido 12
2.2. Análisis FODA para los métodos de construcción de puertas de madera 13
2.2.1. Variables importantes a comparar 13
2.2.2. Tabla comparativa 13
2.3. Métodos para ensamblar una puerta 13
2.3.1. Componentes que se ensamblan en una puerta 14
2.3.2. Descripción de los métodos 14
2.3.2.1. Caja y espiga 14
2.3.2.2. Cola de Milano 14
2.3.2.3. Tarugos 15
2.3.2.4. Moldura pasada 15
2.4. Análisis FODA para los métodos de ensamblaje de puertas de madera 15
2.4.1. Variables importantes a comparar 16
2.4.2. Tabla comparativa 16

3. DISEÑO DE UN PROTOTIPO ALTERNO PARA LA CONSTRUCCIÓN Y ENSAMBLE DE PUERTAS DE MADERA 17
3.1. Propósito de este diseño 17
3.1.1. Grosor de la puerta piloto 17
3.1.2. Grosor de la madera base para trabajar el diseño .. 18

3.1.3. Variables básicas y medidas de la puerta piloto.....18
3.2. Bosquejo piloto de los componentes 18
3.2.1. Largueros.....19
3.2.1.1. Características estructurales básicas para el diseño.....19
3.2.1.2. Diseño piloto 20
3.2.1.3. Forma de ensamble 20
3.2.1.4. Interacción con los demás componentes.....21
3.2.2. Cabero.....21
3.2.2.1. Características estructurales básicas para el diseño.....22
3.2.2.2. Diseño piloto 22
3.2.2.3. Forma de ensamble 22
3.2.2.4. Interacción con los demás componentes.....22
3.2.3. Peinazos.....23
3.2.3.1. Características estructurales básicas para el diseño.....23
3.2.3.2. Diseño piloto 23
3.2.3.3. Forma de ensamble 23
3.2.3.4. Interacción con los demás componentes.....24

4. IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO ALTERNO DE CONSTRUCCIÓN Y ENSAMBLE DE PUERTAS.....25
4.1. Diagrama de Flujo de Operaciones 25
4.2. Diagrama de Recorrido.....25
4.3. Esquematización del ensamble 25

4.4. Muestra fotográfica del proceso de ensamble 26
4.5. Factores importantes a contemplar 26
4.5.1. Ensayo de las piezas 26
4.5.2. Compresión de las piezas para el pegado 27
4.5.3. Fijaciones internas 28
4.5.4. Lijado y preparación final de la superficie 29
4.6. Pormenores sobre los herrajes a utilizar 29

5. RETROALIMENTACIÓN DEL SISTEMA 31
5.1. Establecer un sistema de retroalimentación al proceso 31
5.2. Fuentes de información 31
5.3. Pruebas de control de calidad 32
5.4. Mejora continua; cultura organizacional 32

CONCLUSIONES 35
RECOMENDACIONES 37
BIBLIOGRAFÍA 39
APÉNDICES 41

GLOSARIO

Cabero Sección superior horizontal de la puerta que une los dos largueros.

Canteadora Máquina estacionaria que tiene como objeto enderezar una canto de una pieza de madera.

Cepilladora Máquina estacionaria que tiene como objeto limpiar las caras de las piezas de madera, logrando una superficie plana.

Cola Pegamento líquido.

Larguero Reglas verticales situadas a los dos extremos de una puerta que sujetan los demás componentes y donde se fijan las bisagras para que la puerta pueda abatir.

Peinazo Secciones media e inferior de una puerta que une los dos largueros.

Prensas Herramientas que sirven para sujetar piezas de madera en diferentes posiciones ejerciendo ya sea presión o tracción.

RESUMEN

Este trabajo es un marco de referencia, en el que se presenta de manera específica una nueva propuesta de diseño de ensamble estructural de puertas de madera.

Se busca ejemplificar los diferentes métodos actuales de ensamble de puertas contra la nueva propuesta desarrollando un análisis FODA de los métodos ya existentes y el método propuesto.

También se presenta un diagrama de los pasos a seguir para fabricar una puerta con herramienta rudimentaria de cualquier taller sin necesidad de requerir equipos sofisticados y onerosos. Se ejemplifican de manera gráfica y fotográfica todos los pasos necesarios para preparar las piezas y realizar los ensambles respectivos para armar un puerta estructuralmente estable y duradera.

OBJETIVOS

General

Desarrollar un prototipo mejorado para construir y ensamblar puertas de madera, que sea accesible a fabricantes de pequeña y mediana empresa y que ofrezca una alternativa viable para mejorar la calidad integral de su fabricación, dotando a las mismas de requisitos solicitados para el mercado de exportación.

Específicos

1. Desarrollar un prototipo alterno para construir y ensamblar puertas.

2. Dar una alternativa para ensamble de puertas con estructura interna estable.

3. Mostrar comparativamente el método actual de ensamble tipo exportación.

4. Establecer las ventajas de fabricar puertas con un diseño de ensamble por secciones.

5. Desarrollar el prototipo con consumo de madera en grosores comunes para la industria de aserrío de madera en el país.

6. Mostrar el comportamiento mecánico de la madera y por qué es necesario un diseño estructural.

7. Ejemplificar a través de este diseño y mejoras al mismo o generar nuevos diseños que beneficien a la industria de la fabricación de puertas de madera del país.

INTRODUCCIÓN

Un diseño alterno para la construcción y ensamble de puertas es de suma importancia, ya que debido a la experiencia que se ha tenido, trabajando para una fábrica exportadora de puertas y ventanas de madera, las puertas son estructuras complejas, sujetas a trabajo, así como a fuerzas y tensiones interiores que pueden alterar su estructura e integridad de diseño sino se construyen correctamente. Es muy común escuchar en la industria de la construcción que las puertas se rechazan lotes parciales o totales debido a que se doblaron, despegaron o rajaron. Actualmente, en la industria de manufactura de puertas se utiliza un tipo de ensamble llamado largueros tipo ingeniería, el cual fue diseñado por fabricantes de renombre que buscaban una mayor estabilidad a lo largo del tiempo. A su vez se buscaba el ahorro de madera incorporando al diseño pedazos sobrantes de madera para reprocesarlos. Este diseño es estable y eficaz, pero no eficiente ni posible para empresas de tamaño pequeño o mediano, ¿Por qué?, una de sus debilidades es el requerimiento de equipo sofisticado y oneroso para pegar todos sus componentes. Este equipo es accesible únicamente para empresas con un alto capital de trabajo, así como espacio y personal calificado. En Guatemala existen muy pocas empresas con estas variables, pero existen muchas de tamaño pequeño y mediano que podría incorporar este prototipo.

El diseño propuesta será de sumo interés para profesionales así como para los propietarios de pequeñas y medianas empresas que quieran mejorar su productividad teniendo en cuenta el diseño estable, tan solicitado tanto en mercado nacional como internacional.

1. GENERALIDADES SOBRE LA CONSTRUCCIÓN Y ENSAMBLE DE PUERTAS

1.1. Descripción de una puerta

Una puerta es un componente estructural que permite cerrar temporalmente el acceso a un área o compartimiento especifico. Su diseño es variable y depende de la utilización. Los materiales de los cuales está hecha pueden ser muy variados y estarán ligados directamente a factores tales como: el uso que le dará, el lugar donde se instalará, las condiciones climáticas, entre otros. Las puertas cubren los más variados usos y diseños, y representan estructuras básicas e imprescindibles de cualquier edificación.

1.1.1. Esquema de una puerta y sus componentes

Como se observa en la figura 1, una puerta de madera posee los componentes más comunes, los cuales pueden variar algunas veces en número y disposición.

1.1.2. Explosión de los componentes de una puerta

En la figura 2, los componentes en el boceto de explosión se muestran de modo más completo. Por ejemplo si se nota en el dibujo de los armadores llamados peinazos, se pueden ver las espigas que normalmente van insertas en los largueros. Este esquema tiene el objeto de mostrar la forma normal en la que se ensambla una puerta.

1.2. Descripción de los componentes de una puerta

Los componentes más comunes y representativos de una puerta de madera son los largueros, peinazos y caberos.

En ocasiones su número puede variar pero el objeto y funcionamiento de los mismos permanece estable.

1.2.1. Largueros

Los largueros representan las estructuras verticales a las cuales se les amarran los demás componentes: su longitud es continua y sin interrupciones desde la base de la puerta hasta el total de su altura, con el objeto de que las bisagras (mecanismos de pivote) puedan disponerse en tamaño y en número para poder abatir la misma. Los largueros varían en ancho y espesor de acuerdo a dos ramales de factores específicos. El primer ramal se identifica como factores estructurales de diseño y el segundo se identifica como factores estéticos de diseño. Ambos son de importancia ya que se deben de tomar en cuenta para el diseño de los largueros. Entre los factores estructurales de diseño se tienen: dimensión real de la puerta, especie de madera a utilizarse, tipo de ensamble a utilizarse, el tipo de herraje (manecilla, chapa, jalador) a usarse, entre otros. A su vez entre los factores estéticos de diseño se encuentran: proporciones generales del peso visual de los componentes de la puerta, componentes decorativos de la puerta, el diseño de la puerta, entre otros. Estos se detallarán a continuación:

- Factores estructurales de diseño

    - Dimensión de la puerta

La dimensión de la puerta lleva a preguntarse: dependiendo del diseño de la puerta, ¿Qué ancho de larguero será necesario para que soporte el peso de la puerta? , ¿Qué ancho se debe usar para que las espigas de los armadores tengan suficiente longitud de penetración para que el área de fijación por la cola sea suficiente para que la puerta no se desarme por el peso?, ¿Qué espesor de largueros debo usar para poder utilizar una bisagra con dimensiones adecuadas y recomendadas según las variables de peso y frecuencia de uso que se les dará a la puerta? Las respuestas a estas interrogantes no se encuentran escritas en ningún manual o libro ya que existen muchas variables adicionales a las mismas, sin embargo el sentido común debe guiar a soluciones, así como el historial y experiencias de cada interesado.

    - Especie de madera

Dentro de la amplia gama de especies de madera utilizadas para fabricar puertas se distinguen factores tales como resistencia a la tensión, tracción, flexión y compresión, que hacen de cada una de las especies únicas y sujetas a ser escogidas o descartadas da acuerdo a la aplicación deseada.

    - Tipo de ensamble

Existen varios tipos de ensamble, tales como: caja y espiga, tarugos, cola de milano, moldura corrida, entre otros. Cada uno de estos tipos de ensambles tiene sus fortalezas y debilidades, análisis que se hará posteriormente, pero es de suma importancia unificar el criterio larguero tipo de ensamble y viceversa.

- Tipo de herraje (manecilla, chapa, jalador)

Es muy importante, ya que en muchas ocasiones los diseñadores, arquitectos u propietarios escogen herrajes que no son compatibles con el diseño de la puerta. Es de suma importancia preguntar que tipo de manecilla, chapa o jalador se piensa usar. Con esta información se podrá usar el diseño adecuado de largueros y demás componentes.

- Factores estéticos de diseño

  - Proporciones generales del peso visual de los componentes de la puerta. Aquí es donde los grandes se diferencia. Se habla de arte, de balance, de intención y de apariencias. Para desarrollar este segmento se necesita, ya sea un estudio profundo sobre el arte de las proporciones y la expresión o un don para entenderlo y proyectarlo en los diseños. Por ejemplo: si se visualiza un físico culturista con un tórax bien desarrollado, pero con piernas muy delgadas, se diría que este sujeto no está bien proporcionado; de igual manera se necesita este balance en las proporciones de los componentes de una puerta. Es de suma importancia tener en cuenta el peso visual de los componentes de cada diseño de puerta para poder proyectar lo deseado; ya sea líneas suaves, estilizadas, con sensación de antigüedad, de fortaleza, de pomposidad, entre otros. Cada persona tendrá sus propias preferencias.

- Componentes decorativos de la puerta

Cuando se establece que tipo de ensamble se utilizará hay que tener en cuenta como se fijarán estos componentes para que el tipo de larguero sea compatible con el tipo de fijación. Por ejemplo: si se pensase usar una moldura corrida para ensamblar la puerta y si se piensa usar paneles, la moldura corrida fijará los paneles, por lo tanto no debe de estar en contraposición el diseño de largueros y componentes.

- Diseño de la puerta

Ya sea, de paneles o tableros, machihembrada, medio punto u otros estilos, el tipo de larguero está íntimamente ligado al diseño de la puerta.

1.2.2. Peinazos

Los peinazos son las estructuras de fijación horizontal, poseen diferentes tipos de elementos de fijación, tales como espigas (como parte misma del peinazo), tarugos (postizos), molduras corridas, etc.

Obedecen a los mismos criterios de diseño que los largueros y forman el cuerpo de sujeción de los componentes internos de la puerta. Frecuentemente se encuentran dos unidades, uno inferior y otro medio, aunque pueden ser múltiples.

1.2.3. Cabero

El cabero es la estructura de fijación superior de la puerta, obedecen a los mismos criterios de diseño que los largueros. Los medios de fijación son de la misma especie que los peinazos. Son únicos, uno por puerta, o ninguno.

1.3. Componentes de fijación y ensamble de una puerta

1.3.1. Caja y Espiga

Como se puede observar en la figura 3, se muestra un detalle del método de ensamble conocido como caja y espiga, donde la caja está perforada en el larguero y la espiga es una extensión de los peinazos y caberos.

1.3.2. Cola de milano

Como se puede observar en la figura 4, se muestra un detalle del método de ensamble conocido como cola de milano, en el cual la forma geométrica triangular de la espiga y su caja con el mismo perfil forman un ensamble inigualable por su rigidez, pero complicado de realizar.

1.3.3. Tarugos

Como se puede observar en la figura 5, se muestra un detalle del método de ensamble conocido como por Tarugos. Como se puede observar la fijación es similar a la caja y espiga pero es imprescindible tener la máquina que proporcione las perforaciones idénticas, tanto en larguero como peinazos.

1.3.4. Moldura pasada

Otro detalle del método de ensamble, tal y como se muestra en la figura 6, conocido como moldura pasada. Como se puede observar, la fijación está diseñada para realizarse con un macho-hembra de moldura. Aunque es muy especial, ya que si no se combina con algún otro método tendrá dificultades serias.

1.4. Marco teórico

Se dará las generalidades de los siguientes contenidos con objeto de apreciar y entender mejor la secuencia de producción y ensamble de una puerta, así como un análisis de los diferentes tipos de ensambles actuales.

1.4.1. Diagrama de flujo de operaciones

Su función principal es presentar un panorama general de todas las operaciones del proceso. Normalmente no hay un formato predeterminado de uso general, cualquier hoja de tamaño grande servirá para mostrarlo. La forma como se trabaja es la siguiente: el componente más importante o chasis generalmente va de lado derecho y a los demás componentes se les asigna un lugar al lado izquierdo. La imagen que se presenta es la de una banda transportadora en la que los componentes se les agrega al chasis en la secuencia adecuada. Véase el Diagrama de Operaciones de Procesos para la alimentación del material al proceso (figura 7).

Los símbolos que se usan en este diagrama son para operaciones, transportes, demoras e inspecciones, y se numeran en secuencia para comenzar con el primer paso en la parte más importante o chasis, como se

indica en la figura 8 que se refiere a un ejemplo. Nótese que la numeración comienza con el primer paso en el chasis y continúa hasta el punto donde se ensamblan los primeros componentes. La numeración se cambia al componente, continúa hasta el punto de ensamblaje y vuelve entonces al chasis. Los valores de tiempo se expresan en TMU (*time measure unit* = unidad de medición de tiempo), tanto para operaciones como para inspecciones. Esto ayuda a evaluar la importancia de cada paso en términos de ahorros potenciales.

1.4.2. Diagrama de Recorrido

Es el esquema de disposición de los pisos y edificios, que muestra la ubicación de todas las actividades en el Diagrama de Flujo de Operaciones. La ruta del material o del operario que se ha graficado como el recorrido del proceso se sigue a través de líneas o con un hilo, la dirección del movimiento se identifican con flechas que apuntan la dirección del recorrido. Este diagrama muestra los movimientos repetitivos, retrocesos, recorridos excesivos y los congestionamientos, al tiempo que sirve de guía para una mejor distribución. Un ejemplo del mismo lo podemos ver en la (figura 9).

1.4.3. Análisis comparativo FODA

Es un análisis que compara como dicen las iniciales: “F” fortalezas, “O” oportunidades “D” debilidades y “A” amenazas. Este análisis establece parámetros reales para evaluar las operaciones y rendimiento de métodos de trabajo, sistemas de producción y hasta de empresas mismas, si se hace a profundidad servirá para formular nuevos planes y métodos de mejora.

2. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LOS MÉTODOS ACTUALES PARA LA CONSTRUCCIÓN Y ENSAMBLES DE PUERTAS DE MADERA

2.1. Métodos para construir una puerta

Cuando se habla de los métodos para construir una puerta nos referimos a como se construirá su estructura interna. No se trata de la forma de ensamblarla sino de cómo diseñar y construir sus piezas por separado.

2.1.1. Estructura interna de una puerta

Cuando se toma un bloque de madera y decidimos convertirlo, por ejemplo, en un larguero, lo más sencillo sería dimensionarlo a la medida deseada y simplemente escoger el tipo de ensamble que se usará para fijarlo a los peinazos y hacer las perforaciones pertinentes para realizar el ensamble. O, discernir como reconvertir ese trozo de madera en una estructura superior, en cuanto a factores tales como: estabilidad contra el pandeo, fortaleza contra la flexión, rigidez, entre otros. La estructura hechiza responde a la comprensión de los factores mecánicos de la madera y al conocimiento de sus estructuras internas. Representa una ciencia y un arte el comprender el comportamiento de una pieza única con sus componentes únicos. Con esto se hace referencia a que cada pieza de madera es única, la orientación de sus fibras no es uniforme, así que cuando se entrelaza con otras piezas, la sumatoria de todas las fuerzas internas buscará un nuevo equilibrio.

2.1.2. Descripción de los métodos de construcción

Los métodos que a continuación se describen son creados por otras personas experimentadas, con el objeto de crear estructuras más rígidas y estables. El tiempo en que surgieron no se sabe exactamente, más el objetivo que se buscó ha sido siempre el mismo. La madera por su naturaleza, está diseñada para brindar soporte y fortaleza al árbol. Los árboles crecen en diferentes condiciones y circunstancias, tales que, a pesar de que en muchas ocasiones son de la misma especie, sus estructuras y fibras internas son diferentes. Por ejemplo: un árbol de una zona donde azota mucho viento, tendrá fibras especiales dentro de su tronco a manera de tendones, para poder resistir las fuerzas y presiones laterales del viento. Estas fibras no son buenas para ser cepilladas o lijadas ya que de acuerdo al corte que se les haya hecho cuando se cortó el árbol, tenderán a levantarse y a generar tensiones internas que harán que las piezas se pandeen, se acolochen u otros defectos indeseables.

Hubo un tiempo en que, debido a los volúmenes de bosques de madera preciosas, la selección de las piezas para la fabricación de puertas y muebles era asequible, el secado de la misma era a la sombra, lo que permitía que la madera se estabilizara en largos periodos de tiempo, liberando la mayor parte de su estrés. Hoy en día, debido a los altos volúmenes de consumo, la madera es secada en diferentes clases de hornos, que a través de flujos de aire caliente constante, bajan la humedad relativa de la madera aceleradamente.

El punto negativo de esto es el estrés tremendo que guardan las piezas y que liberarán a través del tiempo, en muchos casos durante el corte, en otros tantos durante la vida útil del mueble. Por lo que si en la actualidad se compra madera, esta no será precisamente toda de primer grado. Conseguir buenas piezas de madera es cada vez más difícil y por ende se tuvieron que idear

métodos para romper las tensiones y defectos internos de la madera y aprovechar tanto la madera mala como la buena de forma inteligente. El resultado de esto son los diferentes métodos de construcción que a continuación describiremos.

2.1.2.1. Tipo ingeniería

Este método, muy conocido en el ámbito internacional, es uno de los más usados, estables y eficientes en el consumo de madera. Como se puede observar en la figura 10, este método utiliza piezas de madera sobrantes para crear una estructura interna estable. Para entenderlo bien los describiremos en base a dos estructuras: interna y externa.

La estructura interna está formada por pedazos de madera de aproximadamente 1 pie de largo, el ancho y espesor pueden variar, pero normalmente son de 1 ¼" x 1 ¼" para puertas de 1 ¾" y de 1 ¾" x 1 ¾" para puertas de 2 ¼". En el diagrama se puede observar fácilmente como van pegadas. El proceso requiere de prensas hidráulicas para poder pegar las tiras de retazos.

La estructura externa está compuesta de dos chapas de madera de ¼" de pulgada, que van pegadas en ambas caras de la estructura interna para ocultar las múltiples pegas internas. Además ambos cantos se pegan unas fajas de 3/8" de pulgada de espesor con el mismo fin de las chapas. Finalmente se obtiene una estructura limpia y bastante estable a lo largo del tiempo.

2.1.2.2. Dos pegas

Este método utiliza dos mitades las cuales se pegan confrontando las curvaturas de las dos piezas, tratando de quebrar o estabilizar de esta manera tensiones internas. En general, este método no es práctico, ya que las tensiones de ambas piezas son diferentes, esto hace que la tendencia de la curvatura se mantenga con las dos piezas juntas, hacia la que mayor fuerza haya tenido.

2.1.2.3. Sólido

Este método obliga a seleccionar cada pieza minuciosamente, y a tener un amplio inventario de madera, ya que conforme se van generando los cortes, aún piezas que se puedan ver perfectamente rectas, cuando se parten liberan tensiones que hacen que se tuerzan o pandeen. Cuando la madera se seca a la sombra por largos periodos de tiempo, las tensiones internas tienden a expresarse y liberarse. En estos casos la madera es ideal para trabajarse y se garantiza que mantendrá su forma a través del tiempo. En algunos casos se han visto manifestaciones extremas como la que a continuación se describe. En una tarima de madera húmeda cuyo peso aproximaba 3 toneladas, un tablón de 4” de grueso, situado en la base de la misma levantó 1” la tarima al liberar tensiones y combar su ancho. Esto demuestra que las tensiones internas son fuerzas inmensurables hasta que las piezas se trabajan o se dejan descansar. Si se usan especies preciosas, con fibras longitudinales y homogéneas, este método será más aplicable. A pesar de esto, internacionalmente la tendencia es a solicitar largueros y estructuras tipo ingeniería.

2.2. Análisis FODA para los métodos de construcción de puertas de madera

En la tabla comparativa se establecerán ciertos parámetros o variables que describan las fortalezas y oportunidades de cada método así, como sus debilidades y amenazas.

2.2.1. Variables importantes a comparar

Para desarrollar la tabla se evaluarán variables que puedan ayudar a dar un análisis para una empresa mediana con perspectivas de crecimiento. Las variables serán relativas al proceso, al costo y a la pieza en si.

2.2.2. Tabla comparativa

La tabla comparativa se muestra en la figura 11.

2.3. Métodos para ensamblar una puerta

Cuando se refiere a los métodos para ensamblar una puerta se refiere a la forma de ensamblar sus distintos componentes, no tiene nada que ver con la construcción de sus componentes, sino de entrelazarlos entre si. Cada componente debe fijarse de tal manera que sea durable y responda a las fuerzas internas e intrínsecas en el diseño de la puerta. Tales fuerzas pueden ser: el peso de la puerta, los puntos de fijación, el brazo de torque que ejercen ciertas fuerzan en los puntos de fijación, el lugar donde estará operando la puerta, entre otros.

2.3.1. Componentes que se ensamblan en una puerta

Normalmente los componentes que se ensamblan en una puerta son: largueros con peinazos y caberos. Como se pueden ver en la figura 2, el tablero queda atrapado entre los mismos.

2.3.2. Descripción de los métodos

2.3.2.1. Caja y espiga

Este es el método más común, en el anexo 3 se puede observar como funciona. Para preparar las piezas se pueden usar varios tipos de métodos, por ejemplo, la caja se puede vaciar por medio de formones, de una escopleadora o de un escoplo de cadena. La espiga se hace por medio de una sierra de cinta, sierra de banco o por alguna máquina especial para su fabricación. En algunas ocasiones la espiga se hace pasada, con el objeto de asegurar su ajuste por medio de cuñas. Este aseguramiento es muy estable, pero carece de estética ya que se mira cuando se abre la puerta. La mayoría de las veces la espiga no irá pasada, por lo que habrá que asegurarse que entre apretada para asegurar la fijación.

2.3.2.2. Cola de Milano

Este método es el menos común por su complejidad, pero el más seguro a través del tiempo. Las uniones realizadas con este método son muy difíciles de desarmar, y de armar, ya que su ajuste debe de ser milimétrico. Con la maquinaria adecuada será de gran utilidad, aunque se debe de entrenar al personal para ajustar las piezas satisfactoriamente.

2.3.2.3. Tarugos

Este método usa tarugos para fijar ambas piezas, se perforan agujeros simétricos. Este método puede trabajarse de dos maneras: artesanalmente, haciendo los hoyos con barreno por medio de marcas simétricas o industrialmente, por medio de un taladro múltiple. La diferencia será; abismal. Cabe mencionar que la fijación es muy buena y los ajustes mucho mejores, ya que a diferencia del método de caja y espiga, el tarugo tenderá a ser más estándar su diámetro a comparación con la fabricación de las espigas. Una broca y un tarugo será más fácil de mantener en punto.

2.3.2.4. Moldura pasada

El método de moldura pasada es uno de los más comunes y exactos. Algunos fabricantes lo usan acompañado de otro mecanismo de fijación, tal como lo sería la caja y espiga. ¿Qué se puede esperar de una fijación sin métodos complementarios? Definitivamente una fijación muy pobre y escueta. ¿Por qué? Porque la cola en cabeza no tiene buena fijación, ya que la cola se tiende a absorber por los conductos o venas de la fibra de la madera.

2.4. Análisis FODA para los métodos de ensamblaje de puertas de madera

En la tabla comparativa se establecerán ciertos parámetros o variables que describan las fortalezas y oportunidades de cada método, así como sus debilidades y amenazas.

2.4.1. Variables importantes a comparar

Para desarrollar la tabla, se evalúan las variables que puedan ayudar a dar un análisis para una empresa mediana con perspectivas de crecimiento. Las variables serán relativas al proceso, costo y pieza en sí.

2.4.2. Tabla comparativa

La tabla comparativa se muestra en la figura 12.

3. DISEÑO DE UN PROTOTIPO ALTERNO PARA LA CONSTRUCCIÓN Y ENSAMBLE DE PUERTAS DE MADERA

3.1. Propósito de este diseño

El propósito de este diseño es reducir considerablemente los requerimientos de equipo sofisticado para poder fabricar y ensamblar puertas con un alto grado de estabilidad y firmeza teniendo en cuenta las limitaciones de capital de trabajo y equipo que tienen las carpinterías pequeñas y medianas.

Es una propuesta que no busca excluir la realidad a la que se ven forzadas todas las empresas en esta rama, de financiar un crecimiento en maquinaria y equipo para poder entrar en segmentos de mercado que exigen volúmenes de producción.

En el diseño propuesto se utilizarán prensas rudimentarias que se encuentran en toda carpintería, más sin embargo la solidez de los ensambles será de una gran fortaleza.

3.1.1. Grosor de la puerta piloto

El grosor propuesto es de 2 ¼", el porqué del mismo es muy simple: es el grosor de lujo en el mercado internacional, corresponde a medidas estándar en las cuales se pueden conseguir los suministros de madera. Las puertas de 2 ¼" son puertas mucho más estables por el grosor que tienen. En el mercado nacional se encuentran puertas con grosor de 1 $^{1}/_{8}$", 1 $^{3}/_{8}$"", 1 ½", 1 ¾", entre

más delgada la propensión al pandeo y torceduras es mayor, sobre todo cuando las puertas de sitúan en climas con diferencias de temperatura muy marcadas, como lugares donde se usa aire acondicionado. Por lo que el grosor propuesto dotará a las puertas de mayor estabilidad.

3.1.2. Grosor de la madera base para trabajar el diseño

Se unirán tres piezas de madera de aproximadamente ¾" para lograr el grosor final de 2 ¼". Cuando la madera se compra con 1" de grosor rústico, es fácil cepillarla para dejarla desde $^{7}/_{8}$" hacia abajo con una medida final lista para pulimento.

3.1.3. Variables básicas y medidas de la puerta piloto

Los largueros se ensamblarán por partes y los caberos y peinazos se prefabricarán. Las medidas de la puerta serán de 24" de ancho por 84" de alto.

3.2. Bosquejo piloto de los componentes

El bosquejo piloto, figura 13, se puede observar en la figura 13. La forma de armar la puerta será por medio de un ensamble preliminar tanto de caberos, peinazos como largueros. Los largueros recibirán los peinazos y caberos por medio de cajas y espigas ajustadas.

La construcción de las partes de cada pieza, largueros, peinazos y caberos se hará por medio de tarugos y pegamento. La idea principal es preensayar todas las piezas para que cuando se unan, los ajustes queden perfectos y tallados, esto evitará que se desarme la puerta. A continuación se hará una descripción de cada componente, mostrando a través de dibujos la forma de construir las piezas.

3.2.1. Largueros

Como se recuerda, los largueros son las estructuras verticales a las cuales se amarran todos los demás componentes de las puertas y las cuales se les sujetan las bisagras con las que se cuelga la puerta al marco.

3.2.1.1. Características estructurales básicas para el diseño

Cada larguero se armará en tres capas, cada faja de madera tendrá ¾". Las dos capas externas son del ancho final, y la faja interna será seccionada en partes para dejar lugar donde se introduzcan perpendicularmente las espigas de los caberos y peinazos. Una vez pegadas las tres capas se colocará un tapajuntas para que no se miren en el canto de la puerta las tres capas del mismo. Cualquier tipo de moldura corrida se hará previamente al ensamble, ya que el diseño de la puerta es compatible con cualquier complemento de molduración. Para ejemplificarlo en la figura 14 lo muestra detalladamente.

3.2.1.2. Diseño piloto

Para definir el diseño piloto haremos un dibujo detallado de una puerta que se correrá a producción con las dimensiones que se muestra en la figura 15.

3.2.1.3. Forma de ensamble

La forma de ensamble del larguero se detalla en la figura 16. La clave de este ensamble, es la alineación de sus componentes internos por medio de tarugos.

Primero se cortan los tres pliegos a la medida exacta que tendrá la puerta en longitud, a lo ancho se le puede dar $^{1}/_{8}$" de más para poder cantear cualquier desajuste si fuese necesario. Después, del pliego destinado para el centro se sacan las fajas que servirán para fabricar los espacios para las espigas. Desde aquí comienza el detalle exacto de donde se dejará cada caja para cada espiga. Algo importante a recalcar es que la caja quedará 100% centrada en el larguero (hablando del espesor), lo cual es es muy importante a la hora de ensamblar caja y espiga.

Este punto es inclusive difícil de manejar con máquinas escopleadotas industriales, pero debido a la nobleza de este diseño la espiga encajará centrada en el larguero.

Los tarugos son elementos clave para alinear las fajas del medio con la faja inferior, ya que los mismos van enderezando los segmentos donde los mismos tengan alguna comba. Por lo tanto, 1) se cortan los tres pliegos a largo final con $^{1}/_{8}$" de más de grosor, 2) se cortan las fajas internas de acuerdo a los

espacios calculados para las cajas que recibirán las espigas, 3) se alinean y se preperforan los tarugos, los cuales se van introduciendo sin cola para poder ajustar toda su longitud, enderezando las torceduras, 4) se sacan los tarugos y se separan las piezas para engomarlas y armarlas nuevamente para poder prensarlas para que se peguen, 5) se deja que seque la goma para pegar la faja superior.

3.2.1.4. Interacción con los demás componentes

Como se sabe, los largueros interactúan con los demás componentes amarrando toda la estructura vertical de la puerta. En este nuevo diseño se pretende asegurar toda la estructura por medio de cajas y espigas preensayadas con ajustes muy tallados.

Un aspecto de suma importancia es que solamente el pegamento como agente de fijación y trabajo no es suficiente. De acuerdo a factores mecánicos o químicos, ya sean estructuras químicas intrínsecas de la madera, del medio ambiente circundante, entre otros, la goma o pegamento puede fallar o degradarse en función del tiempo. Por lo que si este se complementa con una estructura diseñada para resistir fuerzas mecánicas, los ensambles serán duraderos. La carpintería ancestral ha demostrado que un ensamble bien hecho (incluso sin el aporte de trabajo del pegamento) puede perdurar por siglos.

3.2.2. Cabero

El cabero es la estructura horizontal superior de las puertas, hace el mismo trabajo que los peinazos. Para este diseño se preensamblará, con objeto de hacer más exactos los ajustes del ensamble hacia los largueros.

3.2.2.1. Características estructurales básicas para el diseño

El cabero se armará en tres capas, cada faja de madera tendrá ¾". Las dos capas externas son del ancho final y la faja interna tendrá extensiones que servirán como espigas para introducirlas en los largueros. Cualquier tipo de moldura corrida se hará previamente al ensamble, y que el diseño de la puerta es compatible con cualquier complemento de molduración.

3.2.2.2. Diseño piloto

Ejemplificado en la figura 17.

3.2.2.3. Forma de ensamble

La forma de ensamble del cabero será por medio de 3 fajas precortadas de acuerdo al diseño de la puerta teniendo en cuenta el tamaño de la espiga a introducirse en la caja de los largueros. Las primeras dos fajas se fijan con tarugos, la tercera únicamente con prensas de tornillo. Mayores detalles se muestran en los anexos fotográficos.

3.2.2.4. Interacción con los demás componentes

Como se sabe, los caberos interactúan con los demás componentes, amarrando toda la estructura horizontal de la puerta. En este nuevo diseño se pretende asegurar de toda la estructura a través de espigas preensayadas.

3.2.3. Peinazos

Como se recuerda, los peinazos son las estructuras horizontales medias y bajas a las cuales se amarran los largueros. Dividen la puerta en secciones horizontales donde se suelen enmarcar tableros o machihembres.

3.2.3.1. Características estructurales básicas para el diseño

Los peinazos se armarán en tres capas, cada faja de madera tendrá ¾". Las dos capas externas son del ancho final y la faja interna tendrá extensiones que servirán como espigas para introducirlas en los largueros. Cabe resaltar que cualquier tipo de moldura corrida se hará previamente al ensamble, y que el diseño de la puerta es compatible con cualquier complemento de molduración.

3.2.3.2. Diseño piloto

Ejemplificado en la figura 17.

3.2.3.3. Forma de ensamble

La forma de ensamble de los peinazos será por medio de 3 fajas precortadas de acuerdo al diseño de la puerta teniendo en cuenta el tamaño de la espiga a introducirse en la caja de los largueros. Las primeras dos fajas se fijan con tarugos, la tercera únicamente con prensas de tornillo. Mayores detalles se muestran en los anexos fotográficos.

3.2.3.4. Interacción con los demás componentes

Como se sabe, los peinazos interactúan con los demás componentes, amarrando toda la estructura horizontal de la puerta. En este nuevo diseño se pretende asegurar de toda la estructura a través de tarugos internos. Mayor detalle se puede observar en las figuras 13 y 14.

4. IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO ALTERNO DE CONSTRUCCIÓN Y ENSAMBLE DE PUERTAS

4.1. Diagrama de Flujo de Operaciones

En la figura 18 se muestra el Diagrama de Flujo de Operaciones de la puerta piloto, los tiempos han sido calculados y verificados en la fabricación de la puerta, pero están sujetos a muchas variables que no se pueden mostrar en este diagrama, parte de esto es que la madera no es un material uniforme.

4.2. Diagrama de Recorrido

En la figura 19 se muestra el Diagrama de Recorrido de la partes de la puerta piloto.

4.3. Esquematización del ensamble

El ensamble se muestra de acuerdo al Diagrama de Flujo del proceso. Se debe tomar en cuenta que hay ciertas tareas que se pueden hacer de manera simultánea (por otros operarios), por lo que el proceso puede coincidir en los flujos de tiempo. Para esto podemos hacer la esquematización mostrando una explosión de las piezas más representativas y de cómo interactúan entre si. (Ver anexos).

4.4. Muestra fotográfica del proceso de ensamble

Revisar anexos adjuntos.

4.5. Factores importantes a contemplar

Cuando hablamos de las propiedades mecánicas de la madera tenemos que hacer hincapié en su constitución anatómica. La madera es un material anisótropo formado por tubos huecos con una estructura ideal para resistir tensiones paralelas a la fibra. A la vez, tiene una muy elevada resistencia a la flexión; la relación resistencia/peso propio es 1,3 veces superior al acero y 10 veces superior al hormigón. Debido a esto un diseño correcto de todos los armadores de la puerta definirá una estructura rígida y confiable. A la hora de preparar las piezas, es de suma importancia que se tomen en cuenta los siguientes factores, para que el ensamble sea preciso y sencillo.

4.5.1. Ensayo de las piezas

La práctica del preensayo se ha perdido, y con esto la exactitud, por lo que se recomienda que antes de colocar una gota de goma hay que preensayar las piezas. Para generar errores de un costo altísimo solo basta en ocasiones fallar por fracciones de pulgada. Para ejemplificar se pueden mencionar los siguientes errores comunes: tableros muy cortos, falseo de la escuadra en las piezas, espigas muy delgadas o muy gruesas, peinazos con diferencia de medida contra caberos, cajas para espigas demasiado amplias, entre otros.

No es por más el dicho mida dos veces y corte una; a la hora de fallar en una medida clave o en un ajuste clave se corre el riesgo (si ya se aplicó goma) que la goma se seque en el ínterin del reajuste de la pieza, causando que

muchas veces haya que volver a desarmar toda la puerta o tener que despedazarla para recuperar ciertas piezas. En estos casos no solo se pierde el costo de material sino tiempo de maquinado, de ensamble, retrasos con la planificación del proyecto, entre otros.

Es imposible que las piezas no se tengan que reajustar, la madera es un material sujeto a trabajo interno, por ende siempre se ensayan los componentes de cualquier proyecto.

Otro factor importantísimo es la caja y la espiga; la caja ha de fabricarse para que la espiga entre de manera precisa y ajustada. En ocasiones se suele reducir el ancho de la espiga para poder hacer ajustes, esto es un grave error ya que cuando el pegamento falla en función del tiempo por un deterioro, lo que hace permanecer las piezas en su lugar son los ajustes de caja y espiga.

Una caja y espiga bien ajustadas y apretadas evitan las flexiones de las puertas, son mucho más importantes cuando las puertas son anchas y con mucho peso. Algunas personas incluso hacen la caja pesada para poder insertar cuñas en la espiga para que esta quede más apretada. Esta práctica es excelente en términos estructurales pero algunas personas cuestionan la estética de la espiga vista.

4.5.2. Compresión de las piezas para el pegado

Una vez hecho un ensayo formal se debe tener en cuenta los pormenores de cómo se va a pegar las piezas, cuando hablamos de esto nos referimos no solamente a la goma sino a las prensas que comprimirán las piezas a pegar. El propósito de este diseño es poder construir la puerta con herramienta estándar de todo taller mediano o pequeño. Las prensas adecuadas para poder hacer las

fijaciones son las prensas de tornillo tipo C. Esta se pueden observar en la figura 20.

4.5.3. Fijaciones internas

Una vez que la puerta ha sido ensamblada, la goma hace el resto del trabajo. Por ende, si las espigas y sus respectivas cajas fueron construidas ajustadas, la goma se fija correctamente a todas las paredes y el trabajo conjunto con las espigas es 100 % el deseado.

Las puertas a lo largo de su vida útil serán expuestas a: (carga, portazos, frío, calor, impactos de proyectiles, humedad, sol, lluvia, etc.) que pondrán a prueba su construcción, material y acabado (barniz o pintura) que fue usado para su protección.

Lo primero que tiende a fallar cuando está expuesta al intemperie es el acabado y luego, comienza el deterioro del material de fabricación (tipo de madera) y de la estructura de ensamble. Cuando por ejemplo, una puerta que tiene espigas muy flojas es sometida a un portazo fuerte, el único trabajo lo está haciendo la goma, la caja no esta abrazando tenazmente a la espiga, por eso la goma se fracturará fácilmente y la puerta comenzará a deteriorarse más rápidamente.

Una puerta con caja y espigas talladas durará siglos, como prueba de ello tenemos muchas ciudades antiguas con puertas que han durado centurias, gracias a su construcción.

4.5.4. Lijado y preparación final de la superficie

El lijado y preparación de la superficie es la parte final de la construcción de la puerta. Una vez lijada con una lija de grano fino, la puerta se le puede dar cualquier acabado; normalmente se usa una lijadora de banda para nivelar las juntas de largueros con peinazos. Después se afina con una lijadora orbital usando un grano fino. Por supuesto, los tableros o machimbres han de lijarse previo a ensamblarse la puerta, ya que lijarlos después de instalados es muy complicado.

4.6. Pormenores sobre los herrajes a utilizar

Este es un punto muy importante que muchas veces se pasa por alto. Una puerta abatible usa normalmente de 2 a 4 herrajes para su funcionamiento.

En el caso de puertas que solo usan una hoja llevarán bisagras y una chapa. Cuántas bisagras usar es el primer punto, cuando se usan bisagras de marca, se puede averiguar la capacidad de carga de las mismas. Por medio de una balanza de resorte se puede estimar el peso aproximado de la puerta, para determinar cuántas colocar. Normalmente se usan 3 o 4 unidades. Con respecto al tamaño de las bisagras se calcula de acuerdo al espesor de la puerta, lo ideal es que la hoja deje al menos ¼” de macizo al otro extremo del cilindro.

La adecuada escogencia de las bisagras ayudará a una larga vida útil de la puerta. Cuando es una puerta que se abre mucho (almacenes o lugares de mucho tráfico de personas), es apropiado usar bisagras con cojinete, ya que tienen una vida bastante prolongada.

Otro punto importante es la chapa. Las chapas estándar suelen tener el centro del cilindro a 2 $^{3}/_{8}$" o 2 ¾" del canto de la puerta, por ende el grosor del larguero es muy importante. Cuando se diseña una puerta hay que tener en cuenta desde el principio qué herrajes se usarán. Algunas puertas usarán dos o más puntos de fijación o seguridad, que suelen ser: pasadores, picaportes, etc. que se diseñan para reforzar la seguridad de las mismas. Hay una gran variedad de sistemas, el adecuado estudio de los mismos brindará los resultados deseados. Si se quiere seguridad contra forzamientos hay que detenerse a estudiar las especificaciones de los mismos, así como el material del que están hechos.

Finalmente se puede decir que una puerta se diseña estructuralmente desde la madera, acabado, y herrajes a utilizar. Si se hace adecuadamente la puerta dará un servicio bueno y prolongado.

5. RETROALIMENTACIÓN DEL SISTEMA

5.1. Establecer un sistema de retroalimentación al proceso

Para establecer un sistema de retroalimentación al proceso hay que establecer primeramente las variables a medir. Definitivamente todos los punto críticos se refieren a la forma en que se ensamblan las partes, y de cómo hacerlo más exacta y eficientemente.

Retroalimentar es normalmente un proceso de prueba y error. Toda mejora está sujeta a pruebas continuas para determinar si realmente está funcionando, de lo contrario habrá que desecharla o ajustarla. Los mejores procesos productivos requieren de evaluaciones constantes para llegar a su punto de equilibrio. Para mejorar un proceso hay que tener la mente abierta, ya que se puede aprender de lo bueno y lo malo. También se requiere de una visión amplia para no estancarse, en ocasiones un proceso completo requiere cambios radicales para poder ser rentable y en otras se tendrá que desechar completamente. Algo muy importante a tomar en cuenta es que cuando un diseño se planea bien, normalmente los procesos de ajuste serán pequeños.

5.2. Fuentes de información

Las variables que podemos definir para poder retroalimentar el sistema son: a) El ajuste de las espigas dentro de las cajas. b) El ajuste del los peinazos y caberos hacia los largueros; la escuadra de la puerta, y el doblez o no de los largueros.

Si alguna o varias de estas variables nos diesen problema, habrá que buscar mejores formas de hacer los ajustes comenzando por buscar las causas. El proceso de mejorar un diseño requiere de una busca intensiva de la exactitud.

En el diseño en papel la puerta es 100 % realizable, pero cuando se pasa a la práctica se pueden dar pequeñas fracciones de desajustes en la exactitud al cortar o ensamblar la puerta, y genera problemas visibles. La orientación del trabajo deberá ser hacia la reducción de errores en la exactitud de los cortes y el ensamble.

5.3. Pruebas de control de calidad

Se requiere, de que alguien con objetividad y que tenga presente la importancia de las pruebas de control de calidad para la empresa, pueda medir los niveles de aceptación de cada una de las variables descritas, así como de una vista global de la puerta, ya que hay tener sentido común cuando se revisa la calidad de una puerta. Idealmente en empresas medianas o pequeñas, hay que definir claramente en los operarios que es lo que se espera de una puerta ensamblada. Una vez claro para todos, las variables a analizar, hay que tomar conciencia de hacer las cosas bien desde la primera vez y de que es más costoso para la empresa corregir un error cuando la puerta salió de la fábrica que cuando se encuentra adentro. La perdida de imagen y el costo de reparación serán muy altos.

5.4. Mejora continua; cultura organizacional

Hay una frase que dice que todo proceso siempre se puede mejorar. Tal vez, lo más importante de toda empresa sea que los trabajadores piense que la

calidad es el pilar sobre el cual se mantiene la misma. Todo impulso de mejora debe venir de arriba hacia abajo. Si el gerente o dueño no cree, soporta y apoya a la calidad es casi imposible lograr grandes cambios.

Toda empresa debe de tener una cultura organizacional enfocada ha hacer las cosas bien desde la primera vez, saber que sin calidad los días de cualquier empresa están contados, y que esta cultura se debe de reflejar en la vida misma de cada individuo, si no, los cambios no tendrán trascendencia.

Cómo comenzar es sencillo si se tiene el deseo: busque la calidad en la mano de obra a través de un programa continuo de entrenamiento, de un ambiente laboral agradable, provea de la herramienta adecuada a los trabajadores, trate con respeto a su personal; cuando surja un problema analícelo detalladamente con la persona responsable sacando una retroalimentación positiva; procure que los salarios sean adecuados para que sus trabajadores no tengan que estar pensando en todos los problemas en sus hogares, apoye la cultura de hacer las cosas bien desde la primera vez, no trabaje contra el tiempo (toda labor bien hecha lleva un tiempo prudente); procure trabajar con orgullo y que su gente se sienta orgullosa por lo que hace.

Todo esto es retórica si no se cree fervientemente, pero hay que tomar en cuenta que es más fácil comenzar estos cambios en empresas pequeñas o medianas. Estos cambios requieren energía positiva y una visión a largo plazo. Una planificación adecuada llevará a resultados satisfactorios que harán de la empresa y de los empleados con una mejor proyección de vida.

CONCLUSIONES

1. El nuevo prototipo de construcción de la puerta a través de sus partes muestra ventajas en lo que respecta a los ajustes de la caja y espiga, así como a la flexibilidad del diseño, ya que provee al operario de una visión global de las partes de esta antes del ensamble.

2. El ensamble tipo ingeniería requiere de una alta disponibilidad de espacio y capital de trabajo. Por ende, está predestinado para fábricas con tales capacidades.

3. Comparativamente, el nuevo prototipo de ensamble seccionado es mejor que los otros ensambles, ya que permite ajustes milimétricos de caja y espiga lo que provee a la puerta una solidez estructural mayor.

4. El uso de este prototipo de ensamble provee de un buen manejo de los suministros de madera en cuanto a espesores, ya que generalmente en el mercado se consigue madera en tabla y este prototipo usa específicamente tabla.

5. El ensamble caja y espiga es un ensamble sólido y duradero, además, se puede realizar con una maquinaria estándar de todo taller mediano u pequeño.

6. Mecánicamente, las puertas trabajan con brazo de torque proporcional al peso de sus partes y al ancho de las mismas, por ende, la sujeción que generan las cajas y espigas debe ser máxima para mantener la estabilidad estructural de esta.

7. La estabilidad de la puerta construida con el diseño de caja y espigas precortadas es superior al sistema de vaciados a escoplo o formón, ya que el centrado de la caja es instantáneo y los márgenes de la perforación son milimétricos pues se hacen con piezas precortadas.

8. El proceso de mejoras al sistema es muy sencillo pues todas las piezas se arman en etapas, por lo que la fabricación de plantillas para el corte puede simplificar la exactitud del mismo.

RECOMENDACIONES

1. Enfatizar en la exactitud de los cortes, así como en la medición precisa de los espaciamientos de las espigas para que en el momento del ensamble final toda la puerta guarde las escuadras precisas.

2. Verificar que los espesores de las piezas sean los mismos para evitar que las espigas queden o muy flojas o muy apretadas.

3. Utilizar los tarugos de tal forma que sirvan para alinear las piezas, y así evitar traslapes en los armadores y pérdida en los ajustes en las cajas y espigas.

4. Realizar un preensayo de todas las partes de la puerta antes de realizar el ensamble final para que no surja ningún problema cuando ya se haya aplicado el pegamento a las piezas.

5. En el ensamble final colocar las prensas Sargentos en las dos caras de la puerta para que se vean niveladas las fuerzas que comprimen la puerta y así evitar algún pandeo por desigualdad de aplicación de presión.

6. Establecer un récord escrito de los pormenores de cada puerta que se construya con este sistema, para así, retroalimentar el mismo y mejorar progresivamente la fabricación de puertas.

7. Establecer un plan de entrenamiento simple para hacer comprender a los operarios las ventajas de este nuevo prototipo de puerta.

BIBLIOGRAFÍA

1. HILLER, René. *Guía práctica de carpintería*. 2a ed. España: Everest, España: 1995.

2. Egoin. *Construcción en madera*. [en línea]. www.egoin.es. [Consulta: enero de 2008].

3. JAMES, Samuel. *Timbers of the new world*. 3a ed. London: Yale University, 1950. 640 p.

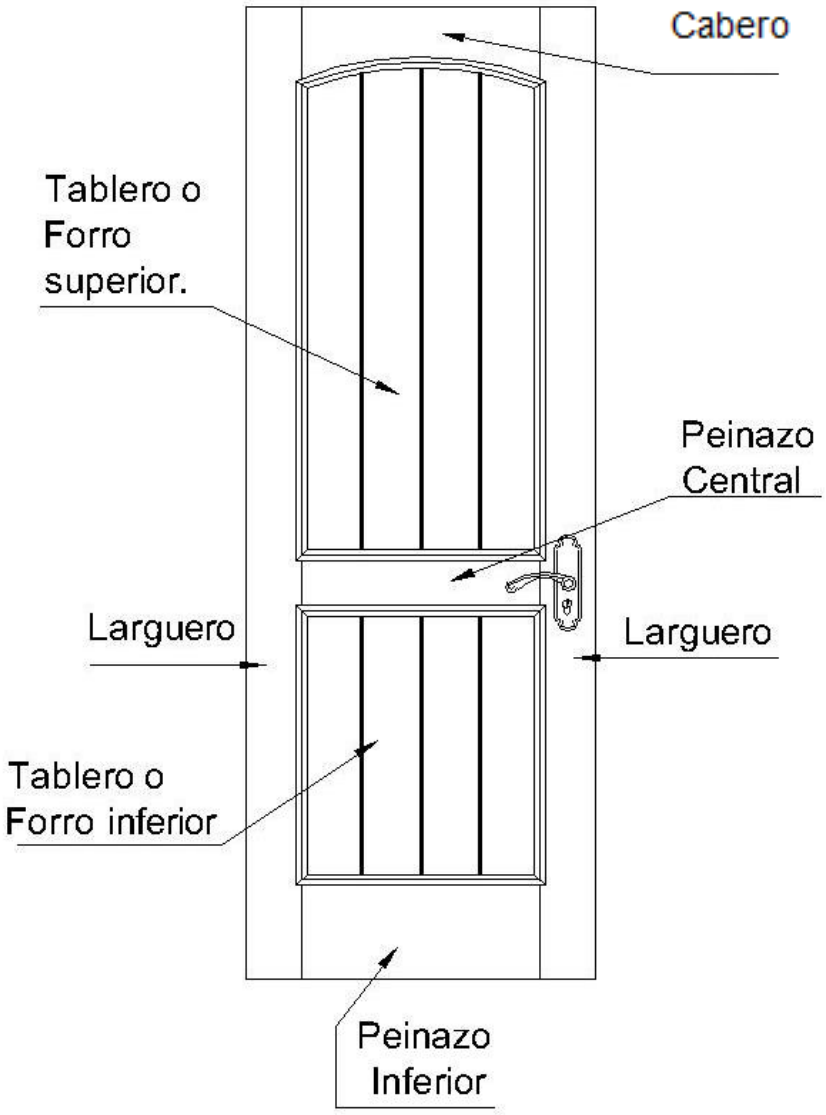
4. Fine Woodworking. [en línea]. www.finewoodworking.com. [Consulta: agosto de 2008].

5. _____. *Ensambles caja y espiga*. [en línea]. <www.carpinteriadigital.net/blog>. [Consulta: mayo de 2007].

6. Wood Magazine. *Prensas de tubo*. [en línea]. <http://www.foromimecanicapopular.net/viewtopic.php?f=58&t=6354>. [Consulta: mayo de 2007].

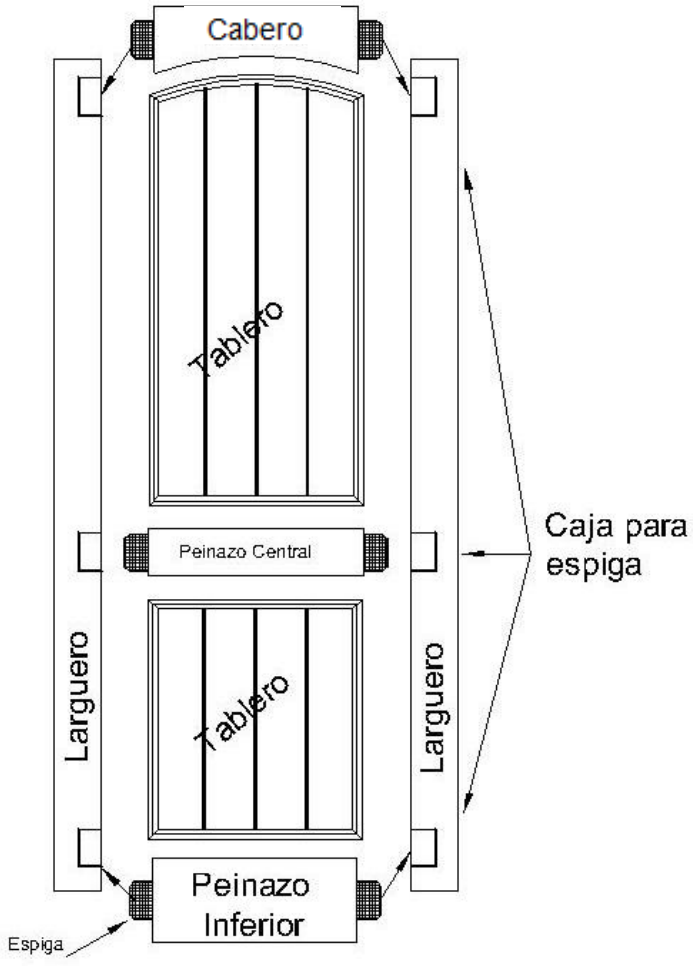
APÉNDICES

Figura 1



Puerta Típica

Figura 2



Puerta Típica

Explosión

Figura 3

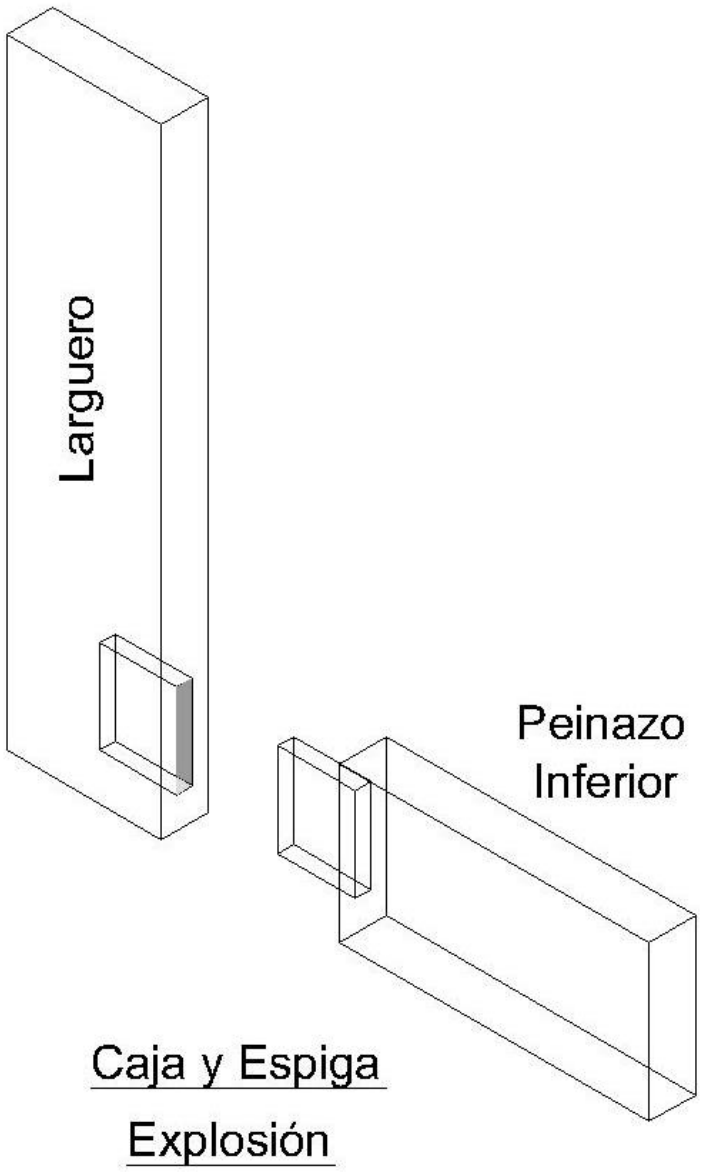


Figura 4

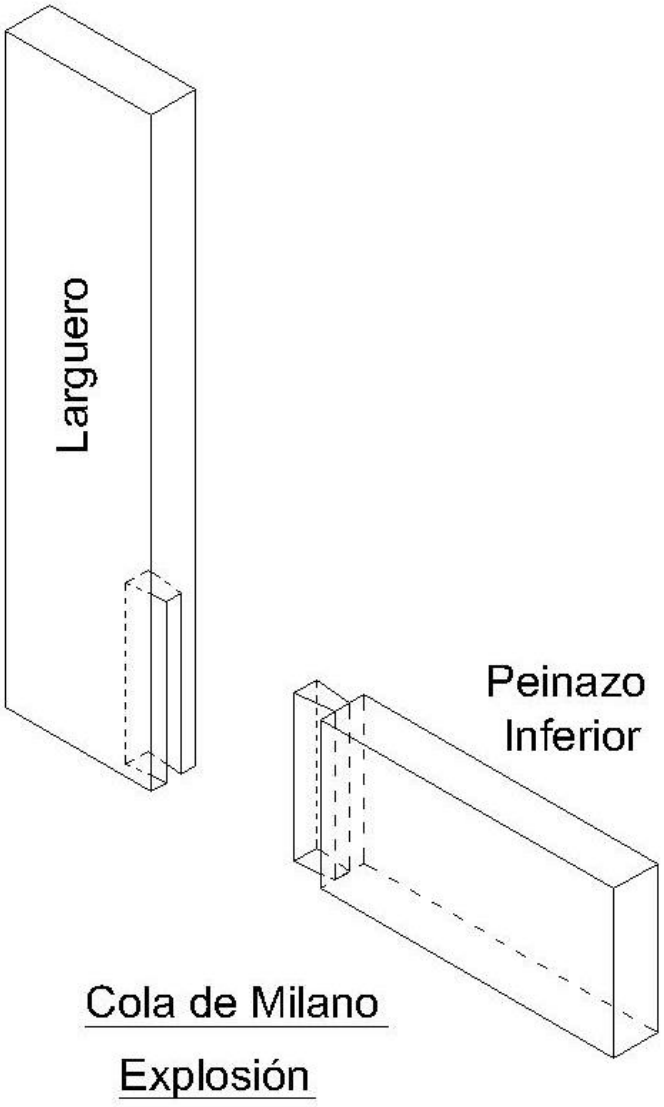


Figura 5

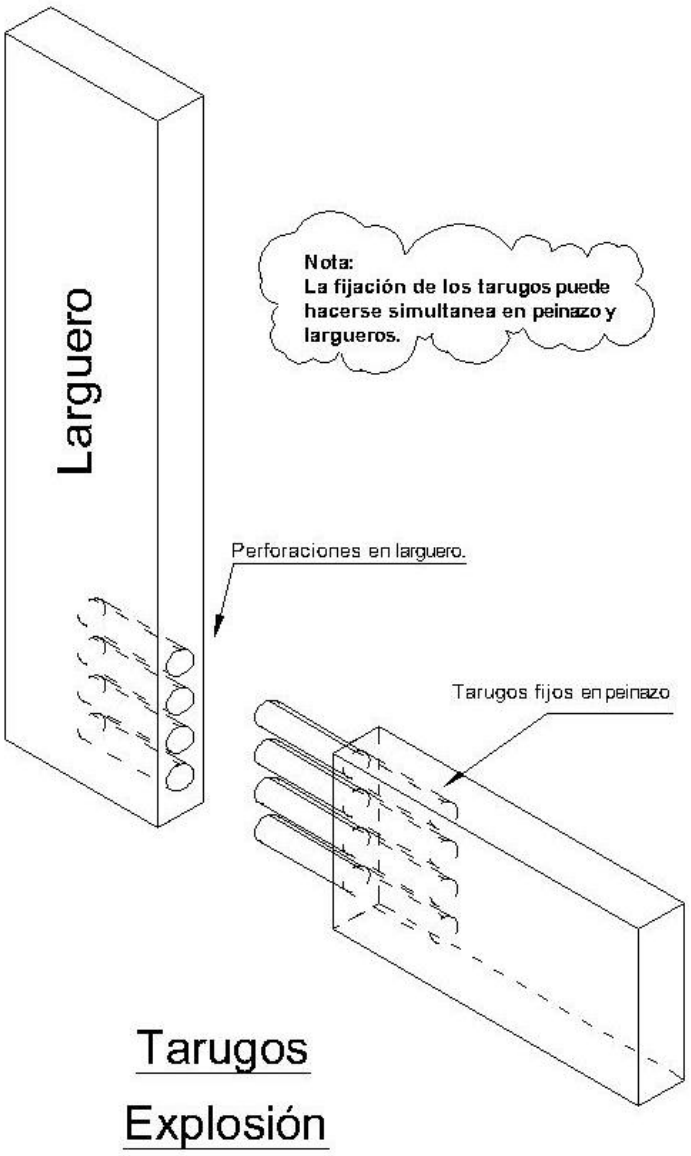

Larguero
Nota:
La fijación de los tarugos puede hacerse simultanea en peinazo y largueros.
Perforaciones en larguero.
Tarugos fijos en peinazo
Tarugos
Explosión

Figura 6

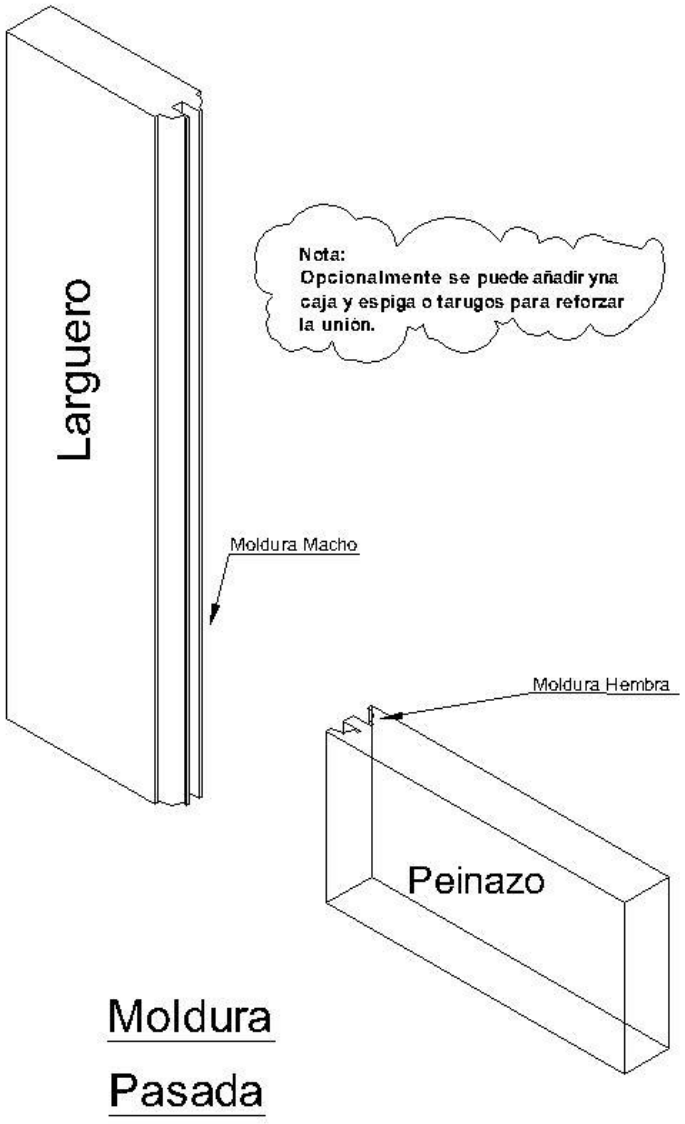
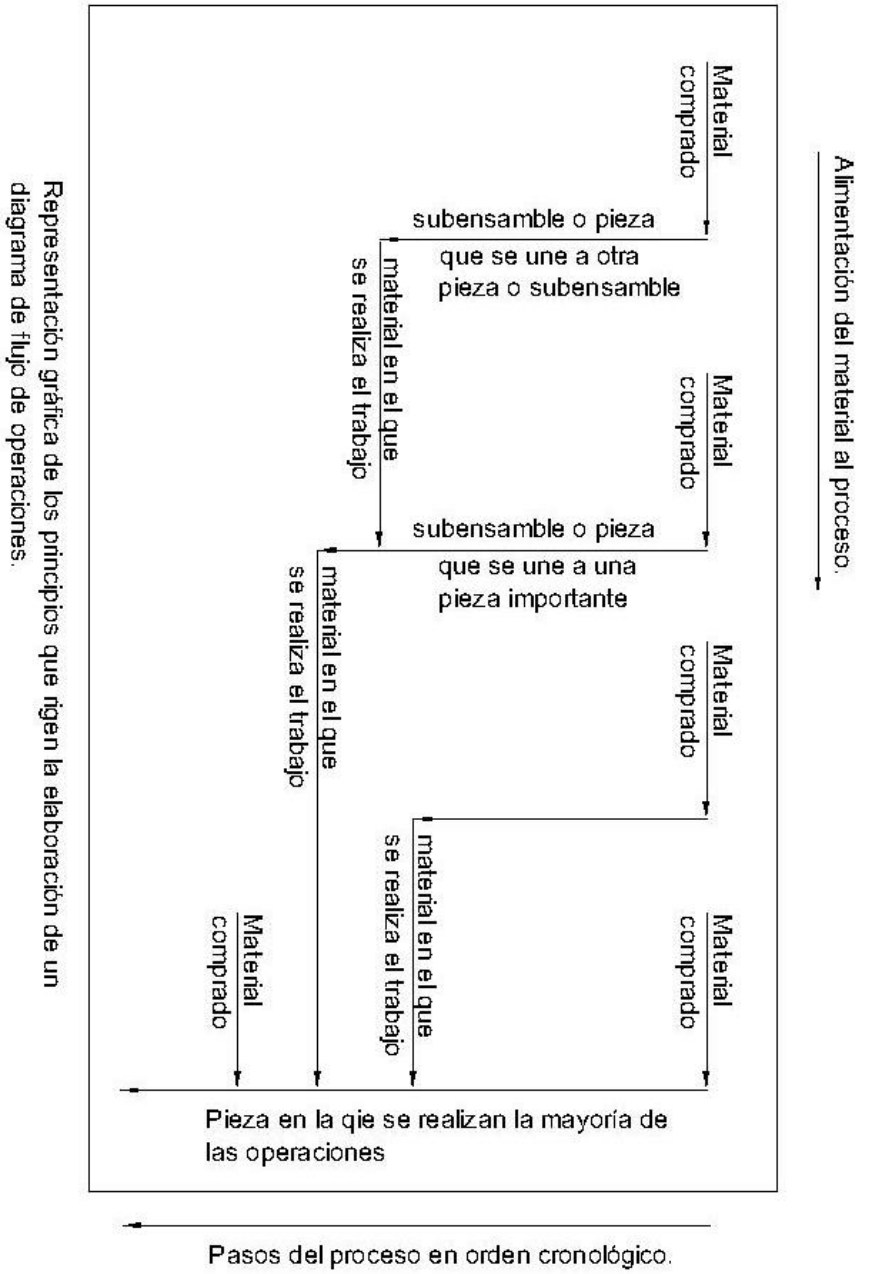

Larguero
Nota:
Opcionalmente se puede añadir yna caja y espiga o tarugos para reforzar la union.
Moldura Macho
Moldura Hembra
Peinazo
Moldura
Pasada

Figura 7



Representación gráfica de los principios que rigen la elaboración de un diagrama de flujo de operaciones.

Figura 8

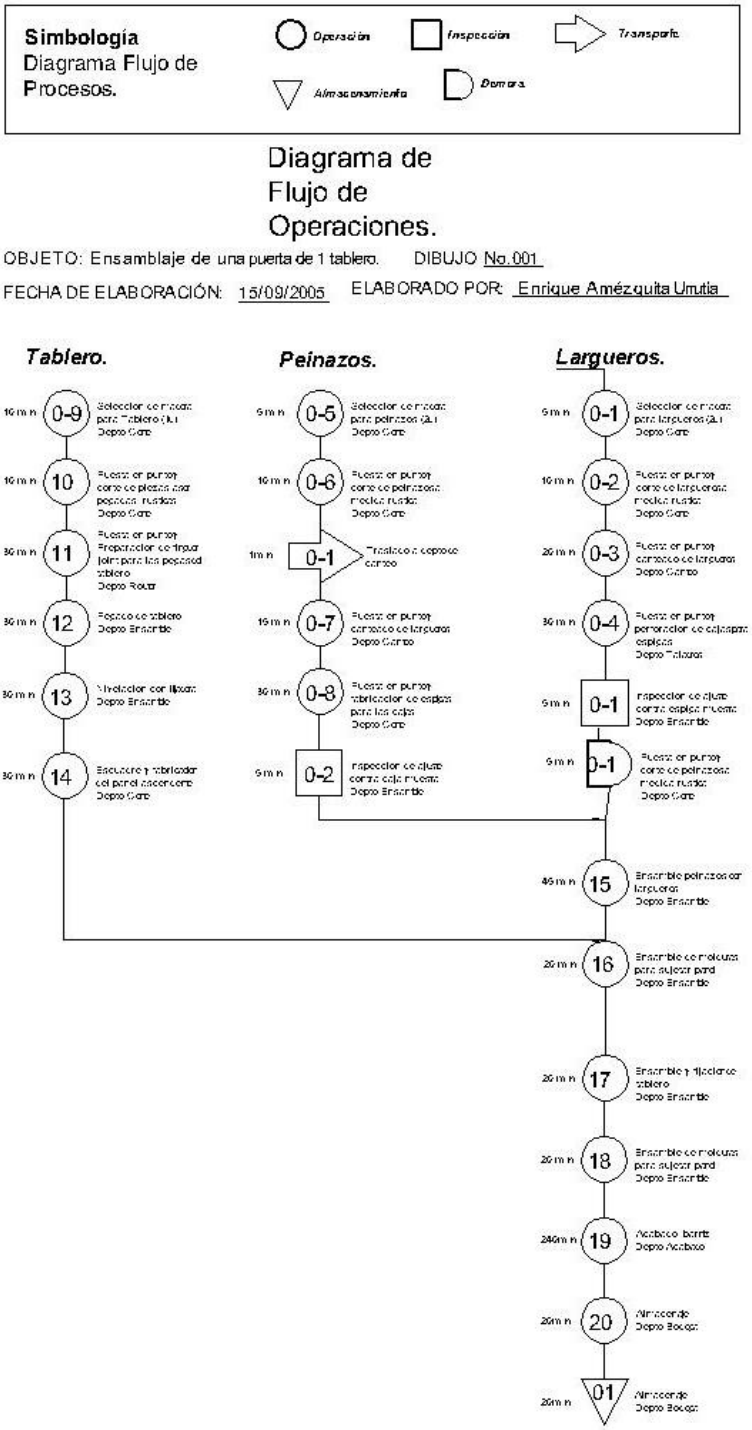

Simbología
Diagrama Flujo de Procesos.
Operación
Inspección
Transporte
Almacenamiento
Demora
Diagrama de Flujo de Operaciones.
OBJETO: Ensamblaje de una puerta de 1 tablero. DIBUJO No.001
FECHA DE ELABORACIÓN: 15/09/2005 ELABORADO POR: Enrique Amézquita Urutia
Tablero.
Peinazos.
Largueros.
0-9
10
11
12
13
14
0-5
0-6
0-1
0-7
0-8
0-2
0-1
0-2
0-3
0-4
0-1
0-1
15
16
17
18
19
20
01

Figura 9

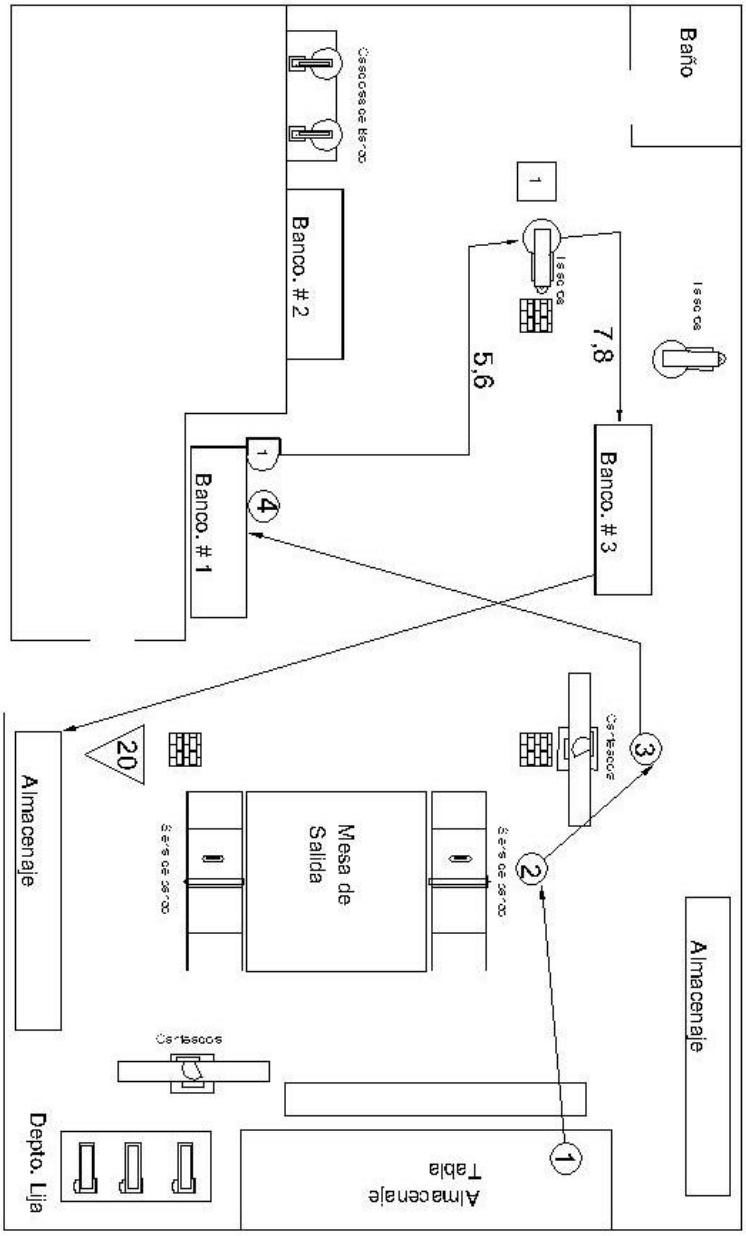


Diagrama de Recorrido.

Figura 10

Finger joint.
a= Chapas de 1/4"
b= Fajs de 3/8"
c= finger joints
a
a
b
c
c
c
c
b

Figura 11

Análisis para una empresa mediana con una producción estable.

Métodos de construcción de puertas de madera.

	Método		
Variable de análisis	**Tipo Ingeniería**	**Dos Pegas**	**Sólido**
Relativo al Proceso			
Complejidad de la tarea	Alta	Media	Baja
Evaluación	Debilidad	x	Fortaleza
Requerimiento de equipo especializado	Alta	Media	Ninguna
Evaluación	Debilidad	x	Fortaleza
Requerimiento de stock de madera	Normal	Medio	Alto
Evaluación	Fortaleza	Fortaleza	Debilidad
Relativo al Costo			
Requerimiento de mano obra	Alto	Bajo	Bajo
Evaluación	Devilidad	Fortaleza	Fortaleza
Requerimiento de inventarios	Normal	Medio	Alto
	Fortaleza	Fortaleza	Debilidad
Relativo a la Pieza			
Estabilidad a lo largo del tiempo	Alta	Baja	Media
	Fortaleza	Debilidad	Debilidad

Tabla comparativa FODA

Análisis

Oportunidades y Amenazas

Tipo Ingeniería:

Para una empresa mediana con perspectivas de atacar un mercado mas amplio, vale la pena la inversión de reconvertir su proceso de dos pegas o sólido a tipo ingeniería.

Esto se debe a que con este método se tiene la oportunidad de mantener sus controles de calidad cuando el requerimiento de inventarios va creciendo y se hace imposible seleccionar las piezas una por una. A su vez la otra oportunidad es la de poder ingresar al proceso material de desperdicio para reconvertirlo por medio del proceso *finger joint*. La amenaza sería comprar el equipo y que el mercado proyectado no se haga realidad, por lo cual se tendría un bien muy oneroso pero con una baja productividad.

Tipo dos pegas

Para una empresa mediana con perspectivas de crecimiento es una amenaza total, ya que el *stock* requerido de madera sería muy alto. A su vez la calidad se iría en detrimento al tener una línea más dinámica. El reproceso sería muy alto y las posibilidades de futuros rechazos se incrementaría al tener que rebuscar mucho las piezas que tengan fuerzas equilibradas para ser pegadas.

Sólido

Para una empresa mediana con perspectivas de crecimiento sería una amenaza total querer utilizar este método ya que los inventarios tendrían que ser demasiado grandes para poder mantener una demanda de madera perfecta. La madera generalmente es variable y guarda fuerzas internas que la pueden hacer cambiar de forma de acuerdo al lugar donde se le coloque. 50 años antes no hubiese habido ningún problema, pero hoy que las reservas son mucho menores la tendencia es el uso inteligente de la madera y sus desperdicios en proceso, es importante.

Figura 12

Análisis para una empresa mediana con una producción estable.

Métodos para Ensamblar una Puerta.

Tabla comparativa FODA

	Método			
Variable de análisis	**Caja y Espiga**	**Cola de Milan**	**Tarugos**	**Moldura Pasa**
Relativo al Proceso				
Complejidad de la tarea	Media	Alta	Alta	Baja
Evaluación	Fortaleza	Debilidad	Debilidad	Fortaleza
Requerimiento de equipo especializado	Media	Alta	Alta	Media
Evaluación	Fortaleza	Debilidad	Debilidad	Fortaleza
Relativo al Costo				
Requerimiento de mano obra	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Evaluación	Fortaleza	Fortaleza	Fortaleza	Fortaleza
Relativo a la Pieza				
Estabilidad a lo largo del tiempo	Media	Alta	Media	Baja
	Debilidad	Fortaleza	Debilidad	Debilidad

Análisis

Oportunidades y Amenazas

Caja y Espiga

Para una empresa mediana con perspectivas de crecimiento, es de suma importancia incorporar métodos estandarizados para producir fijaciones estándar. En sí el método es bueno si se aseguran que la fabricación de las cajas y espigas, sean ajustadas para que la cola logre hacer su trabajo bien. En el proceso, la fabricación de la caja es lo más sencillo, pero los ajustes de la espiga pueden dar inconvenientes si el resto del proceso no tiene buenas tolerancias y exactitud.

Cola de Milano

La gran ventaja es su renombre por la durabilidad de la unión, su gran amenaza son los tiempos de fabricación cuando la producción se dispara a escala. En equilibrio podría lograr una diferenciación total de imagen de la empresa ya que este método de fijación es ampliamente conocido mundialmente.

Tarugos

La gran ventaja es que es más fácil hacer un agujero que una caja y espiga. El agujero será perfecto en cuanto a medidas así como el diámetro de los tarugos. De esta manera se reducen los problemas de ajustes, pero es imprescindible que se hagan con perforadores múltiples autocentrables. Las perforadoras y los operarios harán la diferencia.

Moldura Pasada

Este es un método autocentrable, pero muy deficiente si no se complementa con otro método. La fijación de piezas en cabeza sola es muy débil. Hay que pensar en realizar este método complementariamente.

Figura 13

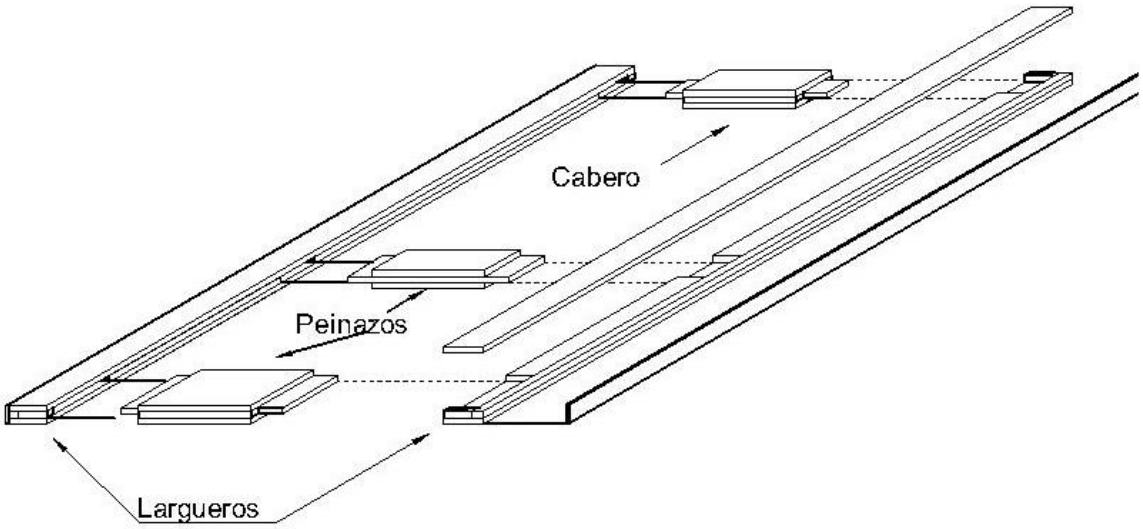


Figura 14

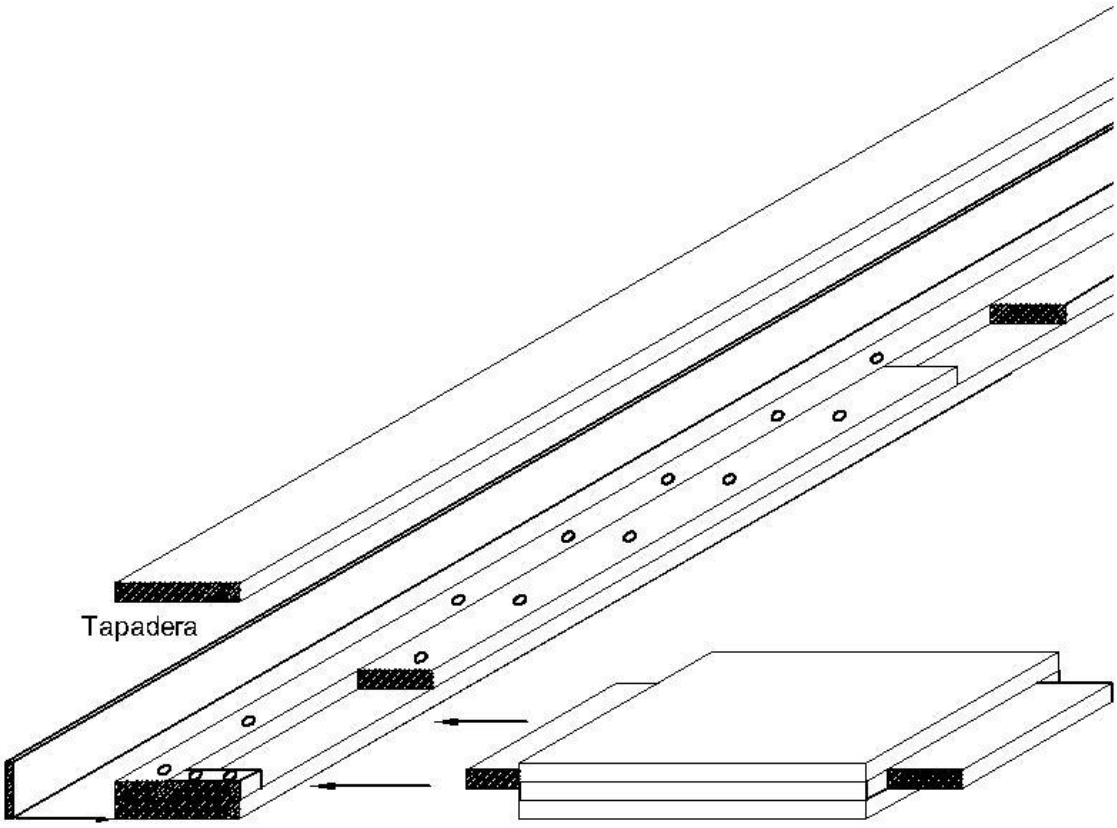
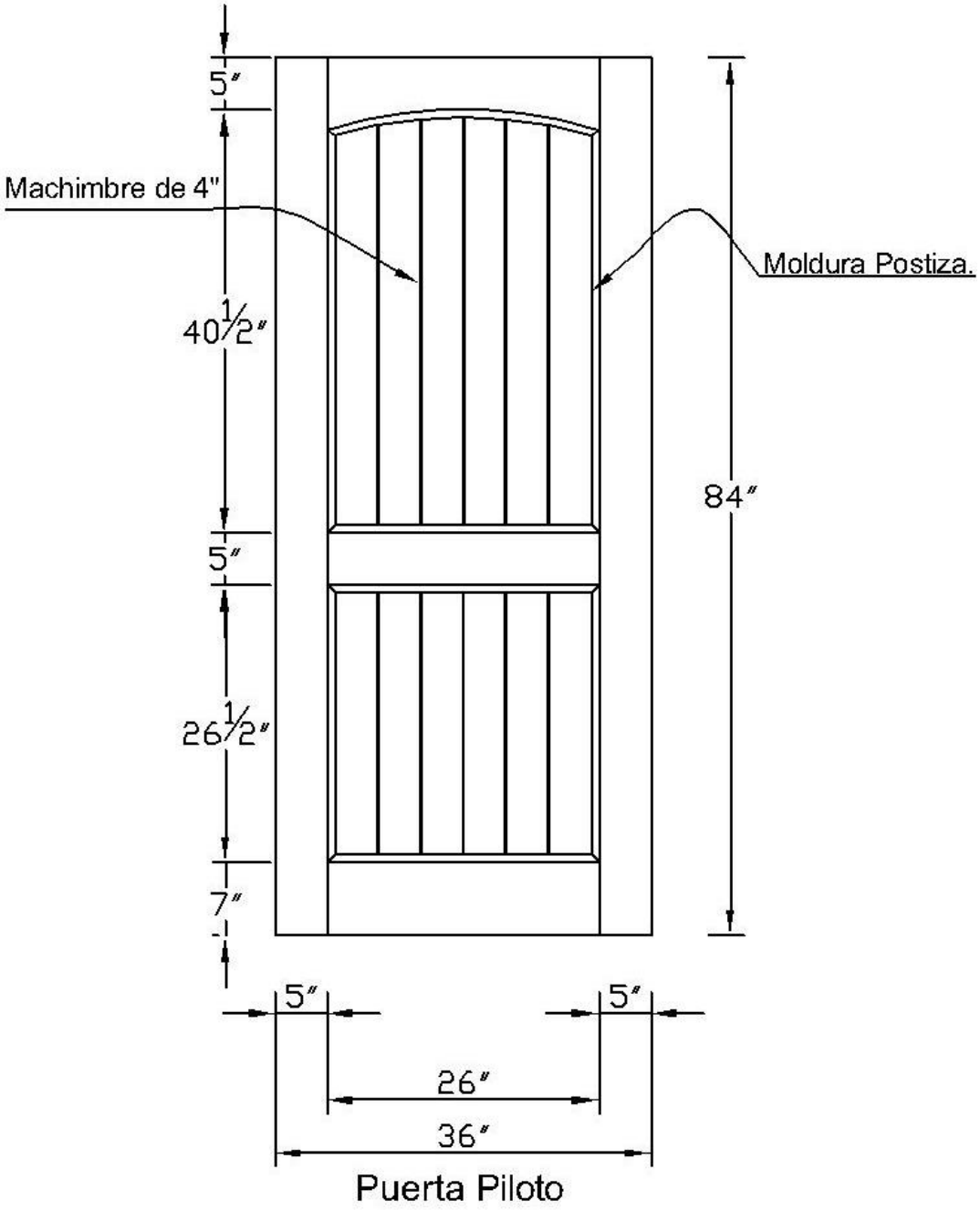


Figura 15



Puerta Piloto

Figura 16

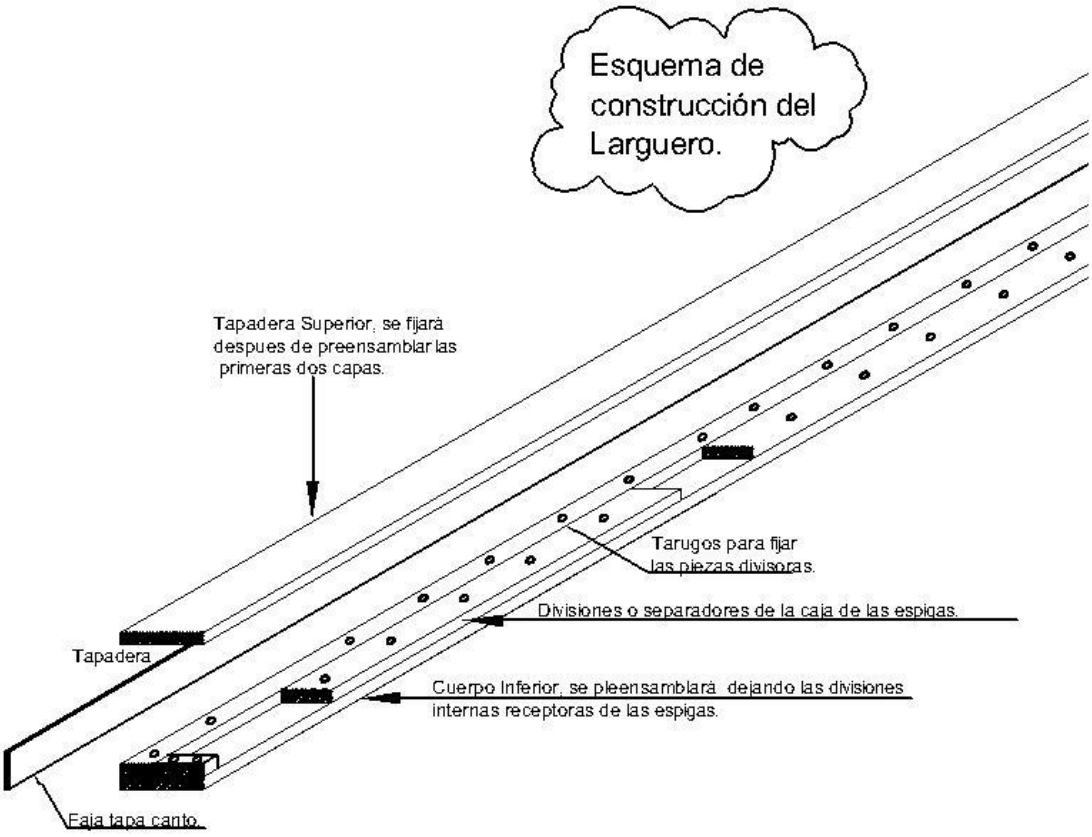

Esquema de construcción del Larguero.
Tapadera Superior, se fijará despues de preensamblar las primeras dos capas.
Tarugos para fijar las piezas divisoras.
Divisiones o separadores de la caja de las espigas.
Tapadera
Cuerpo Inferior, se pleensamblará dejando las divisiones internas receptoras de las espigas.
Faja tapa canto.

Figura 17

Esta tres capas se preensamblan, antes de ensamblarse a los largueros.

Figura 18

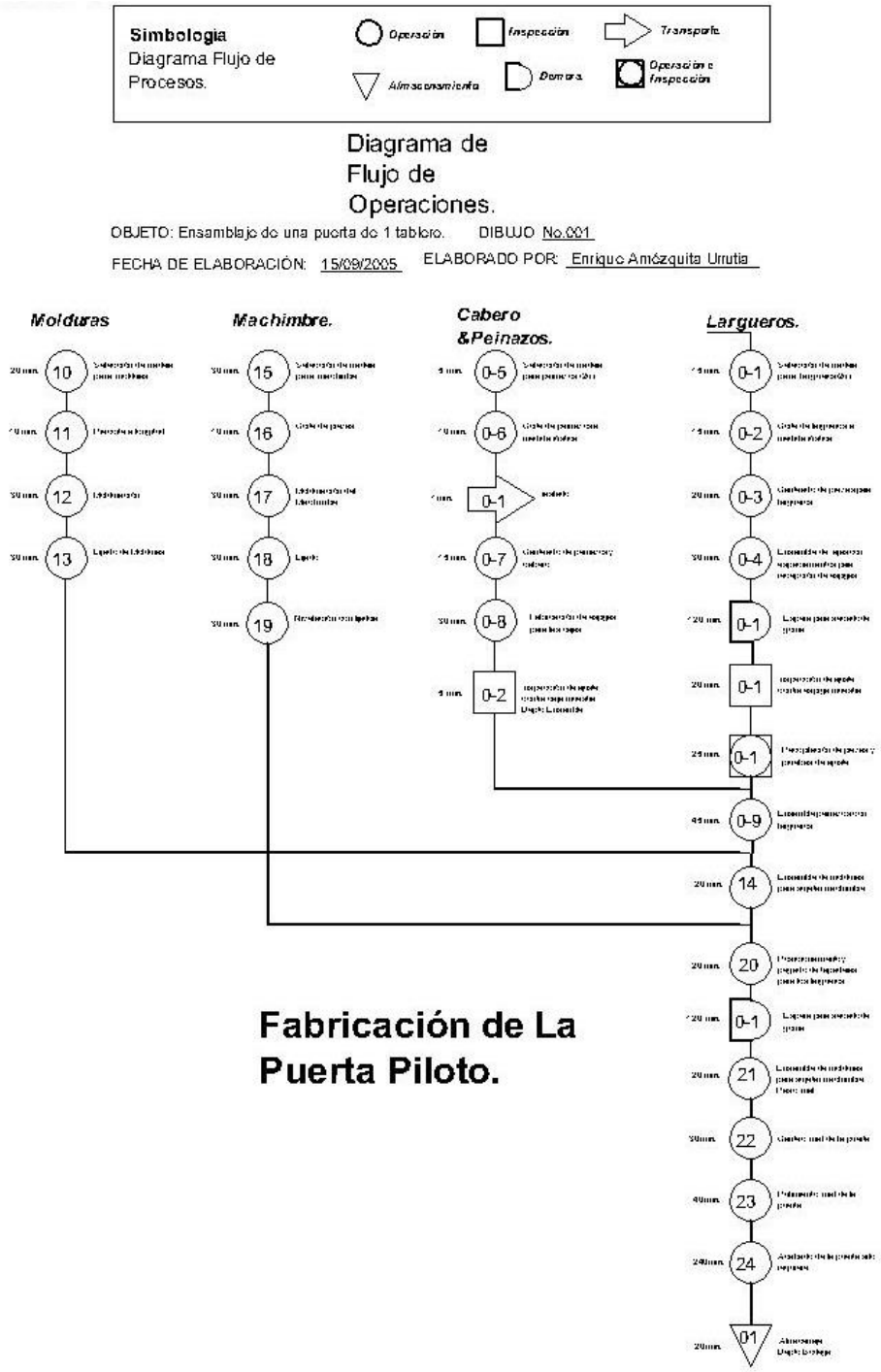

Simbología
Diagrama Flujo de Procesos.
Operación
Inspección
Transporte
Almacenamiento
Demora
Operación e Inspección
Diagrama de Flujo de Operaciones.
OBJETO: Ensamblaje de una puerta de 1 tablero. DIBUJO No.001
FECHA DE ELABORACIÓN: 15/09/2005 ELABORADO POR: Enrique Amézquita Urrutia
Molduras
Machimbre.
Cabero &Peinazos.
Largueros.
10
11
12
13
15
16
17
18
19
0-5
0-6
0-1
0-7
0-8
0-2
0-1
0-2
0-3
0-4
0-1
0-1
0-1
0-9
14
20
0-1
21
22
23
24
01
Fabricación de La Puerta Piloto.

Figura 19

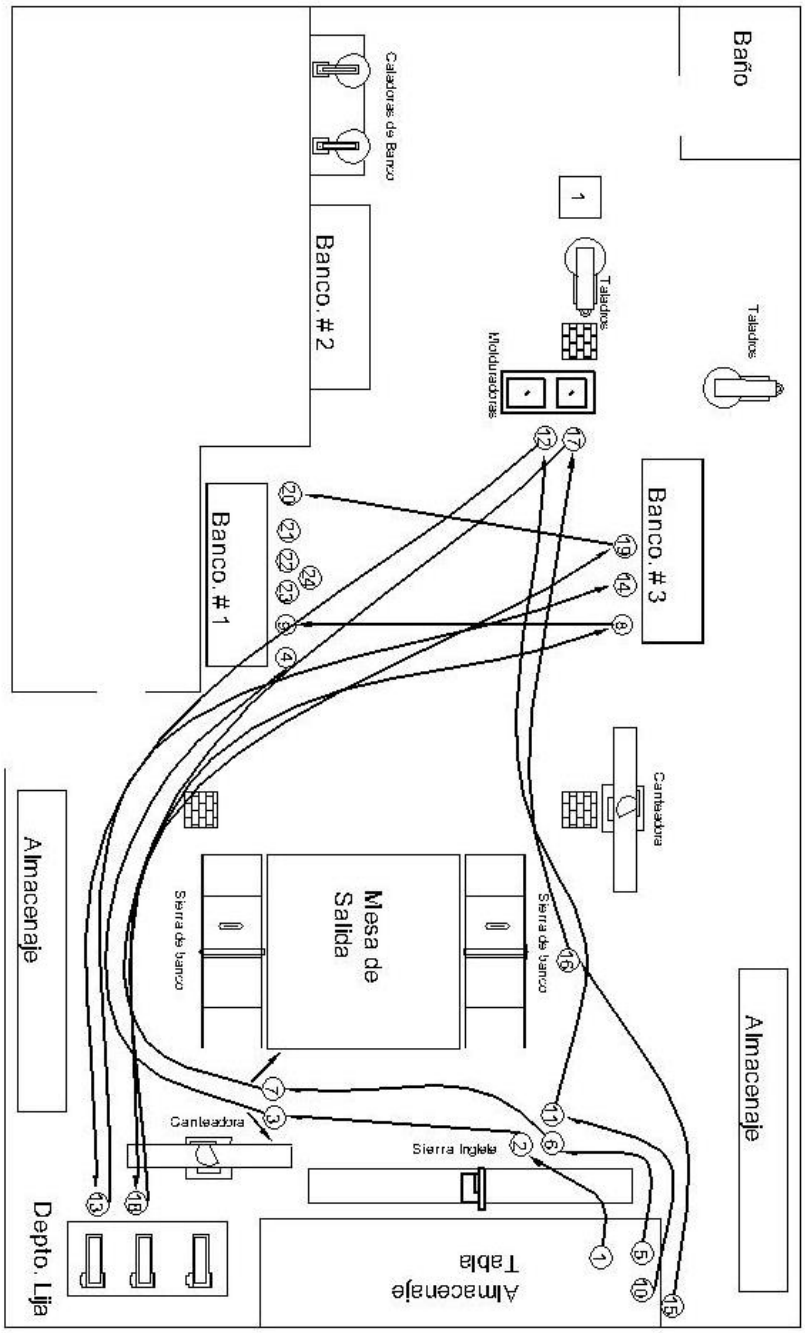


Diagrama de Recorrido.

Figura 20

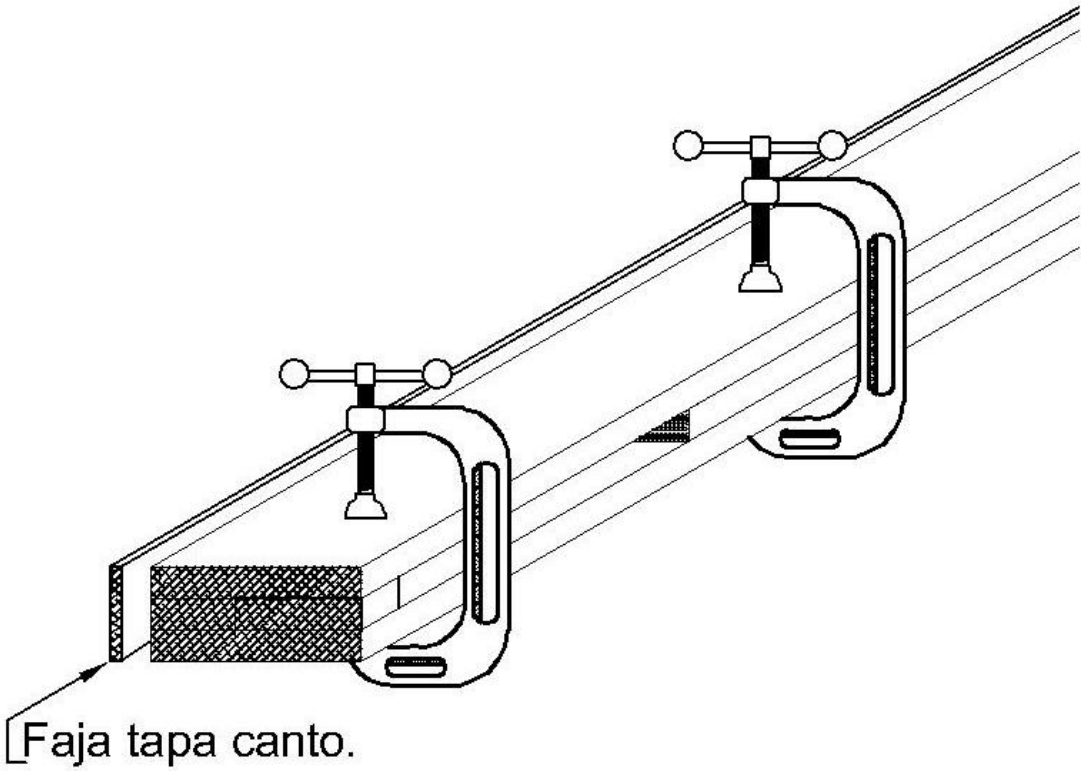


Figura 21. Secuencia fotográfico

Precorte inicial de las piezas en longitud

Enderezado del canto de las piezas

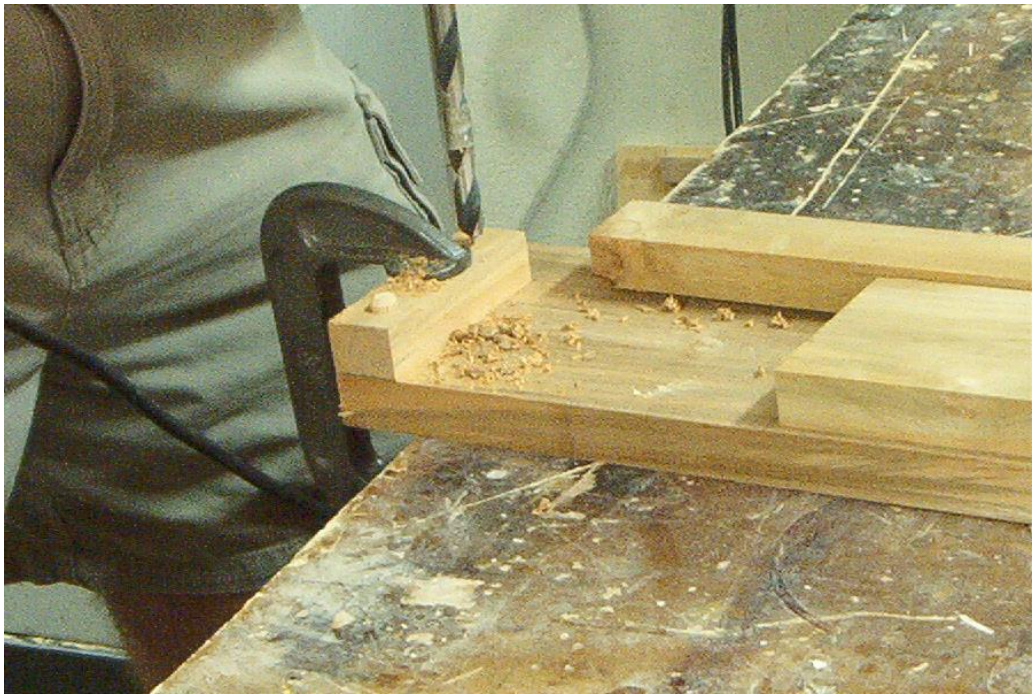
Corte de puntas para dimensionar la pieza a su medida final

Cortando la pieza al ancho final

Muestra preliminar

Prebarrenado de terugos

Insertando tarugos para el ensayo previo a engomar



Aplicación de cola y colocación de tarugos

Comprimiendo las piezas con prensas

Vista del larguero secando en su primera fase, previo a colocar la tapadera

Engomado de la tapadera superior

Colocando tapadera en su lugar

Compresión de la tapadera con prensas

Vista global del larguero pegándose con prensas

Iniciando ensamble de los peinazos

Perforación de tarugos para alinear piezas

Engomando la primera fase del peinazo

Ensamble del peinazo

Colocando los tarugos

Ensamble del peinazo Engomado para colocar tapadera

Ensamble del peinazo colocando tapadera

Ensamble del peinazo. Proceso de prensado

Ensamble del peinazo proceso de prensado

Ensamble cabero

Corte del cabero

Vista del cabero con sus piezas ya cortadas

Perforación de tarugos

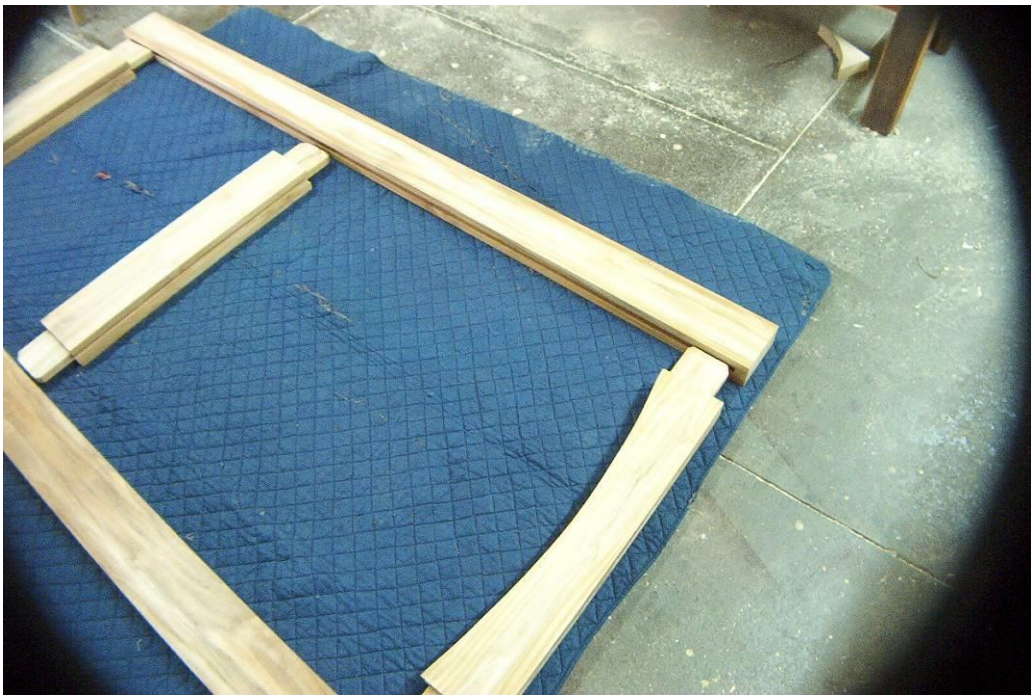
Ensamble de tarugos

Ensamble cabero colocación de tapadera

Vista global explosiva de todas las piezas armadoras de la puerta

Vista del concepto “Caja y Espiga”

Vista Global



Preensayo ensamble final Ensayo

Todas las cajas y espigas deben de acoplarse ajustadamente

Ensamble 2do,larguero

Vista global sin tableros

Se trabaja en equipo para facilitar el ensamble

Ensayo global antes del ensamble definitivo

Ensamble final

Vista puerta instalada