

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ
DEPARTAMENTO DE METAL-MECÁNICA
INFORME TÉCNICO DE RESIDENCIA PROFESIONAL.

PROYECTO:

DISEÑO Y DESARROLLO DE LA LINEA DE ENSAMBLE PARA EL PROYECTO
LATAM.

PRESENTA:

MAURICIO ALBERTO AQUINO OCAÑA

CARRERA:

INGENIERÍA MECÁNICA

ASESOR INTERNO:

ING. HERNAN VALENCIA SANCHEZ

ASESOR EXTERNO:

BLANCA MARGARITA CASTAÑÓN ALFARO

PERIODO:

AGOSTO - DICIEMBRE 2016

SANTIAGO DE QUERETARO, QUERETARO, 09 DE ENERO 2017.

INDICE.

Índices de tablas.....	7
CAPTULO 1.....	8
1.1 Introduccion.....	9
1.2 Planteamiento del problema.....	10
1.3 Objetivo generales y específicos.....	11
1.3.1 Objetivo general.....	11
1.3.2 Objetivos específicos:.....	12
1.4 Justificación.....	12
1.5 Estado del arte.....	13
1.5.1 Breve historia de las líneas de ensamble.....	13
1.5.2 El proceso cambia.....	14
1.5.3 Líneas de ensamble.....	16
1.5.4 Línea del tiempo.....	18
CAPTULO 2.....	19
2.1 Marco teórico.....	20
2.1.1 Informe general de la empresa.....	20
2.1.2 Estructura de la empresa.....	21
2.1.3 Principales clientes.....	21
2.1.4 Misión.....	22
2.1.5 Visión.....	22
2.1.6Valores.....	22
2.2 Política de calidad.....	22
2.3 Campo de desarrollo nacional.....	23
2.4 Descripción del producto.....	23
1.4.1 Parrilla Medium shelf FF ASM.....	24
1.4.2 Características de ensamble.....	24
1.4.3 Parrilla Complete shelf FF ASM.....	25
1.4.4 Características de ensamble.....	25
1.4.5 Parrilla Cover shelf FF ASM.....	26

1.4.6 Características de ensamble.....	26
2.4.1 Parrilas físicas del proyecto latam.....	27
CAPTULO 3.....	28
3.1 Dessarrollo.....	29
3.2 Introducción al tema a desarrollar.....	29
3.2.1 Dimensiones de los vidrios templados (espesor, largo y ancho).....	29
3.3.1 Planos de cristales cover shielf ff.....	30
3.3.2 Planos de cristal complete glass ff.....	32
3.3.3 Planos del cristsl medium shelf ff asm.....	34
3.3.3 Logo de serigrafiado.....	36
3.4 Planos de perfiles bottom frezer.....	37
3.4.1 Perfiles para parrila complete glass ff.....	37
3.4.2 Perfiles para parrilla cover shelf glass.....	39
3.4.3 Plano del perfil trim back remate frontal.....	40
3.4.4 Perfiles para parrilla medium glass ff.....	41
3.4.5 Planos del perfin posterior del cristal medium shelf.....	42
3.5 Material de los perfiles.....	43
3.6 Planos de ensamble bottom freezer.....	47
3.6.1 Plano de ensamble complete shelf FF ASM.....	47
3.6.2 Plano de ensamble cover shelf ff asm.....	48
3.6.3 Plano de ensamble cover shelf ff asm.....	49
3.7 Diseño de los marcos para las parrillas de vidrio templado (CAD).....	50
3.8 Dimensiones del lugar donde se establecerá la línea de ensamble.....	51
3.9 Desarrollo del diseño.....	52
3.9.1 Estructura.....	53
3.9.2 Fixture y base de cristales.....	54
3.9.3 Inicio de ensamble.....	56
3.9.4 Mecanismos.....	57
3.9.5 Maquinados del proyecto.....	58
3.9.6 Ensamblados de maquinados.....	59

3.9.7 Estructuras de base de virolas	60
3.9.8 Diseño de virolas	61
3.9.10 Mecanismos y catarinas.....	63
3.9.11 Motor 0.5 hp.....	64
3.9.12 Diseño de Proyecto y tiempos de ensamble.	66
3.9.13 Construcción del mecanismo prototipo	67
3.9.14 Prototipo terminado y aprobado	69
3.9.15 Construcción de la línea de ensamble.	70
3.9.16 Maquinados del diseño.	72
3.9.17 Máquina de ensamble latam finalizada.	76
3.9.18 Diseño de máquina y maquina física.....	77
3.10 Norma de empaque	78
CAPÍTULO 4.....	81
4.1 Pruebas de planicidad y dimensionales a vidrios templados	82
4.2 Prueba de impacto	84
4.3 Prueba de choque térmico.	86
4.4 Análisis de resultado	87
4.4.1 Resultados obtenidos.....	87
CAPÍTULO 5.....	88
5.1 Conclusión	89
5.2 Anexos	90
5.3 Referencia.....	103

INDICE DE FIGURAS

Fig. 1 Medium shelf FF ASM.....	11
Fig. 2 Complete shelf FF ASM.	11
Fig. 3 Cover shelf FF ASM.	11
Fig. 4 Ensamble del producto Medium shelf FF ASM.....	24
Fig. 5 Ensamble del producto Complete Shelf FF ASM.....	25
Fig. 6 Ensamble del producto Cover Shelf FF ASM.	26
Fig. 7 Parrilla complete shelf FF ASM ensamblada a mano.	27
Fig. 8 Parrilla Cover shelf FF ASM ensamblada a mano.	27
Fig. 9 Parrilla Medium shelf FF ASM ensamblada a mano.	27
Fig. 10 Planos de Seri grafiado Cover shelf FF ASM	30
Fig. 11 Dimensiones de cristal templado Cover shelf FF.....	31
Fig. 12 Planos de cristal templado complete shelf FF ASM.....	32
Fig. 13 Planos de Seri grafiado Cover shelf FF ASM	33
Fig. 14 Planos de Seri grafiado Medium shelf FF ASM	34
Fig. 15 Planos de cristal templado Médium FF ASM.....	34
Fig. 16 Plano de Seri grafiado.....	35
Fig. 17 Modelo de Seri grafiado para cristales bottom freezer.....	36
Fig. 18 Planos del perfil Trim front remate frontal (perfil frontal.) Ensamble Complete glass.	37
Fig. 19 Planos del perfil Trim back remate posterior (perfil trasero). Ensamble Complete glass.	38
Fig. 20 Planos del perfil Trim front remate frontal (perfil frontal.) Ensamble Cover shelf glass.....	39
Fig. 21 Planos del perfil Trim shelf back remate frontal (perfil posterior.) Ensamble Cover shelf glass.	40
Fig. 22 Planos del perfil Trim front remate frontal (perfil frontal.) Ensamble Medium glass.	41
Fig. 23 Planos DEL PERFIL Trim back remate posterior (perfil trasero). Ensamble Medium glass.....	42
Fig. 24 Perfiles de parrilla bottom freezer.....	46
Fig. 25 Planos de ensamble parrilla Cover shelf FF ASM.	47
Fig. 26 Planos de ensamble parrilla Complete shelf FF ASM.....	48
Fig. 27 Planos de ensamble parrilla Medium shelf FF ASM	49
Fig. 28 diseño de parrilla en el programa Solid Works. (Perfil frontal)	50
Fig. 29 diseño de parrilla en el programa Solid Works. (Perfil posterior)	50
Fig. 30 diseño de parrilla en el programa Solid Works. (Perfil posterior)	50
Fig. 31 Lay out de la ubicación para la línea de ensamble latam.	51
Fig. 32 Línea de ensamble proyecto latam bottom freezer.....	51
Fig. 33 diseño del proyecto de ensamble latam.	52
Fig. 34 estructura metálica de la mesa de ensamble hecha de PTR DE 1 ½ IN... 53	
Fig. 35 Fixture	54
Fig. 36 Soporte de vidrios nylamid negro.	54

Fig. 37 Simulación del centrador	55
Fig. 38 Diseño del Centrador de vidrio.	55
Fig. 39 posición inicial para ensamblar el cristal.....	56
Fig. 40 mecanismo motriz	57
Fig. 41 diseño del transporte del cristal.....	58
Fig. 42 Vista explosionada del Sub ensamble del proyecto latam, maquinado en Glasser S.A. DE C.V.	59
Fig. 43 Fin de carrera de la base móvil	59
Fig. 44 base de virolas ensambladoras.....	60
Fig. 45 vista explosionada del sub ensamble de la base de virolas.....	60
Fig. 46 Diseño de virolas de ensamble para el perfil trasero con alas y tipo c.....	61
Fig. 47 vista frontal de virola trasera	61
Fig. 48 diseño de virola para perfil frontal.....	62
Fig. 49 vista frontal de virola de ensamble para perfil frontal.....	62
Fig. 50 Mecanismo de movimiento.....	63
Fig. 51 vista frontal del mecanismo conducido y sensor que detecta el fin de carrera para detener la base móvil.....	63
Fig. 52 Motor de A.C. 0.5 hp	64
Fig. 53 Mecanismo completo del proyecto, fase inicial de carrera.....	65
Fig. 54 Fig. 49 Mecanismo completo del proyecto, fase final de carrera	65
Fig. 55 diseño de maquina bottom freezer latam.....	66
Fig. 56 diseño de maquina bottom freezer latam.....	66
Fig. 57 Diseño de maquina bottom freezer latam.	66
Fig. 58 Mesa de ensamble prototipo.	67
Fig. 59 Mecanismo prototipo con virolas de ensamble	68
Fig. 60 colocando motor de 0.5 hp	68
Fig. 61 Mecanismo prototipo finalizado y virolas maquinadas en Glasser.	69
Fig. 62 mesa de ensamble de acuerdo al diseño preestablecido.	70
Fig. 63 soporte para tochos de la barra Thomson	70
Fig. 64 estructura de PTR	71
Fig. 65 base del cristal y soporte de barras Thomson.	72
Fig. 66 Colocación de soporte de lámpara, chumaceras y base móvil del vidrio ..	72
Fig. 67 Colocación de cadenas.	73
Fig. 68 montaje placa y sensor de proximidad.	73
Fig. 69 Montaje de motor y catarinas motrices.	74
Fig. 70 Montajes del centrador de vidrios y virolas.....	74
Fig. 71 Gabinete de control del variador de velocidad para el motor.....	75
Fig. 72 montaje gabinete, conexión del motor, botones de adelante y retroceso de la base móvil y sensores.....	75
Fig. 73 línea de ensamble del proyecto latam.	76
Fig. 74 proyecto latam (diseño).....	77
Fig. 75 Construcción de la línea de ensamble.....	77
Fig. 76 norma de empaque cover shelf FF ASM	78

Fig. 77 Norma de empaque Medium shelf FF ASM.....	79
Fig. 78 Norma de empaque de complete shelf FF ASM.....	80
Fig. 79 Mesa plana para medir planicidad.....	83
Fig. 80 Reloj palpador de planicidad electronico.	83
Fig. 81 centrador de vidrio.....	84
Fig. 82 Prueba de choque.....	85
Fig. 83 vidrio defectuoso.	85
Fig. 84 mini horno eléctrico temperatura de 230 c°	86
Fig. 85 fragmentos de un cristal defectuoso.....	87
Fig. 86 estructura de PTR.....	91
Fig. 87 estructura exagerando deformación.....	91
Fig. 88 deformación real de la simulación.....	92
Fig. 89 Resultado de la deformación.....	92
Fig. 90 Base de vidrio móvil.	93
Fig. 91 Determinando masa y gravedad.....	93
Fig. 92 Deformación exagerada del cálculo.....	94
Fig. 93 Deformación real.....	94
Fig. 94 Resultado final.	94
Fig. 95 Dinamómetro instrumento para medir fuerzas.....	95
Fig. 96 prueba de dinamómetro.....	95
Fig. 97 Tabla de selección de cadena.....	98
Fig. 98 Cadenas largas.....	99
Fig. 99 cadena motriz y conducida.....	100
Fig. 100 Longitud de cadenas.....	100

Índices de tablas.

Tabla 1 Propiedades cualitativas.....	45
Tabla 2 Propiedades cuantitativa.....	46
tabla 3 Tabla de voltaje y corriente del motor de 0.5 hp.....	64
Tabla 4. Dimensionales de Medium shelf FF ASM.....	82
Tabla 5. Dimensionales de Complete shelf FF ASM.....	82
Tabla 6 Dimensionales de Cover shelf FF ASM.....	82



CAPTULO I

1.1 INTRODUCCION.

Glasser S.A de C.V. Es una empresa moderna dedicada al procesamiento de vidrio templado. Enfoca sus esfuerzos en la fabricación de Vidrio templado para parrillas de refrigerador.

- Vidrio templado para tapa legumbreira. Con alto valor agregado para abastecer el mercado de electrodomésticos a nivel nacional e internacional.
- Vidrio templado interno para puerta de horno.

En este proyecto de la diseño de una línea de ensamble, Se realiza la descripción de los lineamientos para el diseño e instalación, investigando las normas, que rigen este tipo de procesos y centrándose en dichas normas. La carencia de la tecnología, crea la necesidad de implementar nuevas máquinas y buscar alternativas que ayuden a disminuir el tiempo que se emplea en armar manualmente las parrillas de vidrio. Para lo cual se propone diseñar y construir una máquina prototipo que acorte el tiempo de ensamble.

El proyecto consiste en el diseño y construcción de una máquina prototipo que ayude a disminuir el tiempo, las herramientas y la mano de obra dentro del proceso de ensamble de los tres tipos de parrillas para bottom freezer.

Por medio de investigaciones bibliográficas y de campo se conocieron los diferentes métodos que se empleaban para llevar a cabo el procedimiento de ensamble. **El trabajo se ha estructurado en los siguientes capítulos.**

CAPITULO 1: Describe la situación problemática, desarrollando un planteamiento del contexto donde se desarrolló la investigación, así como los objetivos trazados, tanto generales como específicos, la justificación y el alcance.

CAPITULO 2: Integrado por el marco teórico, describe inicialmente los antecedentes de la investigación, así como las bases teóricas sobre las que sustente el estudio y las variables con sus respectivas operaciones.

CAPITULO 3: Se desarrolló el marco metodológico, indicando la naturaleza de las investigaciones, el diseño de la misma, así como las técnicas de recolección de datos y técnicas de interpretación recolectada.

CAPITULO 4: Describe el análisis e interpretación de los resultados.

CAPÍTULO 5: conclusión anexos y referencia.

1.2 Planteamiento del problema.

El cliente Mabe Quantum pertenece al sector industrial de línea blanca. Mabe es una empresa multinacional que diseña, produce y distribuye electrodomésticos a más de 70 países alrededor del mundo

El cliente MABE QUANTUM solicitó a la empresa realizar el proyecto de nuevas parrillas de refrigeradores, el llamado bottom freezer.

Los productos que se manejarán son tres tipos de ensamble con diferentes dimensiones de vidrios y perfiles:

- Medium shelf FF ASM.
- Cover shelf FF ASM.
- Complete shelf FF AS

El problema surge porque estas parrillas se ensamblaban a mano y la producción es muy lenta y la calidad no es la deseada y con esto surge la idea del proyecto de la línea de ensamble del proyecto latam, el cual consiste en un dispositivo que ensamble las tres tipos de parrillas diferentes y los 3 perfiles diferentes mejorando la producción y calidad.

Las características principales del producto: 3 tipos de perfiles, para 3 tipos de vidrios

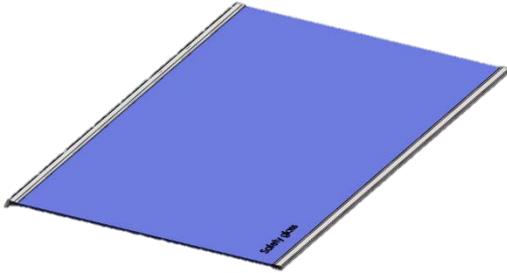


Fig. 2 Complete shelf FF ASM.

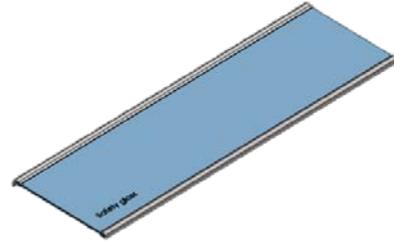


Fig. 1 Medium shelf FF ASM

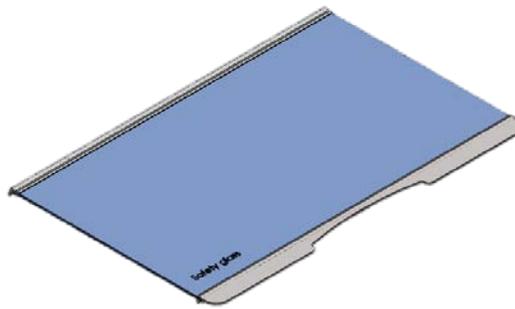


Fig. 3 Cover shelf FF ASM.

1.3 OBJETIVO GENERALES Y ESPECÍFICOS.

1.3.1 Objetivo general

- Diseñar y desarrollar una línea de ensamble que permita ensamblar tres tipos de parrillas diferentes en una sola máquina y que cumpla con las normas de calidad y especificaciones del cliente.

1.3.2 Objetivos específicos:

- Diseñar la línea de ensamble mediante el programa solid Works.
- Determinar que la línea de ensamble pueda ensamblar tres números de parte diferente.
- No dañar los perfiles al momento de ensamblar las parrillas.
- Mejor ergonomía para el operario.
- Seguridad del operario al operar la máquina.
- Mejorar la Calidad
- Maximizar tiempo de la producción en un 90 %

1.4 Justificación

Para este proyecto vamos a utilizar un cristal de 3 mm de espesor, con 3 dimensiones diferentes y tres perfiles con formas diferentes, la cual buscamos como ensamblar los perfiles al cristal sin dañar o rayar los cristales y perfiles en una sola línea de ensamble, teniendo una producción más rápida, una mejor ergonomía y seguridad para el operador, asegurar la calidad del producto sin dañar las parrillas ya que contiene un acabado especial en las partes frontales de cada perfil, para eso necesitamos diseñar y construir una mesa de ensamble para las nuevas parrillas de bottom freezer ya ensamblado los perfiles se harán pruebas de impacto, planificidad y choque térmico.

1.5 ESTADO DEL ARTE

1.6.1 Breve historia de las líneas de ensamble.

El diseñador no es ingeniero. Su proceso de trabajo es menos científico y más intuitivo. En ello, precisamente, reside gran parte de su éxito. Se mueve entre lo humanístico y lo tecnológico, lo artístico y lo técnico, la sociología y el marketing. El diseño es una actividad multidisciplinar y el diseñador un generalista que maneja conocimientos de muchas áreas muy distintas. Su trabajo, y por tanto los resultados del mismo, está influido por su cultura, su creatividad, las tendencias estéticas y, por qué no, las ideológicas. Este conglomerado de factores, que influyen en el trabajo de diseño, es consecuencia de las circunstancias en que se originó esta disciplina. Por eso es necesario, si se quiere entender qué y cómo son los diseñadores y qué y cómo es el diseño, empezar por un breve recorrido histórico de esta disciplina y los avatares que la han llevado a lo que hoy es.

Después de la Revolución Industrial muchos productos manufacturados fueron hechos de manera individual a mano. Un artesano o grupo de artesanos podían crear cada parte de un producto. Usaban sus habilidades y herramientas como pulidoras y cuchillos para crear partes individuales. Posteriormente ensamblarían cada una de estas partes para generar el producto final, realizando cambios de prueba y error a las partes hasta que quedaran bien y se pudieran ensamblar (producción artesanal).

La división del trabajo fue practicada en China en donde el Estado generó monopolios de producción en masa para implementos metálicos en la agricultura, porcelana, armaduras y armas antes de que aparecieran en Europa en la víspera de la Revolución Industrial.² Adam Smith discutió de manera extensa la división del trabajo en la manufactura de alfileres en su libro *La Riqueza de las Naciones* (publicado en 1776).

El Arsenal de Venecia, contando con hasta 1104, operó de manera similar a una línea de producción. Las embarcaciones eran trasladadas cuesta abajo por un canal y eran trabajados por los diferentes talleres por los que pasaban. En la cumbre de su eficiencia cerca del siglo XVI, el Arsenal de Venecia emplearon 16,000 personas que podían aparentemente producir casi una embarcación por día y podían equipar, armar y provisionar una cocina completamente nueva con partes estandarizadas en una base de línea de ensamble. Aunque el Arsenal de Venecia duró hasta los comienzos de la Revolución Industrial, los métodos de producción en línea no fueron comunes para entonces.

1.5.2 El proceso cambia

Las tres características del proceso artesanal de producción de objetos desaparecen. Frente a la realización individualizada de cada pieza aparece la producción en serie y con ella, la homogeneización y el concepto del "estándar". La relación directa del artesano con el objeto ya no existe, ahora la intermediación de una máquina cada vez más rápida y compleja impide que el objeto pueda ser variado o modificado durante su fabricación. Estos dos cambios obligan a que el objeto esté perfectamente definido antes de entrar en producción. Es decir, a que haya un proyecto previo. Y con él se produce el suficiente distanciamiento entre la idea y su materialización como para poder cuestionar el porqué del objeto, de sus características, de su utilidad o de su belleza. Y así lo que nunca había sido cuestionado, porque formaba parte de un proceso "inconsciente de sí mismo", pasa a ser sistemáticamente analizado, puesto en duda y, finalmente, tomado como base de todo proyecto. Ha nacido el diseño, es decir la disciplina proyectual cuyo fin es definir las características formales y estructurales de un objeto producido industrialmente.

Todo esto, evidentemente, no sucedió de la noche a la mañana. Más de 150 años fueron necesarios para encontrarnos, desde los inicios de la Revolución Industrial, con la que ha sido común mente aceptada como primera relación entre diseñador y

empresa. Es la que en 1907 iniciaron el arquitecto alemán Peter Behrens y AEG. El mismo año en que se fundó la Deutscher Werkbund con el objetivo de promover la colaboración entre artistas e industrias. Pero antes de esto, ocurrieron muchas cosas que es necesario recordar para entender qué es el diseño o, al menos, cómo es hoy en día.

La llegada de estos nuevos modos de producción y el consiguiente cambio en los procesos de creación de los objetos dio lugar a la aparición de un problema nuevo: ¿qué formas debían tener estos objetos producidos con técnicas y procesos tan distintos a los artesanales?

Durante un período inicial las industrias imitaban las formas artesanales que les habían precedido, sin considerar que las nuevas técnicas podían requerir otras soluciones. Las formas simples y geométricas impuestas por las nuevas tecnologías eran consideradas de mal gusto y disfrazadas bajo recargadas carcasas de estilo o bajo una profusión de ornamentos superficiales. Los objetos así producidos manifestaban un anacronismo formal y una incoherencia estructural que fueron denunciadas por intelectuales, arquitectos y artistas de la época, preocupados por la pérdida del buen gusto tradicional. Entre ellos destacaron especialmente Pugin, Morris y Ruskin quienes, dentro de la corriente del socialismo utópico, abogaban por la vuelta a la vida rural, frente al desarrollo caótico de las ciudades, y por el rechazo a la máquina como causante de todos los males sociales y de la regresión ética y estética.

Su resistencia fracasó, pero paradójicamente fueron los primeros en poner las bases de lo que sería el movimiento moderno, al defender la sencillez de las formas y su adecuación a la función que han de cumplir, poniendo como modelo las formas de la naturaleza.

"Lo útil es bello", "la forma sigue a la función" y "menos es más" son las tres sentencias que definen y resumen la esencia del movimiento moderno, tanto en arquitectura como en diseño. El racionalismo y el funcionalismo acabaron

definitivamente con el ornamento y se constituyeron como doctrina de un diseño que debía ser la base del progreso, de un mundo mejor y de un universo de objetos útiles y bellos al alcance de todo el mundo.

Esta nueva utopía generó la época dorada del diseño, con la Bauhaus como referente más señalado, e invistió a la profesión de un aura casi mesiánica y de una responsabilidad frente a la cultura, al progreso y a la sociedad que todavía hoy perdura y que conviene analizar.

1.5.3 Línea de ensamble

Después de la Revolución Industrial muchos productos manufacturados fueron hechos de manera individual a mano. Un artesano o grupo de artesanos podían crear cada parte de un producto. Usaban sus habilidades y herramientas como pulidoras y cuchillos para crear partes individuales. Posteriormente ensamblarían cada una de estas partes para generar el producto final, realizando cambios de prueba y error a las partes hasta que quedaran bien y se pudieran ensamblar (producción artesanal).

La división del trabajo fue practicada en China en donde el Estado generó monopolios de producción en masa para implementos metálicos en la agricultura, porcelana, armaduras y armas antes de que aparecieran en Europa en la víspera de la Revolución Industrial.² Adam Smith discutió de manera extensa la división del trabajo en la manufactura de alfileres en su libro *La Riqueza de las Naciones* (publicado en 1776).

Las líneas de ensamble están diseñadas para una organización secuencial de trabajadores, herramientas o máquinas y partes. El movimiento de los trabajadores es minimizado lo más posible. Todas las partes o ensambles son manejados por transportadoras o vehículos como carretillas elevadores o gravedad, la cual no tiene la necesidad de utilizar un transporte manual. El levantamiento de carga pesada es realizado por máquinas como grúas elevador o carretillas elevadoras. Normalmente cada trabajador realiza una simple operación.

De acuerdo con Henry Ford:

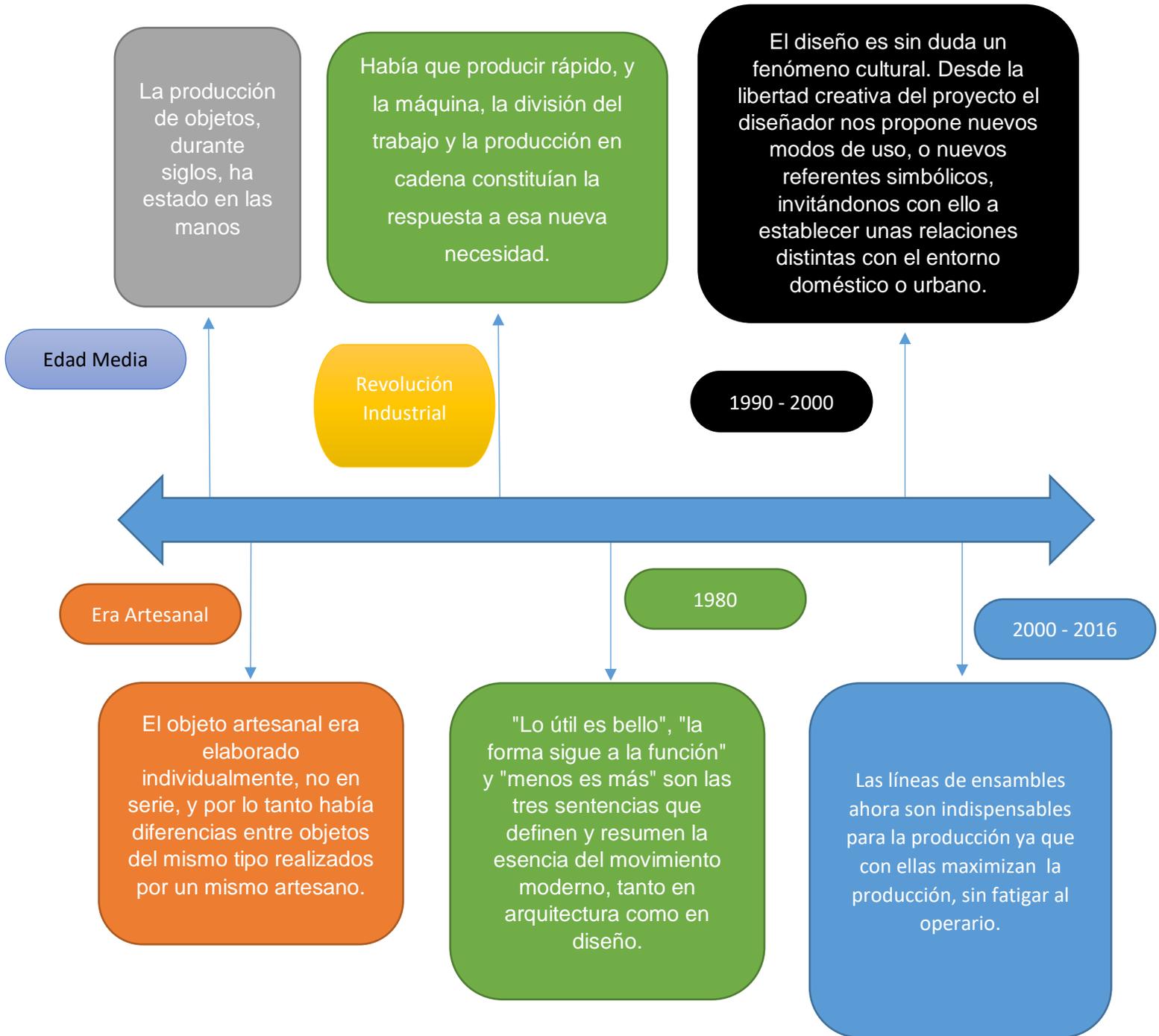
Los principios del ensamblaje son los siguientes:

- ✓ Ubicar las herramientas y a los hombres en la secuencia de la operación para que el componente de cada parte pueda ser trasladado la menor distancia posible mientras se está en el proceso de terminado.
- ✓ Utilice láminas transportadoras u otra forma de transporte para que cuando un operador complete la operación coloque la pieza o parte siempre en el mismo lugar—este lugar debe ser siempre el más conveniente para su comodidad—y de ser posible tener a la gravedad desplazando la pieza o parte al siguiente operador.
- ✓ Utilice líneas de ensamble transportadoras que permitan que las partes a ser ensambladas sean entregadas a una distancia conveniente.

Una línea de ensamble es un proceso de manufactura (la mayoría del tiempo llamado ensamble progresivo) en donde las partes (comúnmente partes intercambiables) son añadidas conforme el ensamble semi-terminado se mueve de la estación de trabajo a la estación de trabajo en donde las partes son agregadas en secuencia hasta que se produce el ensamble final. Moviendo las partes mecánicamente a la estación de ensamblado y trasladando el ensamble semi-terminado de estación a estación de trabajo, un producto terminado puede ser ensamblado mucho más rápido de ensamblar y con menor trabajo al tener trabajadores que transporten partes a una pieza estacionaria para ensamblar.

Las líneas de ensamble son el método más común para ensamblar piezas complejas tales como automóviles y otros equipos de transporte, bienes electrónicos y electrodomésticos.

1.5.4 LINEA DEL TIEMPO.





CAPTULO II

2.1 Marco teórico.

2.1.1 INFORME GENERAL DE LA EMPRESA

GLASSER S. A. de S. V. es una empresa 100% mexicana procesadora de vidrio templado plano con alto valor agregado, cuentan con tecnología de punta y 82 años de experiencia en el mercado.

La empresa matriz En 1956 inicia operaciones Impulsadora de Patentes, produciendo vidrio decorado para vitrales y otros artículos de decoración. El 7 de Agosto de 1961 cambia su nombre a Vitrocolor e integra a su línea de producción un horno de templado vertical de propia manufactura que permitía templar vidrio plano. Este cambio permitió la participación en el mercado de Electrodomésticos, Iluminación, Recubrimientos, Decorativo, Visores, Productos de consumo, Acuarios.

En 1980 se fundan 5 empresas para competir en el mercado de construcción.

Suma + Cristal:

Vidrio Inastillable

Colocación de vidrio y aluminio en construcción

Parabrisas y Accesorios para autos y camiones

Comercial Suma:

Bodega y Distribución de Vidrio Plano (Mayoreo)

Transportadora de Vidrio Leo:

Servicio de entrega y descarga de Vidrio

Inmobiliaria y Constructora Jero:

Dueña de todos los inmuebles de las otras empresas

Servicios y Consultores TAMBUK:

Empresa dedicada a administrar las otras 4.

El 31 de Julio de 1989 se funda Glasser S.A de C.V. con el firme objetivo de ser la empresa más moderna en lo que a procesamiento de vidrio se refiere. Enfoca sus esfuerzos en la fabricación de vidrio templado plano procesado con alto valor agregado para abastecer el mercado de electrodomésticos a nivel nacional e internacional. En 1994 se fusiona con Vitrocolor y posteriormente en el 2000 absorbe a las demás empresas con el fin de crear una sola empresa sólida.

Hoy en día atendemos diferentes mercados con presencia en México, Estados Unidos, Canadá, Centro y Sudamérica.

2.1.2 Estructura

La planta se divide en 3 áreas.

- Almacén de producto terminado.
- IP: inyección de plástico
- LTV: Línea de temple de vidrio
- Área de mantenimiento
- Área de calidad
- Recursos humanos y capital humano
- Ingeniería de proyectos.

2.1.3 Principales clientes

- MABE TYP
- MABE QUANTUM
- WHIRLPOOL
- DAEWOO

2.1.4 Misión

Abastecer el mercado Nacional e Internacional de vidrio procesado de alto valor agregado, orientados a la rentabilidad, la calidad y el servicio siendo un eslabón clave en la cadena de suministro de nuestros clientes. Enfocando nuestros esfuerzos hacia una cultura sustentable.

2.1.5 Visión

En el 2020 GLASSER será líder procesador de vidrio con alto valor agregado, enfocados a la excelencia en calidad y servicio, innovación de productos y procesos, comprometidos a ser una empresa rentable, sustentable y responsable socialmente para apoyar el crecimiento de nuestros clientes y colaboradores.

2.1.6 Valores

- Integridad
- Competitividad
- Desarrollo Humano

2.2 POLITICA DE CALIDAD

Los que laboramos en INGENIERIA DE PROYECTOS nos comprometemos a cumplir los requisitos de nuestros clientes y los objetivos del sistema de calidad de acuerdo con los métodos establecidos, mediante la buena práctica profesional de todo el personal en las integraciones eléctricas ofrecidas a nuestro alcance, además todos los proyectos están desarrollados bajo las normatividades que regulan el ramo.

2.3 CAMPO DE DESARROLLO NACIONAL

Ingeniería de proyectos tiene como clientes a empresas que se encuentran en la República Mexicana brindándoles servicios profesionales de Fabricación de Puertas para refrigerador, Procesamiento de vidrio, decorado y templado de diferentes medidas y espesor.

Así como también diferentes tipos de producto como:

- ✓ Artículos de vidrio templado
- ✓ Artículos de vidrio esmaltado
- ✓ Decoración de vidrio
- ✓ Grabado del vidrio
- ✓ Trabajos de fijación de vidrieras emplomadas
- ✓ Productos de vidrio moldeado
- ✓ Artículos de vidrio moldeado según especificación del cliente.

2.4 DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO.

Esta maquinaria fue integrada y diseñada en GLASSER DE México por un equipo compuesto por diseñadores en los ramos mecánico, mecatrónica y programación para cumplir con los estándares y peticiones del cliente.

Este proyecto es un sistema creado para la prueba de funcionamiento. Se trata de una línea de ensamble para el proyecto latam la cual consiste ensamblar 3 diferentes números de parte y maximizar el tiempo de producción en un 90 %.

Los nombres son: Medium shelf FF ASM, Complete shelf FF ASM y Cover shelf FF ASM. Nombres estipulados por el cliente y hace referencia a los diferentes tipos de dimensiones del cristal.

1.4.1 Medium shelf FF ASM.

Núm. de parte de la parrilla:

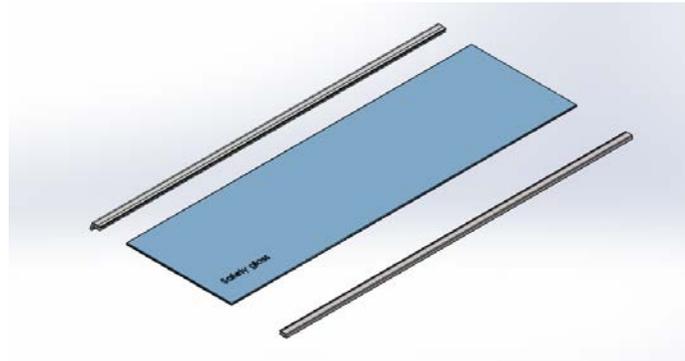


Fig. 4 Ensamble del producto Medium shelf FF ASM.

1.4.2 Características de ensamble.

- Perfil Frontal
- 225D9779P001 (BT002)
- Perfil Trasero
- 225D9780P001 (BT003)
- Vidrio (Decorado)
- MB520

1.4.3 Complete shelf FF ASM.

Núm. De parte de la parrilla: **225D9629G001**

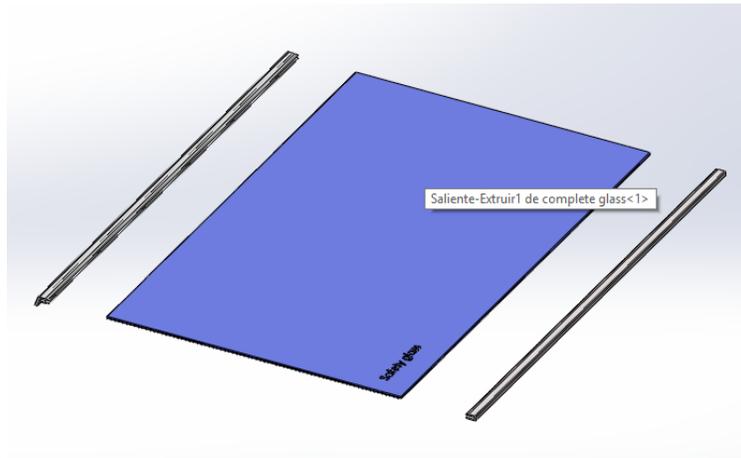


Fig. 5 Ensamble del producto Complete Shelf FF ASM.

1.4.4 Características de ensamble.

- Perfil Frontal
- 225D9779P001 (BT002)
- Perfil Trasero
- 225D9780P001 (BT003)
- Vidrio (Decorado)
- MB5101

1.4.5 Cover shelf FF ASM.

Núm. De parte de la parrilla: 294D1022G001

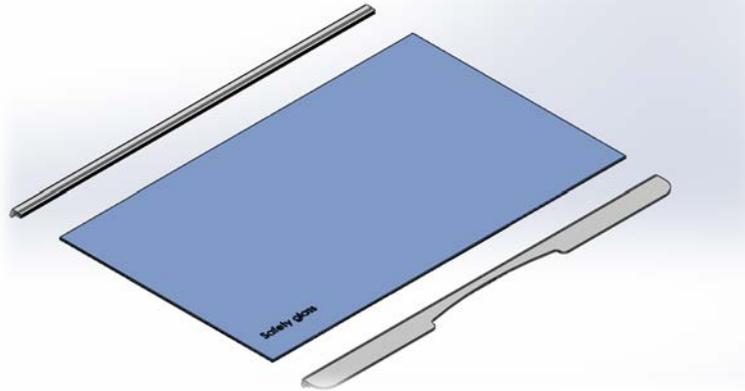


Fig. 6 Ensamble del producto Cover Shelf FF ASM.

1.4.6 Características de ensamble.

- Perfil Frontal
- 225D9779P002 (BT001)
- Perfil Trasero
- 294D1024P001 (BT004)
- Vidrio (Decorado)
- MB5301

2.4.1 PARRILAS FISICAS DEL PROYECTO LATAM.



Fig. 7 Parrilla complete shelf FF ASM ensamblada a mano.



Fig. 8 Parrilla Cover shelf FF ASM ensamblada a mano.

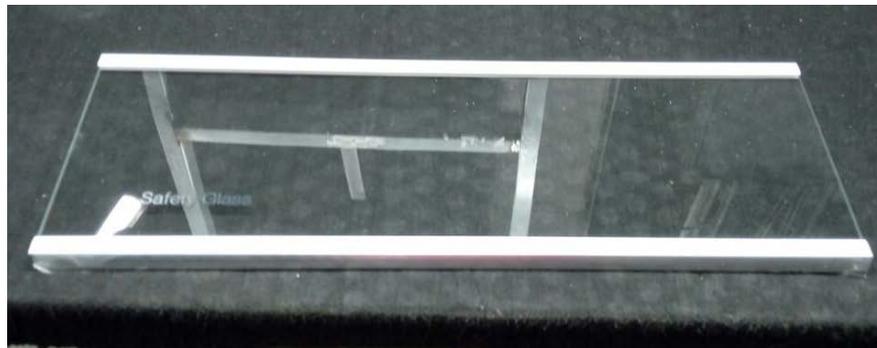


Fig. 9 Parrilla Medium shelf FF ASM ensamblada a mano.



CAPTULO III

3.1 DESSARROLLO

3.2 INTRODUCCIÓN AL TEMA A DESARROLLAR.

Se trata de una línea de ensamble con carga manual mediante operador. Se compone de 1 estaciones, a continuación descritas.

3.2.1 Dimensiones de los vidrios templados (espesor, largo y ancho)

Las dimensiones de cada número de parte del producto, fueron otorgadas por el cliente MABE, la cual se diseñaron planos de vidrios y sus respectivos lineamientos como el Seri grafiado del cristal y espesor requerido mediante el programa Catia.

3.3.1 PLANOS DE CRISTALES COVER SHELF FF

Creación de planos de cristales Cover shelf mediante el programa AutoCAD la cual especifica las dimensiones del cristal, números de parte de los cristales y especificaciones del Seri grafiado

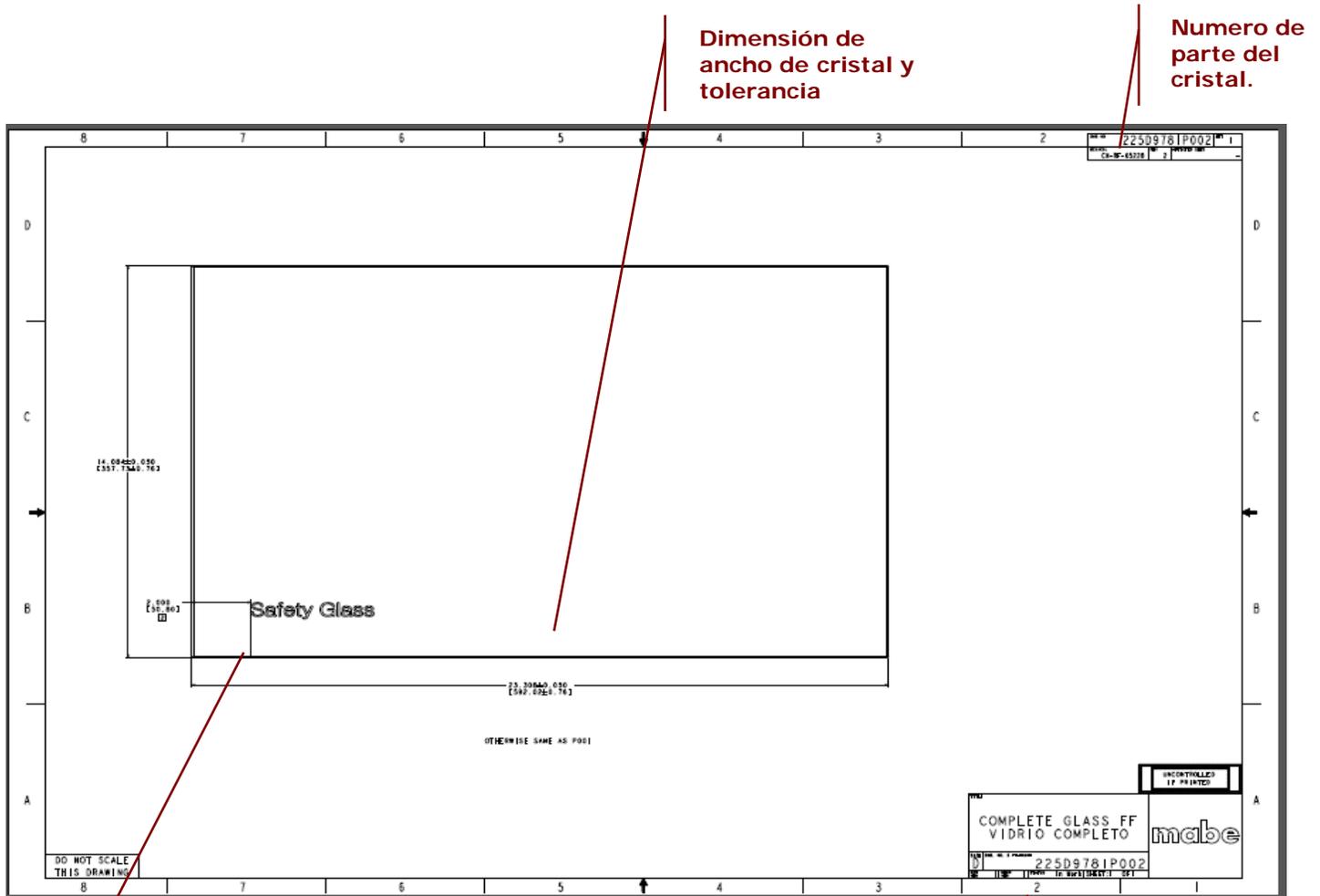


Fig. 10 Planos de Seri grafiado Cover shelf FF ASM

Dimensión del serigrafiado.

Numero de parte del cristal.

Largo y ancho de los cristales claros sin serigrafía con tolerancias especificadas por el cliente MABE espesor de vidrio claro.

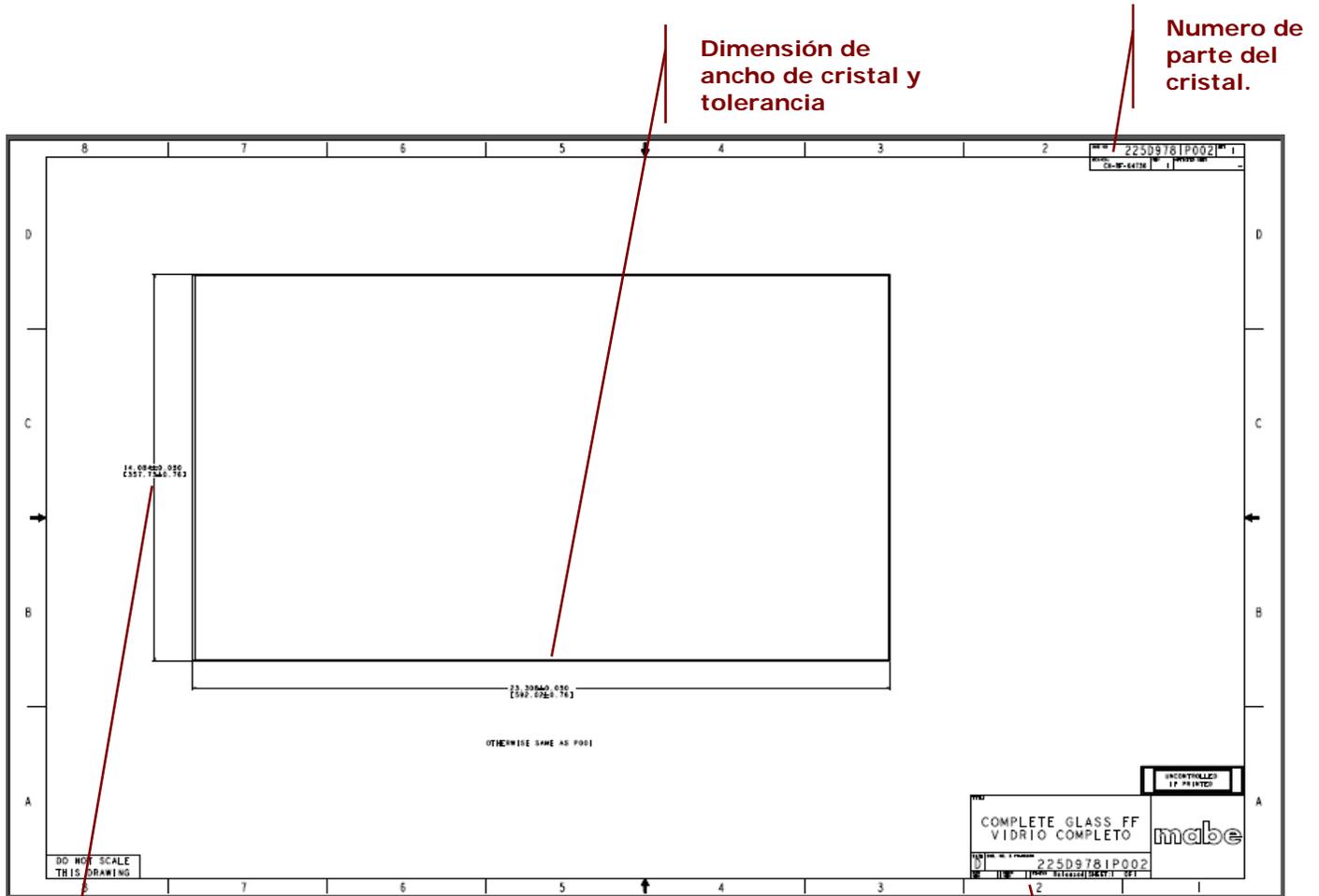


Fig. 11 Dimensiones de cristal templado Cover shelf FF

3.3.2 PLANOS DE CRISTAL COMPLETE GLASS FF.

Planos y especificaciones del cristal complete shelf, especifica las dimensiones como espesor largo ancho y chaflán del vidrio con respectivas tolerancias

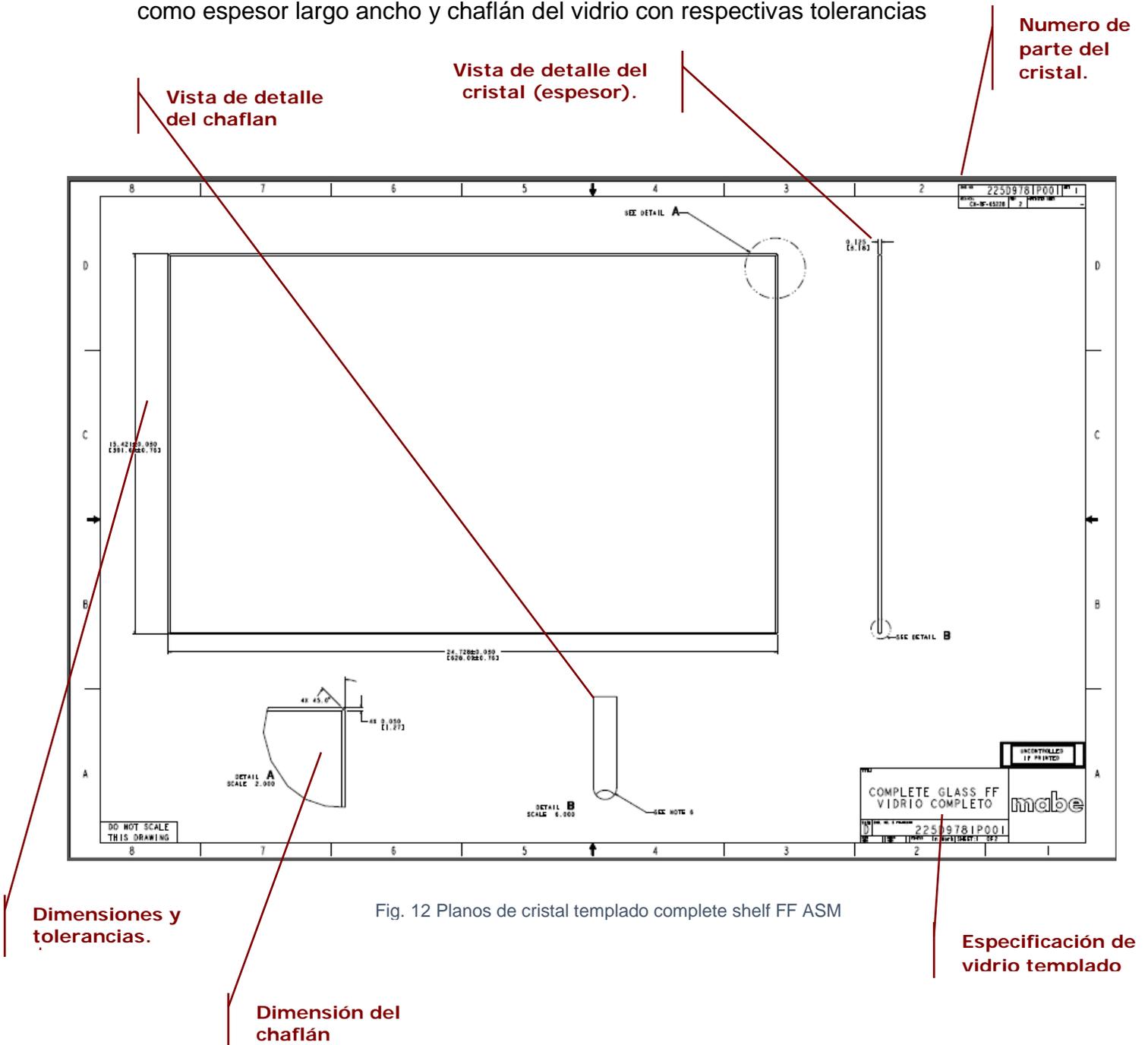


Fig. 12 Planos de cristal templado complete shelf FF ASM

3.3.3 Especificación y colocación de la serigrafía del vidrio.

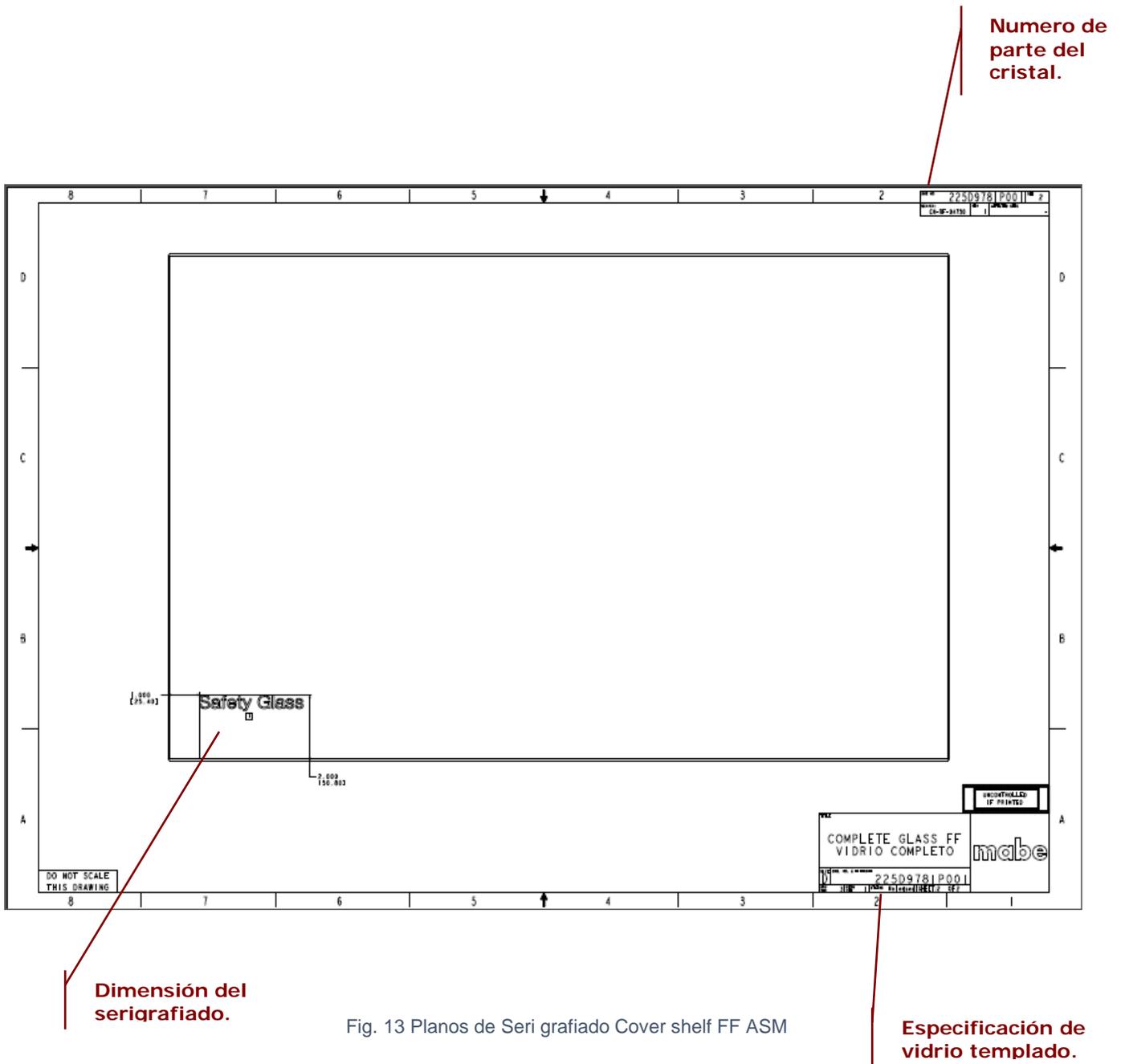


Fig. 13 Planos de Seri grafiado Cover shelf FF ASM

3.3.4 PLANOS DEL CRISTAL MEDIUM SHELF FF ASM.

El plano especifica las medidas del cristal como: chaflán, largo y ancho del cristal claro sin Seri grafía.

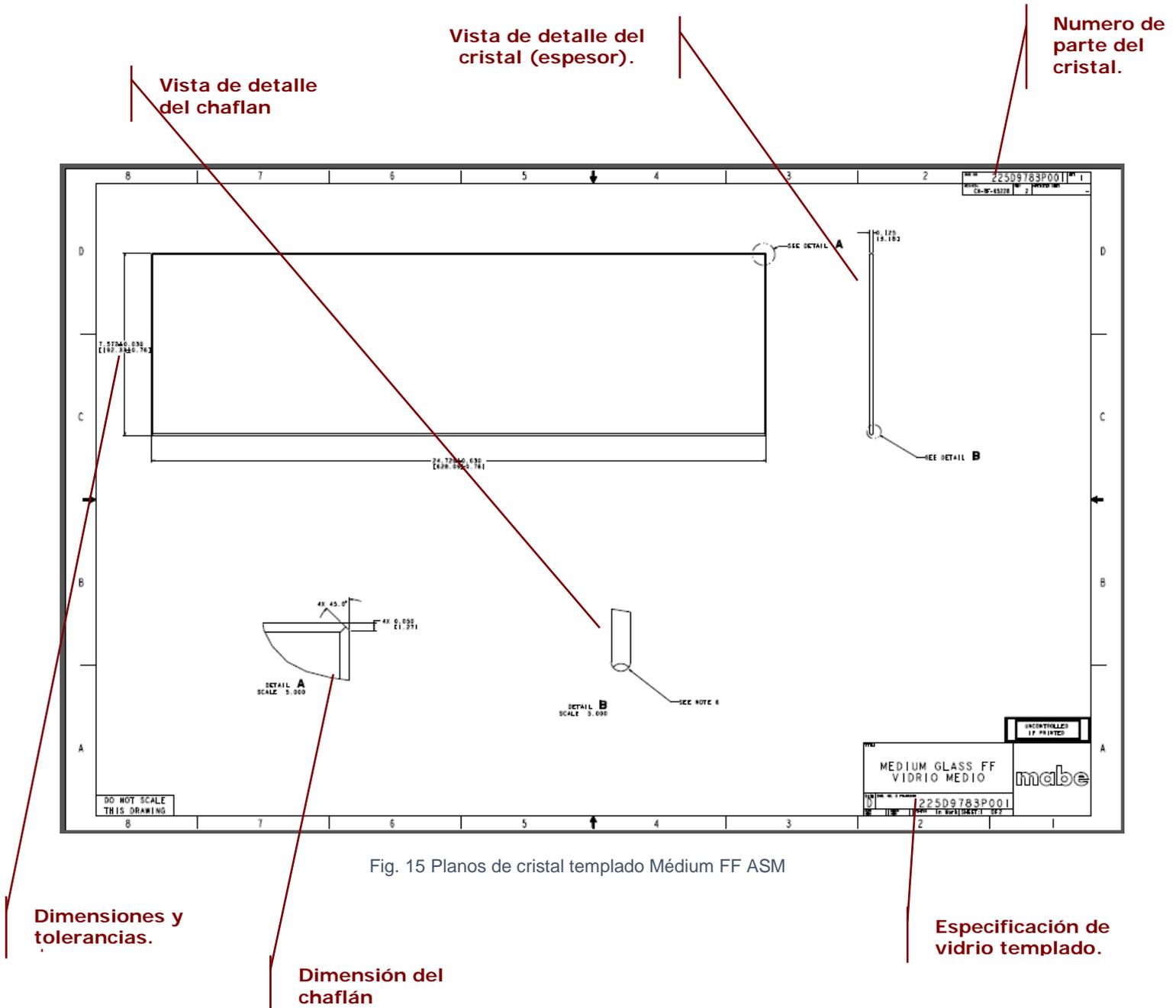
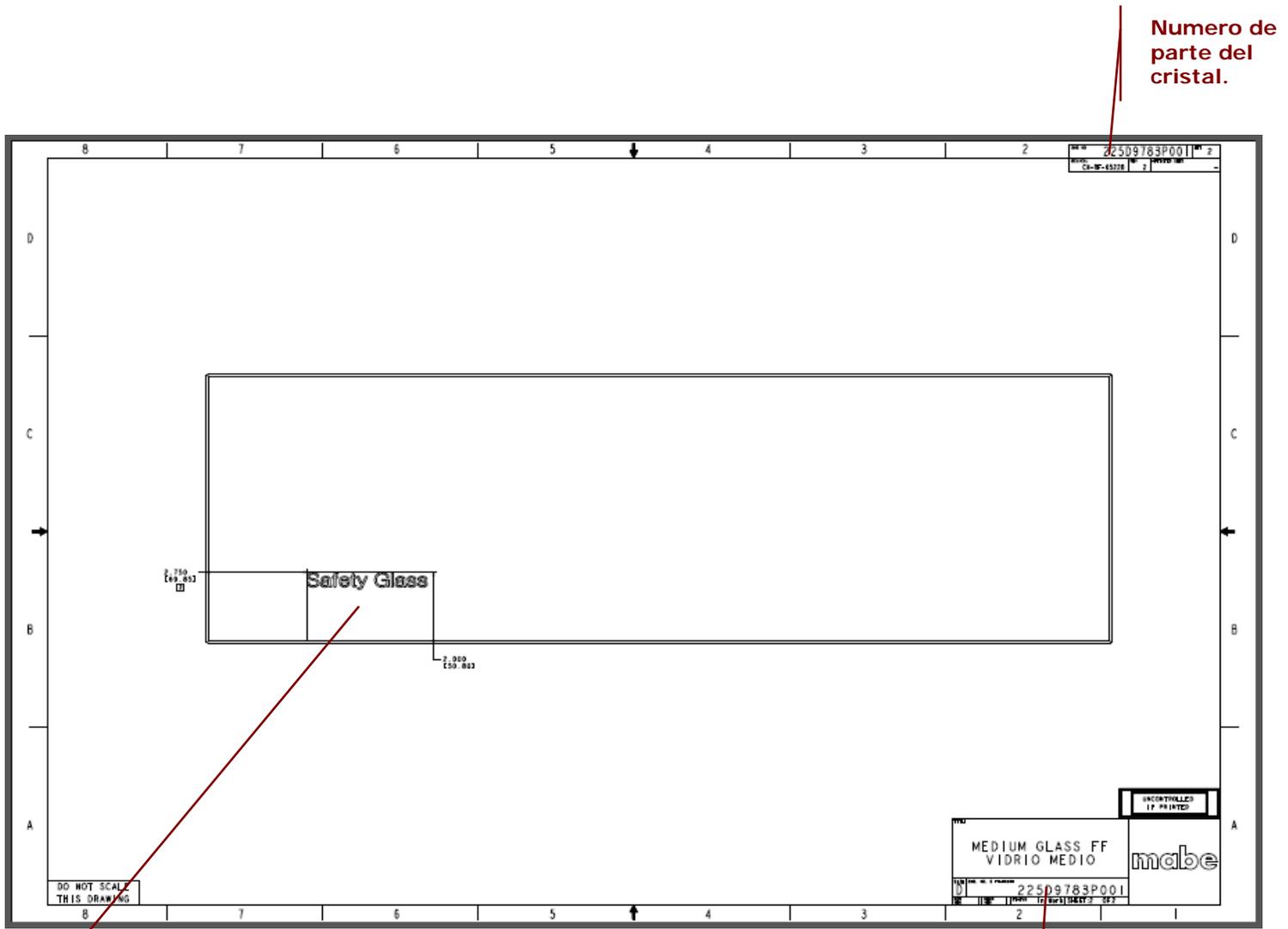


Fig. 15 Planos de cristal templado Medium FF ASM

3.3.5 Plano de serigrafía con sus respectivas tolerancias.



Numero de parte del cristal.

Dimensión del Seri grafiado y tolerancias.

Fig. 16 Plano de Seri grafiado.

Especificación de vidrio templado.

3.3.6 PLANO DEL LOGO DE SERIGRAFIADO

Modelo de serigrafía a petición del cliente, diseñado en Glasser S.A. de C.V. y especificación de tipo de tinta y color que llevara el Seri grafiado y que parte del cristal será estampado, este Seri grafiado lo llevaran los tres diferentes cristales de las parrillas.

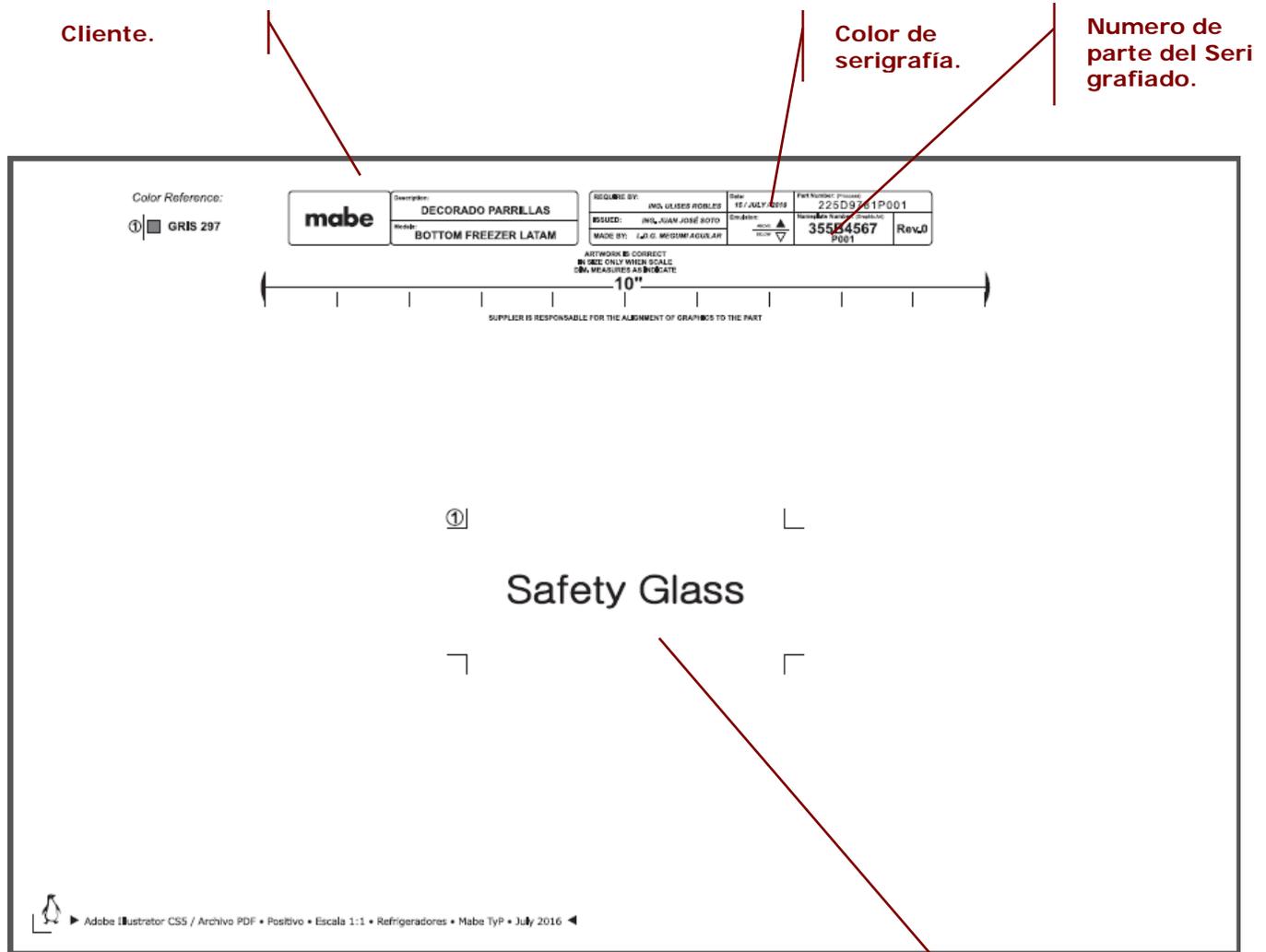
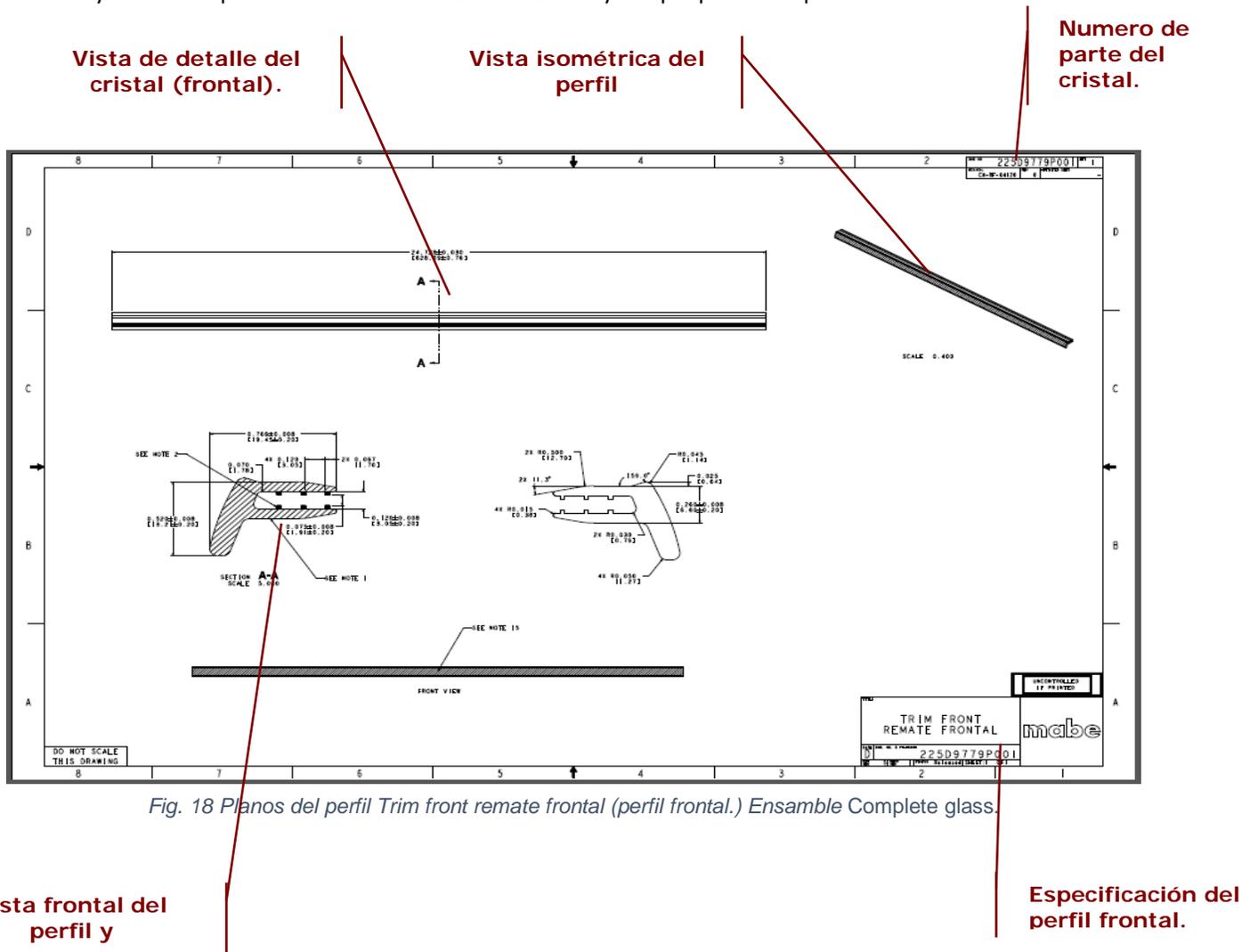


Fig. 17 Modelo de Seri grafiado para cristales bottom freezer

3.4 PLANOS DE PERFILES BOTTOM FREEZER.

3.4.1 PERFILES PARA PARRILA COMPLETE GLASS FF.

Dimensiones y especificaciones del perfil frontal del ensamble complete glass, indica el largo, ancho y forma del perfil como también sus tolerancias y de que parrilla le pertenece.



3.4.2 PLANOS DEL PERFIL TRASERO

Dimensiones del perfil trasero tipo C, como sus vistas frontales, isométricas y tolerancias del perfil.

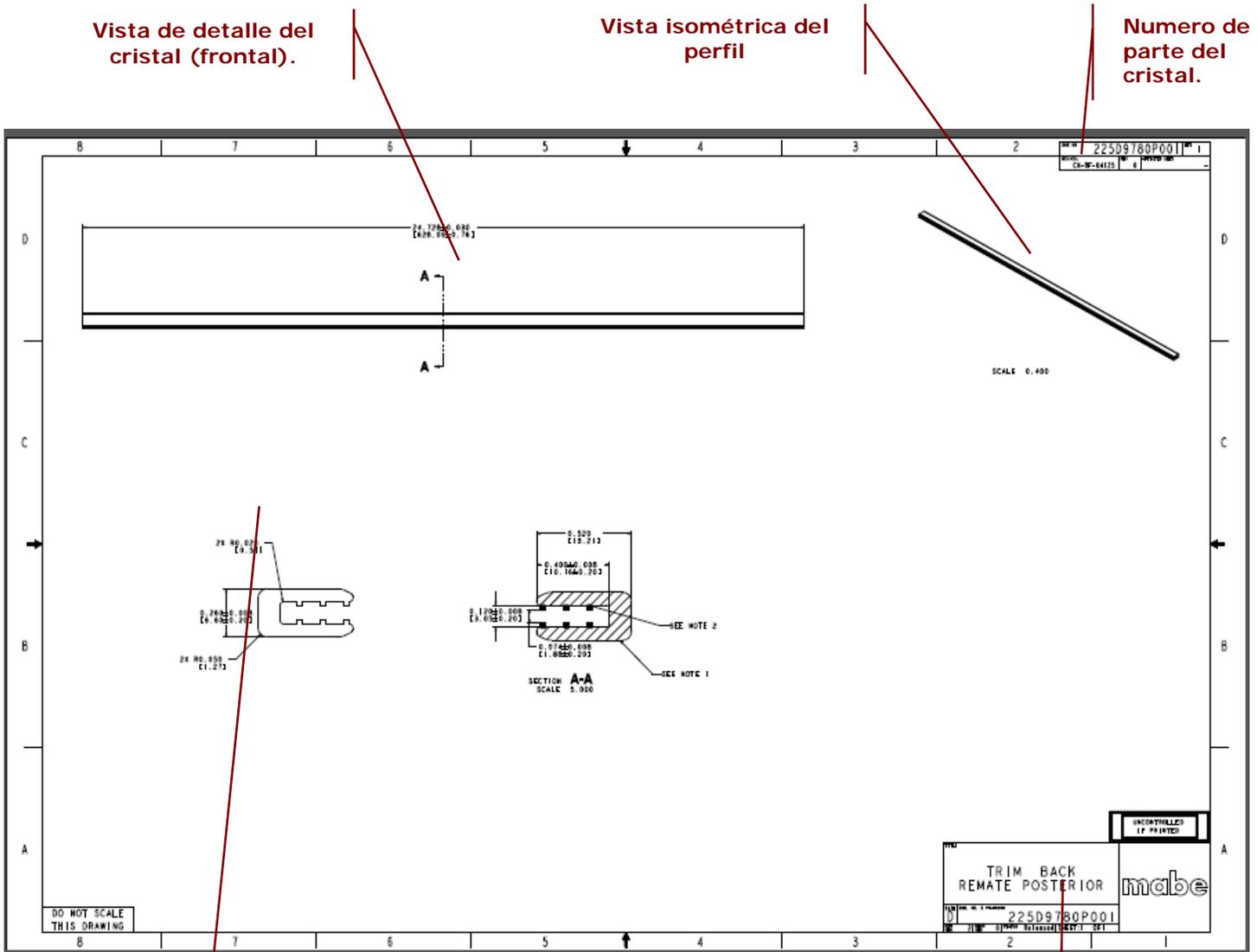


Fig. 19 Planos del perfil Trim back remate posterior (perfil trasero). Ensemble Complete glass.

Vista frontal del perfil y dimensiones.

Especificación del perfil trasero tipo c.

3.4.2 PLANOS DEL PERFIL PARA PARRILLA COVER SHELF GLASS.

En este plano cambia la dimensión de largo para esta parrilla ya que es más pequeña que las demás, pero con la misma forma de las anteriores.

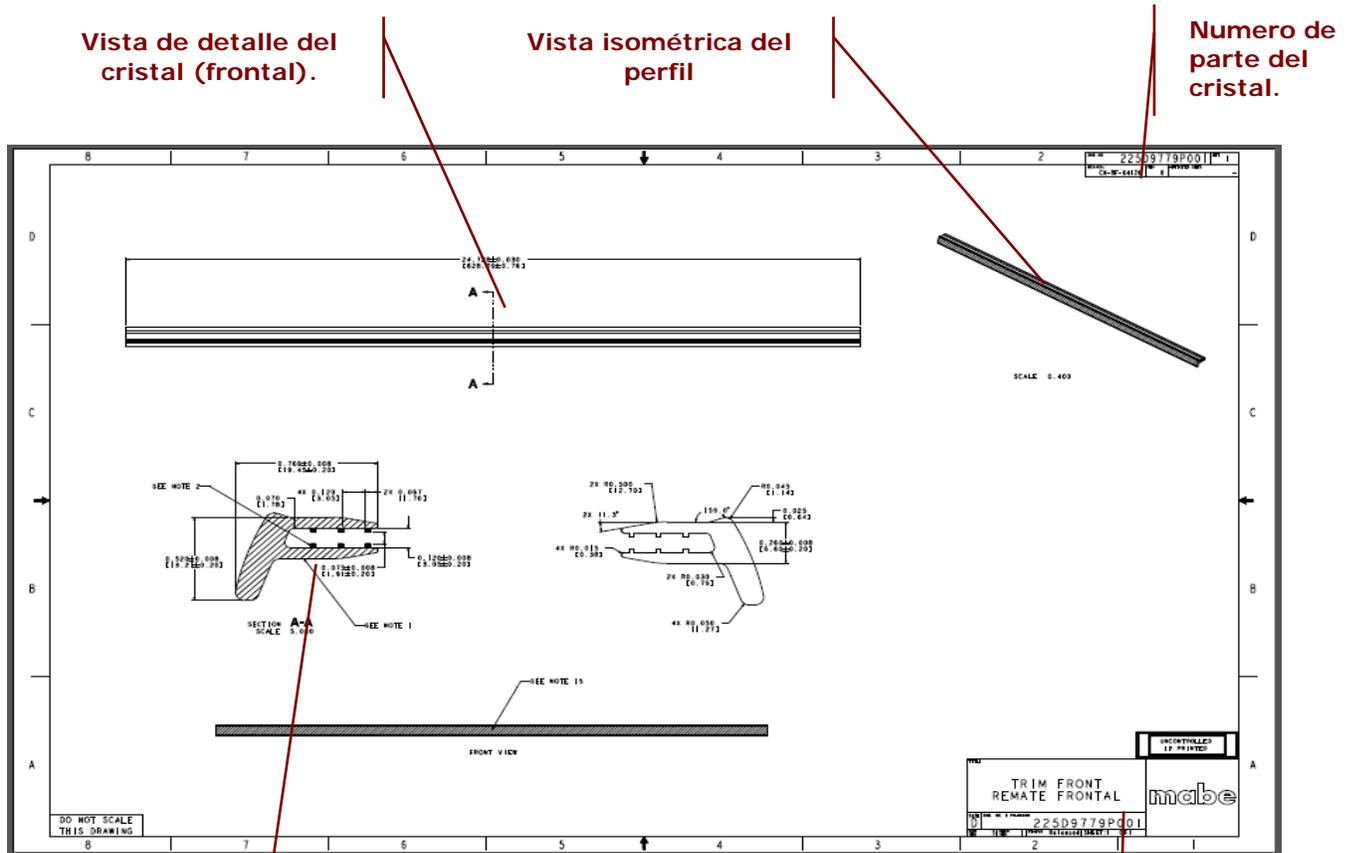


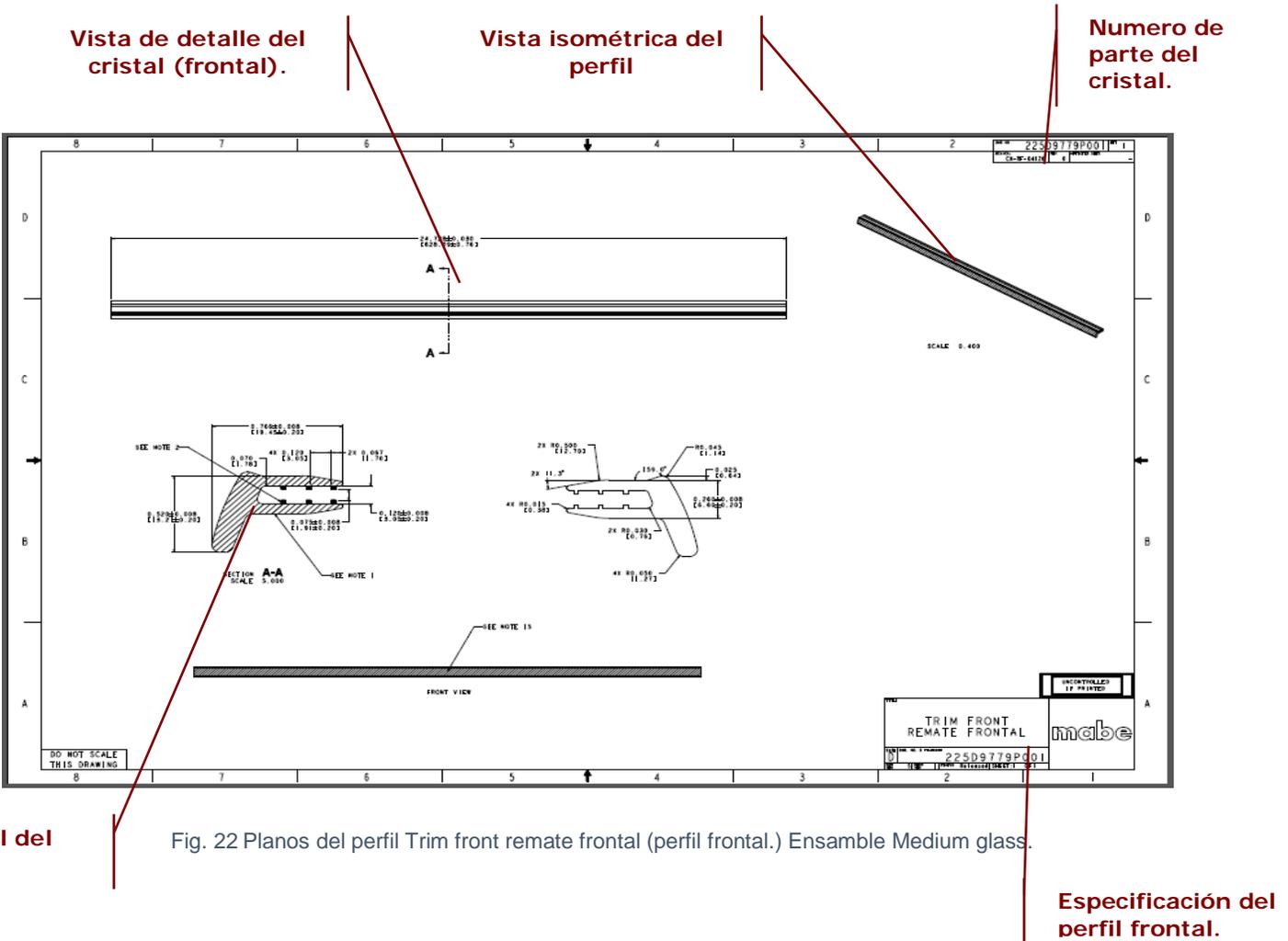
Fig. 20 Planos del perfil Trim front remate frontal (perfil frontal.) Ensemble Cover shelf glass

Vista frontal del perfil y

Especificación del perfil frontal.

3.4.4 PLANOS DEL PERFIL PARA PARRILLA MEDIUM GLASS FF

Perfil frontal del vidrio más angosto del ensamble, con respectivas dimensiones y especificaciones del perfil.



3.4.5 PLANOS DEL PERFIL POSTERIOR DEL CRISTAL MEDIUM SHELF.

Dimensiones del perfil trasero tipo C, como sus vistas frontales, isométricas y tolerancias del perfil.

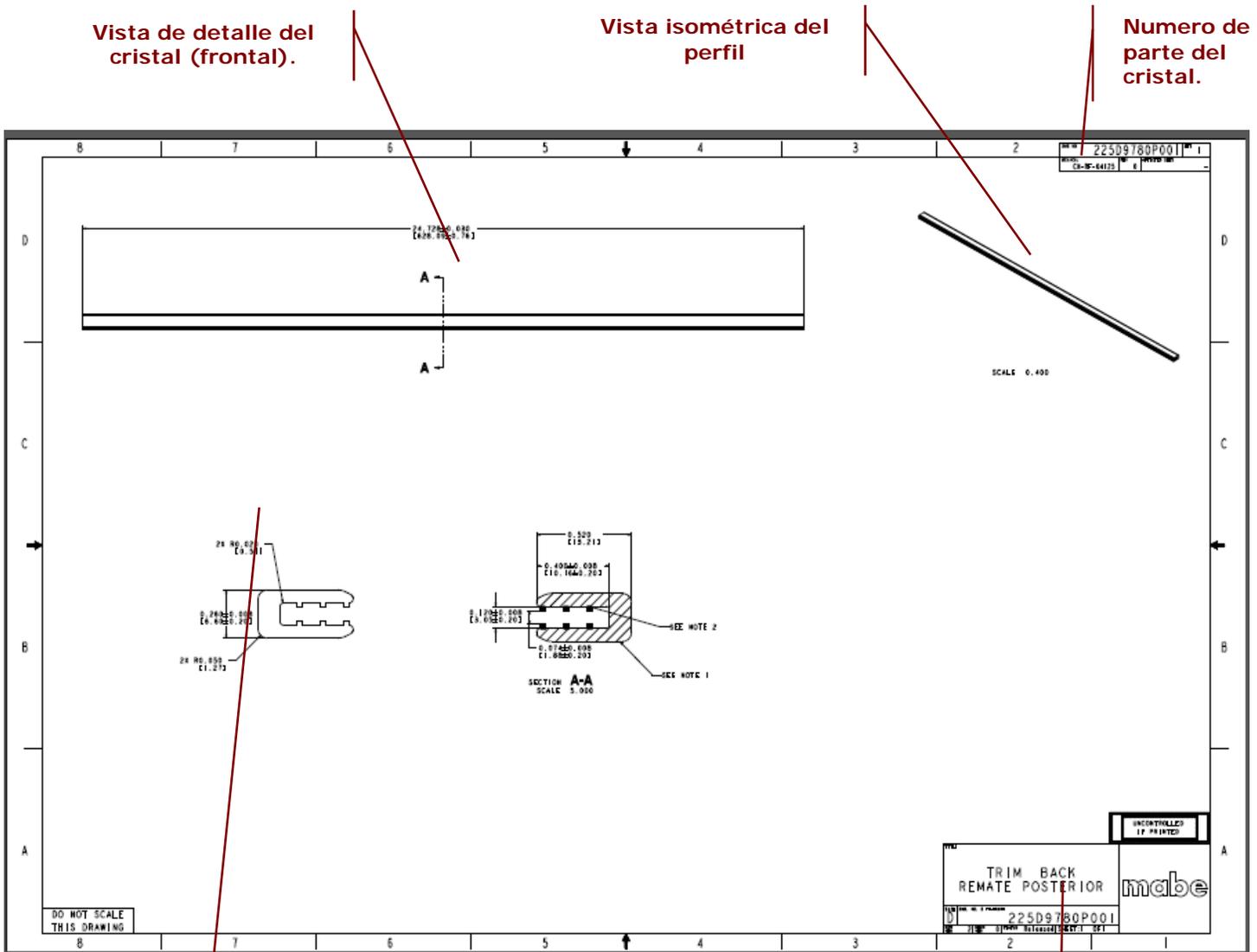


Fig. 23 Planos DEL PERFIL Trim back remate posterior (perfil trasero). Ensamble Medium glass.

Vista frontal del perfil y dimensiones.

Especificación del perfil trasero tipo C.

3.5 Material de los perfiles

El ABS es el nombre dado a una familia de termoplásticos. Se le llama plástico de ingeniería, debido a que es un plástico cuya elaboración y procesamiento es más complejo que los plásticos comunes, como son las polioleofinas (polietileno, polipropileno). El acrónimo deriva de los tres monómeros utilizados para producirlo: acrilonitrilo, butadieno y estireno. Por estar constituido por tres monómeros diferentes se lo denomina terpolímero (copolímero compuesto de tres bloques).

Los bloques de butadieno, que es un elastómero, proporcionan tenacidad a cualquier temperatura. Esto es especialmente interesante para ambientes fríos, en los cuales otros plásticos se vuelven quebradizos.

El bloque de estireno aporta resistencia mecánica y rigidez.

Esta mezcla de propiedades, llamada sinergia, indica que el producto final contiene mejores propiedades que la suma de ellos. Las primeras formulaciones se fabricaban a través de la mezcla mecánica de, o los ingredientes secos, o la mezcla del látex de un caucho basado en butadieno y la resina del copolímero acrilonitrilo-estireno (SAN).

Aunque este producto tenía buenas propiedades comparado con otros materiales disponibles en aquellos años, tenía varias deficiencias entre las que se puede contar una mala capacidad para ser procesado así como también una falta de homogeneidad.

Propiedades

Los materiales de ABS tienen importantes propiedades en ingeniería, como buena resistencia mecánica y al impacto combinado con facilidad para el procesamiento. La resistencia al impacto de los plásticos ABS se ve incrementada al aumentar el porcentaje de contenido en butadieno pero disminuyen entonces las propiedades de resistencia a la tensión y disminuye la temperatura de deformación por calor. El amplio rango de propiedades que exhibe el ABS es debido a las propiedades que presentan cada uno de sus componentes.

El acrilonitrilo proporciona:

- Resistencia térmica
- Resistencia química
- Resistencia a la fatiga
- Dureza y rigidez

El butadieno proporciona:

- Ductilidad a baja temperatura
- Resistencia al impacto
- Resistencia a la fusión

El estireno proporciona:

- Facilidad de procesado (fluidez)
- Brillo
- Dureza y rigidez

Excepto en películas delgadas, es opaco y puede ser de color oscuro o marfil y se puede pigmentar en la mayoría de los colores, obteniéndose partes lustrosas de acabado fino.

La mayoría de los plásticos ABS son no tóxicos e incoloros.

Pueden ser extruidos, moldeados por inyección, soplado y prensado. Generalmente los grados de bajo impacto son los que más fácil se procesan. Los de alto impacto son más dificultosos porque al tener un mayor contenido en caucho los hace más viscosos.

A pesar de que no son altamente inflamables, mantienen la combustión. Hay algunos tipos auto extingible para cuando se requiere algún producto incombustible, otra solución consiste en aplicar algún retardante de llama.

Dentro de una variedad de termoplásticos el ABS es importante por sus balanceadas propiedades. El ABS se destaca por combinar dos propiedades muy importantes como ser la resistencia a la tensión y la resistencia al impacto en un mismo material, además de ser un material liviano.

Propiedades cualitativas:

Resistencia a la abrasión	Alta
Permeabilidad	Todos los grados son considerados impermeables al agua, pero ligeramente permeables al vapor.
Propiedades relativas a la fricción	No los degradan los aceites son recomendables para cojinetes sometidos a cargas y velocidades moderadas
Estabilidad dimensional	Es una de las características más sobresalientes, lo que permite emplearla en partes de tolerancia dimensional cerrada. La baja capacidad de absorción de la resina y su resistencia a los fluidos fríos, contribuyen a su estabilidad dimensional
Pigmentación	La mayoría de estas resinas, están disponibles en colores estándar sobre pedido, se pueden pigmentar aunque requieren equipo especial.
Facilidad de unión	Se unen fácilmente entre sí y con materiales plásticos de otros grupos mediante cementos y adhesivos
Cap. de absorción	Baja

Propiedades ambientales	La exposición prolongada al sol produce una capa delgada quebradiza, causando un cambio de color y reduciendo el brillo de la superficie y la resistencia a la flexión. La pigmentación en negro provee mayor resistencia a la intemperie
Resistencia química	Generalmente buena aunque depende del grado de la resina, de la concentración química, temperatura y esfuerzos sobre las partes. En general no son afectadas por el agua, sales inorgánicas, álcalis y por muchos ácidos. Son solubles en ésteres, acetona, aldehídos y en algunos hidrocarburos clorados
Formado	Se adaptan bien a las operaciones secundarias de formado. Cuando se calientan, los perfiles extruidos, se pueden doblar y estampar.
Facilidad de maquinado	Sus características son similares a las de los metales no ferrosos, se pueden barrenar, fresar, torneear, aserrar y troquelar
Acabados superficiales	Pueden ser acabados mediante metalizado al vacío y electro plateado
Resistencia a la fatiga	Se presenta para cargas cíclicas o permanentes mayores a 0.7 Kg mm ²
Recocida	Se mantiene 5° C arriba de la Temp. de distorsión durante 2 a 4 h.

Tabla 1 propiedades cualitativas

Propiedades Cuantitativas:

Propiedades	Método ASTM	Unidad	Grados de ABS			
			Alto impacto	Impacto medio	Bajo Impacto	Resistente al calor
Mecánicas a 23°C						
Resistencia al impacto, prueba Izod	D2546	J / m	375-640	215-375	105-215	105-320
Resistencia a la tensión	D638	Kg / mm ²	3,3 - 4,2	4,2-4,9	4,2-5,3	4,2-5,3
elongación	D638	%	15-70	10-50	5-30	5-20
Módulo de tensión	D638		173-214	214-255	214-265	214-265
Dureza	D785	HRC (Rockwell)	88-90	95-105	105-110	105-110
Peso específico	D792		1,02-1,04	1,04-1,05	1,05-1,07	1,04-1,06
Térmicas						
Coefficiente de expansión térmica	D696	X 10 ⁵ cm / cm* °C	9,5-11,0	7,0-8,8	7,0-8,2	6,5-9,3
Distorsión por calor	D648	°C a 18,4 Kg /cm ²	93-99	96-102	96-104	102-112

Tabla 2 Propiedades cuantitativa



Fig. 24 Perfiles de parrilla bottom freezer.

3.6 Planos de ensamble bottom freezer.

3.6.1 PLANO DE ENSAMBLE COVER SHELF FF ASM

Especificación de cómo deben ir los ensambles con su respectivo cristal y cuanto deben de medir y respectivas tolerancias.

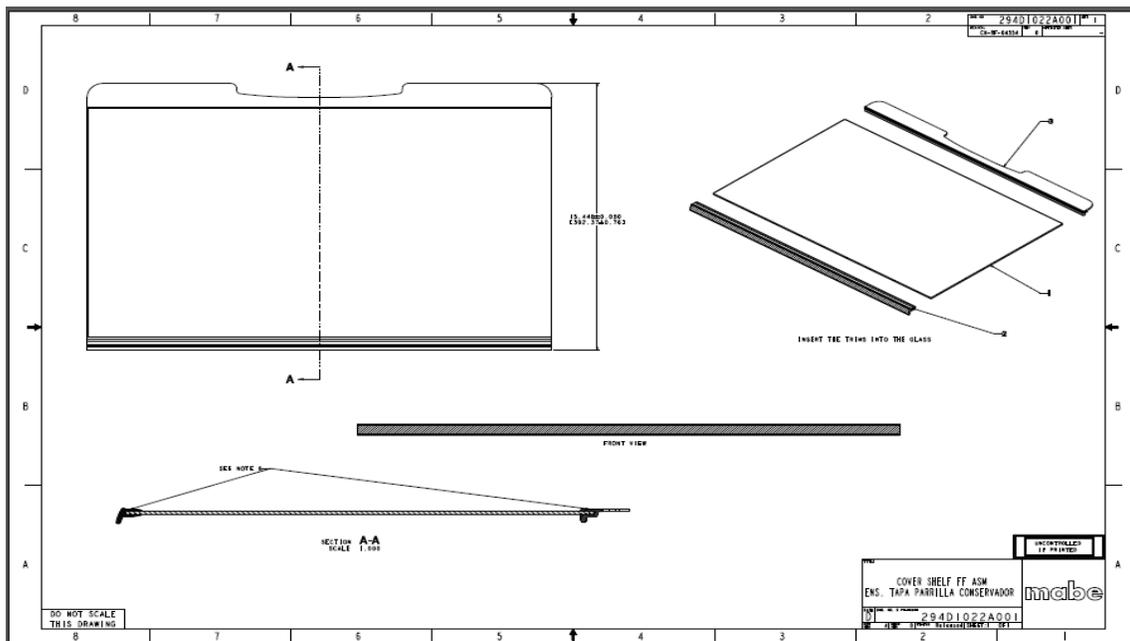


Fig. 25 Planos de ensamble parrilla Cover shelf FF ASM.

3.6.2 PLANO DE ENSAMBLE COMPLETE SHELF FF ASM.

Plano de ensamble complete shelf FF ASM especificación de cómo deben ir los ensambles con su respectivo cristal y cuanto deben de medir y respectivas tolerancias.

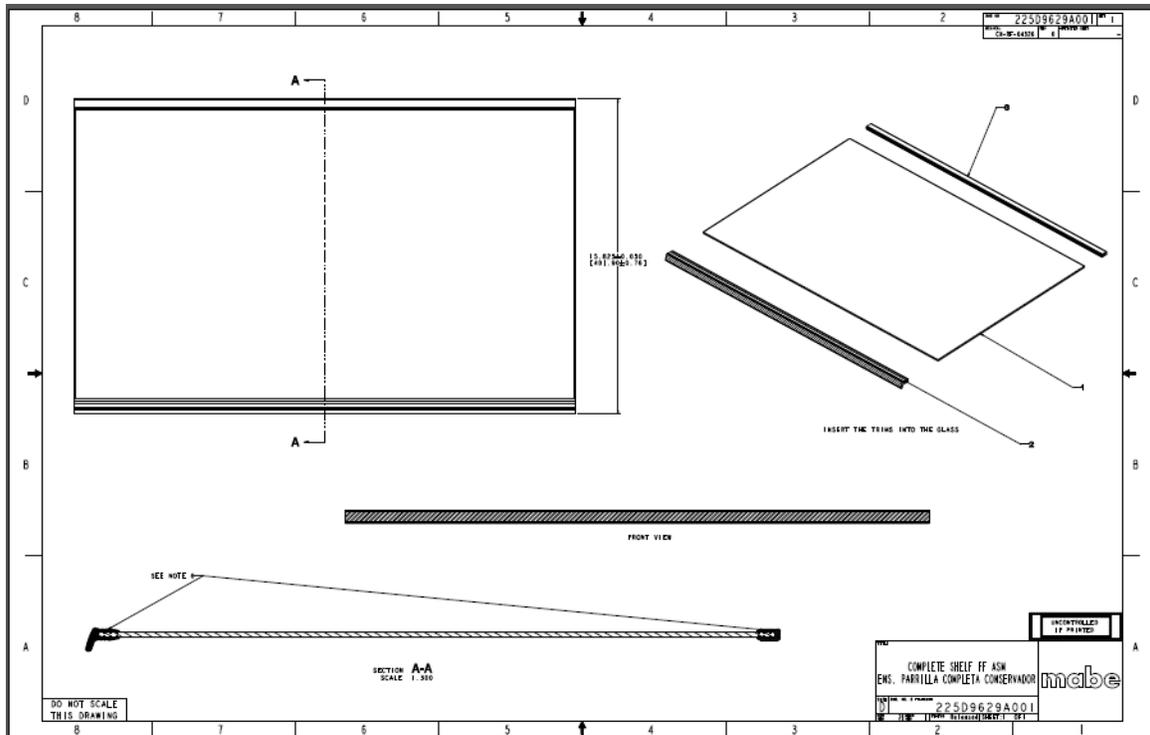


Fig. 26 Planos de ensamble parrilla Complete shelf FF ASM

3.6.3 PLANO DE ENSAMBLE MEDIUM SHELF FF ASM.

Plano de ensamble Medium shelf FF ASM especificación de cómo deben ir los ensambles con su respectivo cristal y cuanto deben de medir y respectivas tolerancias.

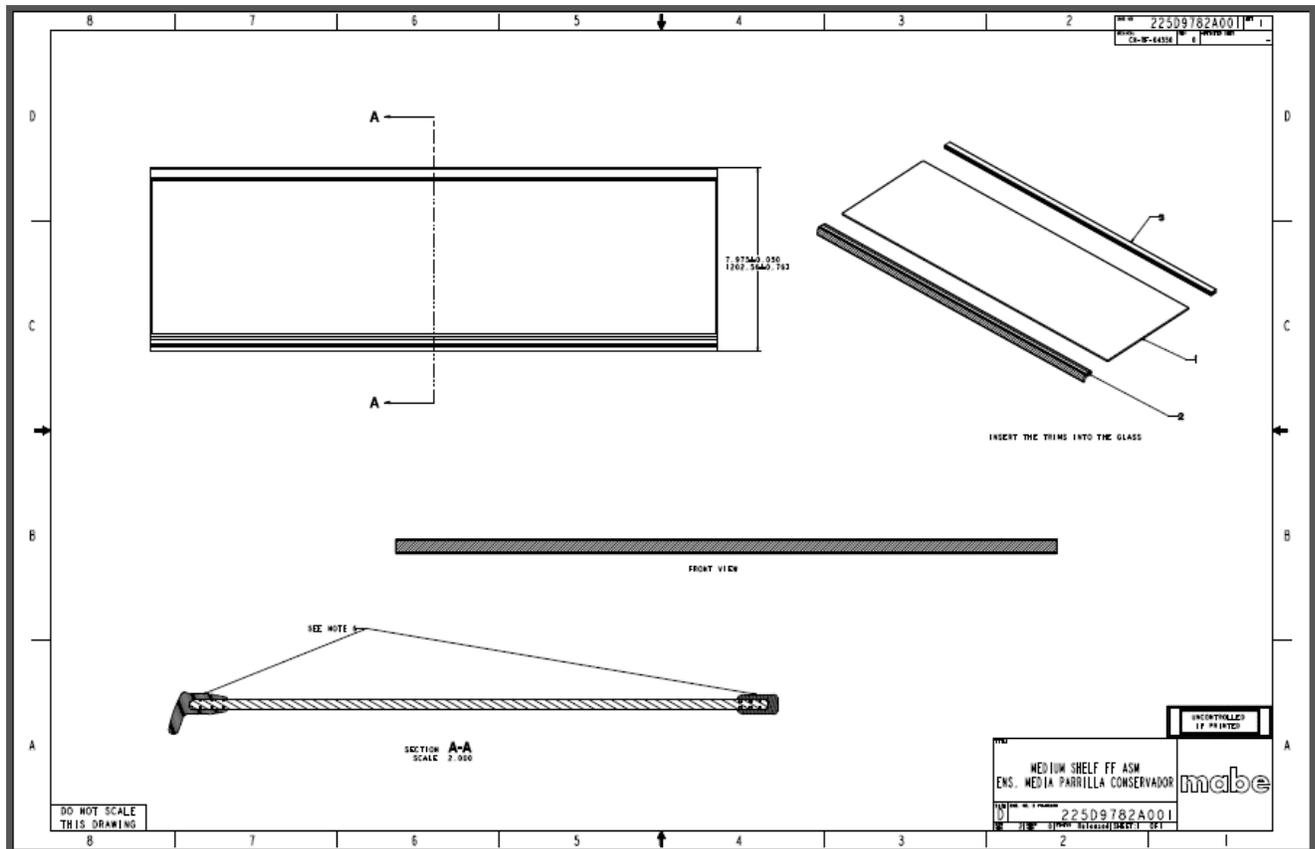


Fig. 27 Planos de ensamble parrilla Medium shelf FF ASM

3.7 DISEÑO DE LOS MARCOS PARA LAS PARRILLAS DE VIDRIO TEMPLADO (CAD).

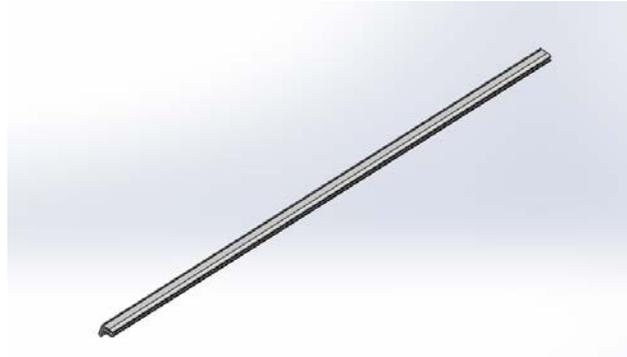


Fig. 28 diseño de parrilla en el programa Solid Works.
(Perfil frontal)

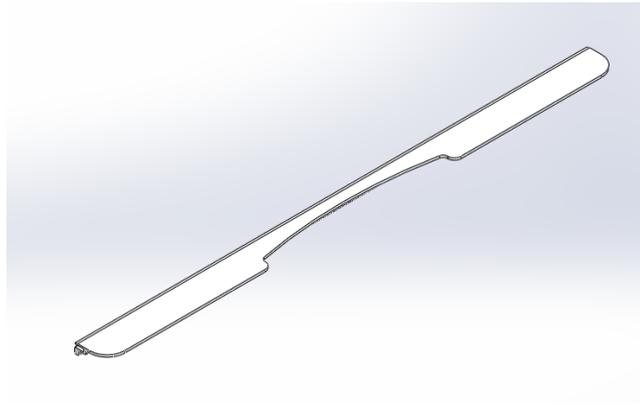


Fig. 29 diseño de parrilla en el programa Solid Works. (Perfil posterior)



Fig. 30 diseño de parrilla en el programa Solid Works.
(Perfil posterior)

3.8 Dimensiones del lugar donde se establecerá la línea de ensamble.

Área donde se establecerá el proyecto bottom freezer latam. Situado enfrente de la prensa de ip 9 y entre prensa 8 y 10 de la zona de inyección de plástico la cual operaran 2 personas en esta línea de ensamble y empacaran el producto con la mayor calidad que existe.

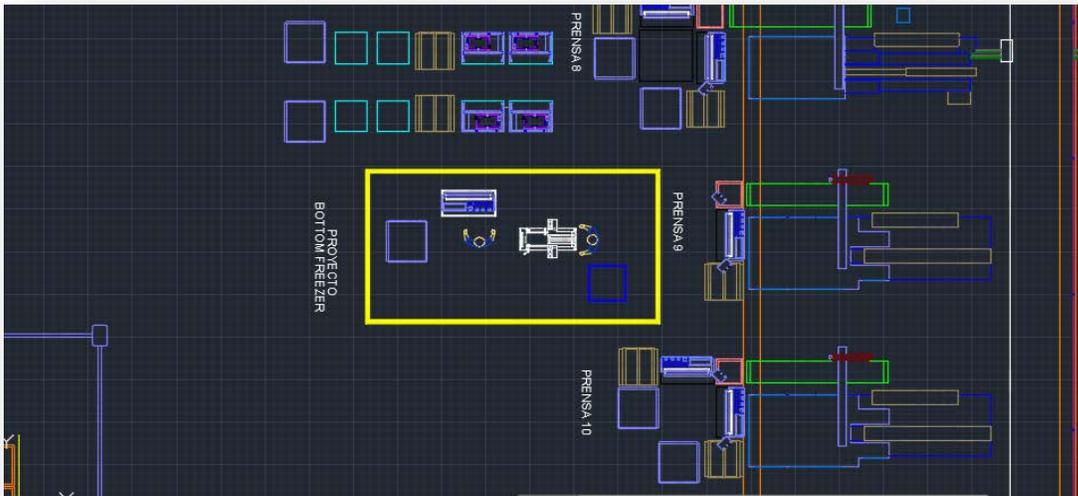


Fig. 31 Lay out de la ubicación para la línea de ensamble latam.

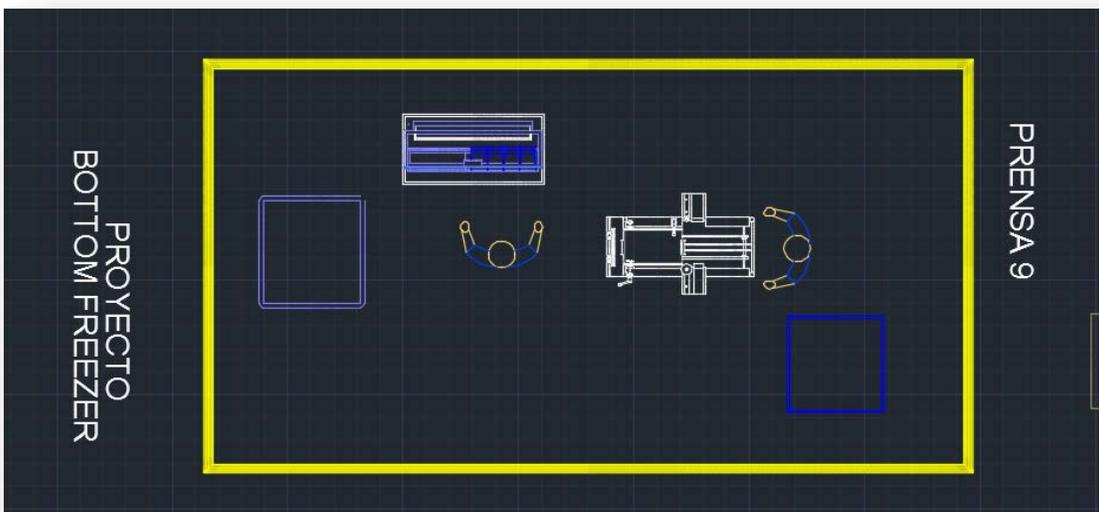


Fig. 32 Línea de ensamble proyecto latam bottom freezer.

3.9 Desarrollo del diseño

En base a la descripción del proyecto mencionadas se hizo el diseño de la máquina, se cabe destacar que la línea de ensamble ya está normalizada por el cliente así que esta no tiene mayor relevancia, el diseño que se enfocó este proyecto fue en los ensambles de las parrillas. Las imágenes que se ilustran a continuación son del ensamble del diseño hecho en solid Works 2015. Cada una de las imágenes esta explicada y enumerada.

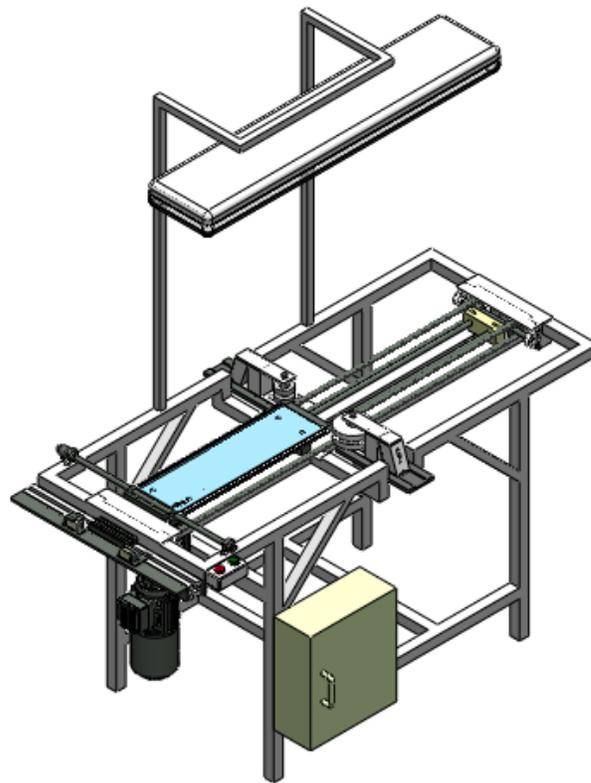


Fig. 33 diseño del proyecto de ensamble latam.

3.9.1 ESTRUCTURA

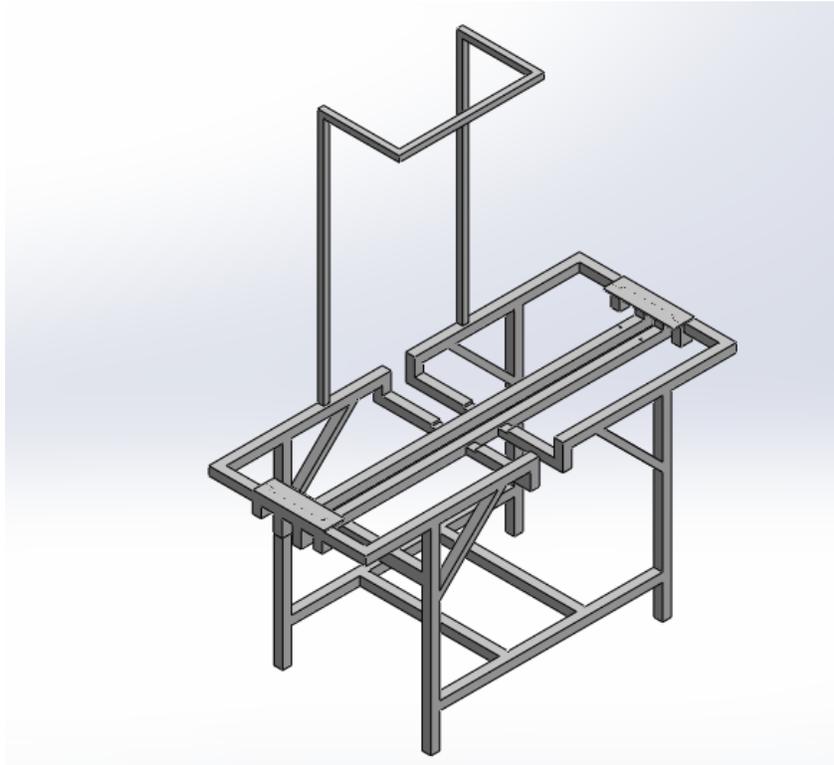


Fig. 34 estructura metálica de la mesa de ensamble hecha de PTR DE 1 ½ IN

La estructura está hecha de PTR 1 ½ in los cálculo de la resistencia de la estructura fue hecha en el programa solidworks simulation la cual se verá después de unos capítulos más.

3.9.2 FIXTURE Y BASE DE CRISTALES.

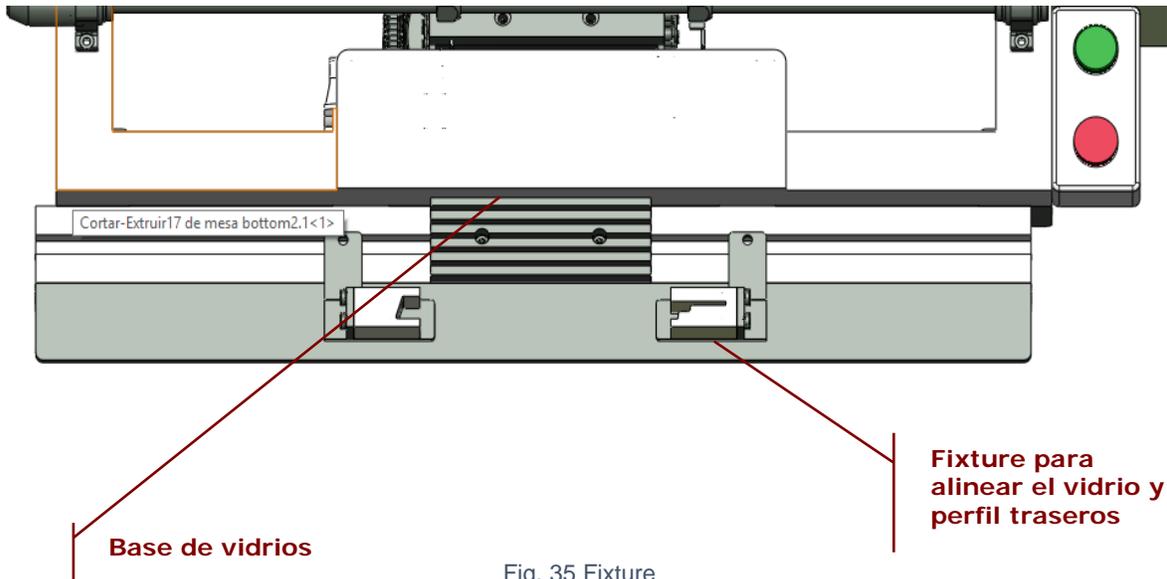


Fig. 35 Fixture

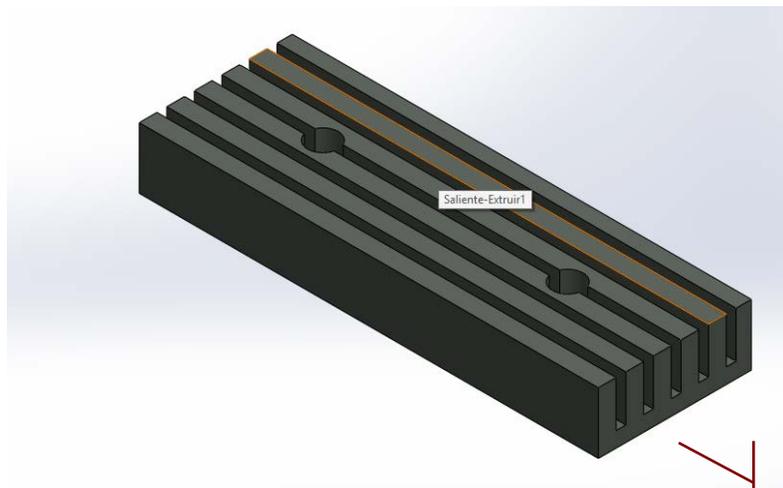


Fig. 36 Soporte de vidrios nylamid negro.

Base de reposo para el cristal y ensamblar las puntas los perfiles

Diseño de centrador usando un tornillo sin fin con dos tuercas ancladas unas láminas de nylamid verde

Tornillo - Tuerca

Al girar una tuerca sobre el eje roscado de un tornillo se origina un movimiento lineal de la tuerca cuyo sentido dependerá del sentido de giro

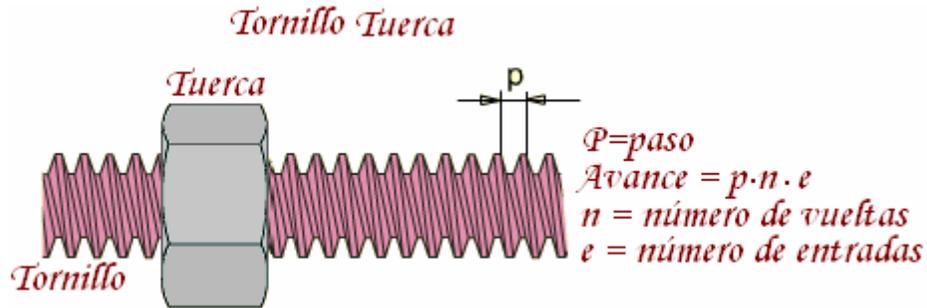


Fig. 37 Simulación del centrador

En este caso al girar la manivela el movimiento giratorio de tornillo sin fin, se convertira en un movimiento lineal a las tuercas proporcionando un abrir y cerrar de ambas tuercas, asi generando un centrador de vidrios

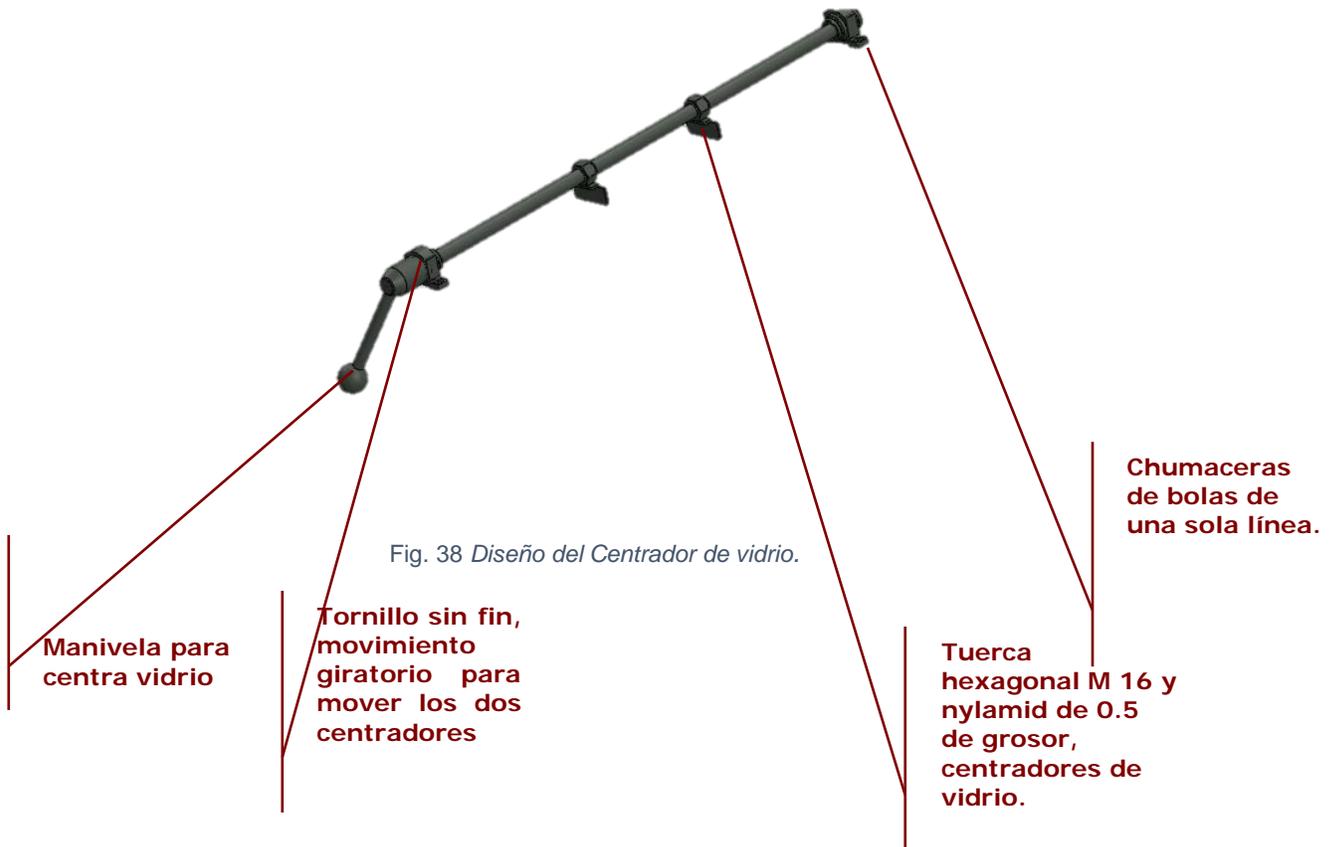
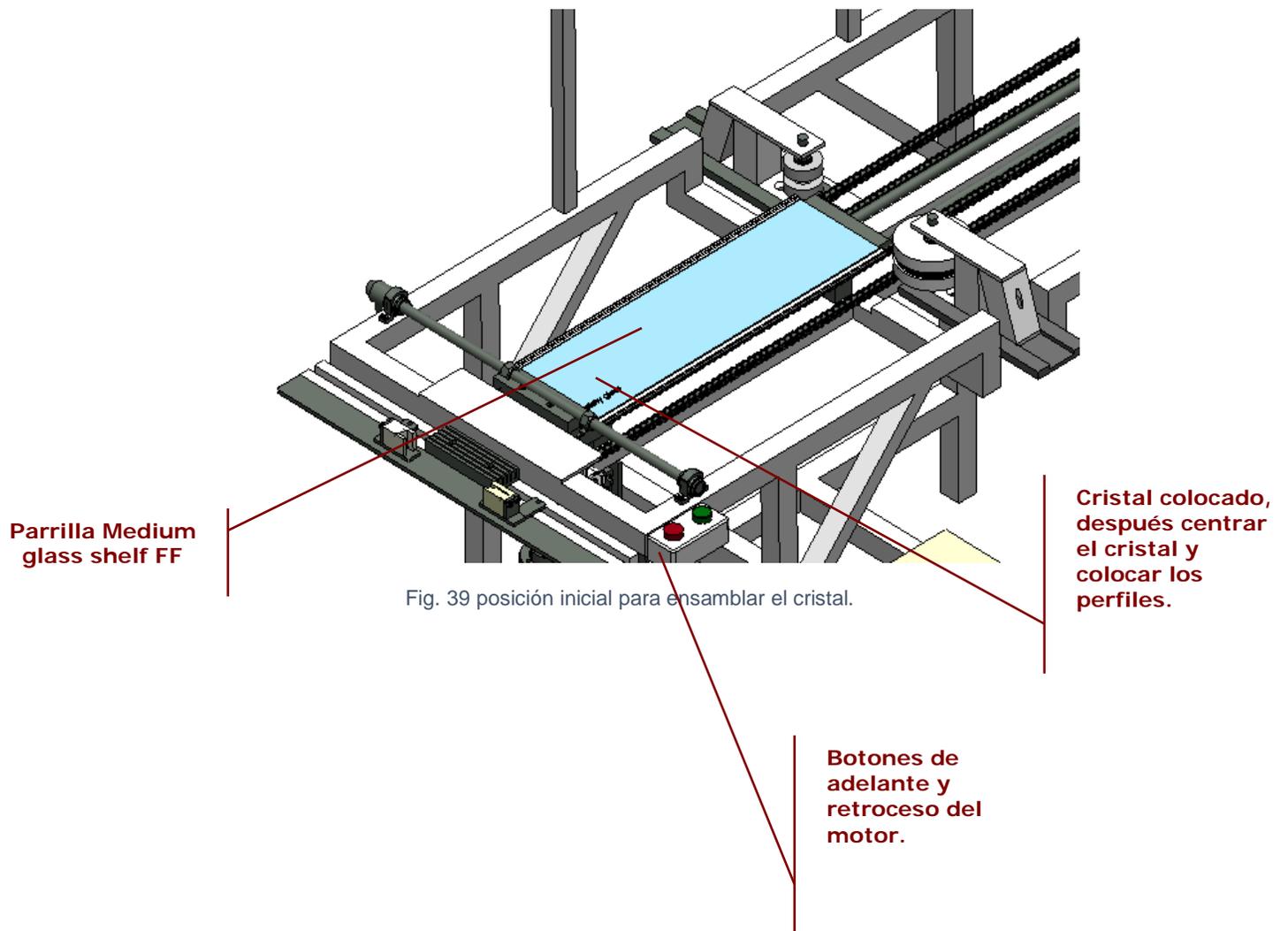


Fig. 38 Diseño del Centrador de vidrio.

3.9.3 INICIO DE ENSAMBLE.



3.9.4 MECANISMOS

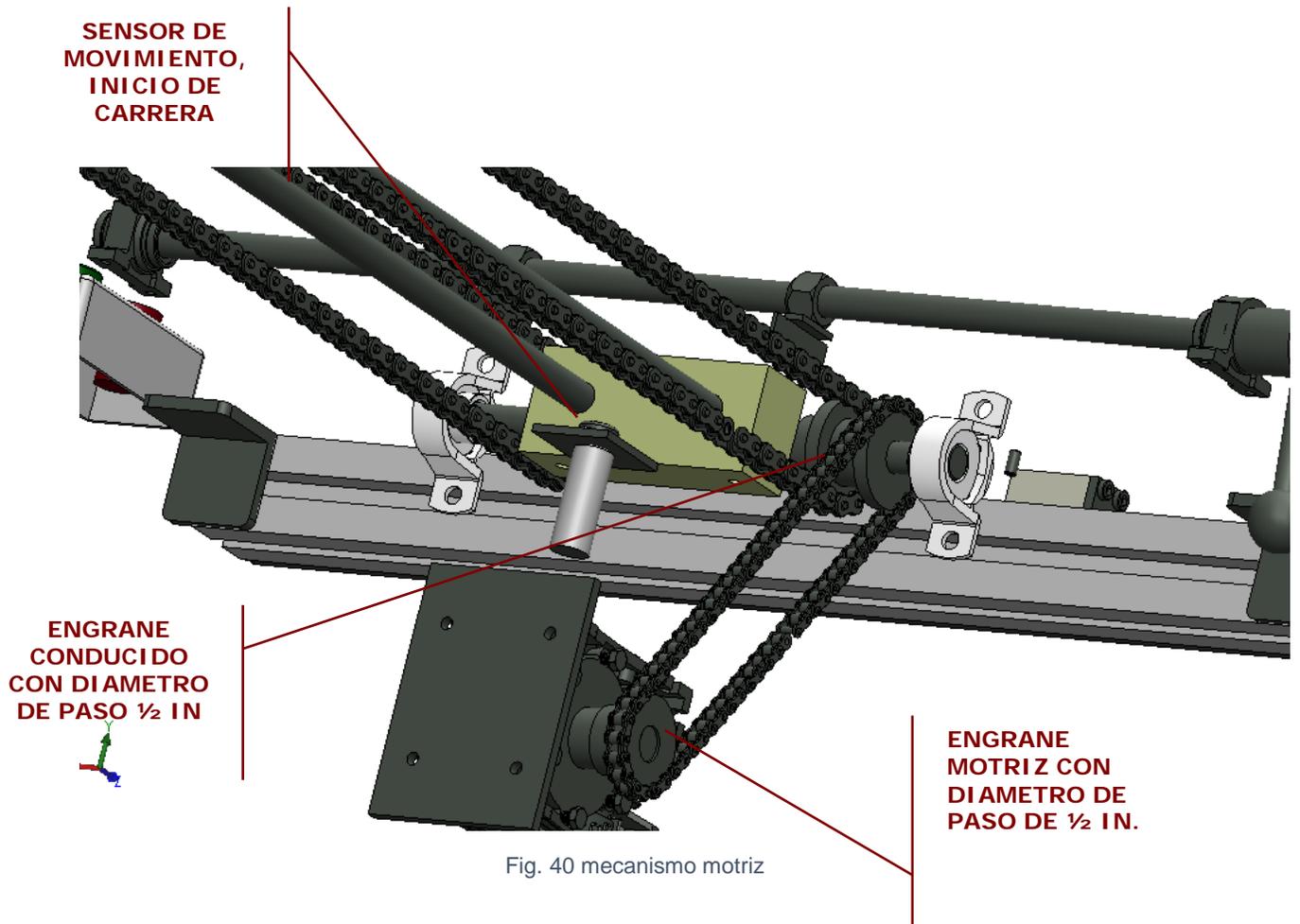


Fig. 40 mecanismo motriz

3.9.5 MAQUINADOS DEL PROYECTO

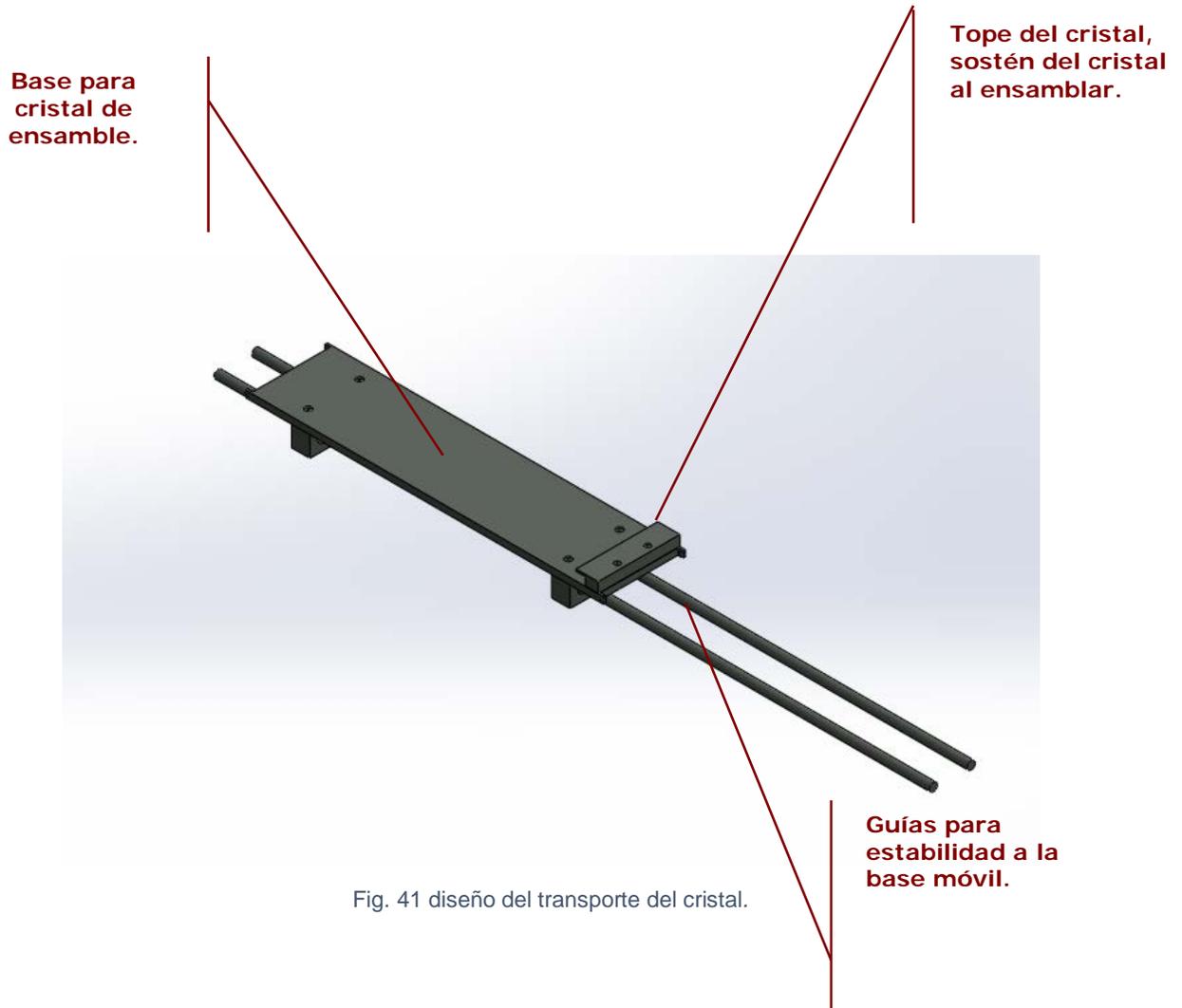


Fig. 41 diseño del transporte del cristal.

3.9.6 ENSAMBLES DE MAQUINADOS.

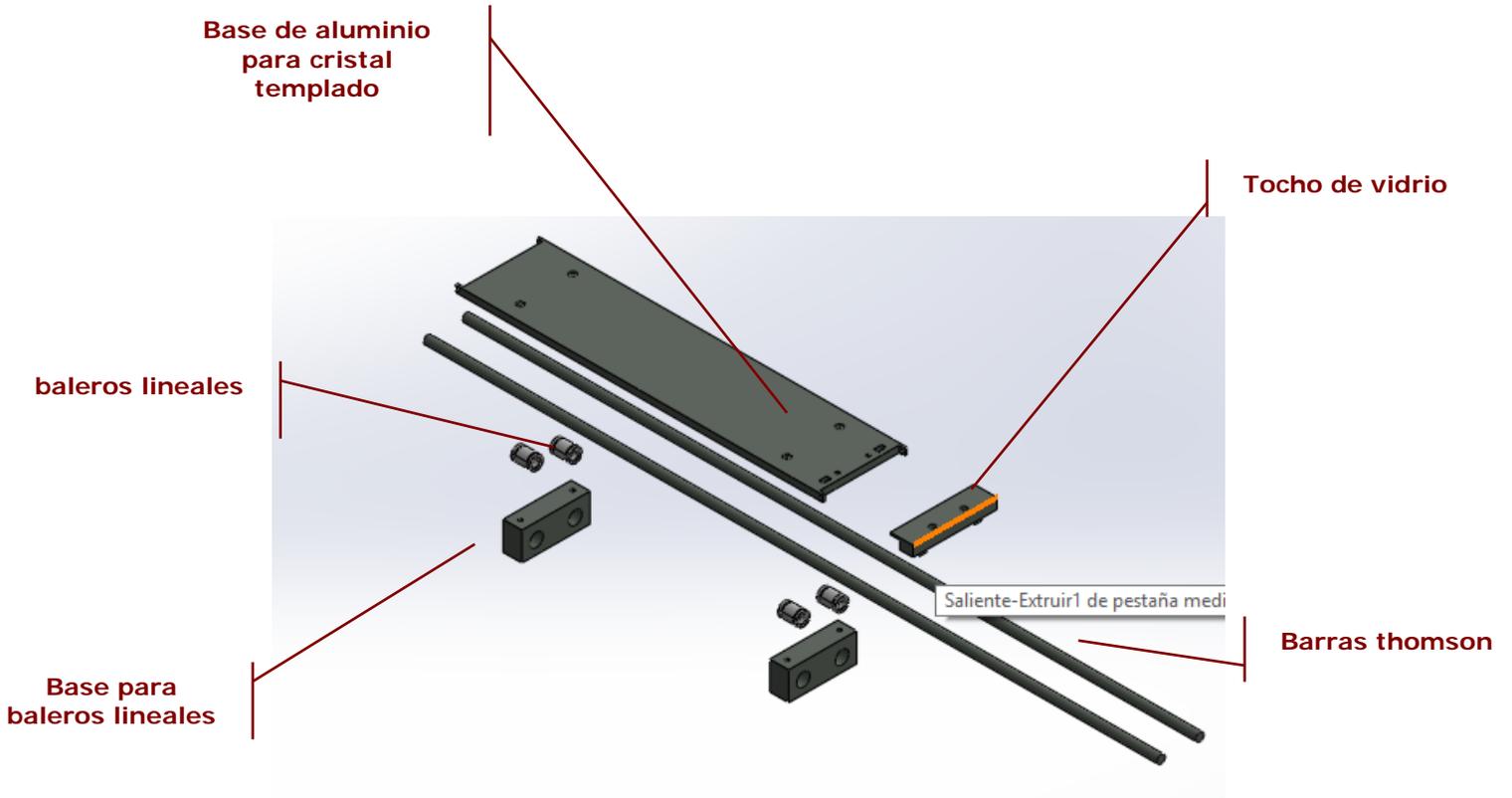


Fig. 42 Vista explosionada del Sub ensamble del proyecto latam, maquinado en Glasser S.A. DE C.V.

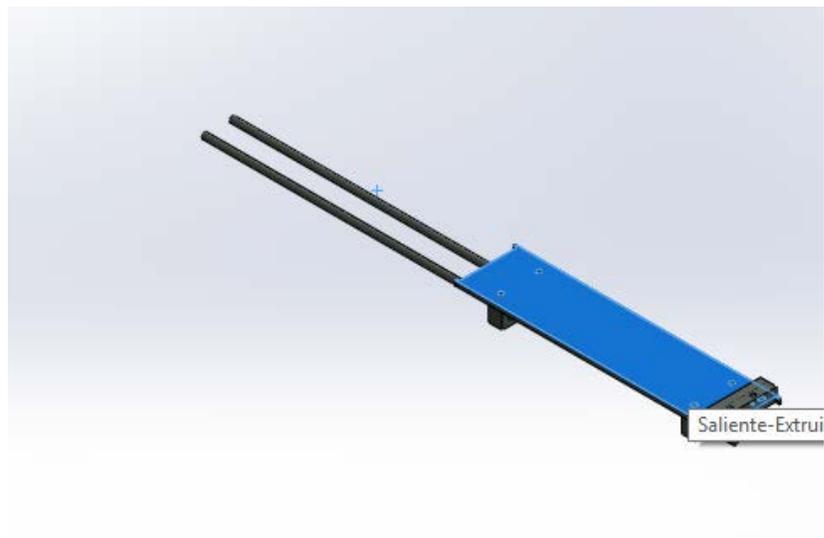


Fig. 43 Fin de carrera de la base móvil

3.9.7 ESTRUCTURAS DE BASE DE VIROLAS

Estructura reforzada de ensamble virolas

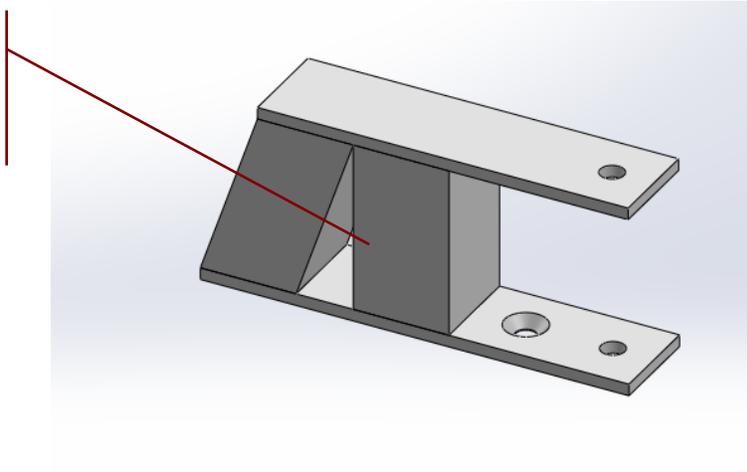
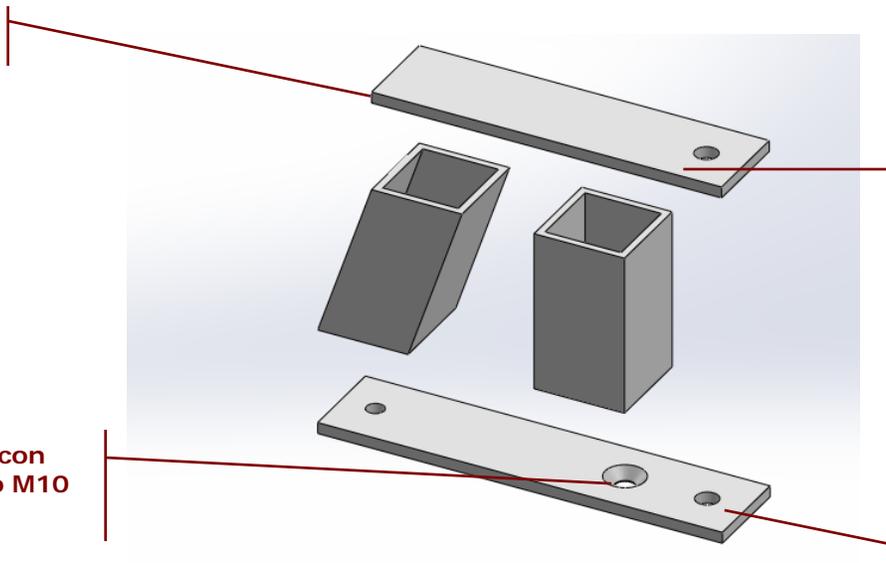


Fig. 44 base de virolas ensambladoras.

PTR de 2 in

Barreno con avellanado M10



Solera de 1/1 in de espesor y 1 1/2 in de ancho.

Barrenos para tornillos M10

Fig. 45 vista explosionada del sub ensamble de la base de virolas.

3.9.8 DISEÑO DE VIOLAS

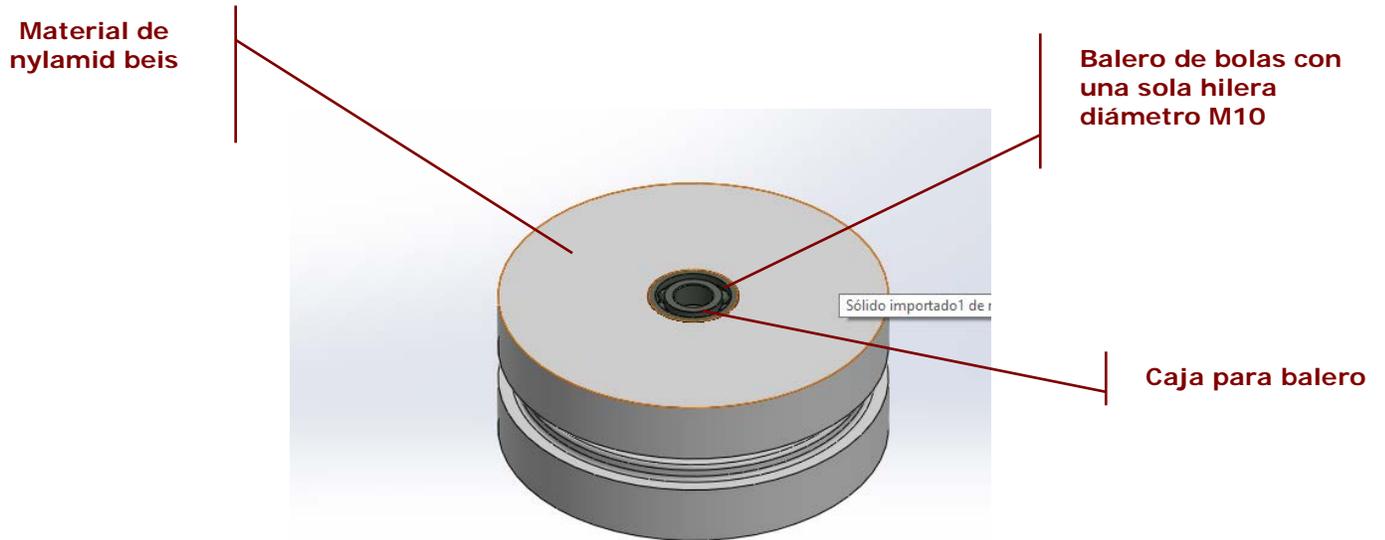


Fig. 46 Diseño de virolas de ensamble para el perfil trasero con alas y tipo c.

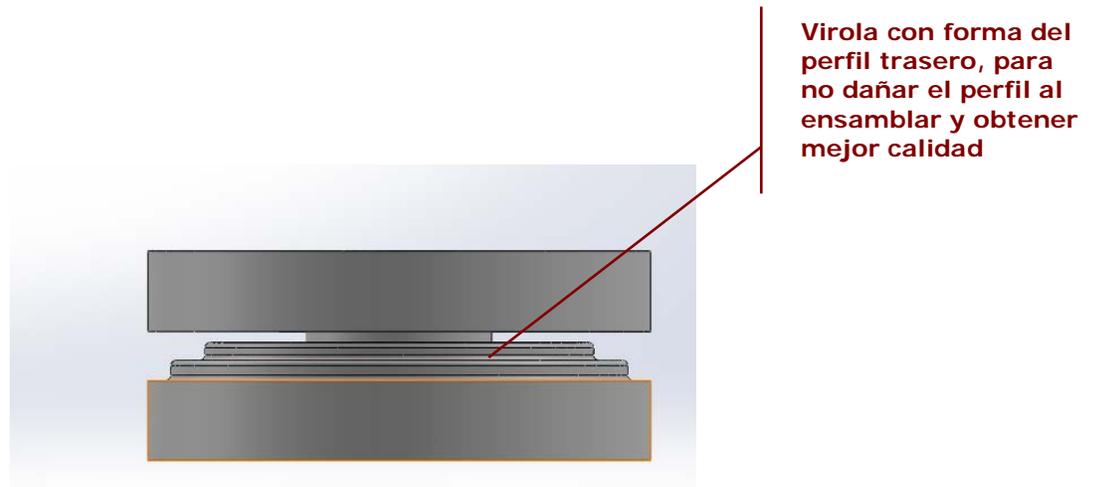


Fig. 47 vista frontal de virola trasera

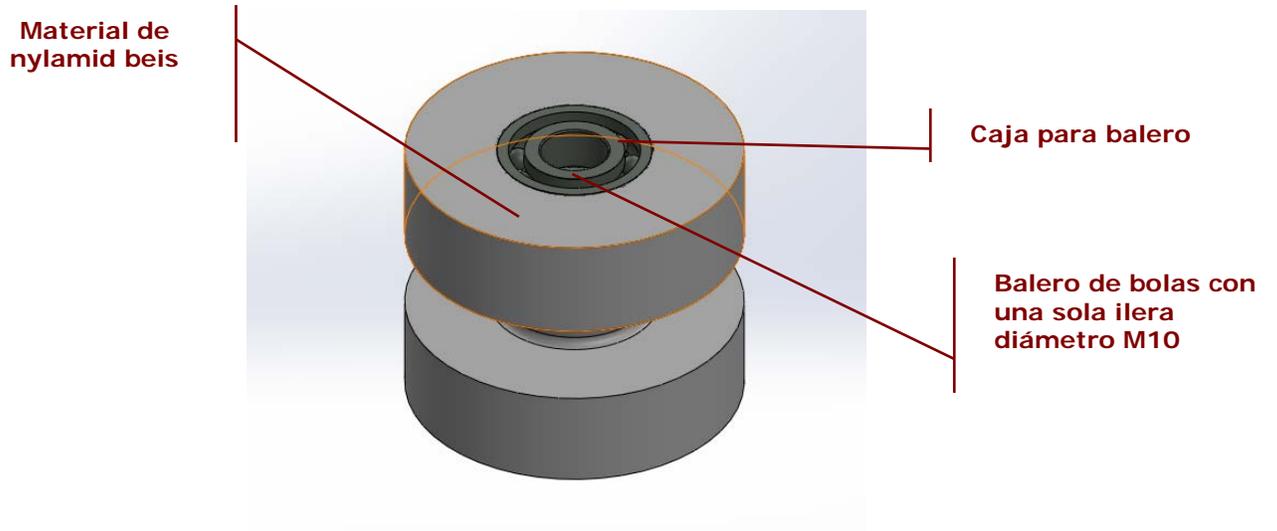


Fig. 48 diseño de virola para perfil frontal.

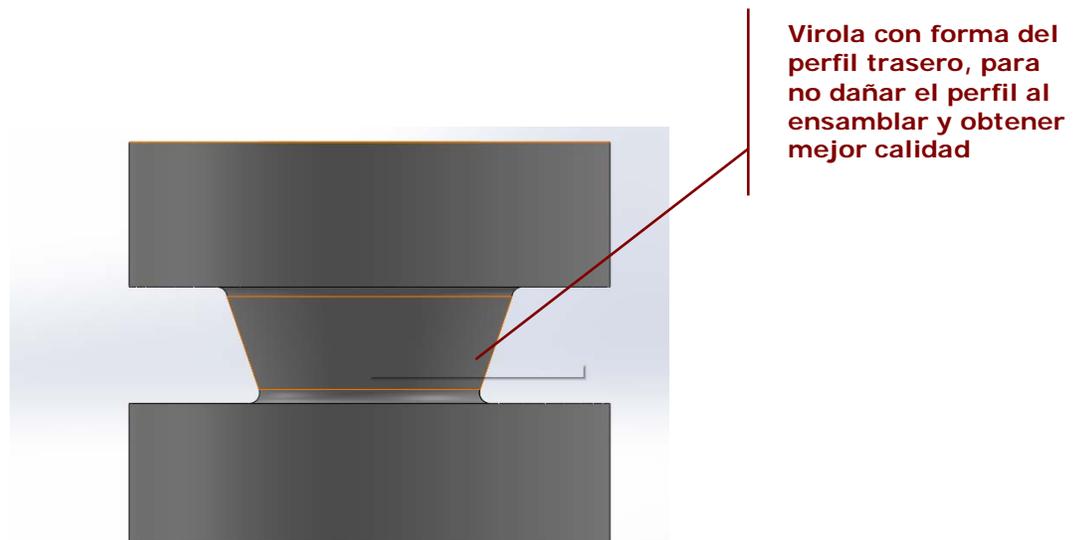
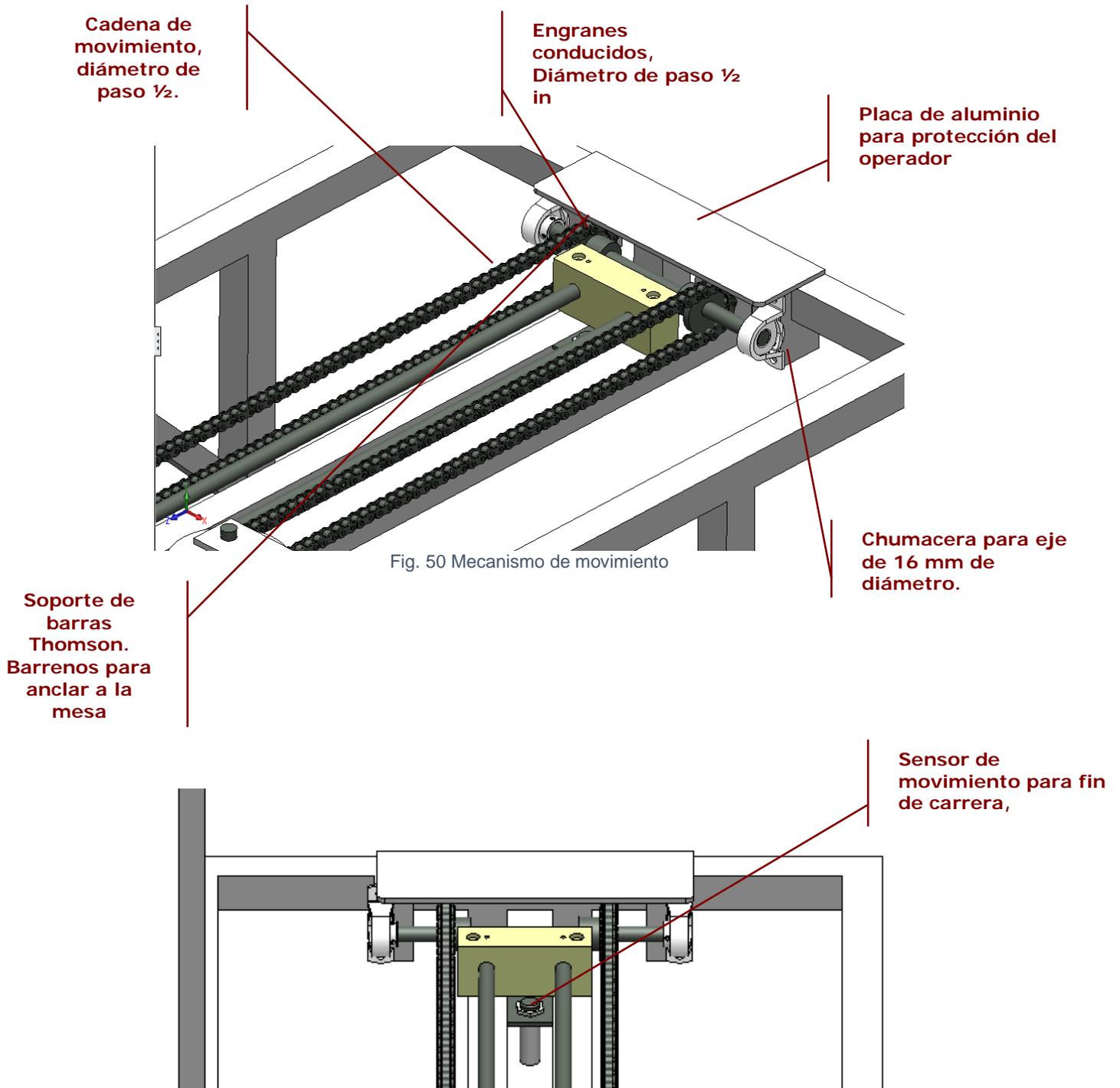


Fig. 49 vista frontal de virola de ensamble para perfil frontal

3.9.10 MECANISMOS Y CATARINAS.



3.9.11 MOTOR 0.5 HP

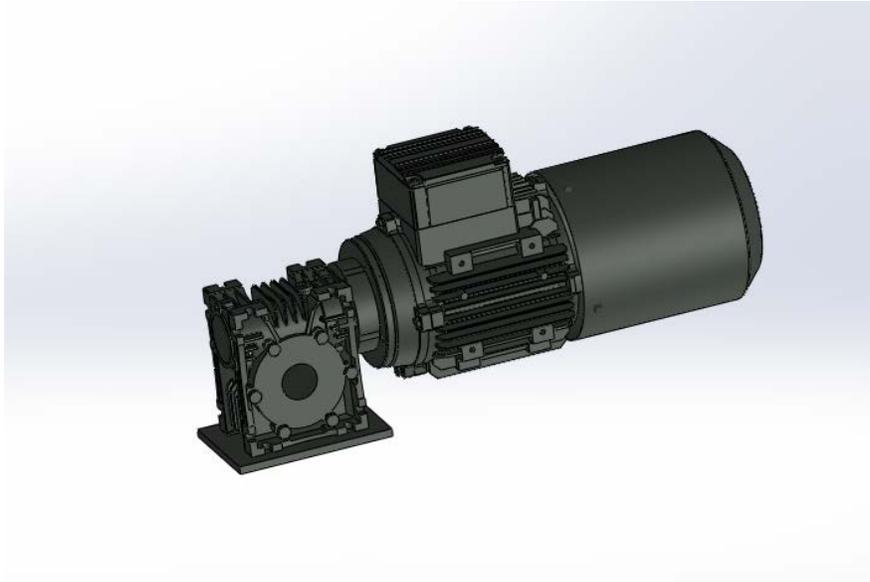


Fig. 52 Motor de A.C. 0.5 hp

	V	HZ	KW	MIN-1	$\cos\beta$	A
Δ	230	50	0.55	1370	0.77	2.6
TRI.	400	50	0.55	1370	0.77	1.56
Δ	265	60	0.65	1670	0.76	2.65
TRI.	460	60	0.65	1670	0.78	1.33

Tabla 3 TABLA DE VOLTAJE Y CORRIENTE DEL MOTOR DE 0.5 HP

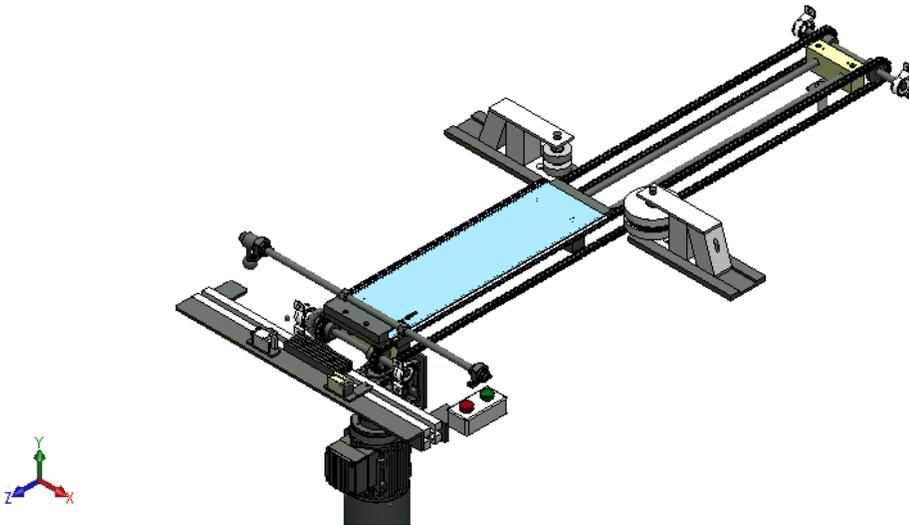


Fig. 53 Mecanismo completo del proyecto, fase inicial de carrera

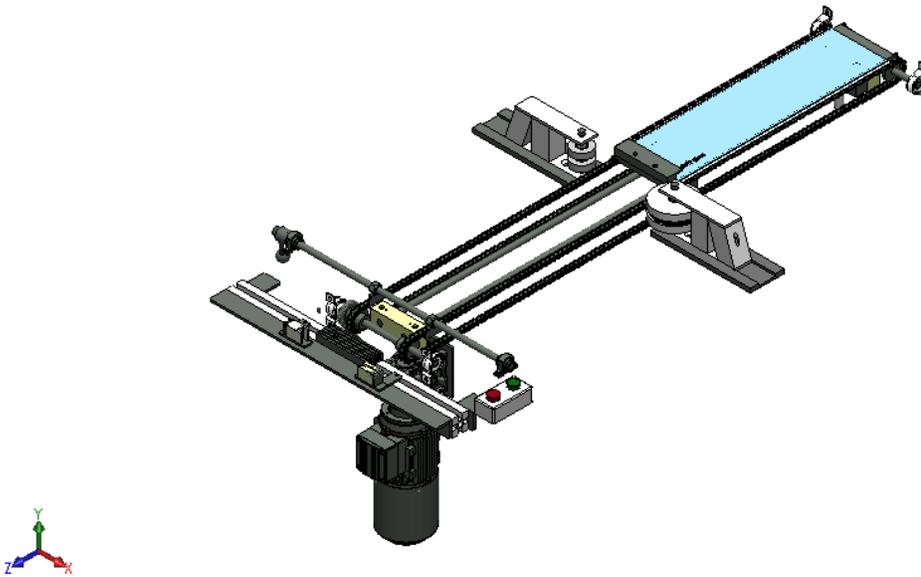


Fig. 54 Fig. 49 Mecanismo completo del proyecto, fase final de carrera

3.9.12 Diseño de Proyecto y tiempos de ensamble.

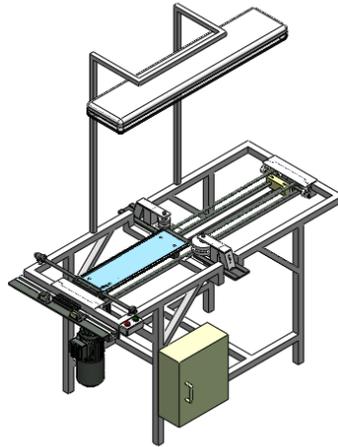


Fig. 55 diseño de maquina bottom freezer latam.

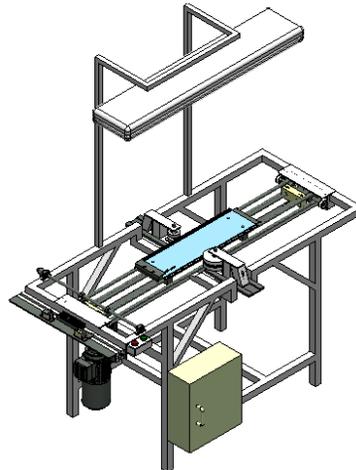


Fig. 56 diseño de maquina bottom freezer latam.

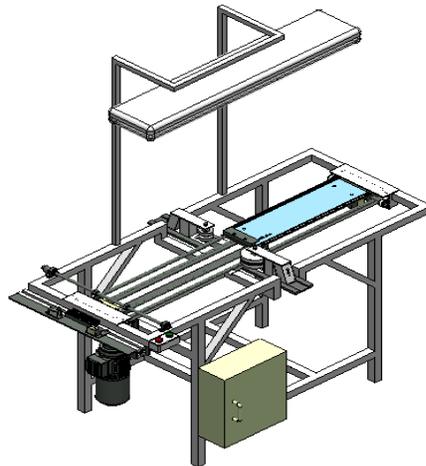


Fig. 57 Diseño de maquina bottom freezer latam.

3.9.13 Construcción del mecanismo prototipo

Mecanismo de ensamble del proyecto para analizar cambios en el diseño establecido y si su funcionamiento, tiempos de ensamble son viables, para la empresa.



Fig. 58 Mesa de ensamble prototipo.

Mecanismos improvisados y simulando con otros accesorios similares al diseño real, cambiando las barras Thomson a una simple patineta con rodamientos y usando un método de rieles para simular el movimiento de va y ven del proyecto establecido.

Ajustando el centrador de la parrilla y colocando los soportes de virola de ensamble y probando manualmente (empuje a mano de la patineta) sin motor



Fig. 59 Mecanismo prototipo con virolas de ensamble

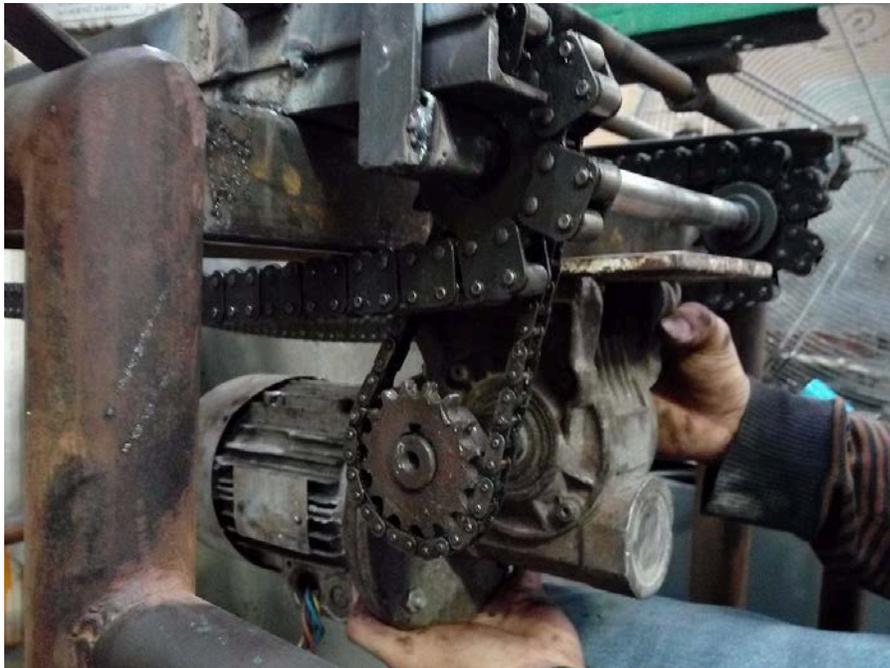


Fig. 60 colocando motor de 0.5 hp

3.9.14 Prototipo terminado y aprobado

El mecanismo prototipo fue validado, ya que si ensambla las parrillas con buena calidad y buen tiempo de ensamble sin atascos del motor al pasar por los rodillos de ensamble.



Fig. 61 Mecanismo prototipo finalizado y virolas maquinadas en Glasser.

3.9.15 Construcción de la línea de ensamble.

Para la creación de la estructura de la mesa de ensamble se utilizó PTR DE 1 ½ in y electrodos 6010 una planta para soldar y esmeril.



Fig. 62 mesa de ensamble de acuerdo al diseño preestablecido.



Fig. 63 soporte para tochos de la barra Thomson



Fig. 64 estructura de PTR

**Soporte para
fixture de
cristal
templado**

**Soporte de
placa para el
motor de 0.5
hp**

**Soporte para
placas de
virolas**

3.9.16 MAQUINADOS DEL DISEÑO.

Maquinados de acuerdo al diseño establecido y fabricados en Glasser.



Fig. 65 base del cristal y soporte de barras Thomson.



Fig. 66 Colocación de soporte de lámpara, chumaceras y base móvil del vidrio



Fig. 67 Colocación de cadenas.

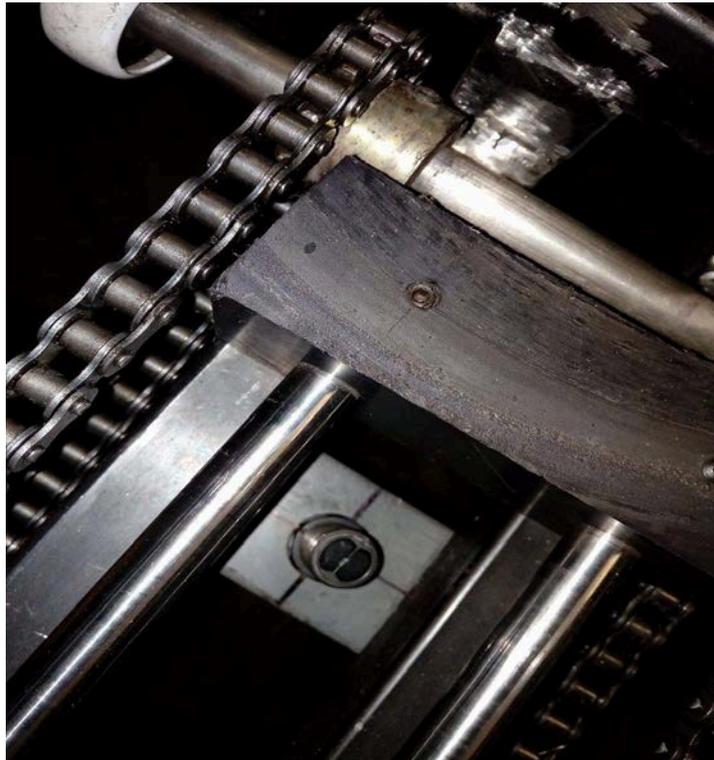


Fig. 68 montaje placa y sensor de proximidad.



Fig. 69 Montaje de motor y catarinas motrices.



Fig. 70 Montajes del centrador de vidrios y violas.



Fig. 71 Gabinete de control del variador de velocidad para el motor.



Fig. 72 montaje gabinete, conexión del motor, botones de adelante y retroceso de la base móvil y sensores.

3.9.17 MÁQUINA DE ENSAMBLE LATAM FINALIZADA.



Fig. 73 línea de ensamble del proyecto latam.

3.9.18 Diseño de máquina y maquina física

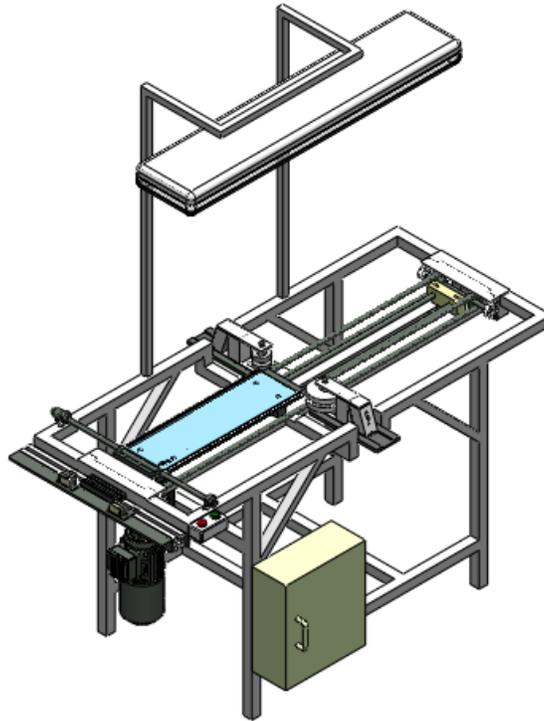


Fig. 74 proyecto latam (diseño)



Fig. 75 Construcción de la línea de ensamble

3.10 NORMA DE EMPAQUE

mabe

NORMA DE EMPAQUE 294D1022G001

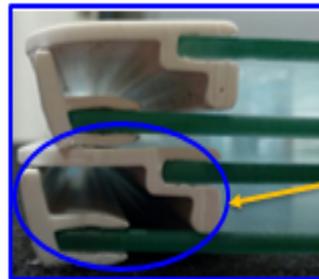
GLASSER
glass and technology

PARRILLA



- Perfil Frontal
- 225D9779P002 (BT001)
- Perfil Trasero
- 294D1024P001 (BT004)
- Vidrio (Decorado)
- MB5301

CARACTERÍSTICAS



- Parrillas contrapuestas, la pestaña del perfil trasero debe quedar en el borde del perfil frontal de la parrilla que se encuentra arriba

EMPAQUE



- Bolsa Azul
- 4 parrillas/bolsa
- Parrillas con los perfiles verticales dentro del contenedor.

CONTENEDOR



- Plástico
- 232 piezas
- 2 columnas de 29 paquetes c/u.
- 1 cama
- Colocar unicel al inicio y fin de cada columna y entre las columnas.
- Colocar papel o unicel en los espacios vacíos

ELABORO
M. AQUINO
Ingeniería

REVISÓ
A. KURI
Calidad

AUTORIZÓ
A. KURI
Producción

Fecha: 05/12/2016

Nivel de NE: 1

Rev. 1 FCIP-01

Fig. 76 norma de empaque cover shelf FF ASM

mabe

**NORMA DE EMPAQUE
225D9782G001**

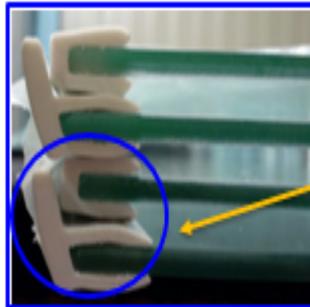
GLASSER
glass and technology

PARRILLA



- Perfil Frontal
- 225D9779P001 (BT002)
- Perfil Trasero
- 225D9780P001 (BT003)
- Vidrio (Decorado)
- MB5201

CARACTERÍSTICAS



- Parrillas contrapuestas, la pestaña del perfil trasero debe quedar en el borde del perfil frontal de la parrilla que se encuentra arriba

EMPAQUE



- Bolsa Amarilla
- 4 parrillas/bolsa
- Parrillas con los perfiles verticales dentro del contenedor.

CONTENEDOR



- Plástico
- 512 piezas
- 4 columnas de 32 paquetes c/u.
- 1 cama
- Colocar unicel al inicio y fin de cada columna y entre las columnas.
- Colocar papel o unicel en los espacios vacíos

ELABORO
M.AQUINO
Ingeniería

REVISÓ
A. KURI
Calidad

AUTORIZÓ
A. KURI
Producción

Fecha: 05/12/2016

Nivel de NE: 1

Rev. 1 FCIP-01

Fig. 77 Norma de empaque Medium shelf FF ASM.

mabe

NORMA DE EMPAQUE 225D9629G001

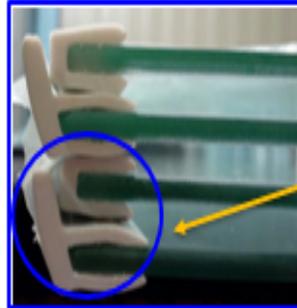
GLASSER
glass and technology

PARRILLA



- Perfil Frontal
225D9779P001 (BT002)
- Perfil Trasero
225D9780P001 (BT003)
- Vidrio (Decorado)
MB5101

CARACTERÍSTICAS



- Parrillas contrapuestas, la pestaña del perfil trasero debe quedar en el borde del perfil frontal de la parrilla que se encuentra arriba

EMPAQUE



- Bolsa verde
- 4 parrillas/bolsa
- Parrillas con los perfiles verticales dentro del contenedor.

CONTENEDOR



- Plástico
- 256 piezas
- 2 columnas de 32 paquetes c/u.
- 1 cama
- Colocar unisel al inicio y fin de cada columna y entre las columnas.
- Colocar papel o unisel en los espacios vacíos

ELABORO
M. AQUINO
Ingeniería

REVISÓ
A. KURI
Calidad

AUTORIZÓ
Producción

Fecha: 05/12/2016

Nivel de NE: 1

Rev. 1 FCIP-01

Fig. 78 Norma de empaque de complete shelf FF ASM

CAPÍTULO IV

4.1 Pruebas de planicidad y dimensionales a vidrios templados

DIMENSIONALES DE VIDRIOS (mm.)

Los cristales son medidos con vernier, para saber si están a la medida del plano que se estableció anteriormente, la cual se miden largo, ancho, espesor y serigrafía de cada cristal con una tolerancia de 0.75 mm

Dimensionales bottom freezer.					
Médium shelf FF ASM.					
Largo	Ancho	Espesor	Planicidad	Largo grafico	Alto grafico
628.23	192.26	3.127	0.234	69.62	50.88
628.26	192.51	3.161	0.603	69.12	51.29
628.24	192.45	3.157	0.663	70.01	48.41
628.28	192.2	3.129	1.23	69.79	51.24
628.23	192.41	3.148	0.725	69.3	50.01

Tabla 4. Dimensionales de Medium shelf FF ASM.

Dimensionales bottom freezer.					
Complete shelf FF ASM.					
Largo	Ancho	Espesor	Planicidad	Largo grafico	Alto grafico
628.2	391.86	3.149	0.752	70.74	50.99
628.25	391.66	3.144	0.765	71.18	50.88
628.13	391.94	3.127	1.525	70.32	52.25
628.37	391.59	3.165	1.655	70.73	51.04
628.41	391.81	3.16	1.575	71.06	52.33

Tabla 5. Dimensionales de Complete shelf FF ASM.

Dimensionales bottom freezer.					
COVER SHELF FF ASM.					
Largo	Ancho	Espesor	Planicidad	Largo grafico	Alto grafico
592.31	357.55	3.17	0.796	50.65	50.48
592.34	357.53	3.19	0.449	50.11	50.81
592.15	357.43	3.13	0.849	50.61	51.12
592.03	357.53	3.14	0.604	50.4	51.19
592.4	357.22	3.16	0.963	50.28	51.77

Tabla 6 Dimensionales de Cover shelf FF ASM.



Fig. 79 Mesa plana para medir planicidad



Fig. 80 RELOJ PALPADOR DE PLANICIDAD ELECTRONICO.

se toma un punto del cristal y se calibra el palpador, para después deslizar el palpador por todo el cristal en las orillas y se toma la lectura más grande que tenga el palpador y esa es la planicidad que tiene el vidrio templado.

4.2 PRUEBA DE IMPACTO

La prueba de impacto consiste en una bola de 300 gr establecida por el cliente (MABE) a una altura 1.3 m de altura.

- 1.- se coloca el cristal en una plataforma y se centra
- 2.- se coloca la bola de metal a la altura de 1.3 m
- 3.- se deja caer la bola, el cristal debe resistir el choque, si no resiste ese cristal no sirve, Esta prueba se hace cada corrida del producto, las corridas son de 1500 vidrios por turno y se toman 10 cristales por medio turno.

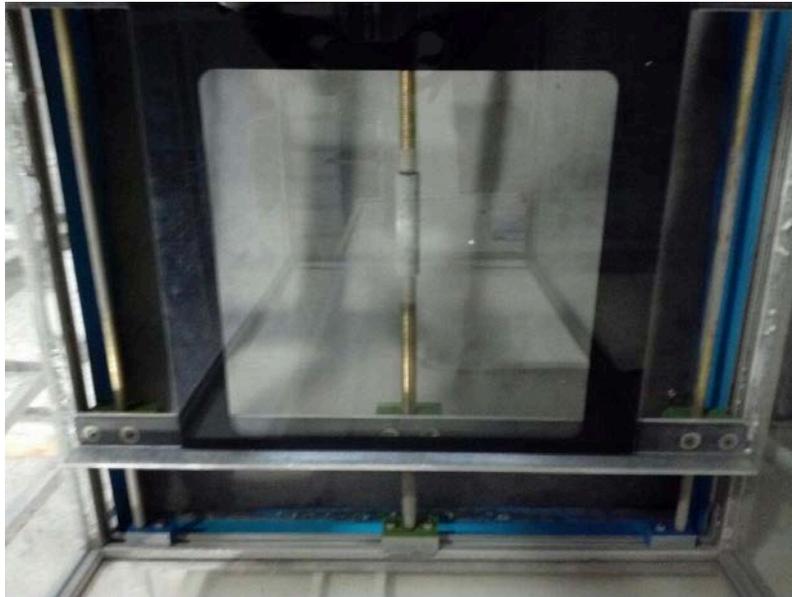


Fig. 81 centrador de vidrio

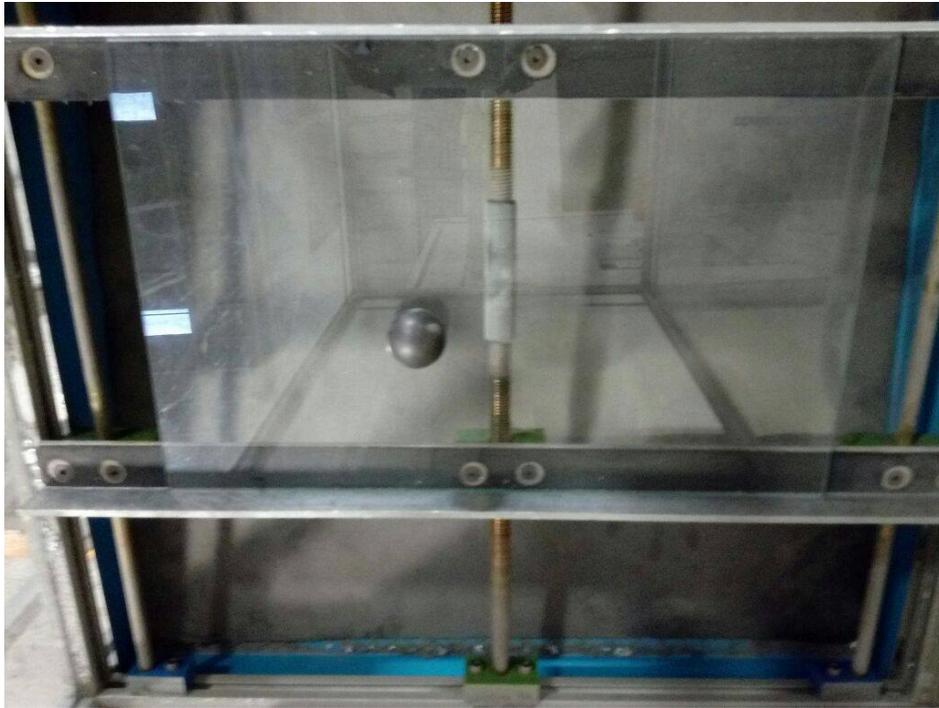


Fig. 82 Prueba de choque

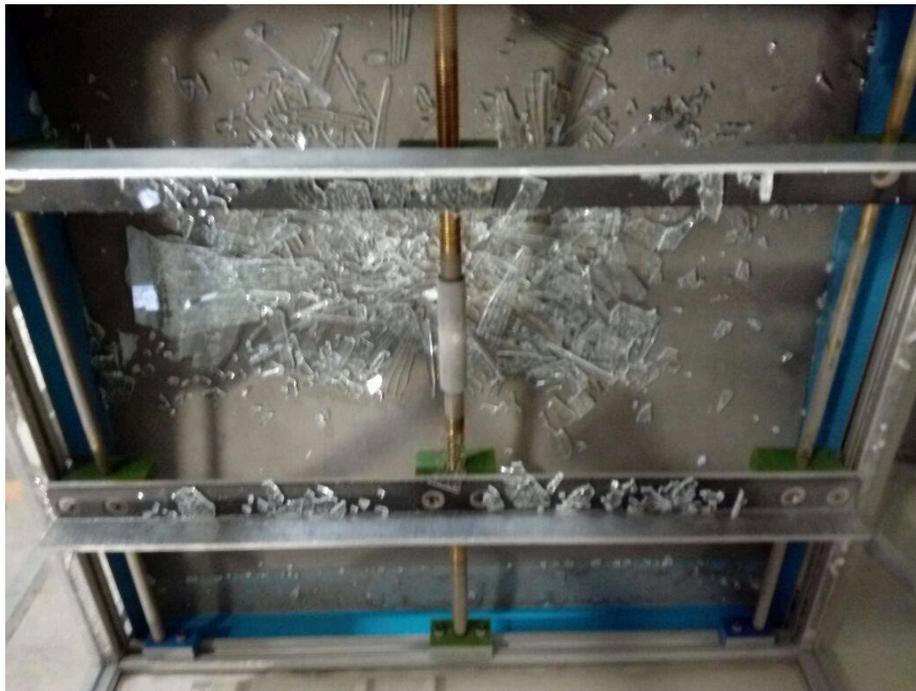


Fig. 83 vidrio defectuoso.

4.3 Prueba de choque térmico.

La prueba de choque térmico consiste en calentar en un mini horno eléctrico a 230 grados centígrados por 10 min, al elevar la temperatura por ese tiempo se deja caer un recipiente con agua fría, el cristal debe soportar este choque térmico para ser aprobado por el área de calidad.



Fig. 84 mini horno eléctrico temperatura de 230 c°



Fig. 85 fragmentos de un cristal defectuoso.

4.4 Análisis de resultado

4.4.1 Resultados obtenidos

La línea de ensamble del proyecto ha sido diseñada bajo normas de seguridad en su funcionamiento. No obstante, se deben observar normas de precaución.

La máquina está diseñada para trabajar con modelos diferentes.

Los elementos comerciales que se utilizaron (cadena con diámetro de paso $\frac{1}{2}$ in, , sensores inductivos, variador de velocidad para motor de 0.5 hp, motor de 0.5 hp etc.) ya están normalizados y cumplen con las especificaciones que el cliente solicitó.

El diseño ya fue aprobado internamente y con el cliente, en este caso se trata de la empresa MABE, la máquina ya está en producción, para realizar las pruebas de funcionamiento con el producto y detectar que todo esté en orden y en caso de ser necesario. Realizar algún tipo de ajuste en el.



CAPÍTULO V

5.1 CONCLUSIÓN

Como conclusión al presente proyecto se han cumplido con las necesidades productivas de la empresa MABE, así mismo se han formulado una serie de parámetros de diseño para la creación de una nueva línea de producción y funcionamiento de parrillas. Por otra parte se han detectado e integrado en el diseño las necesidades específicas de los operadores compatibilizando criterios ergonómicos y productivos hasta llegar un sistema eficiente y flexible, y fácil de operar en un tiempo reducido para la empresa.

El tiempo en la empresa fue de mucha importancia en la formación como diseñador mecánico, ya que en este periodo se adquirieron conocimientos sobre el campo productivo dentro de la industria y se utilizaron distintas metodologías de trabajo para resolver problemas gracias a los diferentes proyectos que se me otorgo en la empresa como el lay out de la planta glasser Querétaro, proyecto latam, diseños de marcos de serigrafía y como otras actividades en la empresa.

Es muy bueno para la formación del diseñador mecánico inmiscuirse en procesos de manufactura y mantenimiento industrial, para conocer las distintas etapas que tiene un producto antes de llegar a los usuarios finales y calidad. Esto permite también ingresar a nuevos campos donde se puede ser propositivo para hacer más eficiente y fácil la labor de los operarios.

La experiencia que deja trabajar con un grupo de personas experimentadas en el diseño mecánico, es gratificante y motiva personalmente a realizar cada vez mejor nuestro trabajo. Tanto en la planta como fuera de ella, siempre se trabajó en relaciones sociales con diferentes áreas de la empresa..

5.2 Anexos

5.2.1 Calculo de tornillo – tuerca (centrador)

En el diseño optamos por un tornillo sin fin acoplado con dos tuercas tornillo tiene de un paso 6 mm y dos entradas con un giro de 50 rpm

Calculo

Paos =6 mm

e= 2

n=50 rpm

a= (0.006)(2)(50)= 0.6 m

Velocidad de desplazamiento del transportador (v):

La velocidad de desplazamiento (v) del transportador es la velocidad con la que desplaza el material en la dirección longitudinal del eje del tornillo. Depende tanto del paso del tornillo como de su velocidad de giro.

La expresión que permite conocer la velocidad de desplazamiento en un transportador de tornillo es la siguiente:

$$e = 2$$

$$p = 6 \text{ mm}$$

$$n = 50 \text{ rpm}$$

La velocidad de avance viene dada por:

$$V_a = \frac{p \cdot e \cdot n}{60}$$

Sustituyendo:

$$v_a = \frac{0.006 \cdot 50 \cdot 2}{60} = 0.01 \text{ m/s}$$

Por último el tiempo que tarda la tuerca en recorrer una distancia L vendrá expresado por:

$$t = \frac{L}{V_a}$$

Por lo tanto:

$$T = \frac{0.68 \text{ m}}{0.01 \text{ m/s}} = 68 \text{ s}$$

5.2.2 Calculo de soporte de la línea de ensamble

Para el cálculo sabemos que utilizamos PTR de 1 ½ in y PTR de 1 in el peso total del mecanismo tiene un peso de 10.3 kilogramos en total el cual esta masa soportara la línea de ensamble calcularemos la deformación que sufrirá la línea de ensamble con el programa solid Works.

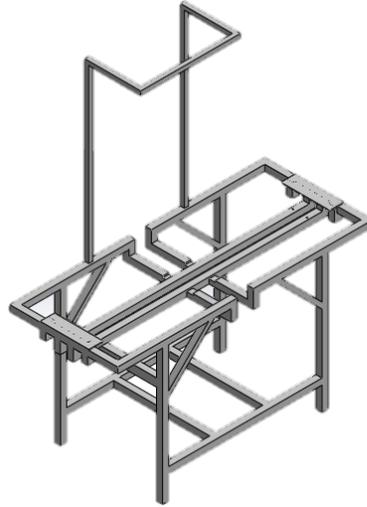


Fig. 86 estructura de PTR

El cual en el análisis estático sujetamos las 4 patas de la mesa y colocamos una masa distribuida en la mesa de 10.3 kilogramos que es el peso de todo el mecanismo.

Colocamos la gravedad de 9.8 m/s² para convertir la masa en peso.

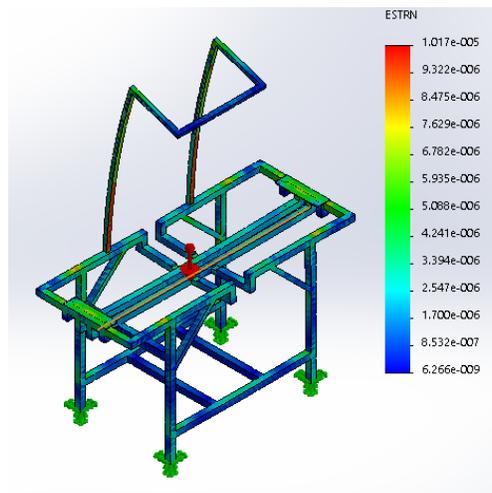


Fig. 87 estructura exagerando deformación

Resultado de solid Works resultado exagerando desplazamiento de la estructura.

Resultado real de la deformación por debida carga.

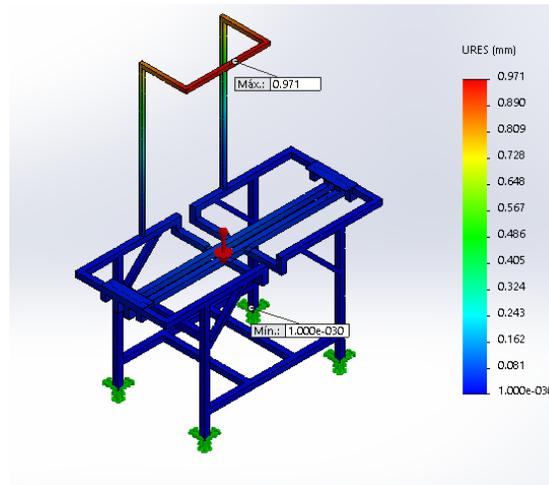


Fig. 88 deformación real de la simulación

Resultado real del diseño de la estructura metálica.

Comprobar deformación

Comience comprobando la deformación para verificar si los resultados son razonables. El desplazamiento máximo del modelo entero es: **0.000971311m.**

Revise con detenimiento la animación y seleccione una de las siguientes opciones:

Fig. 89 Resultado de la deformación

Deformación debido al peso de los elementos mecánicos, el resultado es demasiado pequeño para que falle la estructura metálica.

5.2.3 Cálculo de deformación de barra Thomson en solid Works.

La barra Thomson tiene un diámetro de 16 mm por 1.4 m de longitud hecha de acero al carbón fundido el problema es saber si la barra se deforma con el peso de la base de aluminio móvil para eso recurrimos al programa solid Works simulación con una simulación estática.

El peso de la base móvil es de 9.2 kilogramos, se calculó en la mita de la barra Thomson ya que ahí se concentra la mayor deformación de la barra circular.



Fig. 90 Base de vidrio móvil.

Solidworks simulation.

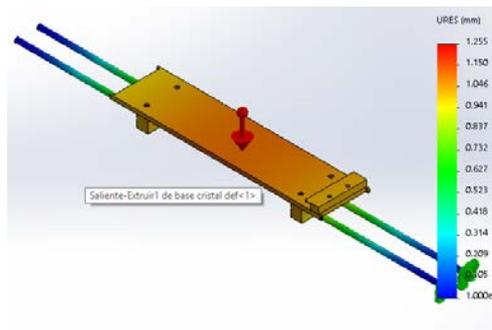


Fig. 91 Determinando masa y gravedad

Se determinó una masa de 9.2 kilogramos en la base móvil del ensamble a la mitad de la barra circular y una gravedad de 9.81 m/s² para convertirlo en peso, y anclar los bordes de la barra para hacer un empotre. Y así simular la deformación

A continuación muestra el resultado de la deformación exagerando dicha deformación

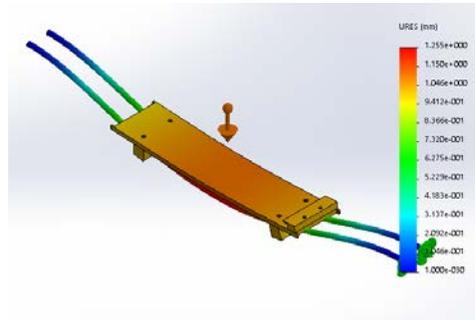


Fig. 92 Deformación exagerada del cálculo

Resultado real de la deformación.

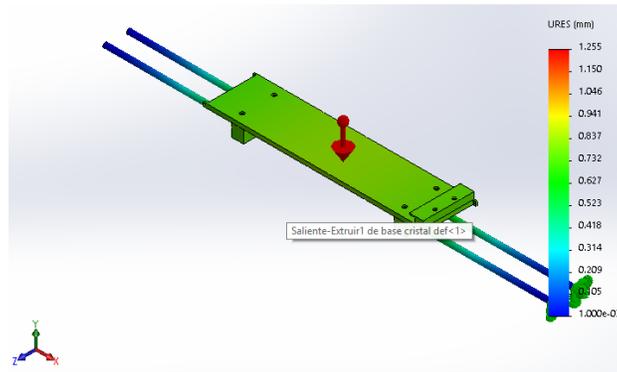


Fig. 93 Deformación real.

Deformación real de las barras Thomson.

Comprobar deformación

Comience comprobando la deformación para verificar si los resultados son razonables. El desplazamiento máximo del modelo entero es: **0.00125493m.**

Revise con detenimiento la animación y seleccione una de las siguientes opciones:

Fig. 94 Resultado final.

El resultado fue una deformación muy pequeña la cual no afecta a la barra Thomson en fallar por el peso del mecanismo.

5.2.4 Calculo de fuerza para encontrar los caballos del motor

Se determinó la fuerza que ocupa el motor mediante un dinamómetro al jalar el mecanismo manualmente para saber cuál es la fuerza que se requiere para mover la base móvil atreves de los rodillo ya que estos están a una longitud menor a una parrilla.



Fig. 95 Dinamómetro instrumento para medir fuerzas.

Para encontrar la fuerza se jalo manualmente la base lineal atravez de las virolas para saber que fuerza se aplica para pasar el ensamble entre las virolas

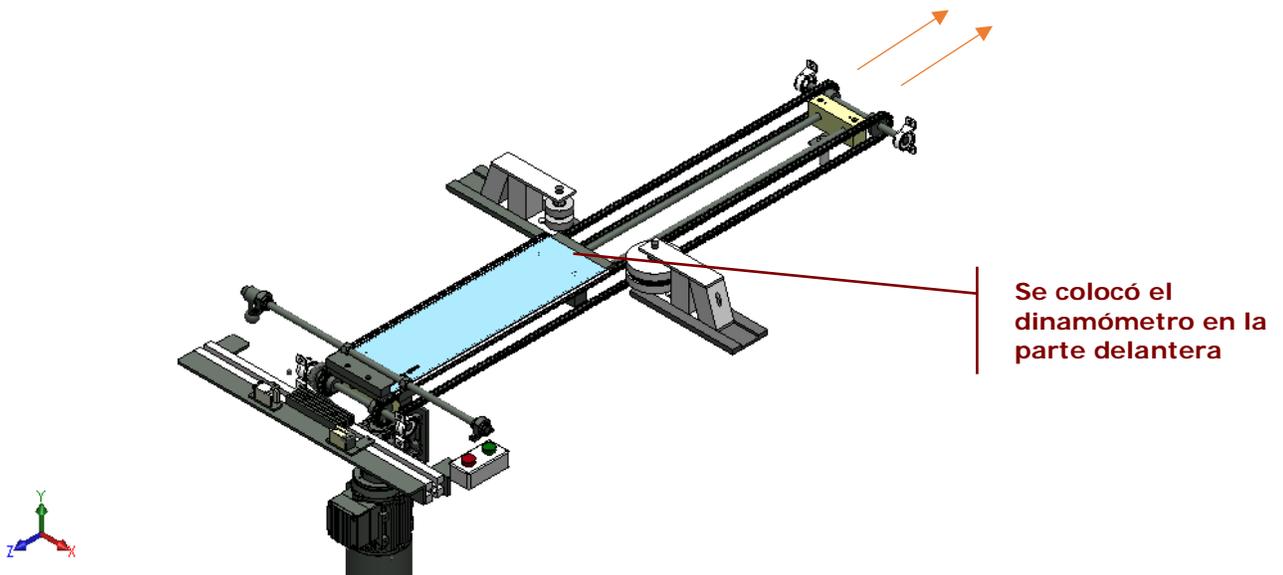


Fig. 96 prueba de dinamómetro

Se determinó la fuerza que se requiere para mover el ensamble entre virolas.

5.2.5 Potencia del motor

Se obtuvo 390 newtons de fuerza, el problema se requiere encontrar la potencia mecánica del motor, para que motor colocar en la línea de ensamble y cuantos caballos necesita dicho motor para mover la base móvil de la máquina. Se obtiene un reductor de motor con un diámetro de flecha de ½ in y revoluciones por minuto de 1370 obtenido de la tabla del motor 0.5 hp.

Datos:

$$D = \frac{1}{2} \text{ in} = 12.70 \text{ mm}$$

$$\text{Rpm} = 1370$$

$$F = 390 \text{ N}$$

Formulas:

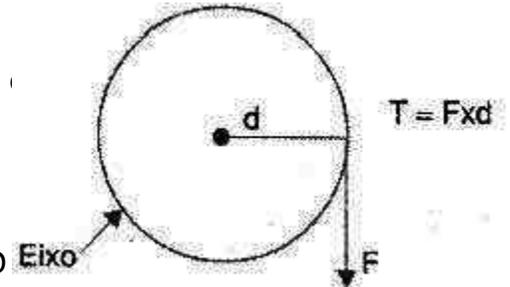
potencia mecánica

$$P = T \cdot W$$

T = TORQUE

W = VELOCIDAD

$$T = F \cdot D = F \cdot R$$



$$D = 12.70 \text{ mm} \left(\frac{1 \text{ m}}{1000 \text{ mm}} \right) = \mathbf{0.0127 \text{ m}}$$

$$R = 0.0127 / 2 = \mathbf{0.00635 \text{ m}}$$

SUSTITUYENDO EN LA ECUACION DEL TORQUE

$$T = F \times R = 390 \text{ N} (0.00635 \text{ M}) = \mathbf{2.476 \text{ N.M}}$$

Potencia es igual torque por vel. Angular, el problema nos da que tenemos rpm

Entonces convertimos rpm a rad/s

$$\mathbf{RPM = 1370 \left(\frac{\text{rev}}{\text{MIN}} \right) \cdot \left(\frac{2 \pi \text{ rad}}{1 \text{ rev}} \right) \cdot \left(\frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \right) = 143.4660 \text{ rad/s}}$$

Sustituyendo valores en la ecuación de potencia mecánica.

$$P = T \cdot W$$

$$P = 2.4756 \text{ N.M} (143.6460 \text{ RAD/S}) = \mathbf{355.73 \text{ WATTS}}$$

$$P = 355.73 \text{ W} \left(\frac{1 \text{ HP}}{745.699} \right) = \mathbf{0.4770 \text{ HP}}$$

El resultado de la potencia nos dio cercano a media caballada por lo cual optamos por el motor de 0.5 hp.

5.2.6 reductor para un motor de 0.5 hp

Obteniendo la potencia del motor de 0.5 hp, necesitaremos un reductor de velocidad, tenemos una relación de velocidad de 17:1 por especificación del motor reductor y una potencia nominal de 0.55/0.65 kW con un factor de servicio de 2.5 y una velocidad de entrada de 1370 rpm, por lo cual debemos saber cuánta velocidad transmite a la salida del reductor.

Datos	relación de velocidades es
Potencia =0.5 hp	$i = \frac{n_1}{n_2}$ despejando $n_2 = \frac{n_1}{i}$
$n_1 = 1370$ rpm	sustituyendo obtenemos
$P_{nom} = 0.55/0.655$ kW	$n_2 = \frac{1370}{17} = 80.58$ rpm
$F_s = 2.5$	

Entonces el torque disponible será:

$$T = \frac{HP \times 716}{RPM} = \frac{0.5 \times 716}{80.58} = 4.4427 \text{ kg.m}$$

De estos resultados podemos calcular el diseño de transmisión de la cadena, la velocidad de entrada será 30.44rpm, la potencia transmitida serán los 0.5 hp

Por lo tanto:

$$P_{trs} = 0.5 \text{ hp}$$

Velocidad del motor= velocidad inicial 30.44, en este caso se toma la velocidad del reductor como primera velocidad. Calcularíamos la segunda velocidad $n_2 = ?$

Para el sistema de movimiento usaremos dos catarinas de 12 dientes.

Tenemos la relación

$$N_1 \cdot Z_1 = N_2 \cdot Z_2$$

Queremos obtener la velocidad final del sistema entonces despejamos.

$$N_2 = \frac{N_1 \cdot Z_1}{Z_2} = \frac{(30.44)(12)}{12} = 80.58 \text{ RPM}$$

La velocidad es la misma ya que tienen el mismo número de dientes la cual no existe un cambio de velocidad a lo largo de la transmisión.

5.2.7 Selección del tipo de cadena

La selección del tipo de cadena se realiza utilizando la tabla 6 del apartado 2.3 y entrando en ella con los siguientes valores:

- Potencia corregida de cálculo (Pc): 0.55 kW;
- Cadena simple;
- Velocidad de giro del piñón: 80.50 r.p.m.

Con estos valores resulta una cadena Tipo 40; de paso, $p = 12.70$ mm.

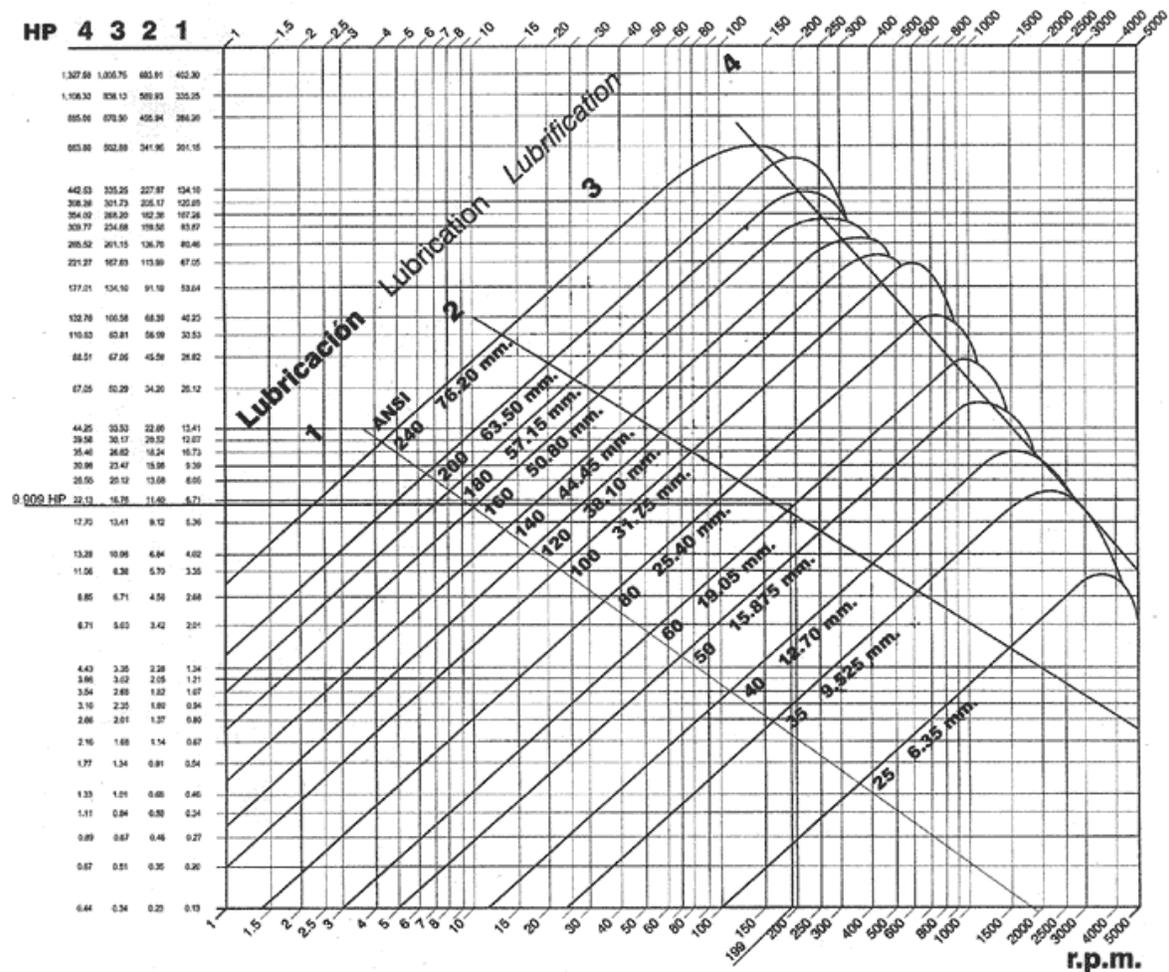


Fig. 97 Tabla de selección de cadena.

5.2.8 Cálculo del diámetro de las ruedas:

Según la lista de formulaciones que aparecen en el anexo A1 se puede obtener los diámetros primitivos (D_p) de las ruedas mediante la expresión:

$$D_p = \frac{\rho}{\text{sen}(\pi / z)}$$

Donde,

ρ , es el paso en mm.
 Z , es el número de dientes.

En este caso se tiene que:

- Rueda piñón:

$$D_{p1} = \frac{12.70}{\text{sen}(\pi / 12)} = 49.22\text{mm}$$

Las ruedas son las mismas en el sistema la cual es la misma potencia y velocidad que tiene el diseño.

5.2.9 Longitud de cadenas

La longitud de cadena no fue necesaria calcular ya que con el programa solid Works tiene la operación de ensamble de cadena y matriz de cadena, el programa te da automáticamente las longitudes de las 3 cadenas.



Fig. 98 Cadenas largas.

Cadenas dibujadas en solidworks

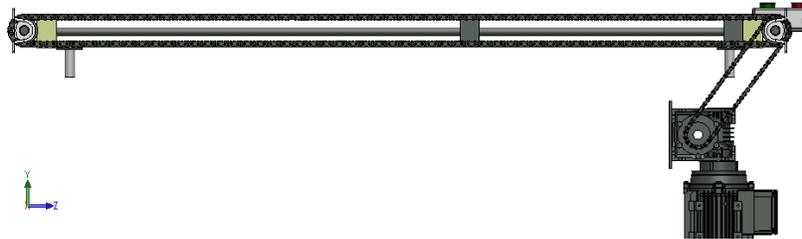


Fig. 99 cadena motriz y conducida.

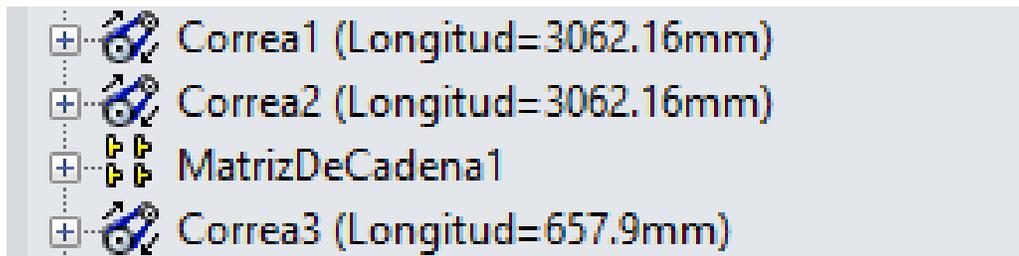


Fig. 100 Longitud de cadenas

5.2.9 CALCULOS DE LA PRUEBA DE IMPACTO.

Una prueba objetiva de las virtudes de este moderno cristal templado se puede observar al someter un delgado cristal de 3mm. De espesor, al impacto directo de una bola de acero de 225 gr. En caída libre, con aceleración gravitacional, desde una altura de 1.8M. Y observar su gran resistencia; en tanto que en un cristal normal se triza con un impacto, a sólo 60cm. en las mismas condiciones.

Datos:

Masa de la bola: 0.225 kg

Altura: 1.8 m

En la posición inicial antes de soltar la bola de impacto tienen una energía potencial $EP = m.g.h$ donde:

h es la altura inicial, esta energía,

m es la masa de la bola.

G la aceleración de la gravedad.

En el momento del impacto sobre el plano del vidrio toda energía potencial se habrá transformado en cinética.

$$E_p = mgh = \frac{1}{2}mv^2$$

Donde v es la velocidad de la bola en el momento del impacto.

$$v^2 = \frac{mgh}{\frac{1}{2}m} = 2gh \quad v = \sqrt{2gh}$$

Sustituimos la ecuación de la 1ª- velocidad.

$$V = \sqrt{2(9.8)(1.8)} = 5.9396 \text{ m/s}$$

$$E_p = mgh = \frac{1}{2}mv^2$$

$$E_p = \frac{1}{2}(0.225)(5.9396)^2 = 3.969 \text{ J}$$

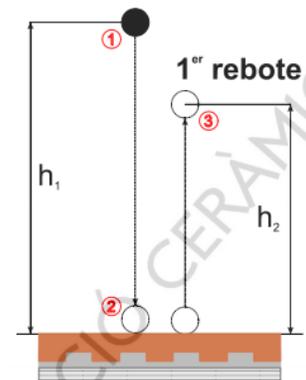
Pero esto solo no nos permite calcular la fuerza de impacto, Como hay una pequeña penetración en el cristal de 0.1m calcular la fuerza de impacto, usando el principio –trabajo energía.

Fuerza de impacto x distancia recorrida = energía cinética

DESPEJANDO.

F=energía cinética/distancia recorrida

$$F = 3.96 \text{ J} / 0.1\text{m} = 39.69 \text{ N}$$



TIEMPO QUE TARDA LA BOLA EN PEGAR AL IMPACTA EL CRISTAL.

$$h = \frac{1}{2}gt_0^2 \quad t_0 = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

SUSTITUYENDO VALORES.

$$T_0 = \sqrt{\frac{2(1.8)}{9.8}}$$

Si el cristal soporta una fuerza de impacto de 39.69 Newton el vidrio pasa la prueba de choque.

5.3 REFERENCIA

ELECTRIC, A. (2015). *MANUAL DE REGULADOR DE VELOCIDAD MOTOR 0.5 HP*. QUERETARO.

GERARDO, R. M. (2010). *MANUAL DE DISEÑO INDUSTRIAL*. MEXICO.

GOMEZ, F. (2015). *NORMAS DE EMPAQUE. APLICACIONES DE CALIDAD*. MEXICO.

MONTAÑO, F. (2014). *MANUAL AVANZADO DE AUTOCAD*. MEXICO.

E.R, B. F. (1992). *MECANICA DE MATERIALES* . MEXICO: EDITORIAL MC GRAW HILL .

SHIGLEY J.E., M. L. (1986). *DISEÑO EN INGENIERIA MECANICA*. MEXICO: EDITORIAL MC GRAW HILL.

SOLIDWORKS, M. N. (2015). CONCORD MASSACHUSSETS.