

PLANEACIÓN DE PRODUCCIÓN A PARTIR DE PLANOS

JULIÁN PULIDO CASTIBLANCO

CÓD. 200620671

**UNIVERSIDAD EAN
FACULTAD DE INGENIERÍA
BOGOTÁ D.C.
2009**

PLANEACIÓN DE PRODUCCIÓN A PARTIR DE PLANOS

JULIÁN PULIDO CASTIBLANCO
CÓD. 200620671

Trabajo Dirigido

Director
JOSÉ DIVITT VELOSA
Ingeniero Mecánico

UNIVERSIDAD EAN
FACULTAD DE INGENIERÍA
BOGOTÁ D.C.
2009

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Bogotá 10/06/2010

CONTENIDO

1.	GENERALIDADES	10
1.1.	Introducción	10
1.2	Formulación Del Problema	11
1.3	Antecedentes.....	12
1.4	Justificación	14
1.5	Objetivos.....	15
1.5.1	Objetivo General	15
1.5.2	Objetivos Específicos	15
2	MARCO REFERENCIAL	16
1.2	Marco Conceptual	16
1.3	Marco teórico.....	25
2.2.1	Concepto CAD	25
2.2.1.1	Ventajas del CAD	25
2.2.1.2	Proceso de diseño de ingeniería.....	26
2.2.2	Ingeniería concurrente	27
2.2.3	Procedimiento de identificación y clasificación de piezas y operaciones	27
2.2.3.1	<i>Inspección Visual Directa</i>	28
2.3	Aplicación De La Tecnología De Grupos.....	33
2.3.1	Establecer familias de piezas	33
2.3.2	<i>Tecnología de grupos aplicada a una máquina</i>	35
2.3.3	<i>Tecnología de grupo aplicada a un grupo o células de máquinas</i>	35
2.3.4	<i>Tecnología de grupo aplica a nivel de empresa</i>	37
2.3.5	Tecnología De Grupo Aplicada Al Diseño.....	37
2.4	Condiciones Para Implementar Tecnología De Grupos.....	38
2.5	Implementación T.G.	39
2.5.1	Etapa Preparatoria.....	39

2.5.2	Etapa de elaboración de los medios.....	39
2.5.3	Etapa de explotación.....	39
2.6	<i>Beneficios de la tecnología de grupos</i>	39
2.6.1	Al diseño.....	40
2.6.2	Alistamiento maquinaria.....	40
2.6.3	Traslado de materiales.....	40
2.6.4	Control de producción e inventarios.....	40
2.6.5	Planificación de los procesos.....	40
2.7	Formación De Células En La Tecnología De Grupo.....	41
3	DISEÑO METODOLÓGICO PRELIMINAR.....	42
3.1	GRACE.....	42
4	Descripción De La Metodología.....	48
5	Aplicación.....	70
6	Conclusiones.....	72
7	REFERENCIAS.....	73

LISTA DE TABLAS

TABLA 1 HOJA RUTA MAQUINA PIEZA.....	30
TABLA 2 HOJA DE RUTA ANALIZADA.....	31
TABLA. 3 RECURSOS MAQUINARIA Y PERSONAL.....	48
TABLA 4 RECURSOS TECNOLÓGICOS DISPONIBLES	49
TABLA 5 OPERACIONES ESTABLECIDAS.....	53
TABLA 6 RECURSOS DISPONIBLES (MAQUINARIA)	55
TABLA 7 OPERACIONES V/S PIEZAS	56
TABLA 8 OPERACIONES V/S OPERACIONES	57
TABLA 9 CALCULO DE MAQUINA ENTRANTE.....	59
TABLA 10 ITERACIONES Y FORMACIÓN DE GRUPOS	60
TABLA 11 CELDAS POR LABOR	61
TABLA 12 CELDAS POR LABOR 1 TABLA 13 CELDAS POR LABOR 2.....	62
TABLA 14 CELDAS POR LABOR 3	62
TABLA 15 SUPLEMENTOS TIEMPOS.....	64
TABLA 16 SUPLEMENTOS CLASIFICADOS	64
TABLA 17 TIEMPOS EJE	65
TABLA 18 TIEMPOS RODILLO	65
TABLA 19 TIEMPOS TAPÓN TUBO	66
TABLA 20 TIEMPOS BUJE	66
TABLA 21 TIEMPOS PARAL 1	67
TABLA 22 TIEMPOS PARAL 2	67
TABLA 23 TIEMPOS CONJUNTO RODILLO SOLDADO	68
TABLA 24 TIEMPOS ENSAMBLE.....	68
TABLA 25 TIEMPO TOTAL	69
TABLA 26 CLASIFICACIÓN DE LAS PIEZAS	70

LISTA DE FIGURAS

ILUSTRACIÓN 1 BURILES DIFERENTES AFILADOS	17
ILUSTRACIÓN 2 BROCAS.....	17
ILUSTRACIÓN 3 HOJA DE RUTA.....	18
ILUSTRACIÓN 4 PROGRAMA DE CAD 3D.....	21
ILUSTRACIÓN 5 CORTE CON SEGUETA O CUCHILLA	23
ILUSTRACIÓN 6 MAQUINA LIMADORA	23
ILUSTRACIÓN 7 PROCESO DE TORNEADO.....	24
ILUSTRACIÓN 8 FRESADO.....	24
ILUSTRACIÓN 9 ETAPAS DEL DISEÑO CAD.....	26
ILUSTRACIÓN 10 CRITERIOS CLASIFICACIÓN PIEZAS.....	29
ILUSTRACIÓN 11 FAMILIAS DE PIEZAS	34
ILUSTRACIÓN 12 ESTRUCTURA GRACE.....	42
ILUSTRACIÓN 13 ÁRBOL DE FABRICACIÓN SOLID EDGE	50
ILUSTRACIÓN 14 PIEZA TUBO RODILLO 3D	50
ILUSTRACIÓN 15 ÁRBOL DE OPERACIONES.....	52
ILUSTRACIÓN 16 REFRENTADO ILUSTRACIÓN 17 CILINDRADO.....	53
ILUSTRACIÓN 18 RANURADO	53
ILUSTRACIÓN 19 ROSCADO MANUAL ILUSTRACIÓN 20 PERFORACIÓN CENTROS.....	54
ILUSTRACIÓN 21 FRESADO ILUSTRACIÓN 22 SOLDADURA.....	54
ILUSTRACIÓN 23 CILINDRADO INTERIOR.....	54
ILUSTRACIÓN 24 GRUPOS CREADOS.....	59
ILUSTRACIÓN 25 OPERACIONES POR CELDAS.....	63

LISTA DE ANEXOS

Anexo A Árbol de operaciones

Anexo B Hojas de ruta

Anexo C Planos

Anexo D Plan de producción

1. GENERALIDADES

1.1. Introducción

Las industrias manufactureras cuentan con variedad de procesos los cuales se estandarizan para lograr optimizar recursos. En la actualidad se busca mejorar los tiempos de fabricación y la calidad en los productos, pero se observa que todos los estudios de mejora continua en los procesos de producción se enfocan a las empresas manufactureras en serie, dejando de lado aquellas industrias que trabajan por proyectos. Esto ha generado un vacío en la parte productiva de este tipo de organizaciones, por ello este proyecto busca lograr implementar una metodología que le permita a este sector de la industria establecer sus planes de producción partiendo de los planos de diseño, permitiendo a las empresas proyectarse en cuanto a tiempos de entrega, materia prima requerida y herramientas utilizados para la fabricación de las diferentes piezas, dependiendo de la complejidad de cada uno de los proyectos desarrollados.

La competencia del mercado obliga a las empresas manufactureras a organizarse en cuanto a las técnicas de fabricación para obtener resultados con gran efectividad para poder estar al nivel de las demás empresas del mercado.

Las empresas manufactureras que trabajan por proyectos no cuentan con modelos de planeación claros que permitan establecer qué recursos son necesarios para ejecutar estos proyectos. Es el caso de Inmecolsa S.A y Tecnopack Ltda. estas empresas no cuentan con un modelo de planeación de producción claro lo cual les ha presentado problemas al momento de involucrar la disponibilidad de los recursos.

1.2 Formulación Del Problema

Optimizar recursos en las empresas manufactureras que trabajan por proyectos. En la actualidad las empresas manufactureras cuentan con modelos de planeación producción, pero estos modelos siempre van enfocados a empresas que trabajan producciones en serie, y se ha observado por medio de la experiencia que aquellas empresas manufactureras que trabajan por proyectos no cuentan con modelos de planeación y herramientas claras que permitan establecer qué recursos son necesarios para ejecutar los proyectos y su validación, presentándose así problemas con la compra de materiales, tiempos de entrega al cliente, programación inadecuada de la maquinaria, desgaste de la herramientas, pruebas innecesarias en cuanto al prototipo, otros inconvenientes que pueden afectar directamente la razón de ser de las organizaciones.

1.3 Antecedentes

En el año de 1925 R. Flanders presentó un documento frente a la sociedad estadounidense de ingenieros mecánicos, en este describía la forma de organizar la producción en *Jones and lamson machine company* que en la actualidad se llama Tecnología de grupos. En el año 1958 el investigador S. Mitrofanov, de la ex Unión Soviética publicó un libro titulado *Scientific Principles of Group Technology*. El libro se difundió ampliamente y se le considera el responsable en más de 800 plantas de la ex unión soviética que utilizan tecnologías de grupo desde 1965. La tecnología de grupo, es una filosofía que se refiere a la optimización de la producción a través de la creación de "Las familias de partes" y "célula de fabricación" por sus parecidos geométricos. Por medio de la aplicación se hace posible para optimizar las herramientas, dispositivos de entrada, el alistamiento de la maquinaria, los procesos de fabricación, la manipulación de materiales, piezas y proyectos en otras actividades de fabricación. En Estados Unidos la primera aplicación de tecnología de grupos fue en Lagnston División de Harris Intertype en New Jersey, alrededor de 1968. Eran conocidos como un taller de maquinado tradicional, ordenado con una distribución tipo proceso que se reorganizó en líneas de "familias de partes" cada una de las cuales se especializaba en producir una configuración de partes determinada. Se identificaron familias y se tomaron fotografías aproximadamente al 15% de las partes que se producían en la planta y se agruparon en familias. Cuando los cambios se llevaron a cabo mejoró la productividad en un 50% y los tiempos de producción se redujeron de semanas a días.[1].

Autores tales como Marck A. Curtís logra representar en su obra de manera clara la importancia que tiene la planeación en la productividad describiendo como se efectúan los procesos, su documentación, los diagramas de tolerancias, la planeación de producción asistida por computador, hasta la administración de proyectos.

En gran parte de la obra de Curtís la componen tablas con información sobre materiales, procesos, y maquinas; para cada uno de los puntos señala las ventajas y desventajas de su utilización [2].

1.4 Justificación

La planeación de producción a partir de planos busca racionalizar la producción el diseño y la planificación de la producción, reduciendo el trabajo en la fabricación de una pieza clasificándolas en familias en lugar de trabajar estas individualmente.

Partiendo de la clasificación de las piezas por familias el diseño puede mejorar estableciendo normalización de piezas partiendo de las formas y las dimensiones de las piezas, estableciendo fases operacionales en aquellas piezas complejas que difícilmente se vuelvan a fabricar y estableciendo catálogos de aquellas piezas que su fabricación es muy frecuente.

Aplicada al trabajo con piezas agrupadas en familias es posible mejorar los procesos pudiendo así establecer gráficas para realizar los estudios de tiempos de fabricación.

La planeación de producción a partir de planos va enfocada a empresas medianas y grandes con cientos e incluso con miles de trabajadores, donde debe predominar la manufactura por proyectos, ya que si se trabajan grandes series de producción es muy complicado que el método propuesto funcione, primordialmente va enfocado a empresas donde la fabricación dependa de cada una de las variables de las piezas, esto se ve mas reflejado en las empresas metalmeccánica.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

Desarrollar una metodología para la planeación de producción a partir del análisis de planos, partiendo de un diseño realizado en programas de CAD utilizando los principios de la tecnología de grupos.

1.5.2 Objetivos Específicos

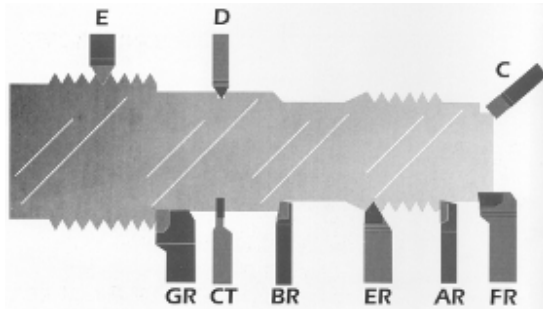
- Realizar una metodología partiendo de un software de diseño que nos permita observar las operaciones de fabricación de un elemento, esta metodología debe ser aplicable a empresas manufactureras pequeñas, medianas y grandes que trabajen por proyectos a partir de planos.
- Incorporar en el diseño de las piezas a fabricar, los principios básicos de manufactura para la producción, logrando realizar la fase operacional de cada una de las piezas a fabricar partiendo del diseño.
- Verificar la eficiencia del modelo de planeación de producción propuesto llevándolo a una fabricación real.

2 MARCO REFERENCIAL

1.2 Marco Conceptual

Para la planeación de producción a partir de planos se deben tener en cuenta conceptos importantes como lo son los herramientas, dispositivos utilizados en la industria para las labores de manufactura dentro de estos se incluyen las herramientas de corte que se clasifican dependiendo de su uso y a la maquina aplicable, en la clasificación de la herramientas de corte se tienen los buriles, brocas, escariadores, machos, rimas entre otros, cada una de estas herramientas funcionan de forma distinta y se fabrican en diferentes materiales, en el caso de los buriles (ver *figura 1*) estos son fabricados en acero rápido, carburo de tungsteno, aleaciones no ferrosas, materiales cerámicos, diamantes sintéticos entre otros, pero dentro de la industria para trabajos mas pesados se utilizan los insertos en carburo de tungsteno, fresas integrales de metal duro recubiertas con Nitruro de titanio y aluminio (TiAlN) y diámetros de 1 a 20 mm. Son de punta esférica ó plana, núcleo reforzado y arista de corte con faceta negativa (refuerzo de filo). Permiten una mayor resistencia y calidad en el corte, estas herramientas funcionan fijándolas a una torreta mientras la pieza a trabajar se sujeta a un dispositivo del torno que gira a una velocidad determinada dependiendo de cálculos realizados previamente, las brocas (*ver figura 2*) y escariadores funcionan de forma distinta aunque estos también son fabricados en acero rápido pero dependiendo de su uso cambian los materiales de fabricación estos son utilizados comúnmente en taladros o fresadoras aunque hay dispositivos que permiten su montaje en el torno, pero el 90% de las veces estas herramientas se utilizan en los taladros y fresadoras, la diferencia entre estas maquinas y los tornos es que en los tornos gira la pieza que se desea trabajar y la herramienta de corte esta fija, en la fresadoras y taladros la herramienta de corte gira y la pieza a mecanizar se encuentra sujeta por una prensa.

Ilustración 1 Buriles diferentes afilados



<http://www.incor.com.mx/images/Usos.jpg>

Ilustración 2 Brocas



http://www.cohertal.com/imgs/i_brocas.jpg

La planeación de producción a partir de planos se basa fundamentalmente en el diseño, en esta etapa se busca obtener información tal como memorias de calculo, operaciones de fabricación, herramientas a utilizar entre otras que arrojen datos suficientes para empezar a realizar la respectiva planeación, ver ilustración 3 (*hojas de ruta*), dentro del diseño como documento principal se obtienen los planos donde se observa una representación gráfica de las piezas que se buscan fabricar, todos estos conceptos se tienen en cuenta para el completo desarrollo de la tecnología de grupos que es la herramienta principal para el desarrollo de este trabajo que por medio del diseño, la clasificación y la maquinaria con la que se cuenta se puede establecer una metodología para realizar planes de producción partiendo de los planos y así utilizar esto como herramienta principal de toma de decisiones rápidas y acertadas para proporcionar una dirección y enfoque a los esfuerzos de la organización que adopte esta metodología.

Ilustración 3 Hoja de ruta

Resumen							MANUFACTURA TAPON RODILLO AA001																			
	Presente		Propuesto		Diferencia		Operador		Fecha		Material: ACERO 1020		Numero		Comienza en: CORTE MP		Pagina									
	Nº	Tiempo	Nº	Tiempo	Nº	Tiempo																				
operación	9																									
transporte	2																									
inspecciones	3																									
demoras	1																									
almacenamientos																										
distancias recorridas																										
Realizo. JPC																										
Detalles del metodo (presente/propuesto)							Posibilidades										NOTAS									
							Operación	Transporte	Inspeccion	Demora	Almacenamiento	Distancia	Cantidad	Tiempo (min)	Eliminar	Combinar		Cambios		Mejorar	?mas seguro?	?Ahorrado?				
CORTE MATERIAL													4													
TRANSLADO MATERIAL TORNO 1													1													
VERIFICACION DE MEDIDAS													4													
VERIFICAR MEDIDAS PLANO													1													
MONTAJE EN MAQUINA													4													
REFRENTADO CARA 1													4													
CHAFLAN ENTRADA SOLDADURA													4													
PERFORACION CON BROCA DE CENTRO													4													
PERFORACION BROCA INTERMEDIA													4													
PERFORADO BROCA FINAL													4													
CILINDRADO INTERNO													4													
AJUSTE RODAMIENTO SEGÚN ESPECIFICACIONES													4													
VERIFICACION DE MEDIDAS													4													
TRANSPORTE AL AREA DE SOLDADURA													1													
ESPERA ENSAMBLE													1													

El diseño es la herramienta fundamental para las empresas manufactureras que trabajan por proyecto, este se divide en varias etapas las cuales permiten que el diseño sea verificado y validado.

En las diferentes industrias metalmeccánicas se tienen diferentes procedimientos para la realización del diseño estos pasos que se describen a continuación son uno de los tantos utilizados. Para la ejecución del diseño se procede a establecer las etapas de este dentro de las cuales se definen:

La planificación del diseño: donde se describe cuales son las etapas y en que puntos de este se realizaran las validaciones y verificaciones.

Establecer elementos de entrada: son las especificaciones técnicas, los requisitos solicitados del proyecto, si hay normas aplicables a estos e información proveniente de diseños anteriormente elaborados.

Un ejemplo es en los diseños de tanques y equipos que trabajan a presión, los ingenieros de diseño siempre se remiten al código ASME sección VIII para utilizarlo como guía de diseño y elaboración del producto.

Diseño: Teniendo establecidas las entradas se da inicio a la elaboración del diseño a este, se establecen los primeros cálculos y bosquejos incluyendo la información técnica y los requisitos aplicables a este, posteriormente se procede a verificar y aprobar esta primera etapa donde se definen en su gran mayoría los materiales que se van a utilizar en el proceso de fabricación.

Dentro del proceso del diseño se realizan los planos donde se definen las tolerancias y la información de mayor relevancia al momento de fabricar.

Revisión del diseño: para la revisión del diseño se tienen en cuenta los planos y la información contenida en estos para luego realizar una comparación con los datos de entrada y verificar que ningún requisito establecido quede por fuera del diseño y en caso de existir diferencia alguna se procede a realizar las modificaciones pertinentes.

Verificación del diseño: la verificación del diseño se realiza hasta obtener un acuerdo entre las partes interesadas.

Las empresas manufactureras teniendo establecidos los diseños aplican diferentes tipos de planeación en especial aquellas que trabajan producción en serie ya que se facilita mas establecer las variables como lo son el tiempo, los tipos de materiales, las máquinas, costos, mano de obra etc. Las organizaciones manejan diferentes formas de administrar la producción estas formas de administrar se caracterizan por que:

- Los esfuerzos son centrados en operaciones apartadas
- Se dice que si cada una de las operaciones es eficiente el conjunto en si será eficiente.

- Si el conjunto de operaciones fue eficiente se habrán maximizado los costos de producción.

Actualmente se cuenta con formas diferentes de administrar la producción y sus principales características son:

- La organización de la producción se considera un sistema cambiante en torno a las diferentes necesidades presentadas, las empresa ya no se enfocan en los procesos si no en las personas como principal recurso.
- Todos los procesos se encuentran integrados, es decir que las decisiones, la dirección y el control participativo se encuentran unidas.

Normalmente las empresas manufactureras que trabajan por proyectos no cuentan con un sistema de planeación de producción establecido lo cual no permite definir tiempos de producción confiables, por lo tanto tampoco se pueden dar fechas de compromisos con los clientes.

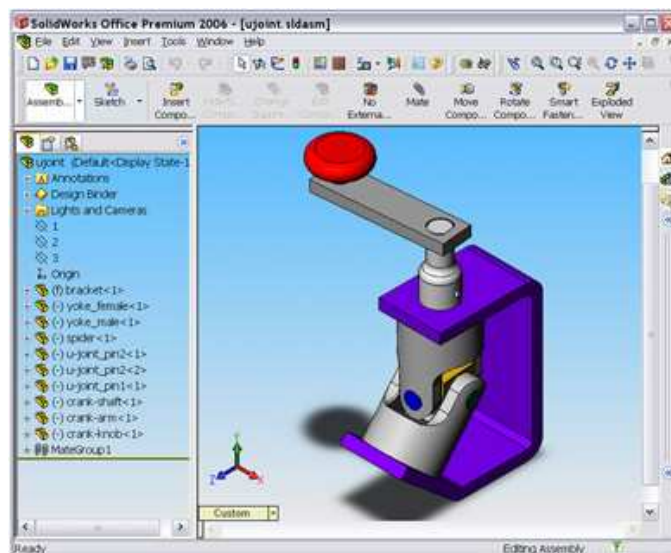
Los software de diseño como AutoCAD, Map 3D, Topobase, SolidWorks, Pro/ENGINEER, CATIA, Solid Edge, Autoesk inventor, entre otros, son herramientas mediante las cuales se pueden crear dibujos simples o complejos a partir de formas como líneas, arcos y círculos, la geometría existente se modifica con comandos para estirar, copiar, rotar y escalar. Estas herramientas permiten ser más eficientes al dibujar y así entregar diseños, en menos tiempo y con menos revisiones, acelerando de esta manera los ciclos de llegada al mercado para nuevos productos.

En las empresas industriales son utilizadas para el modelado y diseño conceptual, visualización, y superficie técnica. Estas herramientas permiten que sus diseñadores trabajen estrechamente con los ingenieros en un solo modelo digital, de tal manera que puede equilibrar eficazmente los requisitos estéticos y funcionales en sus diseños, desde el desarrollo de los esbozos iniciales hasta modelos de conceptos 3D, proporcionando soluciones líderes en la industria para la creación de contenido digital, creando asombrosas visualizaciones realísticas directamente desde el prototipo digital terminado. Otro aspecto importante es que

agiliza el diseño de productos mientras facilita el cumplimiento de los estándares industriales y reglamentarios.

Algunas de estas herramientas ayudan a mantener la cadena de suministro global mediante la colaboración con los equipos de ingeniería y las integraciones de diseños 2D y 3D de gestión de proyectos colaborativos por demanda, gestión de datos, y revisión de diseños. Estas herramientas de ingeniería son flexibles y rentables, ya que ayudan a los equipos de diseño e ingeniería a innovar y validar productos, incorporar nuevos materiales fácilmente, y optimizar sus operaciones de producción. Como resultado, pueden diseñar y llevar productos innovadores al mercado más rápidamente.

Ilustración 4 Programa de CAD 3D



http://www.tflex.com/images_2/v10_51.jpg

Las características más importantes de estas herramientas son:

- Utilizan todas las capacidades de dibujo en 2D y modelado en 3D, en un entorno de diseño intuitivo y de fácil uso.
- Proporcionan capacidades de diseño funcional por las que los usuarios pueden crear diseños basados en los requisitos funcionales de un producto antes de que se comprometan con una geometría de modelo compleja.

- Brindan herramientas de gestión de datos pre-diseñadas y fáciles de implementar.
- Cuentan con métodos disciplinados para compartir datos de diseño a lo largo de los procesos de fabricación.

Las empresas industriales cuentan con una planeación para realizar su producción (mano de obra, materias primas, maquinaria y equipo), esta es realizada por anticipado con relación a:

- Utilidades que deseen lograr.
- Demanda del mercado.
- Capacidad y facilidades de la planta.
- Puestos laborales que se crean.

Acerca de los medios que la empresa industrial necesitará para sus futuras operaciones manufactureras y para distribuir esos medios de tal manera que se fabrique el producto deseado en las cantidades establecidas, al menor costo posible.

La planeación tiene por finalidad vigilar que se logre:

- Disponer de materias primas y demás elementos de fabricación, en el momento oportuno y en el lugar requerido.
- Reducir en lo posible, los periodos muertos de la maquinaria y de los obreros.
- Asegurar que los obreros no trabajan en exceso, ni que estén inactivos.

Teniendo en cuenta la información anterior, es importante contar con un software que ayude a realizar diseños acordes a las necesidades de los clientes, ya que esto permite confiabilidad, rapidez y calidad en los productos ofrecidos por la empresa, logrando mantener así la satisfacción y fidelidad del cliente. Así mismo permite mantenerse competitivamente en el mercado y con probabilidades de atender demanda insatisfecha y potencial.

Las empresas metalmecánicas se caracterizan por tener como principal operación el procesos de maquinado o corte, que consiste en tomar los materiales necesarios para la fabricación de una pieza de un producto y remover el material

que se necesita, ya sea con herramientas manuales o con maquinas especiales. Así por ejemplo el maquinado de piezas metálicas se fundamenta en el arranque de viruta, con herramientas de corte que penetran el material.

Las actividades de corte se dividen en dos principalmente el tajado y la rascadura. En el movimiento del tajado es un movimiento de vaivén de las herramientas ejerciendo una presión sobre la herramienta esto se puede ver en los aserrados o los cortes con cuchilla.

Ilustración 5 Corte con segueta o cuchilla



<http://www.plasticosrex.com.mx/img/hcf6.jpg>

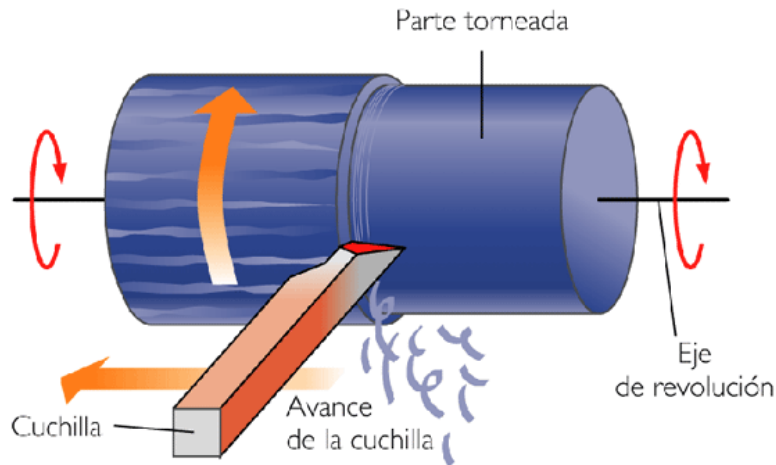
Ilustración 6 Maquina limadora



<http://www.etsin.upm.es/sfs/E.T.S.I.%20Navales/General/Laboratorios%20y%20Talleres/TECNOLOGIA%20MECANICA/REPOSITORIO%20MULTIMEDIA/Limadora.jpg>

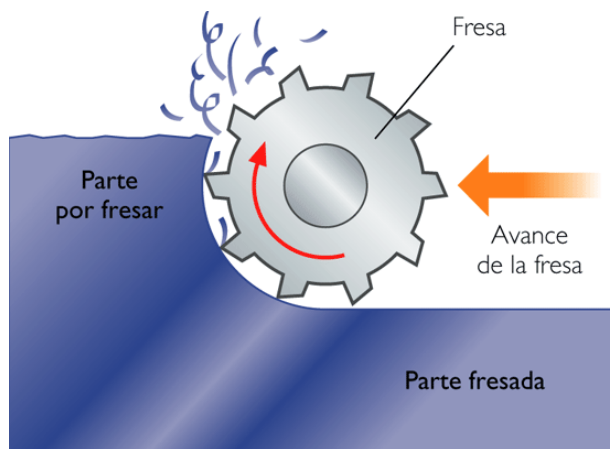
En el proceso de rascadura la pieza de trabajado requiere movimiento y una presión mayor sobre la herramienta de corte presentándose la remoción de material o también llamado arranque de viruta es el caso del torneado y fresado de materiales.

Ilustración 7 Proceso de torneado



http://www.aulatecnologia.com/BACHILLERATO/1_bg/APUNTES/materiales/jpg/torneado.png

Ilustración 8 Fresado



http://www.aulatecnologia.com/BACHILLERATO/1_bg/APUNTES/materiales/jpg/fresado.png

Dentro de los procesos de corte se cuenta con diferentes variables a tener en cuenta para el buen desempeño de los procesos dentro de las cuales encontramos la velocidad de corte que es la relación entre las piezas de trabajo y la herramienta de corte. La velocidad de corte es un movimiento continuo rectilíneo o rotatorio de la pieza de trabajo o de la herramienta de corte

dependiendo el tipo de maquinado que se este realizando, también se debe tener en cuenta la profundidad de corte que es la distancia que entra la herramienta de corte en la pieza que se esta trabajando. La profundidad del corte es una dimensión lineal, la mayoría de las veces se expresa en milímetros, otra de las variables importantes en el proceso de corte por mecanizado es el avance el cual corresponde a la distancia constante que recorre la herramienta de corte hacia el material todo esto depende las revoluciones por minuto a las que se este trabajando y la graduación de la máquina.

1.3 Marco teórico

Dentro de este marco primordialmente se va hablar de diseño CAD y tecnología de grupos, proceso por el cual se permite realizar una clasificación de piezas y operaciones dependiendo de sus formas y similitudes al igual las ventajas y desventajas de este proceso dentro de la industria y los requerimientos mínimos para implementar la tecnología de grupos en una organización.

2.2.1 Concepto CAD

El concepto de CAD (Computer Aided Design) es un proceso de diseño que utiliza técnicas graficas asistidas por un computador, con el apoyo de los diferentes programas de diseño que ayudan a la solución de los diferentes cálculos presentados, reducción de costos y todo esto asociado al proceso de diseño.

2.2.1.1 Ventajas del CAD

El diseño asistido por computador muestra los procesos completos de manufactura de un producto con las características y detalles propios de este. Todo esto es almacenado en un computador generando dibujos en 3D o 2D dependiendo del software que se este utilizando, esto facilita que cualquier mejora enfocada al diseño se pueda modificar sin ningún problema. Otra de las grandes

ventajas del uso de estos Software es que obteniendo el modelo del producto se pueden hacer diferentes simulaciones tanto de funcionalidad como de propiedades físicas para reducir los márgenes de error al momento de la fabricación y puesta en marcha de los productos diseñados.

2.2.1.2 Proceso de diseño de ingeniería

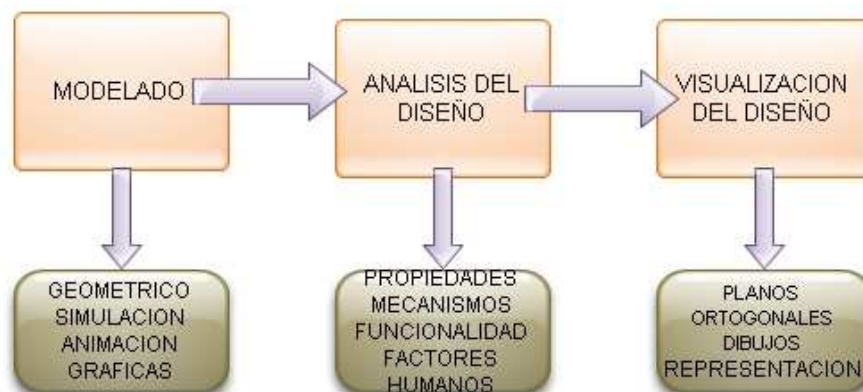
El diseño en la ingeniería es el procesos que busca dar soluciones a los problemas generados en las diferentes ramas industriales, para esto se utilizan conocimientos, recursos y productos existentes.

El diseño se divide en dos grandes categorías, el diseño de productos y el diseño de sistemas o procesos.

Mientras se desarrolla el diseño de un producto o un proceso se tienen en cuenta variables tales como las restricciones de presupuesto, funcionalidad, legales para lo cual se requiere información importante que es la suministrada por el cliente (necesidades), materiales, capital, tiempo, habilidades operativas entre otras.

El modelo establecido debe representar de la mejor forma la realidad y luego aplicar métodos matemáticos para poder obtener datos numéricos en cuanto a la funcionalidad del diseño.

Ilustración 9 etapas del diseño CAD



Fuente: <http://revistas.concytec.gob.pe/pdf/id/v9n1/a02v9n1.pdf> 2006

2.2.2 Ingeniería concurrente

Los procesos dentro de las industrias cada vez son mas complejos y van acompañados de una gran evolución tanto así que se ha vuelto indispensable que las responsabilidades y tareas profesionales sean realizadas por personas altamente calificadas y cualificadas, es de vital importancia el trabajo en equipo que une el diseño y la producción esto se llama ingeniería concurrente.

La parte técnica y la ingeniería deben trabajar en equipo el como diseñar, analizar y comunicarse en el entorno de los sistemas CAD. Los documentos hacen parte del proceso que se usa para registrar y comunicar las soluciones de un diseño, para esto se utiliza una gran cantidad de dibujos. En la formación de la ingeniería concurrente la información adquirida de las base de datos CAD es compartida en las diferentes aéreas de la organización en especial en aquellas que tiene una implicación directa con el producto, esto para que se tengan diferentes conceptos sobre el prototipo que se esta trabajando y facilitar el proceso de fabricación.

2.2.3 Procedimiento de identificación y clasificación de piezas y operaciones

La dificultad más grande en la transición hacia la tecnología de grupos a partir de un sistema tradicional de fabricación es la dificultad de agrupar las piezas en familias. La clasificación es la división de un conjunto en clases de acuerdo con sus características.

La clasificación de la información de la familia de grupos se puede llevar básicamente a través de tres métodos:

- Inspección visual directa.
- A partir del análisis del proceso.
- A partir de una identificación previa de las características de las piezas.

2.2.3.1 Inspección Visual Directa

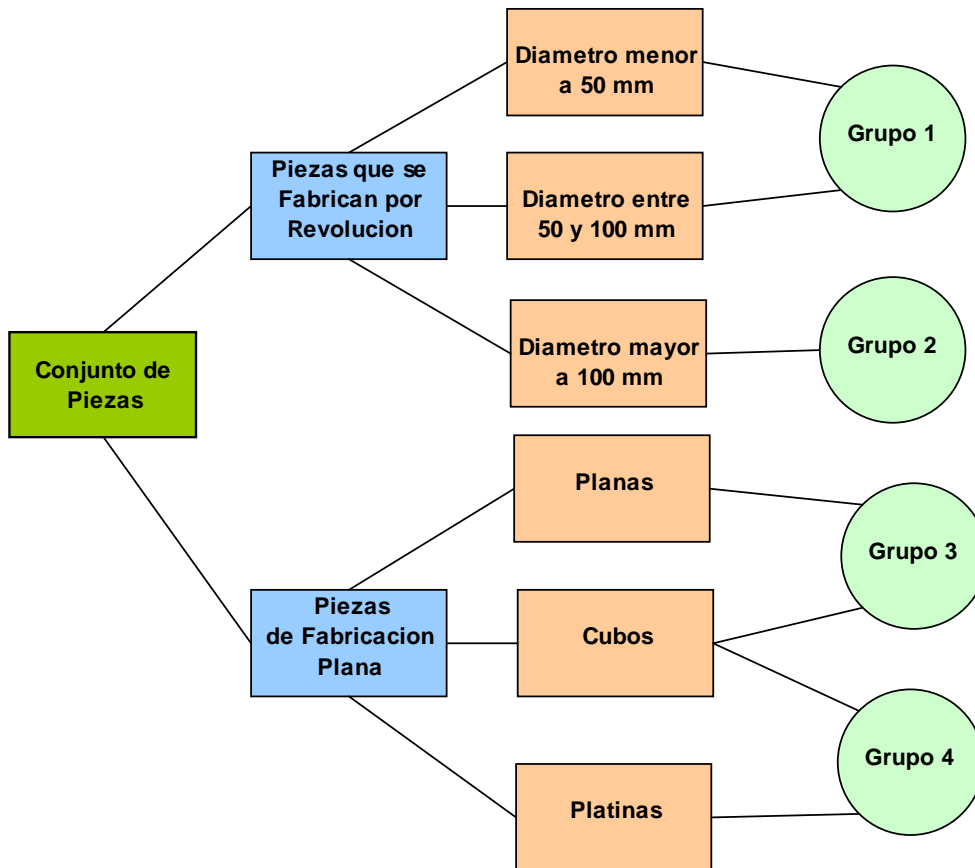
En esta etapa se clasifican las piezas partiendo de la evaluación de planos según los procesos de fabricación en clases, subclases, grupos, subgrupos. Se pueden utilizar las dimensiones necesarias para la formación de las familias con el parecido necesario.

En la creación de las familias se genera un problema que es la definición de los criterios para la clasificación de las piezas, el problema aumenta cuando el número de piezas es mayor y menor su semejanza.

La formación directa de familias de piezas se facilita con una técnica de análisis. En primer lugar se dividen las piezas de acuerdo con criterios finos de división y con un número de estadios de clasificación suficiente para que las piezas comprendidas en cada familia final tengan una gran semejanza. Este método de inspección visual es apropiado utilizarlo cuando las diferencias entre piezas son muy visibles y se puede realizar la clasificación mucho más rápido sin necesidad de un análisis mas profundo.

En la segunda fase se forman familias definitivas obtenidas del resultado de las familias previas. Esto se puede observar en el siguiente diagrama.

Ilustración 10 Criterios clasificación piezas



2.2.3.2 *Análisis Del Procesos*

Por medio de este método se pueden generar familias de piezas paralelamente y los grupos de la máquinas en los cuales se fabricaran las familias. La información necesaria para la generación de las familias de grupos se encuentra en las hojas de (ver Tabla 1) ruta donde aparece la lista de maquinaria necesaria y disponible para la fabricación de cada pieza.

Para la formación por el método del análisis tenemos dos etapas:

Análisis de flujo en la industria

Análisis del grupo.

En la (Tabla 2) se puede observar que las piezas se encuentran distribuidas en las diferentes familias de piezas ya analizadas y clasificadas de acuerdo a la concordancia en operaciones y paso por las diferentes máquinas.

Tabla 2 hoja ruta maquina pieza

PIEZA	Maquinaria				
	SIERRA HORIZONTAL MABLAB	FRESADORA WKT	TORNO PINACHO	MODULO ENSAMBLE	EQUIPO DE SOLDADURA ASSAB
T Bristol				x	
EJE	x		x	x	
Rodamiento				x	
Rodillo	x		x	x	
Tubo tapon	x		x	x	
Seguer				x	
Buje	x		x	x	
Paral 1	x	x			
Paral 2	x	x			
Rodillo soldado			x		x
Paral e 1					x
Paral e 2					x
Eje rodillo				x	
Pieza final				x	

Tabla 3 hoja de ruta analizada

PIEZA	Maquinaria				
	SIERRA HORIZONTAL MABLAB	MODULO ENSAMBLE	TORNO PINACHO	FRESADORA WKT	EQUIPO DE SOLDADURA ASSAB
EJE		X			
Rodillo	X	X	X		
Tubo tapon	X	X	X		
Buje	X	X	X		
T Bristol	X	X	X		
Paral 1	X			X	
Paral 2	X			X	
Rodamiento		X			
Seguer		X			
Eje rodillo		X			
Pieza final		X			
Paral e 1					X
Paral e 2					X
Rodillo soldado			X		X

Análisis de flujo en la industria

En esta etapa se busca analizar, simplificar y definir el flujo de las piezas por medio de las secciones de soldadura, mecanizado, tratamientos entre otras. Debido que en la mayoría de los casos no es posible generar grupos de maquinas que contengan instalaciones incompatibles como lo son la forja y mecanizado de acabados.

Análisis del grupo

Se realiza en cada una de las secciones que se generaron en la etapa anterior. El objetivo del análisis es clasificar las piezas en familias y dividir el equipo de maquinas de cada sección con el fin de que cada familia sea procesada por un grupo únicamente.

Ya con los grupos de maquinas formados hay que tener en cuenta un factor de gran importancia: la saturación de las máquinas. La síntesis nuclear, consiste en considerar en cada grupo una máquina clave, de esta forma se establecen núcleos de maquinas y subfamilias que se van completando y rotando entre si para dar a las familias correspondientes.

Una de las principales falencias del método de análisis es que los datos que se usan provienen de las hojas de ruta, los datos de estas hojas se han generado por diferentes planificadores de procesos y estas diferencias se ven reflejadas en las hojas de ruta, además existe la posibilidad que los pasos descritos en estas hojas de ruta no sean óptimos, encontrado pasos innecesarios y otros que no son coherentes con las piezas a fabricar. La mayor ventaja de este método es la gran rapidez con la que se puede realizar la clasificación de las piezas.

Identificación

La identificación, se define como la asignación de un código de identificación a cada clase o características de los elementos de tal forma que este código abarque toda la información sobre las características consideradas.

Los beneficios que se pueden obtener de un sistema de codificación bien diseñado son:

- *Reduce la duplicación de diseños.*
- *Permite recuperación rápida de diseños, dibujos y planes de proceso.*
- *Facilita la formación de familias de piezas y de células de máquinas.*
- *Proporciona estadísticas fiables de piezas.*
- *Facilita la estimación precisa de los requerimientos de las máquinas herramienta.*
- *Permite racionalización y mejora del diseño de herramientas.*
- *Permite una mejor utilización de máquinas, herramientas y mano de obra.*
- *Facilita la programación por CNC.*
- *Ayuda a la planificación de la producción.*

- *Mejora la estimación de costos*[3]

La idea primordial de la identificación de las piezas es asignar un código para que al momento de realizar una agrupación de las piezas sea mucho más fácil por medio del código agruparlas y poder tomar decisiones para su distribución y fabricación.

2.3 Aplicación De La Tecnología De Grupos

La tecnología de grupos consiste en la adopción de varios ítems de normalización que van dirigidos a obtener grandes ventajas de las grandes series de producción hasta las pequeñas series de producción y pueden aplicarse en tres niveles.

A una maquina

A un grupo de maquinas

A una empresa, incluyendo la fabricación, el diseño y la preparación.

2.3.1 Establecer familias de piezas

Las familias de piezas son un conjunto de piezas con similitudes entre si, ya sea por el tamaño y forma geométrica o por que las operaciones requeridas para su fabricación son muy similares. Las piezas pertenecientes a una misma familia son diferentes pero su parecido es suficiente para pertenecer a una misma familia.

Las piezas se pueden agrupar en familias desde la etapa del diseño y desde la etapa de la fabricación.

Ilustración 11 Familias de piezas



<http://www.interempresas.net/fotos/260699.jpeg>

Los principales beneficios que pueden lograrse de la generación de familias de piezas son visibles. Partiendo desde el diseño, el diseñador puede recurrir a la recuperación de piezas y se puede establecer si hay piezas similares que se fabriquen, al realizar un cambio en piezas que ya existen es mucho mas fácil realizar un cambio sobre estas y no inicializar un diseño de nuevo enfrentándose a las perdidas de tiempos y recursos. Mantener identificadas las piezas ayuda en gran parte al proceso de localización de piezas similares y en el establecimiento de la planificación de operaciones en la fabricación. Podemos observar que la Tecnología de Grupos tiene relación directa con la planificación de procesos por computador. Para la planeación de procesos de fabricación de una pieza, la hoja de ruta o fase operacional debe estar generada partiendo de los atributos de cada pieza.

2.3.2 Tecnología de grupos aplicada a una máquina

La tecnología de grupo aplicada a una máquina consiste en el mecanizado por familias que se puedan trabajar en una sola máquina, con los mismos herramientas y procesos de fabricación muy parecidos, tenemos como referencia la pieza de fabricación mas compleja que es aquella que contenga todas las operaciones de fabricación de las otras piezas o las formas que contenga a toda la familia. Esto se realiza para asegurarse que todas las piezas de una misma familia tengan un proceso único, así los herramientas a utilizar son los mismos, generando una reducción en la preparación del montaje de las máquinas y así resulte mas rentable para la empresa utilizar las máquinas de mas alta tecnología y grado de automatización.

Se observa que este concepto se aplica a la fabricación de piezas con forma de revolución, la fabricación de estas piezas es exclusiva de tornos y centros de mecanizado CNC, donde se permite una reducción de los herramientas, tiempos de puesta a punto de la maquina y ganancia de tiempo al momento de generar los programas de fabricación.

2.3.3 Tecnología de grupo aplicada a un grupo o células de máquinas

En general las células o grupos de maquinas crean un flujo material con dificultad, generando trauma en la manufactura de trabajos posteriores y complicando la planeación de la producción. El desplazamiento que se genera entre maquinas aumenta los costos, los tiempos de fabricación se aumentan y el materia que se encuentra en producción se amplia y los inventarios de materia prima también generando cuellos de botella en los diferentes procesos de manufactura.

Lo que busca la tecnología de grupos usada en un grupo de maquinas, es que estas se encuentren agrupadas de tal manera que una familia de piezas sea mecanizada en estas.

Para acceder al nivel de tecnología de grupos a células de máquinas se debe incluir el nivel anterior aplicado a una máquina y así se obtiene beneficios tales como:

- La reducción en los tiempos de alistamiento de la materia prima y la puesta a punto de las máquinas.
- Disminución en el traslado de materias primas en procesos
- Los tiempos de fabricación se reducen
- El material que se encuentra en producción disminuye quedando lo necesario para evitar los cuellos de botella.
- Facilidad para la planificación y el control de los procesos.

En los grupos, quedan en la mayoría de los casos máquinas con menos cantidad de trabajo por lo que el número de operaciones debe ser menor que el de la capacidad total de la máquina, por lo que los operarios deben ser capaces de trabajar en otras máquinas. Cada grupo es una unidad de producción y estas deben contar como tal con las herramientas necesarias, los dispositivos adecuados y el centro de inspección de calidad.

Durante el proceso de fabricación las piezas se van terminando en un orden que no se encuentra predeterminado, siendo solamente una persona responsable del plan de carga de las piezas en cada una de las máquinas, cuando hay procesos como los tratamientos térmicos el orden de las piezas sí debe llevar un orden predeterminado ya que se deben respetar cada una de las operaciones a realizar, en lo posible se debe evitar que se den estos casos ya que el rendimiento de los grupos baja considerablemente y si es muy común que esto se genere, se recomienda establecer grupos de máquinas especiales para mitigar la baja de rendimiento en los grupos.

2.3.4 Tecnología de grupo aplica a nivel de empresa

A nivel de empresa la tecnología de grupo brusca no solo la racionalización de la producción sino incluir también el diseño, la planificación de la producción y el alistamiento de la maquinaria y herramienta. Esta optimización de recursos consiste en la disminución del número de piezas, en implementar controles internos, en simplificar y reducir el trabajo para la fabricación de piezas y atacando el problema de la planificación en base a las familias de piezas en lugar de solo tratar las piezas individuales.

2.3.5 Tecnología De Grupo Aplicada Al Diseño

Partiendo de una familia de piezas de formas semejantes se puede optimizar el diseño contando con la:

Elaboración de catálogos de piezas para aquellas familias de formas más simples ya que hay una gran probabilidad de repetir estas piezas y con los catálogos se pueden disminuir los tiempos de diseño o en ocasión generar planos mudos para que la única actividad sea acotar y pasara a producción.

Establecer instrucciones para la fabricación de piezas mas complejas ya que en muchas ocasiones la probabilidad de fabricación de estas piezas es muy baja, pero si se presenta la oportunidad de fabricarlas de nuevo ya se tiene adelantado gran parte del trabajo.

Establecer normas internas de formas y dimensiones.

Tecnología De Grupo Aplicada A La Preparación Del Trabajo

Contando con las piezas agrupadas en familias es factible el estudio y desarrollo de los procesos de fabricación, generando así un proceso para cada familia donde se pueden prever las variación y posibles fallas que se puedan presentar, también es posible generar formulas y gráficos para realizar los estudios de tiempos de producción.

2.4 Condiciones Para Implementar Tecnología De Grupos

Para la implementación de la tecnología de grupos es necesario cumplir con ciertas condiciones las cuales se mencionaran a continuación.

- **Trabajo en pequeñas series:** Aplica para trabajos de series pequeñas o medianas ya que para grandes series existen otros métodos como lo son las líneas de producción.
- **Numero suficiente de piezas:** si el número de piezas es muy reducido no se podrán formar las familias.
- **Piezas con alta semejanza:** un número muy pequeño de piezas y sin semejanza alguna generan el impedimento de crear familias de piezas.
- **Número de máquinas suficientes:** la cantidad de maquinas debe ser la suficiente para crear los grupos, y se debe tener en cuenta como requisito que el numero de maquinas debe ser mayor al numero de hombres para no tener q duplicar los equipos.
- **Máquinas de bajo costos:** contando con máquinas de poco costo, con pequeñas inversiones se pueden adquirir mas maquinas para realizar el balance que hace falta en los grupos, estas inversiones se pueden amortizar rápidamente ya que la productividad aumenta.
- **Información clara y concisa de la producción:** implementar procesos de producción que arrojen información sobre el proceso, el método y el tiempo.
- **Inspección mínima:** se presentan inconvenientes al inspeccionar las piezas después de cada operación, ya que esta interrumpe el flujo de trabajo y presenta aun mas gravedad cuando las piezas deben salir del grupo para realizarle la inspección.

Para constatar si se cumplen todas y cada una de las indicaciones se realiza la verificación dentro de Inmecolsa S.A. ya que es una empresa metalmeccánica Manufacturera que se prestan para aplicar las diferentes actividades de la tecnología de grupos.

2.5 Implementación T.G.

Para la implementación de la tecnología de grupos (T.G.) se deben tener en cuenta los pasos descritos a continuación los cuales son de vital importancia para obtener unos resultados óptimos.

2.5.1 Etapa Preparatoria

Durante esta etapa de la implementación se deben establecer los objetivos de lo que se quiere y para esto la empresa debe disponer de.

- Cantidad de piezas periódicas y por tipos de operaciones.
- Conocimiento de la maquinaria con la que se cuenta
- Existencias de series detalladas
- Una vez establecido esto se define si hay necesidad de codificar o no.

2.5.2 Etapa de elaboración de los medios

Partiendo de la información que se tiene de las piezas se determinan:

- Maquinaria.
- Herramientales.
- Operarios.
- Distribución de los grupos

2.5.3 Etapa de explotación

Se tiene en cuenta y se evalúa cada etapa de las operaciones con la finalidad que la producción y la competitividad se conserven.

Es necesario a periodos planificados revisar los resultados obtenidos tanto cualitativamente como cuantitativamente.

2.6 Beneficios de la tecnología de grupos

La tecnología de grupos ofrece múltiples beneficios a aquellas organizaciones que decidan adoptarla.

2.6.1 Al diseño

En diseño, el más grande beneficio, proviene de la implementación de un sistema de clasificación y codificación. En el momento que existe la necesidad de generar una nueva pieza los ingenieros diseñadores pueden obtener la pieza de una que ya se encuentra diseñada basados en la codificación similar entre estas, lo que provee un ahorro de tiempo importante.

2.6.2 Alistamiento maquinaria

Por medio de la tecnología de grupo se estandariza la fabricación de las piezas y ayuda a establecer procedimientos para los montajes de herramientas y la puesta a punto de las maquinas, debido a que se deberán realizar montajes genéricos con las herramientas requeridas para la fabricación de todas las piezas programadas, es valido que las organizaciones diseñen y construyan dispositivos genéricos que faciliten el montaje de las piezas a fabricar.

2.6.3 Traslado de materiales

Las actividades propias de la tecnología de grupos generan una reducción en los traslados de materiales en referencia a los sistemas de producción clásicos.

2.6.4 Control de producción e inventarios

El control de inventarios y de producción se realizan de una manera mas fácil debido a que las maquinas se agrupan y disminuyen los programas de planificación, también se establece que las responsabilidades del trabajo se pueden designar a una sola persona dentro del grupo de trabajo.

2.6.5 Planificación de los procesos

La planificación se convierte en algo mas simple debido a la similitud entre las piezas que se van a fabricar, generando procesos estandarizados.

2.7 Formación De Células En La Tecnología De Grupo

Uno de las formas más utilizadas para la creación de grupos es el método tabular ya que generan cálculos muy fáciles de hacer.

El método da inicio con una tabla de 0-1 llamada matriz de maquina o matriz incidente, en esta matriz se observa la maquina que cada pieza necesita para la producción, el 1 indica que es necesario el uso de la maquina y el 0 o espacio libre nos muestra que no hay utilidad alguna en esa casilla.

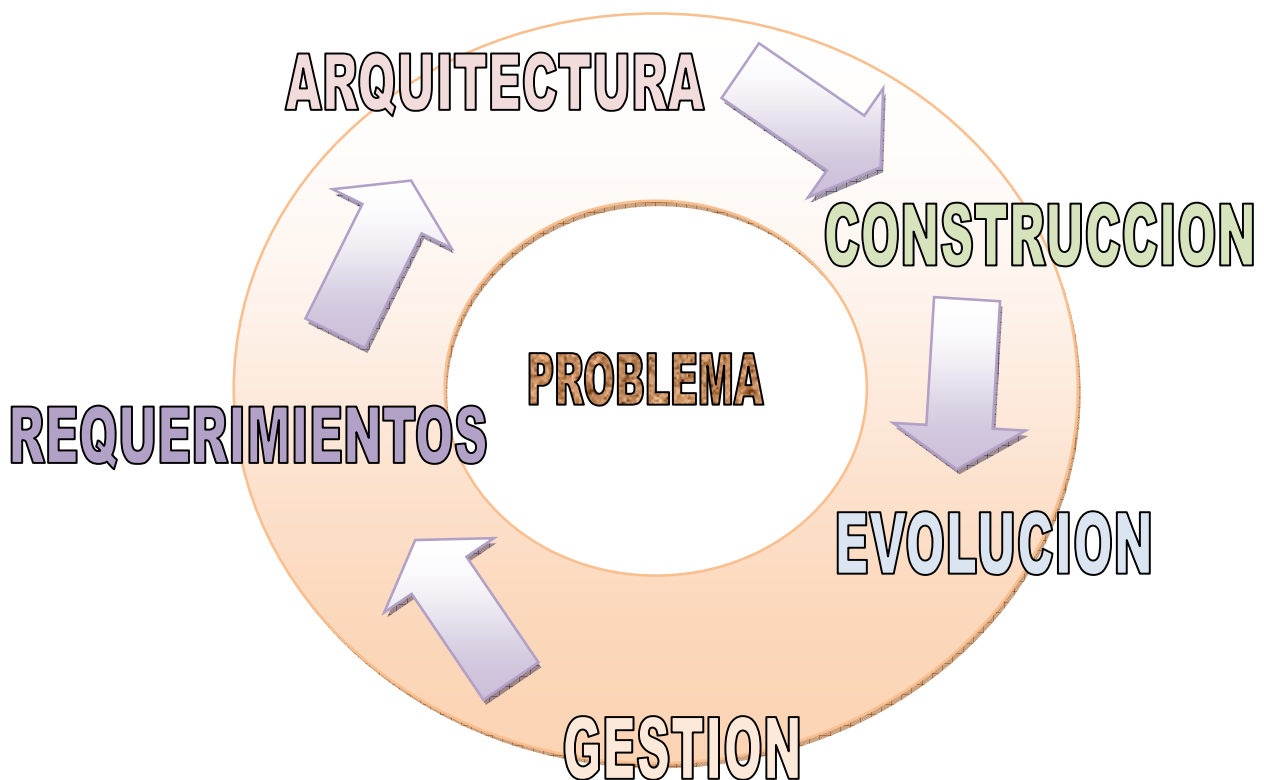
3 DISEÑO METODOLÓGICO PRELIMINAR

El diseño metodológico a seguir en este trabajo es el basado en GRACE el cual establece pautas que estructuran de una forma clara los pasos a seguir para desarrollar proyectos de cualquier índole.

3.1 GRACE

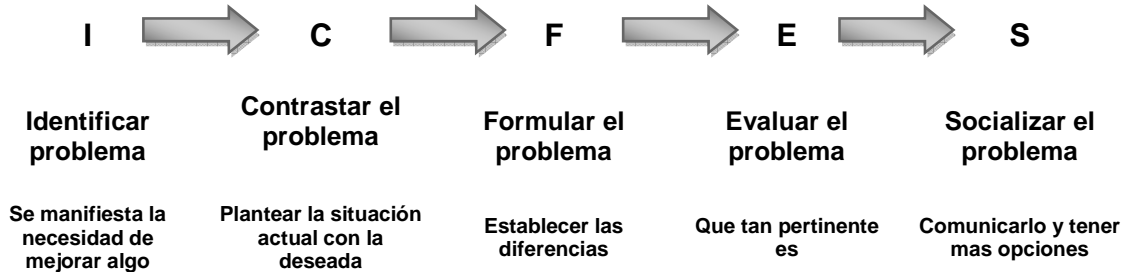
La metodología GRACE parte de 5 principales etapas las cuales conllevan a la solución de un problema planteado, estas 5 etapas conforman el ciclo GRACE el cual veremos en la siguiente imagen.

Ilustración 12 Estructura GRACE



Cada una de las diferentes etapas de GRACE tiene una composición interna diferente.

El problema: se muestra como algo que se quiere cambiar y que alguna u otra forma no es satisfactorio y es factible mejorarlo.



El problema identificado hace referencia a que muchas organizaciones manufactureras metalmecánicas que trabajan por proyectos no cuentan con un sistema o método de planeación de producción afectando de forma directa la disponibilidad y utilización de los recursos. Se busca establecer una metodología aplicable a cualquier empresa manufacturera que trabaje por proyectos para poder planear la producción.

La gestión: la gestión es el proceso en el cual se dirigen las actividades de un proyecto o en otras palabras esto es la administración del proyecto.

El principal objeto de la gestión es obtener los resultados más óptimos de aquellas personas que hacen parte de un equipo de trabajo, siempre y cuando se tengan como referentes las variables del tiempo, la calidad y los costos.



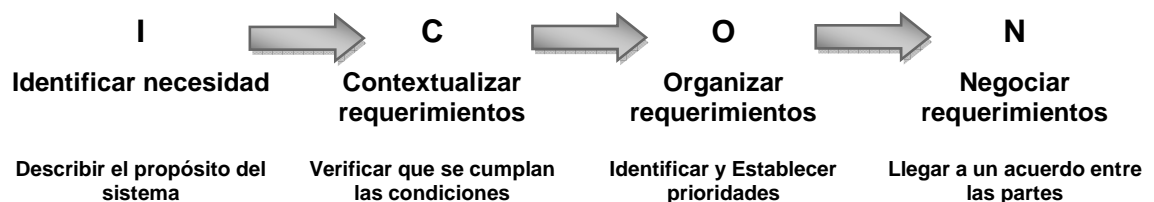
Para la realización del proyecto se divide en cinco grandes etapas:

- **Primera etapa:** elaboración del diseño de las piezas del conjunto escogido.

- **Segunda etapa:** partiendo de las actividades establecidas en el diseño y la elaboración de los planos se realiza un árbol operacional el cual permite clasificar las principales operaciones de fabricación.
- **Tercera etapa:** se establecen los tiempos estimados de manufactura los cuales se calculan de acuerdo a las variables de cada operación como el tipo de material a trabajar, el tipo de máquina en la cual se van a realizar estas actividades, las herramientas de corte y la experticia del operario, ya con los tiempos de fabricación establecidos se establecen los tiempos de los suplementos y se diligencian las hojas de ruta con el proceso total de fabricación de pieza por pieza.
- **Cuarta etapa.** Durante esta etapa se realizan las clasificaciones de piezas dependiendo de cada una de sus características y se aplica la resolución de matrices de tecnología de grupos para establecer bien sea un conjunto de operaciones o un conjunto de maquinas para establecer celdas de manufactura.
- **Quinta etapa:** en esta parte del proceso establecemos un plan de producción partiendo de todos y cada uno de los datos obtenidos en los pasos anteriores, en este plan de producción se incluyen recursos tales como el tiempo, mano de obra, disponibilidad de maquinaria entre otros.

El requerimiento: en el ambiente técnico se toma el requerimiento como una necesidad establecida para poder ejecutar el diseño de un proyecto.

En los proyectos de ingeniería el requerimiento es una característica que un producto o un equipo debe poseer para lograr satisfacer una necesidad.



Como requerimientos principales para la ejecución de este proyecto se debe disponer de:

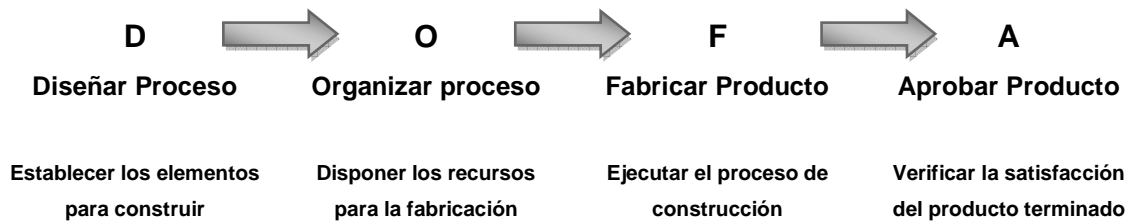
- Información de los recursos disponibles de la organización en la cual se va a ejecutar el proyecto (mano de obra, maquinaria, materia prima, etc.)
- Programa de CAD con requisitos específicos (árbol de operaciones por piezas).
- Metodología para el desarrollo de la tecnología de grupos.

La Arquitectura: la arquitectura corresponde al diseño de los artículos o servicios que se van a desarrollar, se caracteriza por aplicar técnicas y hacer uso de métodos científicos para definir modelos con información suficiente para hacer mucho más fácil su fabricación.



Dentro de la etapa de Arquitectura se revisaron y aprobaron las etapas de las cuales va a estar conformado el proyecto.

La construcción: en esta fase se construye todo aquello que se tenía anteriormente planeado y se da la solución al problema esbozado, como tal la construcción permite pasar los planos prototipos y planes en objetos reales y tangibles.



Se define construir una metodología que sea aplicable a cualquier industria manufacturera metalmecánica, esta metodología debe partir diagnosticando la capacidad tecnológica de una empresa y el diseño de un conjunto de piezas para concluir con un plan de producción involucrando recursos y disponibilidad de las maquinas.

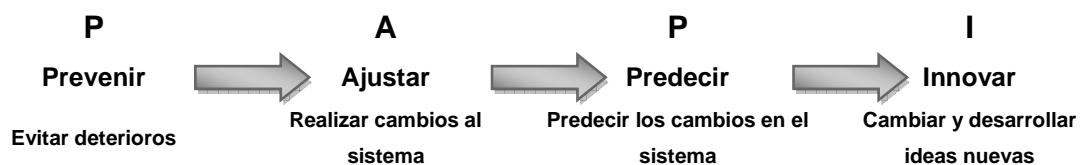
Como recursos primordiales para la ejecución de este proyecto se debe disponer de:

- Información de los recursos disponibles de la organización en la cual se va a ejecutar el proyecto (mano de obra, maquinaria, materia prima, etc.)
- Programa de CAD con requisitos específicos (árbol de operaciones por piezas).
- Metodología para el desarrollo de la tecnología de grupos.

Para la construcción de la metodología se establece como primer punto realizar un diagnostico tecnológico de la organización en la cual se va a diseñar y manufacturar el proyecto propuesto, para la segunda etapa de la metodología se realiza el diseño del conjunto utilizando como herramienta principal el programa de CAD adecuado seleccionado de acuerdo a las características dispuestas. Con el diseño elaborado y utilizando los datos arrojados en los árboles de operaciones del programa de CAD se realiza un árbol jerárquico de operaciones general dentro del cual se describen todas las operaciones de fabricación del conjunto y

así se establecen las hojas de ruta dentro de las cuales se asigna una pieza a una máquina dependiendo de las operaciones ya que no se puede asignar una pieza de mecanizado plano a un torno cuyo trabajo es mecanizado por revolución. Con el análisis de las hojas de ruta se obtiene la información necesaria par realizar el proceso de tecnología de grupos el cual busca establecer familias de piezas, estas familias de piezas establecidas buscan crear celdas flexibles de manufactura que reduzcan tiempos, ahorren materiales y los desplazamientos sean aun mas cortos. Por ultimo con la creación de las familias de piezas se realiza el plan de producción que es el producto final de este proyecto.

La Evolución: este proceso busca es que el producto que se tiene dure en el tiempo y se basa en cuatro actividades principales como lo son el prevenir, ajustar, predecir e innovar.



4 Descripción De La Metodología

Para llevar a cabo la planeación de producción partiendo de planos se deben tener en cuenta los pasos que se describen a continuación:

Diagnostico de la empresa donde se realiza el proyecto: Para realizar el diagnostico tecnológico de la empresa donde se va a ejecutar el proyecto se debe tener en cuenta la maquinaria disponible, la mano de obra calificada para realizar las actividades que implica a cada una de las estaciones de trabajo relacionadas, los programas de CAD disponibles y aplicables a la implementación de la tecnología de grupos y el diseñador capacitado para la manipulación de los programas de CAD.

INMECOLSA S.A. es una empresa manufacturera metalmecánica PYME que trabaja por proyectos, para el desarrollo de esta actividad dispone de maquinaria con tecnología básica como lo es un torno paralelo marca Pinacho, una sierra sinfín horizontal marca Famlab, Fresador vertical marca WKT con visor digital, equipo de soldadura Mig marca Assab de avance automático y una celda de ensamble, estas maquinas para el proceso de fabricación, en la parte de diseño se cuenta con un computador equipado con los software de diseño Inventor Autodesk, Autocad 2010 y Solid Edge V20, el personal cuenta con experiencia de mas de un año en manejo de cada una de las máquinas mencionadas, asignados de la siguiente forma: Tornero, Fresador, soldador y dos auxiliares los cuales se desempeñan en las estaciones de corte y ensamble respectivamente, un diseñador mecánico que puede ser ingeniero mecánico o afín al cargo .

Tabla. 4 Recursos maquinaria y personal

MAQUINARIA DISPONIBLE	CANTIDAD MAQUINARIA	CARGO RESPONSABLE	CANTIDAD
SIERRA HORIZONTAL MABLAB	1	Auxiliar de metalmecánica	1
FRESADORA WKT	1	Fresador	1
TORNO PINACHO	1	Tornero	1
MODULO ENSAMBLE	1	Auxiliar de metalmecánica	1
EQUIPO DE SOLDADURA ASSAB	1	Soldador MIG	1

Tabla 5 Recursos Tecnológicos Disponibles

SOFTWARE	CANTIDAD	CARGO RESPONSABLE	CANTIDAD
INVENTOR AUTODESK	1	DISEÑADOR 1	1
AUTOCAD 2010	1		
SOLID EDGE V20	1		

Elementos de entrada del diseño: para realizar el diseño se deben establecer los elementos de entrada para este como los son:

- Bosquejos iniciales.
- Especificaciones técnicas.
- Normas técnicas aplicables.
- Información de diseños anteriormente hechos.
- Recursos disponibles.

Diseño: El diseño de las piezas es de vital importancia para la planeación de producción a partir de planos.

Al momento de realizar el diseño la persona que realice esta actividad debe tener competencias suficientes para poder ejecutar este proceso y basarse en la ingeniería concurrente con las demás áreas de la organización para evitar cometer errores en las actividad planteadas. Para realizar el diseño de cualquier pieza hay que tener en cuenta el tipo de pieza que se va a fabricar el material de esta y cuales son las maquinas apropiadas y disponibles para manufacturar, el diseñador trabaja de tal forma que los procesos descritos en el diseño sean acordes a los procesos de manufactura y en lo posible que la secuencia lógica de estos sea coherente consultando constantemente con la parte técnica y así evitar errores al momento de fabricar cada una de las piezas diseñadas, el programa de diseño que se utilice debe tener la característica de contar con el árbol de operaciones el cual permite observarlas en que secuencia se van a realizar. **Ver anexo A**

El programa de CAD que se utiliza en esta etapa debe ser un Software que trabaje los diseños en 3 dimensiones y permita establecer un árbol de operaciones el cual deje ver la secuencia de fabricación, esta secuencia se debe establecer al

momento de diseñar. El programa Autocad no es adecuado para realizar los diseños ya que no permite diseñar por procedimientos al igual no cuenta con Pathfinder de operaciones o mejor llamado barra de operaciones el la Ilustración 13 se observa la barra de operaciones de el tubo rodillo pieza perteneciente al conjunto del portarrollo, referenciado en un recuadro rojo se observa la operación de refrentados al igual que en la **Ilustración 14** se observa la operación resaltada en rojo.

Ilustración 14 Árbol de fabricación Solid Edge

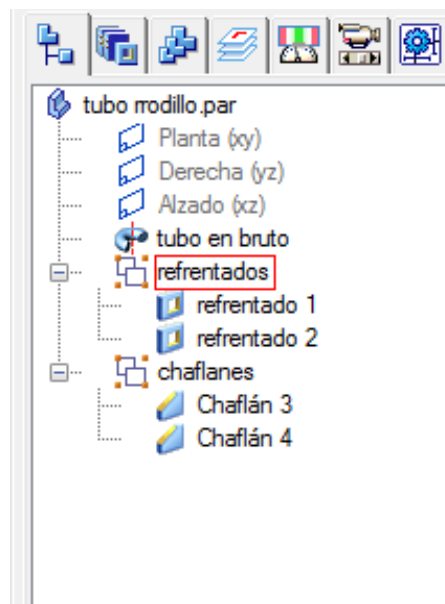
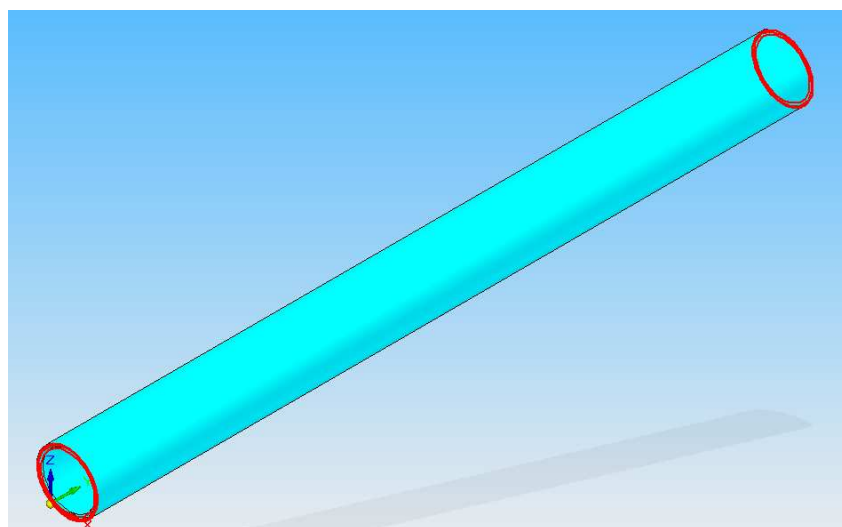


Ilustración 15 Pieza tubo rodillo 3D



Clasificación operaciones: Para realizar la clasificación de las operaciones es conveniente realizar un árbol de niveles en el cual se relacionan cada una de las piezas y su operación, estas son el resultado del análisis de los Pathfinder del programa de CAD, como se puede ver en la **Ilustración 13** permitiendo identificarlas una a una hasta el punto de obtener un conjunto ensamblado de piezas con cada una de sus operaciones. **Ver Anexo A**, en la Tabla. 1 se puede observar cada una de las operaciones definidas como resultado del árbol jerárquico de operaciones.

Ilustración 16 Árbol de operaciones

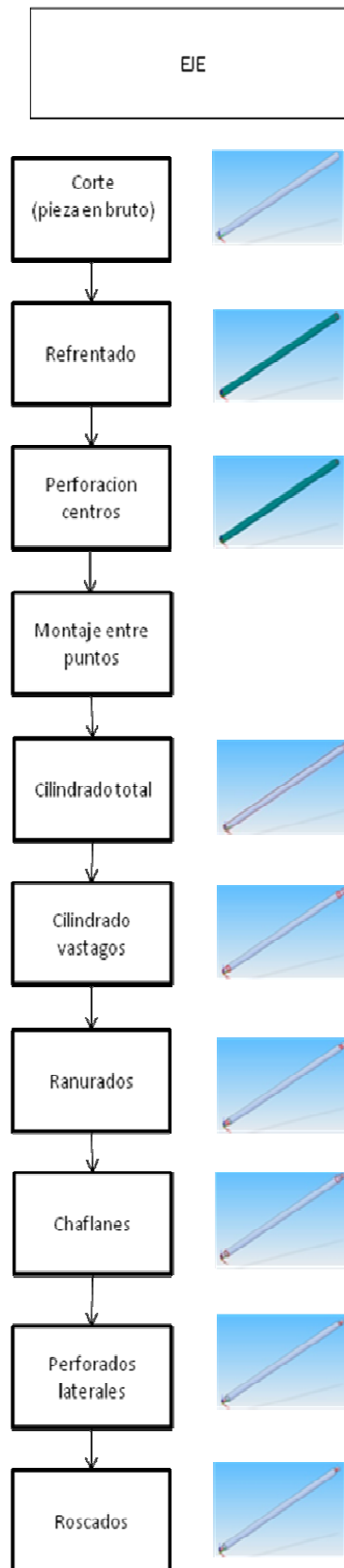
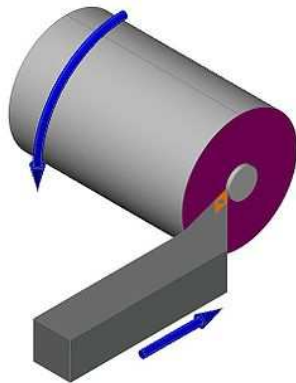


Tabla 6 operaciones establecidas

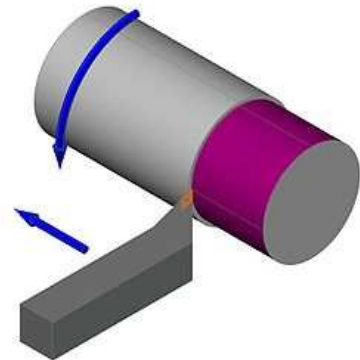
OPERACIONES	IDENTIFICACIÓN
Corte	A
Refrentado	B
Perforación rev	C
perforación centros	D
Cilindrado	E
Ranurados Rev	F
Chaflanes	G
Roscado Manual	H
Ensamble	I
Soldadura	J
Fresado	K
Biselado	L
Perforaciones Planas	M
Cilindrado Interior	N

Ilustración 17 Refrentado



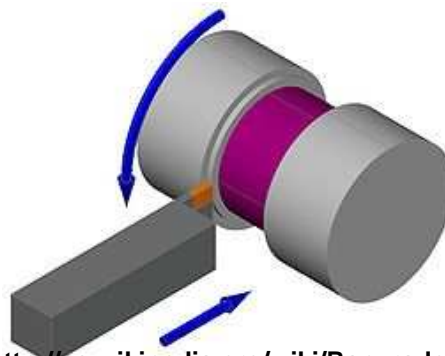
<http://es.wikipedia.org/wiki/Refrentado>

Ilustración 18 Cilindrado



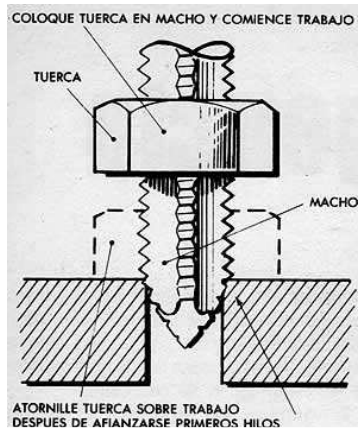
<http://es.wikipedia.org/wiki/Cilindrado>

Ilustración 19 Ranurado



<http://es.wikipedia.org/wiki/Ranurado>

Ilustración 20 Roscado Manual



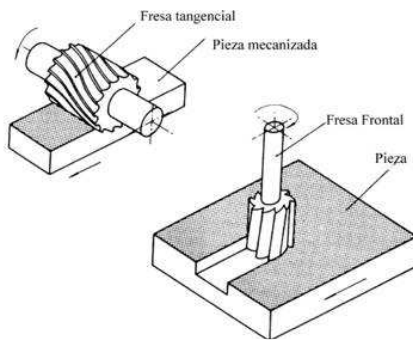
ATORNILLE TUERCA SOBRE TRABAJO DESPUES DE AFIANZARSE PRIMEROS HILOS

<http://patentados.com/invento/procedimiento-para-formar-un-orificio-roscado-en-una-pieza-de-trabajo.html>

Ilustración 21 perforación centros

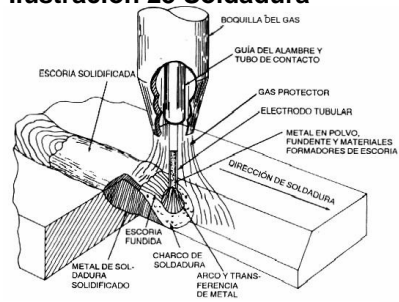


Ilustración 22 Fresado



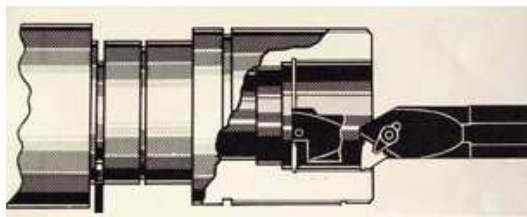
<http://html.rincondelvago.com/fresas-y-fresadoras.html>

Ilustración 23 Soldadura



<http://www.monografias.com/trabajos46/soldadura-por-arco/soldadura-por-arco2.shtml>

Ilustración 24 Cilindrado Interior



<http://new.taringa.net/posts/apuntes-y-monografias/2637402/Principios-De-Torneado.html>

Hojas de ruta: con las operaciones globales obtenidas se realizan las hojas de ruta en las cuales se describen mas puntualmente los procesos de fabricación obteniendo la secuencia absoluta de producción, en las hojas de ruta también se

relacionan las maquinas en las cuales se van a fabricar las piezas establecidas.

Ver Anexo B

Clasificación de las piezas: se analiza el proceso observando el árbol de niveles, **ver Anexo A** se clasifican cada una de las operaciones con las que se fabrican las piezas.

Codificación planos: los planos se codifican de tal forma que permita identificar las piezas unitarias, los conjuntos y aquellas piezas que sean comerciales para el ensamble del diseño. **Ver Anexo c**

Disponibilidad de maquinaria: es importante que al momento de realizar cualquier tipo de plan de producción la organización debe establecer cuales son los recursos en cuanto a maquinaria para poder manufacturar lo esperado.

En la tabla 7 se observa el recurso de maquinaria disponible En INMECOLSA S.A. para este proyecto.

Tabla 7 recursos disponibles (Maquinaria)

MAQUINARIA DISPONIBLE	CANTIDAD
SIERRA HORIZONTAL MABLAB	1
FRESADORA WKT	1
TORNO PINACHO	1
MODULO ENSAMBLE	1
EQUIPO DE SOLDADURA ASSAB	1

Relación máquina labor: teniendo establecidas las maquinas y definidas las piezas a fabricar se establece una matriz donde se relacionan las piezas y las maquinas en las cuales se realizaran operaciones de fabricación, esta matriz se rellenara con el número uno (1) en el sitio donde de encuentre relación, en los espacios donde no se encuentre relación alguna se rellenara con el numero cero (0) o simplemente el espacio se deja en blanco como se observa en la **Tabla .8**.

Las operaciones que hacen parte de esta Tabla provienen del árbol de operaciones donde se han clasificado anteriormente todas estas como se observa en la **Ilustración 14**.

Tabla 8 Operaciones v/s piezas

PIEZA	OPERACIÓN													
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
T Bristol									1					
EJE	1	1	1	1	1	1	1	1	1					
Rodamiento									1					
Rodillo	1	1					1							
Tubo tapón	1	1	1	1			1		1					1
Seguer									1					
Buje	1	1	1	1					1					
Paral 1	1								1		1	1		
Paral 2	1								1		1	1		
Rodillo soldado		1	1						1	1				
Paral e 1										1				
Paral e 2										1			1	
Eje rodillo									1					
Pieza final									1					

Relación operación - operación: cree una matriz relacionando el número de piezas o actividades en común, esta matriz se realiza comparando fila por fila de la Tabla. 8 y observando la cantidad de veces que coinciden los unos (1). Se debe observar que esta Tabla. 9 es totalmente simétrica en relación con la diagonal por lo tanto solo se necesitaran los valores que se encuentren debajo de la diagonal. Partiendo de esta se obtienen datos de relación de cercanía para realizar la resolución de la matriz.

Los datos obtenidos en la tabla 9 son de gran importancia puesto que dan la información que permite establecer que cantidad de operaciones comparte una pieza con otra.

Tabla 9 Operaciones v/s operaciones

OPERACIÓN	OPERACIÓN													
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
A	*													
B	4	*												
C	3	4	*											
D	3	3	3	*										
E	1	1	1	1	*									
F	1	1	1	1	1	*								
G	3	3	2	2	1	1	*							
H	1	1	1	1	1	1	1	*						
I	5	4	4	3	1	1	2	1	*					
J	0	1	1	0	0	0	0	0	1	*				
K	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	*			
L	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	*		
M	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	*	
N	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	*

Razón de cercanía: la razón de cercanía es el valor mayor que se genera verificando fila a fila la Tabla. 9 (*Operaciones v/s operaciones*), este valor muestra cual es la relación más grande entre operaciones, es decir da el valor mayor de piezas en común que tienen dos operaciones. Esta razón varía cada vez que se generan los grupos de máquinas y el valor cambia de forma descendente dentro de la matriz.

En el caso que se está desarrollando la razón de cercanía o **RC** se ubica dentro de la Tabla. 9 y es el número 5 puesto que es el mayor dentro de toda la tabla.

Valor de porcentaje mínimo: Definir un valor de porcentaje mínimo. Se establece una medida de la efectividad que se tiene de incluir una operación en un grupo. Este porcentaje es la cercanía que una operación entrante debe tener con todas las operaciones planteadas dentro de un grupo para poder hacer parte de este. Este porcentaje se define una sola vez en todo el proceso y lo define quien va a hacer.

El valor de porcentaje mínimo más que cualquier otra cosa una apreciación personal que da el encargado de realizar la planeación de la producción, este valor va muy ligado a la posibilidad de entrada de una máquina y/o una operación a un grupo de familia de piezas y/u operaciones en este caso se establece el valor de cercanía en un 50% donde $P=0,5$.

Creación de grupos: el primer grupo se genera con la ubicación del valor máximo de relación entre operaciones, de la matriz operación – operación *Tabla.9* se ubica el valor y la relación entre estas dos operaciones será el primer grupo. Ubicando el primer valor, se sigue verificando la *Tabla. 9* buscando el siguiente valor igual o menor a este pero que entre los otros sea el mayor y así se genera el siguiente grupo, si al generar la relación se observa que una operación ya pertenece a un grupo esta operación se le da el nombre de operación entrante y la razón de cercanía es la relación de esta operación con las de este grupo.

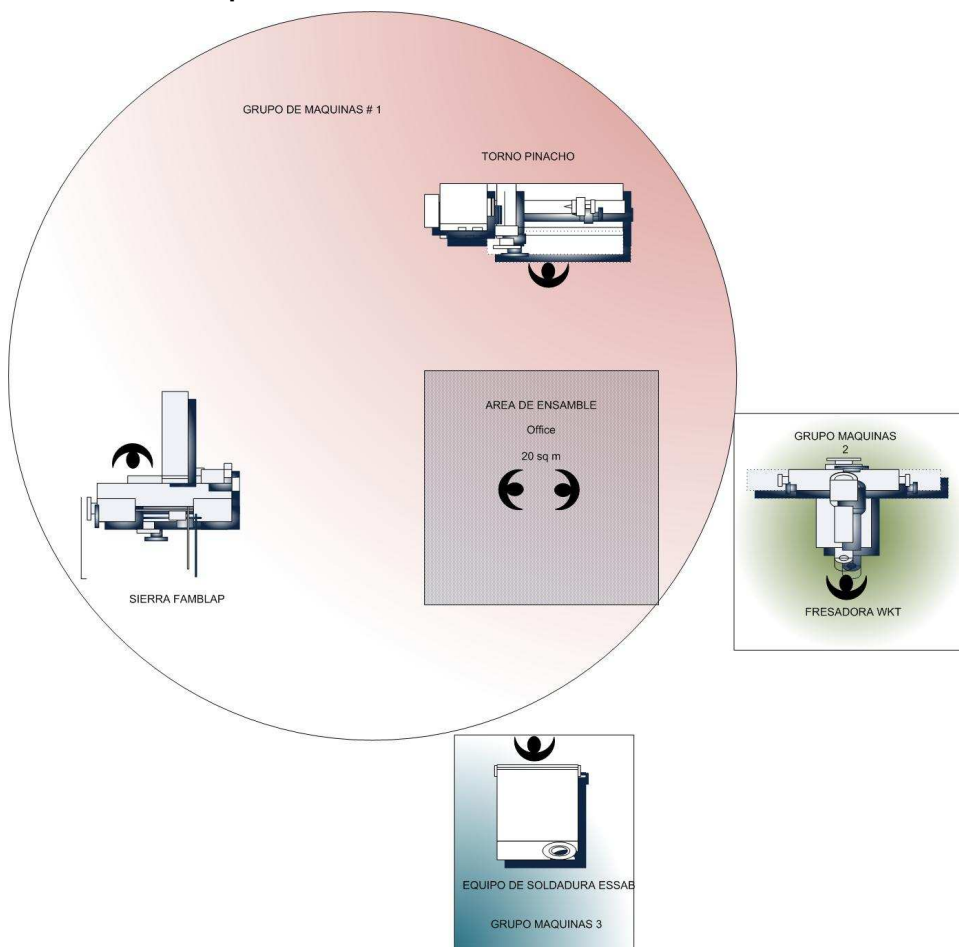
La operación que no pertenece a ningún grupo se agrega al grupo que tiene la razón de cercanía máxima, mientras que este máximo sea menor que o igual al valor umbral mínimo (MTV), que es P multiplicado por el valor presente de (RC). $(MTV=P*RC)$ Si el valor de (MCR) la razón máxima de cercanía es menor que el de (MTV), se forma entonces un nuevo grupo, compuesto de las dos máquinas que tienen el valor de relación que iguala al valor presente de (RC) [4],

Tabla 10 cálculo de maquina entrante

Maquina Entrante	Grupos Existentes		MTV
	Grupo 1	Relación	
B	I	5	5*0.5=2,5
	A	5	
Total	2	10	
CR	10/2=5		
MCR	5		

Para cada una de las operaciones entrantes se realiza el cálculo de la Tabla. 9 permitiendo verificar si se puede unir o no una operación a un grupo.

Ilustración 25 Grupos Creados



Verificación de la matriz: se verifica la matriz que todos los valores están revisados e incluidos en los grupos, si alguno de los valores no se encuentra incluido se sigue reduciendo el valor absoluto y se verifica que las maquinas no se encuentren en ningún grupo de lo contrario operamos de nuevo para la creación de un grupo con una maquina entrante.

Tabla 11 iteraciones y formación de grupos

Interacción	RC	operación en consideración	Grupo al que va la nueva operación o nuevo grupo formado	Grupos presentes y operaciones asociadas
1	5	I, A	G1	G1: I, A
2	4	I, A, B	G1	G1: I, A, B
3	4	I, A, B, C	G1	G1: I, A, B, C
4	3	I, A, B, C, D	G1	G1: I, A, B, C, D
5	3	I, A, B, C, D, G	G1	G1: I, A, B, C, D, G
6	2	I, A, B, C, D, G, K	G1	G1: I, A, B, C, D, G, K
7	2	I, A, B, C, D, G, K, L	G1	G1: I, A, B, C, D, G, K, L
8	1	I, A, B, C, D, G, K, L, E	G1	G1: I, A, B, C, D, G, K, L, E
9	1	I, A, B, C, D, G, K, L, E, F	G1	G1: I, A, B, C, D, G, K, L, E, F
10	1	I, A, B, C, D, G, K, L, E, F, H	G1	G1: I, A, B, C, D, G, K, L, E, F, H
11	1	I, A, B, C, D, G, K, L, E, F, H, J	G1	G1: I, A, B, C, D, G, K, L, E, F, H, J
12	1	I, A, B, C, D, G, K, L, E, F, H, J, M	G1	G1: I, A, B, C, D, G, K, L, E, F, H, J, M
13	1	I, A, B, C, D, G, K, L, E, F, H, J, M, N	G1	I, A, B, C, D, G, K, L, E, F, H, J, M, N

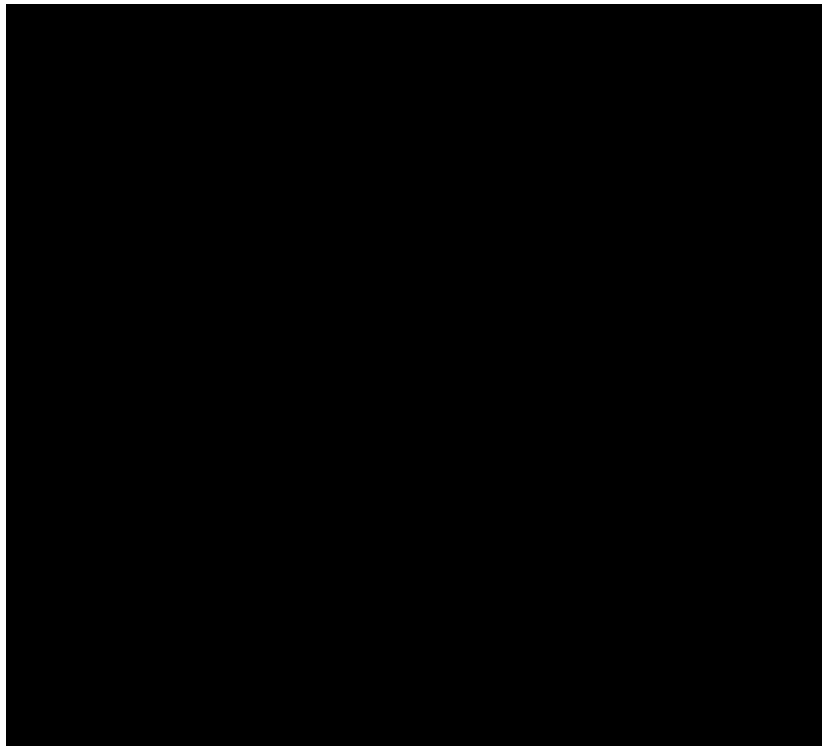
Nota. Se observa que a la iteración numero 13 solo se ha formado un grupo de operaciones dando a entender que todas las maquinas y operaciones las podemos trabajar en una misma celda de manufactura, pero dependiendo de la tabla fina y dependiendo del ingeniero se puede decidir si se trabaja con una sola celda de manufactura o bien se establecen varias celdas de manufactura.

Consolidación del grupo: se comparan los grupos generados, si un grupo se convierte en sub grupo de otro es decir que es contenido en otro eje, G1= a, b, c, d. y el G2= c, d entonces eliminamos el grupo 2, tomando solo en cuenta el grupo 1.

Consolidación de los grupos: para la consolidación de los grupos se tiene en cuenta el orden de las labores descrito en la Tabla. 11 (*tabla de iteraciones*) el cual agrupa en orden de relación cada una de las labores establecidas.

En la Tabla. 12 (*celdas por labor*) se observan los grupos establecidos según el orden dado anteriormente, se decide establecer 3 celdas de labores por la agrupación obtenida para facilitar la manufactura de las piezas.

Tabla 12 celdas por labor



Orden de labores: en las tablas 13, 14, 15 se observa la agrupación de labores sugerida para establecer las labores.

Tabla 13 celdas por labor 1

OPERACIONES	IDENTIFICACIÓN
Ensamble	I
Corte	A
Refrentado	B
Perforación rev	C
perforación centros	D
Chaflanes	G

Tabla 14 celdas por labor 2

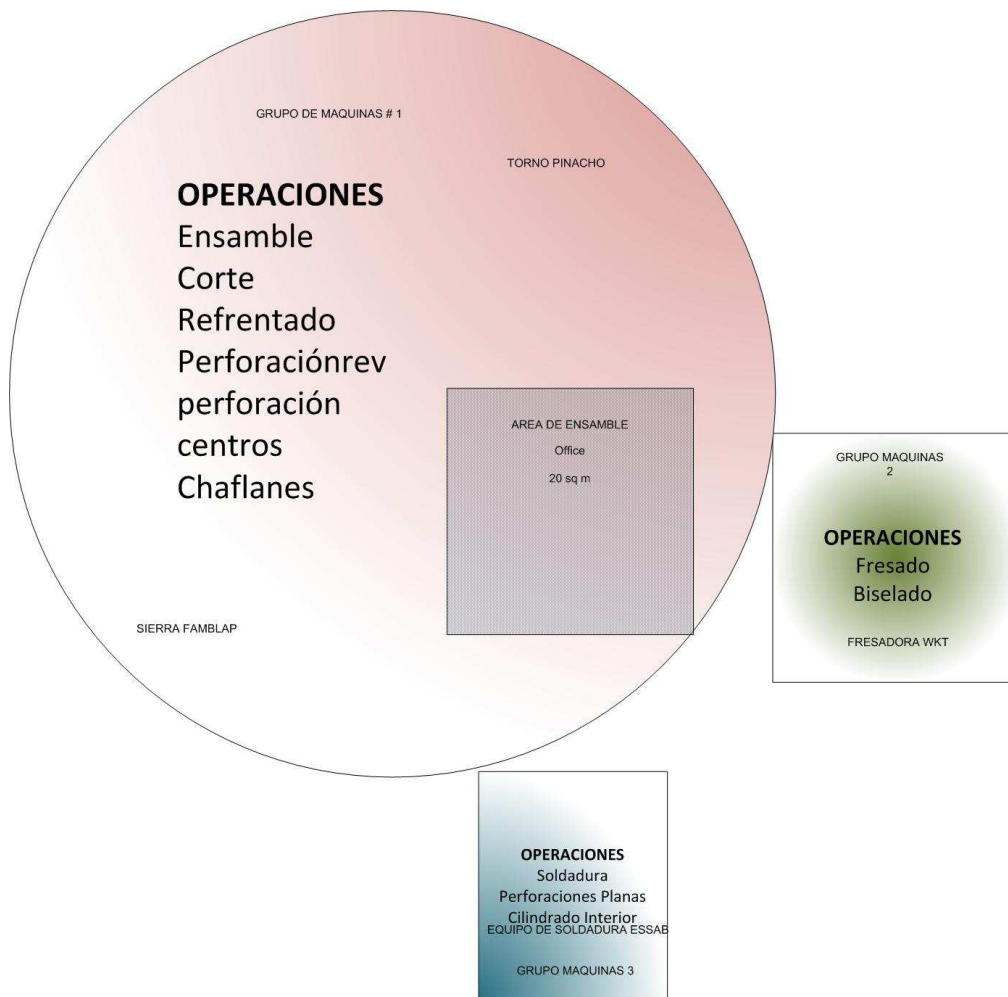
OPERACIONES	IDENTIFICACIÓN
Fresado	K
Biselado	L

Tabla 15 celdas por labor 3

OPERACIONES	IDENTIFICACIÓN
Soldadura	J
Perforaciones Planas	M
Cilindrado Interior	N

En las tablas 13, 14, 15 se observan las diferentes operaciones clasificadas por grupos. Esto permite tener una visión global de cuales son las actividades mas comunes permitiendo agruparlas y formar las celdas por labor, en la ilustración 21 se puede observar que operación pertenece a cada grupo y las maquinas con las que se van a realizar las operaciones, pero valga la pena aclarar las operaciones pueden cambiarse dependiendo del criterio del Ingeniero y/o encargado de la producción, según la disponibilidad de las máquinas y la facilidad de fabricación.

Ilustración 26 Operaciones Por Celdas



Tiempos estimados de manufactura: los tiempos estimados de manufactura se establecen dependiendo de las características del material, las especificaciones de las máquinas, las herramientas de corte a utilizar y la habilidad del operario de cada una de las estaciones de trabajo, para este proyecto se utiliza acero para maquinas 1020, acetal, electrodos 6013 y herramientas de corte en acero rápido 18-20% W estas herramientas y materiales son los materiales promedio que se utilizan en la industria y se obtuvieron como resultados las **tablas 17 a la 26.**

Los suplementos para el cálculo del tiempo estándar se calculan mediante la tabla de suplementos sugerida por la organización internacional del trabajo ver tabla.16

Tabla 16 Suplementos Tiempos

SUPLEMENTOS DE LA OIT EN % DEL TN					
Suplementos Constantes	H	M	Suplementos Variables	H	M
Por necesidades Personales	5	7	Mala Iluminación		
Por Fatiga	4	4	Ligeramente por Debajo	0.0	0.0
Suplementos Variables			Bastante por Debajo	2.0	2.0
Por Trabajar de Pie	2	4	Absolutamente insuficiente	5.0	5.0
Por Postura Anormal			Concentración Intensa		
Ligeramente incomodo	0	1	Trabajo de Cierta Presión	0.0	0.0
Inclinado	2	3	Fatigoso	2.0	2.0
Echado Estirado	7	7	Muy Fatigoso	5.0	5.0
Uso de Energía o Fuerza Muscular Kg.			Ruidos		
2.50	0	1	Continuo	0.0	0.0
5.00	1	2	Intermitente y fuerte	2.0	2.0
7.50	2	3	Intermitente y muy fuerte	2.0	2.0
10.00	3	5	Estridente y Fuerte	5.0	5.0
12.50	4	6	Suplementos Variables		
15.00	5	8	Tensión Mental		
17.50	7	10	Proceso Bastante Complejo	1.0	1.0
20.00	9	13	Proceso Complejo	4.0	4.0
22.50	11	16	Muy Complejo	8.0	8.0
25.00	13	20	Monotonía		
30.00	17		Algo Monótono	0.0	0.0
35.50	22		Bastante Monótono	1.0	1.0
Condiciones Atmosféricas Mili calorías/cm²/s			Muy Monótono	4.0	4.0
16.00	0	0	Tedio		
14.00	0	0	Algo Aburrido	0.0	0.0
12.00	0	0	Aburrido	2.0	1.0
10.00	0.3	0.3	Muy Aburrido	5.0	2.0
8.00	1	1			
6.00	2.1	2.1			
5.00	3.1	3.1			
4.00	4.5	4.5			
3.00	6.4	6.4			
2.00	10	10			

Organización internacional del trabajo

Para el porcentaje de suplementos aplicamos los siguientes para todas las operaciones.

Tabla 17 Suplementos clasificados

Suplemento	Valor
Por necesidades personales	5
Por Fatiga	4
Por Trabajar de pie	2
Proceso Bastante Complejo	1
%	12

Tabla. 17 Tiempos eje

Pieza	Operación	Q operaciones	Material	φ mayor	φ esperado	prof corte	long	avance	vc	r/min	tiempo corte	tiempo total m	T N segundos	tiempo estandar S
EJE	corte	1	1020	0	0	0	0	0	0	0	0	4	240	269
EJE	refrentado	2	1020	22,25	0	0,25	0,5	0,24	28	403	0,01	0,92	55	62
EJE	per. Centros	2	1020	0	3	0	4	manual	28	407	0,40	0,80	48	54
EJE	cilindrado t	1	1020	22,25	22	0,25	560	0,24	28	403	5,79	5,79	348	389
EJE	ndrado vasta	2	1020	22	15,1	0,25	25,4	0,24	28	407	0,26	14,34	861	964
EJE	perforación	2	1020	0	6,35	14,75	14,75	manual	28	407	3	6	360	403,2
EJE	ranurado	2	1020	15,1	14,74	0,25	1,55	0,24	28	593	0,01	0,03	2	2,10645
EJE	chafilanes	2	1020	15,1	14,1	0,25	1	0,24	28	593	0,01	0,06	3	4
EJE	roscado	2	1020	*	*	*	*	*	*	*	*	10	600	672
												42	2517	2819
													Para 2 piezas	5638

Donde Q operaciones=cantidad de operaciones, φ mayor=diámetro mayor, φ esperado=diámetro esperado, prof corte= profundidad de corte, VC=velocidad de corte, r/min=revoluciones por minuto, dimensiones dadas en milímetros

Tabla. 18 Tiempos Rodillo

Pieza	Operación	Q operaciones	Material	φ mayor	φ esperado	prof corte	long	avance	vc	r/min	tiempo corte	tiempo total m	T N segundos	tiempo estandar S
Rodillo	corte	1	1020	0	0	0	0	0	0	0	0	5	300	336
Rodillo	Refrentado	2	1020	48,3	0	0,25	1,5	0,24	28	186	0,03	13,02	781	875
Rodillo	chafilanes	2	1020	48,3	46,3	0,25	2	0,24	28	186	0,04	0,72	43	48
												19	1124	1259
													Para 2 piezas	2518

Donde Q operaciones=cantidad de operaciones, φ mayor=diámetro mayor, φ esperado=diámetro esperado, prof corte= profundidad de corte, VC=velocidad de corte, r/min=revoluciones por minuto, dimensiones dadas en milímetros

Tabla.19 tiempos Tapón Tubo

Pieza	Operación	Q operaciones	Material	φ mayor	φ esperado	prof corte	long	avance	vc	r/min	tiempo corte	tiempo total m	TN segundos	tiempo estandar S
Tapon Tubo	corte	1	1020	0	0	0	0	0	0	0	0	5	300	336
Tapon Tubo	Refrentado	1	1020	40,93	0	0,25	1,5	0,24	28	219	0,03	4,67	280	314
Tapon Tubo	per. Centros	1	1020	0	3	0	4	manual	28	407	0,40	0,40	24	27
Tapon Tubo	chafilanes	1	1020	40,93	38,93	0,25	2	0,24	28	219	0,04	0,30	18	20
Tapon Tubo	perforacion	1	1020	31,8	0	0,25	9,1	0,24	28	282	0,13	17,12	1027	1150
												18	1069	1848
													Para 4 piezas	7391

Donde Q operaciones=cantidad de operaciones, φ mayor=diámetro mayor, φ esperado=diámetro esperado, prof corte= profundidad de corte, VC=velocidad de corte, r/min=revoluciones por minuto, dimensiones dadas en milímetros

Tabla 20 1 Tiempos Buje

Pieza	Operación	Q operaciones	Material	φ mayor	φ esperado	prof corte	long	avance	vc	r/min	tiempo corte	tiempo total m	TN segundos	tiempo estandar S
Buje	corte	1	Acetal	0	0	0	0	0	0	0	0	2	120	134
Buje	refrentado	2	Acetal	11	0	0,25	1	0,05	30	873	0,02	2,02	121	136
Buje	perf.centros	1	Acetal	0	3	0	4	manual	28	407	0,40	0,40	24	27
Buje	Per.final	1	Acetal	0	6,35	5	5	manual	28	1000	3	6	360	403
												8	505	700
													Para 4 piezas	2800

Donde Q operaciones=cantidad de operaciones, φ mayor=diámetro mayor, φ esperado=diámetro esperado, prof corte= profundidad de corte, VC=velocidad de corte, r/min=revoluciones por minuto, dimensiones dadas en milímetros

Tabla. 21 Tiempos Paral 1

Pieza	Operación	Q operaciones	Material	φ mayor	φ esperado	prof corte	long	avance	vc	r/min	tiempo corte	tiempo total m	tiempo segundos	tiempo estándar S
Paral 1	corte	1	1020									10	600	672
Paral 1	fresado	1	1020									170	10200	11424
Paral 1	biselado	1	1020									20	1200	1344
Paral 1	ensamble	1	1020									30	1800	2016
Paral 1	soldado	1	1020									70	4200	4704
												300	18000	20160

Donde Q operaciones=cantidad de operaciones, φ mayor=diámetro mayor, φ esperado=diámetro esperado, prof corte= profundidad de corte, VC=velocidad de corte, r/min=revoluciones por minuto, dimensiones dadas en milímetros

Tabla. 22 Tiempos Paral 2

Pieza	Operación	Q operaciones	Material	φ mayor	φ esperado	prof corte	long	avance	vc	r/min	tiempo corte	tiempo total m	T N segundos	tiempo estándar S
Paral 2	corte	1	1020									10	600	672
Paral 2	fresado	1	1020									170	10200	11424
Paral 2	biselado	1	1020									20	1200	1344
Paral 2	ensamble	1	1020									30	1800	2016
Paral 2	soldado	1	1020									70	4200	4704
												300	18000	20160

Donde Q operaciones=cantidad de operaciones, φ mayor=diámetro mayor, φ esperado=diámetro esperado, prof corte= profundidad de corte, VC=velocidad de corte, r/min=revoluciones por minuto, dimensiones dadas en milímetros

Tabla. 23 Tiempos conjunto Rodillo Soldado

Pieza	Operación	Q operaciones	Material	φ mayor	φ esperado	prof corte	long	avance	vc	r/min	tiempo corte	tiempo total m	T N segundos	tiempo estandar S
Rodillo sold	Refrentado	2	1020	48,3	0	0,2	1,5	0,24	28	186	0,03	16	976	1094
Rodillo sold	perforación	2	1020	31,8	0	0,25	9,1	0,24	28	0	0,12	30	1809	2026
Rodillo sold	ensamble	1	1020	0	0	0	0	0	0	0	0	15	900	1008
Rodillo sold	soldado	2	1020	0	0	0	0	0	0	0	0	25	1500	1680
												86	5185	5807
													Para 2 piezas	11614

Donde Q operaciones=cantidad de operaciones, φ mayor=diámetro mayor, φ esperado=diámetro esperado, prof corte= profundidad de corte, VC=velocidad de corte, r/min=revoluciones por minuto, dimensiones dadas en milímetros

Tabla. 24 Tiempos Ensamble

Pieza	Operación	Q operaciones	tiempo total m	T N segundos	tiempo estandar S
conjunto	ensamble	1	30	1800	2016
			30	1800	2016

Tabla 26 Tiempo Total

<i>tiempo T conjunto S</i>	<i>min</i>	<i>horas</i>
72297	1205	20

Nota: Para los procesos de soldadura y ensamble se tiene en cuenta la habilidad del soldador ya que este proceso se realiza manualmente.

Planeación y control de la producción: para la planeación de la producción se tienen en cuenta todos y cada uno de los datos obtenidos en los pasos anteriores. Por medio de Microsoft Project **ver Anexo D** se busca establecer una secuencia de actividades dirigidas a la transformación de la materia prima e información suministrada de los pasos anteriormente descritos, dentro de este plan se incluye insumos, recursos, información, energía entre otras variables. Lo que busca la p

5 Aplicación

Se decide desarrollar la metodología de planeación de producción partiendo de planos y aplicarla a un subconjunto de piezas de una máquina automática de empaque estándar diseñada y manufacturada en Colombia, este subconjunto de piezas forma parte del subconjunto llamado portarrollo, este dispositivo es el que soporta el rollo de plástico que posteriormente cumplirá la función de empaque.

Este conjunto se escogió para este trabajo por su cantidad de piezas y complejidad de fabricación de las mismas, al igual que para la simulación a realizar se dispone de un software de diseño (CAD) *Solid Edge* y celdas unitarias compuestas de un torno, una fresadora., soldadura MIG, sierra sinfín para corte metálico, y centro de ensamble.

Tabla 27 clasificación de las piezas

NOMBRE PIEZA	Q OPERACIONES	CAMBIO HERRAMIENTAS Y MONTAJE	MATERIAL	FORMA	COMPLEJIDAD
EJE RODILLO	23	7	ACERO 1020	CILINDRICA REVOLUCION	4
TAPON RODILLO	9	2	ACERO 1020	CILINDRICA REVOLUCION	3
BUJE SEPARADOR	7	1	ACETAL	CILINDRICA REVOLUCION	2
TUBO RODILLO	7	1	ACERO 1020	CILINDRICA REVOLUCION	3
RODILLO SOLDADO	9	3	ACERO 1020	CILINDRICA REVOLUCION	4
BASE L	6	3	ACERO 1020	PLANA	4
BASE L	6	3	ACERO 1020	PLANA	4
LATERAL L	13	2	ACERO 1020	PLANA	4
LATERAL L	13	2	ACERO 1020	PLANA	4

Ya que las diferentes piezas cuentan con operaciones similares y un grado de complejidad parecido según lo observado en la tabla 24 se puede aplicar el concepto de tecnología de grupo a las diferentes piezas establecidas

Diseño

Para el diseño de cada una de las piezas de este conjunto se utiliza un software determinado de CAD en este caso se utilizó el software *Solid Edge*, este posee propiedades que otros programas de CAD no tienen como lo es la facilidad de almacenar las actividades en un árbol de operaciones y así permitir al diseñador

llevar una secuencia lógica de las operaciones de mecanizado requeridas para la manufactura de estas piezas

Definición y clasificación de las actividades

Para la definición y clasificación de las actividades se utilizó el proceso de tecnología de grupos el cual nos permite establecer actividades y formar celdas de manufactura flexibles, este proceso permite clasificar las piezas por su forma esto facilita formar una secuencia lógica de fabricación al momento de manufacturar las piezas.

La definición de las piezas se establece desde el diseño donde el software nos permite evidenciar cada una de las operaciones realizadas, con la elaboración del árbol jerárquico se realiza un inventario de estas para poder clasificarlas y establecer los tiempos de fabricación.

Plan de producción

Para establecer el plan de producción se identifican los tiempos de fabricación pero como estos no se pueden obtener mediante el proceso de toma de tiempos dado que cada una de estas piezas hace parte de un proyecto y anteriormente no se había fabricado nada igual se realiza un cálculo de tiempos de forma matemática teniendo en cuenta variables tales como la máquina que se va a utilizar, las herramientas de corte, el tipo de material y con estos datos se calcula el tiempo aproximado para desarrollar cada actividad.

6 Conclusiones

- Una vez aplicada la metodología de planeación de producción a partir de plano se observa que si es viable realizar la programación de una producción partiendo del diseño de un conjunto.
- La metodología establecida se puede aplicar a cualquier empresa manufacturera metalmeccánica siempre y cuando cumpla con los requisitos mencionados.
- Como punto primordial se concluye que partiendo del diseño si se puede realizar el planteamiento de una fase operacional para la planeación de la producción.

7 REFERENCIAS

[1] MIKELL P. Groover Fundamentos Manufactura Moderna
(Prentice Hall)

[2] CURTIS Mark PLANEACIÓN DE PROCESOS
Editorial Limusa

[3] DPTO. TECNOLOGÍA – UNIVERSITAT JAUME I DE CASTELLÓN tecnología de grupos Área de Ingeniería de los Procesos de Fabricación, Fabricación Automatizada. Ingeniería Concurrente

[4] Sule, Dileep R. Instalaciones de manufactura ubicación, planeación y diseño 2a ed.
Editor: Thomson Learning
c2001. xiii, 726 p.

ICONTEC Trabajos escritos: presentación y referencias bibliográficas / ICONTEC.
2009

BARROS, Rafael, SANCHEZ Luz Marina, VELOSA José, DUQUE, Gerardo
Introducción a la ingeniería GRACE, editorial EAN

ZUGASTI ECHEPARE Ricardo. Principios y aplicaciones de la tecnología de grupos, Asociación de Investigación Industrial de la Máquina-Herramienta
Publicado por Asociación de Investigación Industrial de la Máquina-Herramienta,
Madrid España 1972. 198 p

BEDNAREK, Mariusz Tecnología de grupos. La clave para el diseño e implementación de celdas de manufactura

Baumeister y Marks Manual Del Ingeniero Mecánico De Marks
(UTEHA 1967)

FAIRES Diseño De Elementos De Maquinas
(UTEHA 1967)

TOMPKINS, James A. / WHITE John A et al. PLANEACIÓN DE INSTALACION

BENEDITO Serrano, A. flexibilidad y tecnología de grupos fondos de esta revista en cisne.

Catálogo de la biblioteca complutense de Madrid

Revista: Alta Dirección, 1986 MAR-ABR; (126)

Página (s): 45-58

ISSN: 00026549 ASME Eyewitness Series: Finite Element Method (FEM) - Línea de tiempo Histórica

CÓRDOBA NIETO, Ernesto, GARCÍA BARBOSA, Jorge Andrés Revista Ingeniería e Investigación N° 56, Diciembre de 2004 14-0

Starting the automation process by using group technology

JIMÉNEZ, Ricardo Ingeniería De Manufactura Integrada por Computadora (CIM)

Fabricación automatizada. Ingeniería concurrente

Dpto. Tecnología – Universitat Jaume I de Castellón

BLANCO RIVERO Luis Ernesto, Simulación Con Promodel.

Bogotá Colombia Escuela Colombiana de Ingeniería 2004 256p-

MENDEZ ZAMBRANO, PRIETO Alfredo, Procesos industriales I, Bogotá 1994
Editorial Unisur.

RIVEROS GONZALEZ, Hugo, Administración de la producción II, Bogotá 1994
Editorial Unisur.

<http://revistas.concytec.gob.pe/pdf/id/v9n1/a02v9n1.pdf>

TORNILLO BRISTOL

Tornillo bristol Comercial



EJE

Corte (pieza en bruto)



Refrentado



Perforacion centros



Montaje entre puntos

Cilindrado total



Cilindrado vastagos



Ranurados



Chafilanes



Perforados laterales

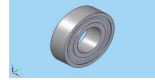


Roscados



RODAMIENTO

rodamiento Comercial



(piez

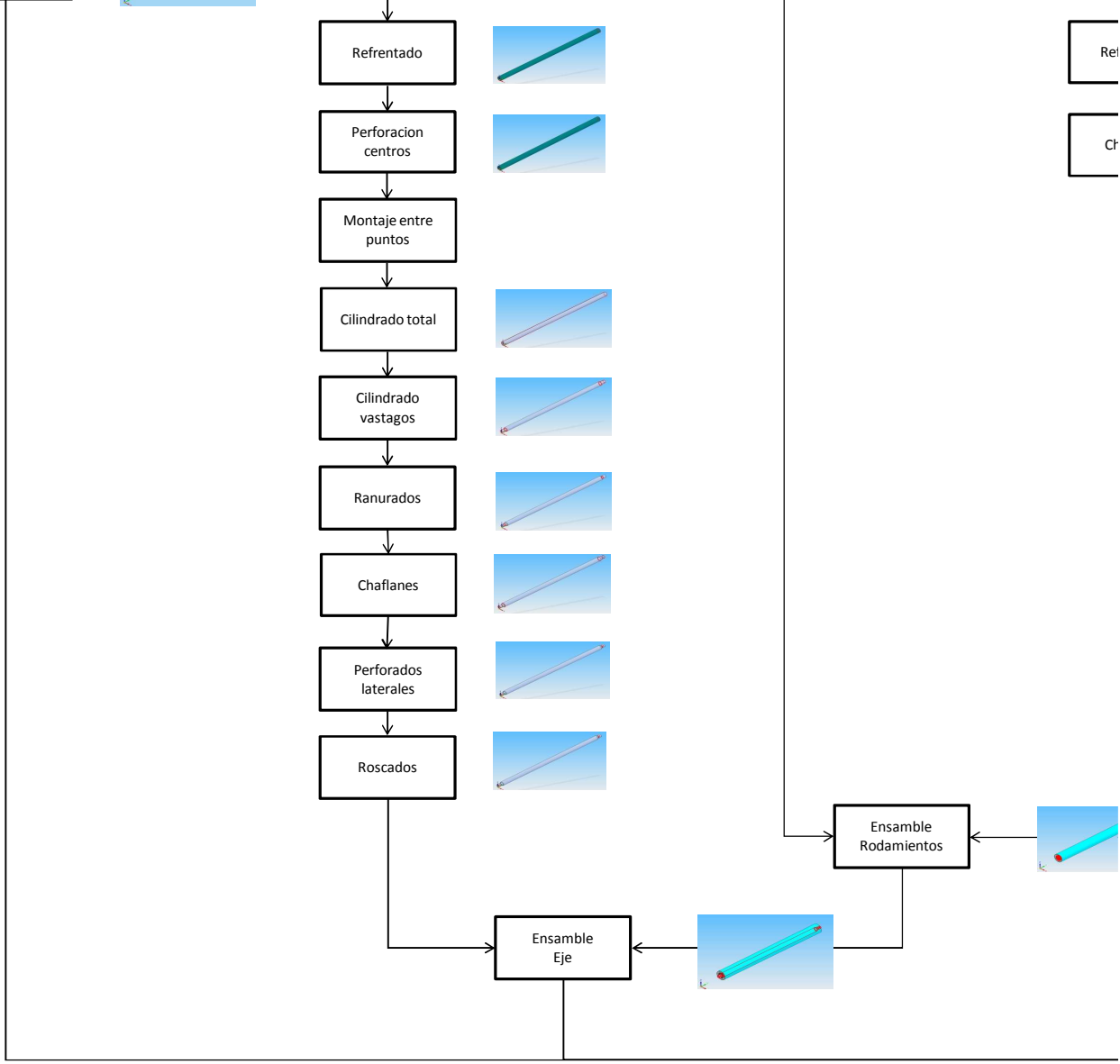
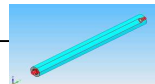
Ret

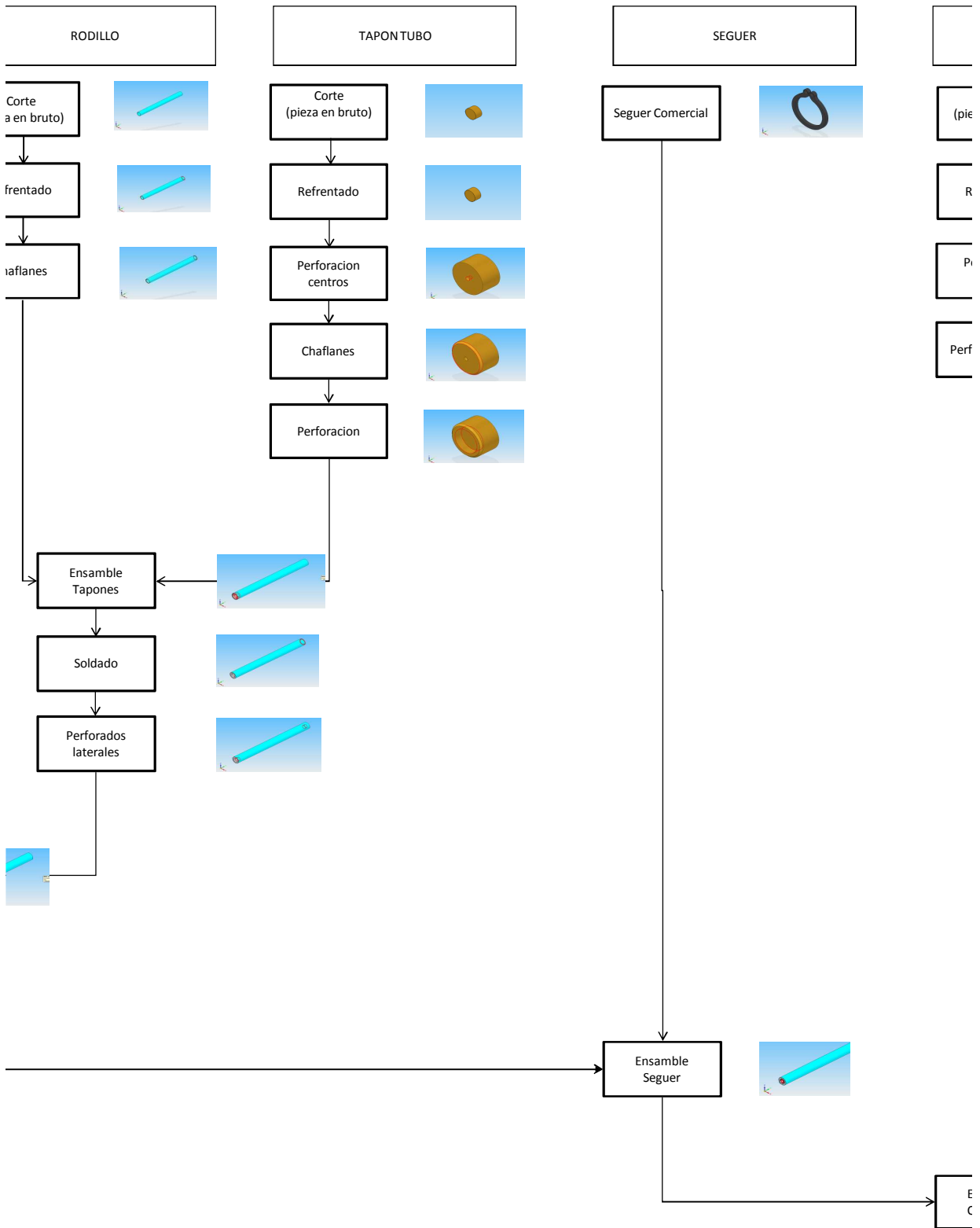
Ch

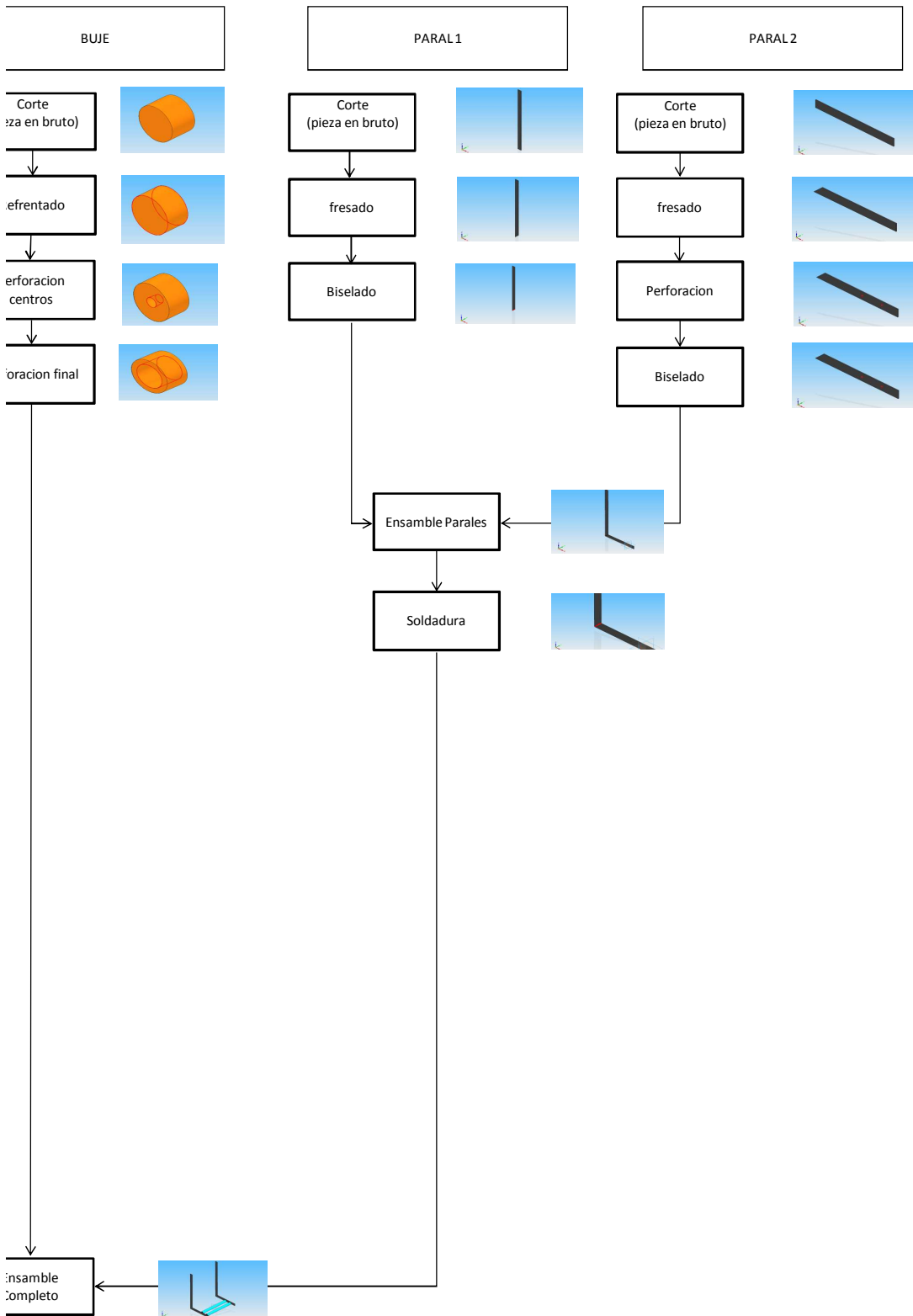
Ensamble Rodamientos

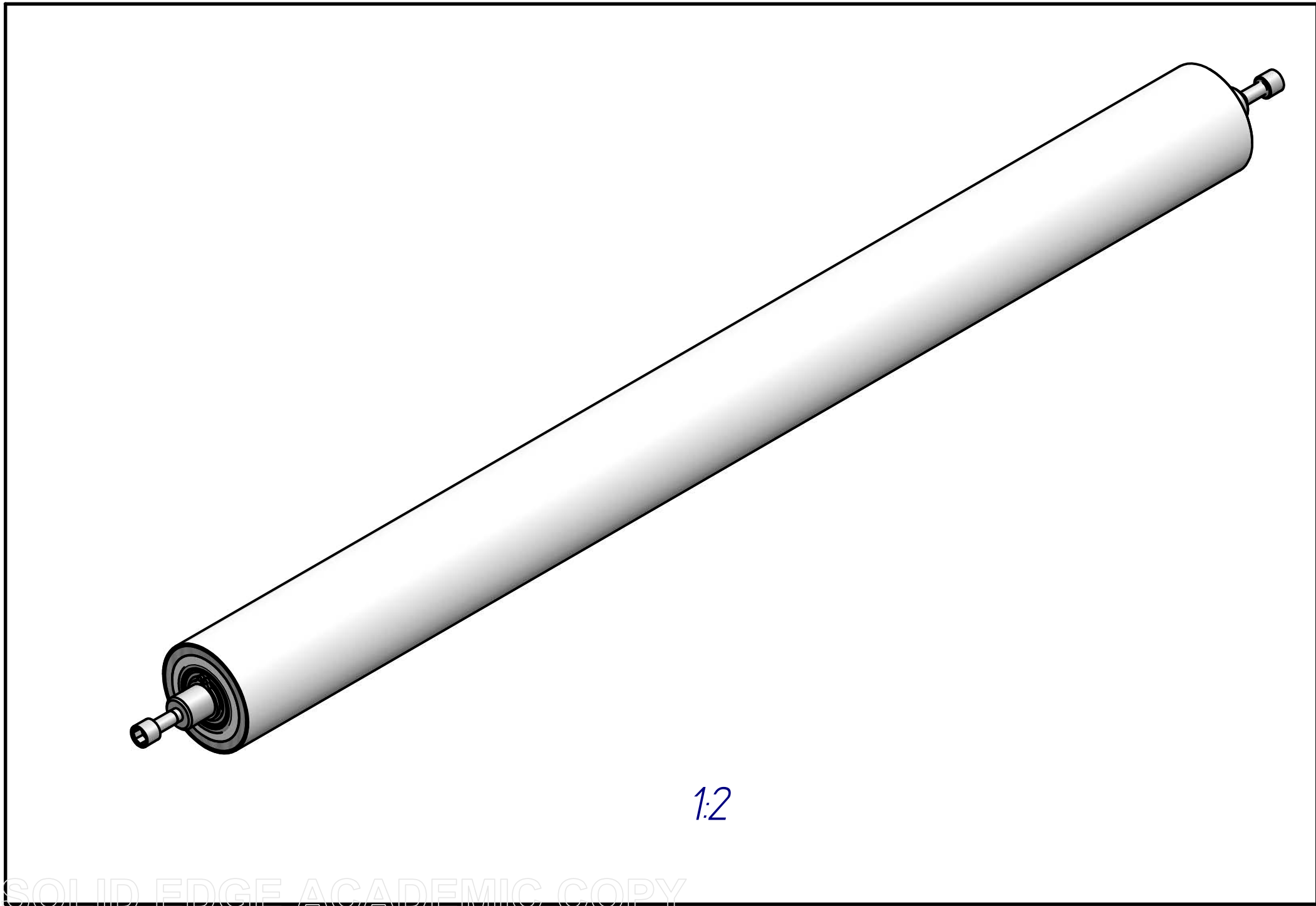


Ensamble Eje



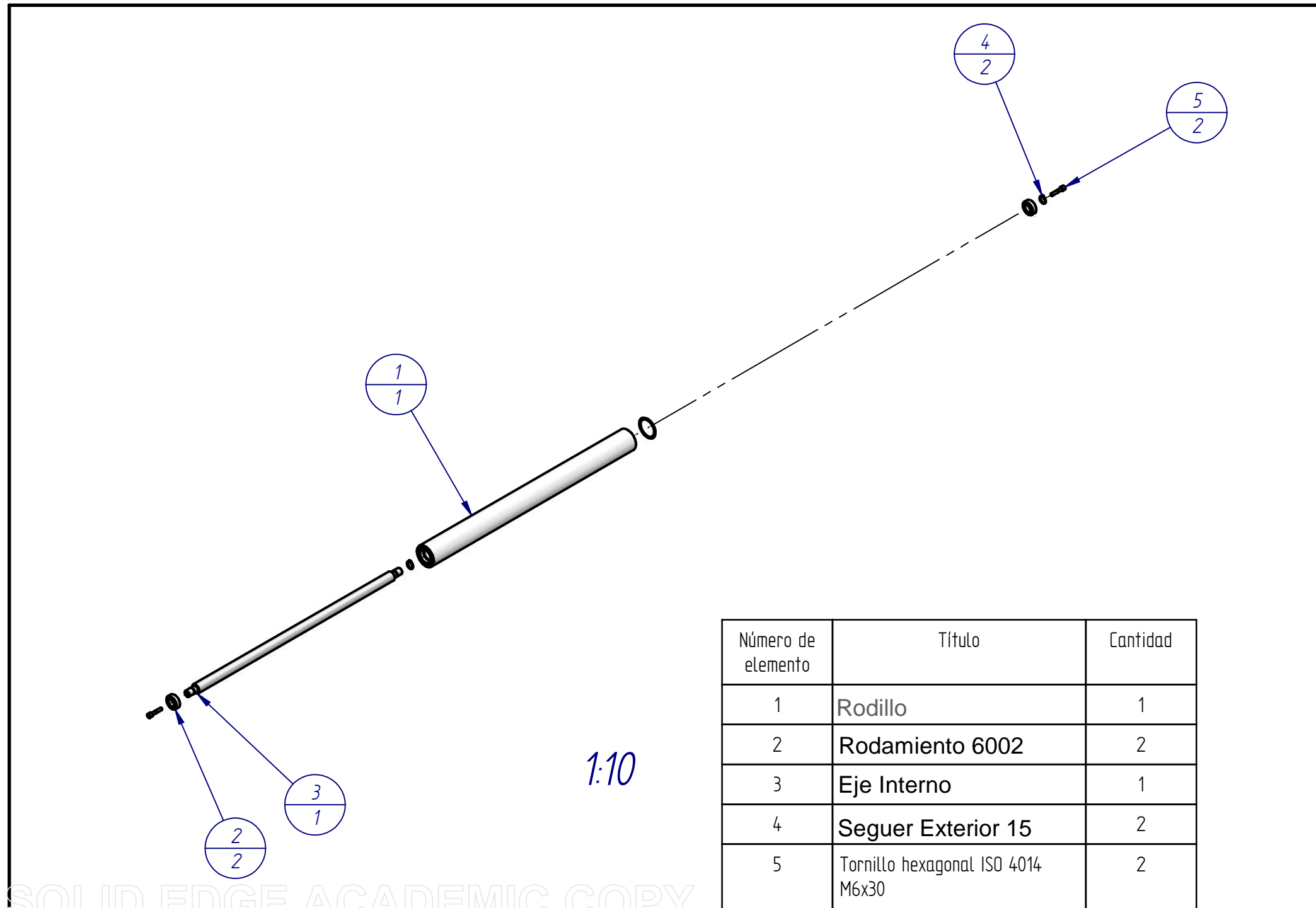




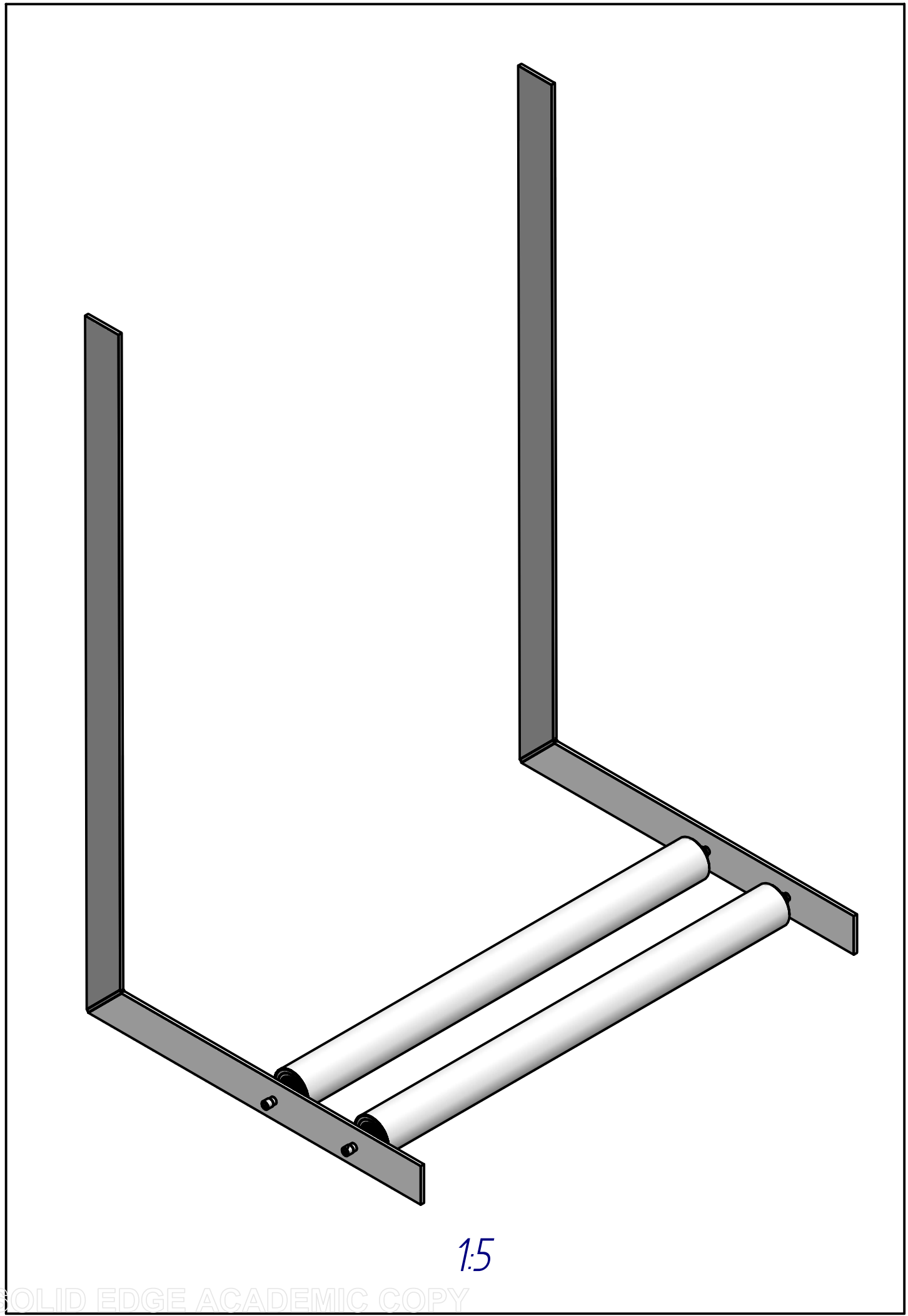


1:2

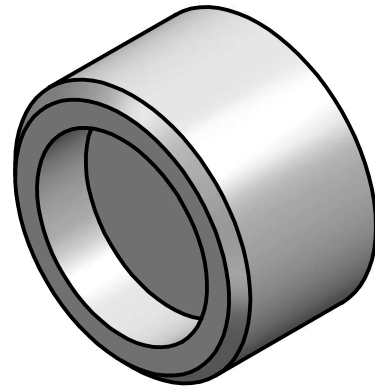
SOLID EDGE ACADEMIC COPY



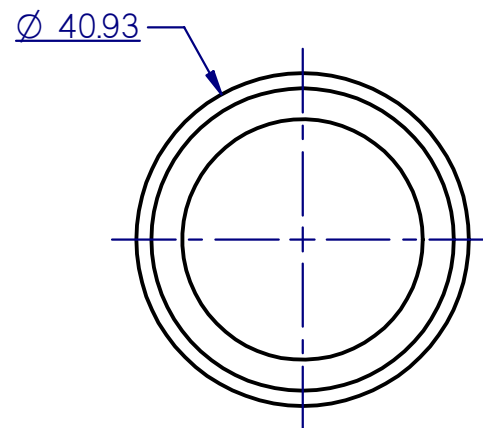
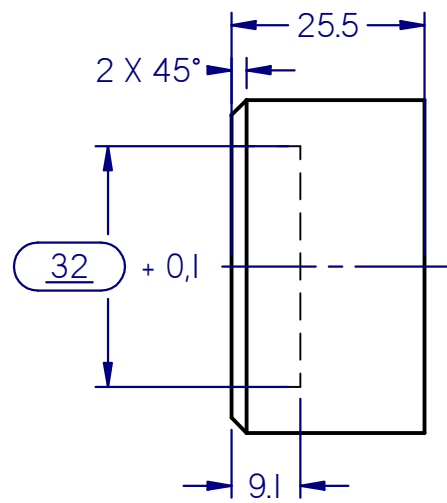
Número de elemento	Título	Cantidad
1	Rodillo	1
2	Rodamiento 6002	2
3	Eje Interno	1
4	Seguer Exterior 15	2
5	Tornillo hexagonal ISO 4014 M6x30	2



1.5



1:1



OPERACION
CORTE VARILLA
TAPON EN BRUTO
REFRENTAO CARA I
CHAFLAN PARA SOLDAR
PERFORACION BROCA DE CENTRO
PERFORACION BROCA INTERMEDIA
PERFORACION BROCA FINAL
CILINDRADO INTERNO
AJUSTE RODAMIENTO SEGUN ESPECIFICACIONES

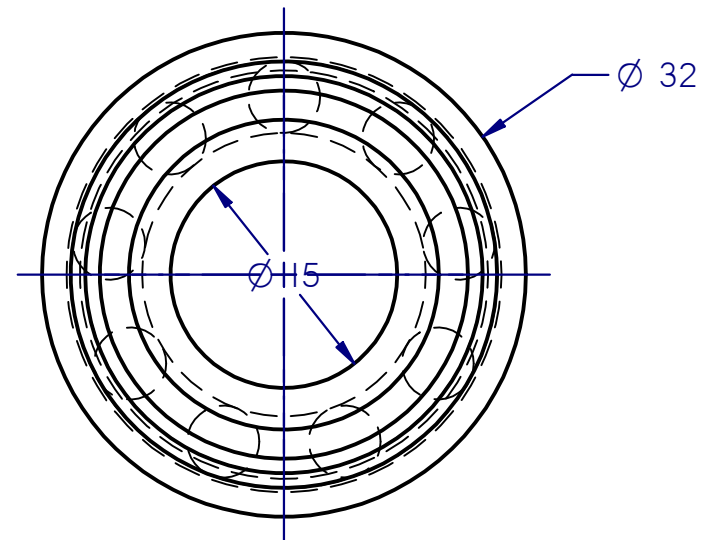
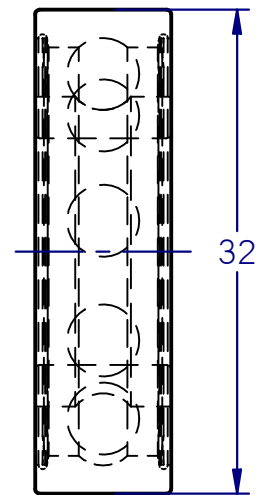
	Nombre	Fecha
Dibujado	Julian Pulido	12/04/10
Comprobado	J. Velosa	
Aprobado 1		
Aprobado 2		

Salvo indicación contraria
cotas en milímetros
ángulos en grados

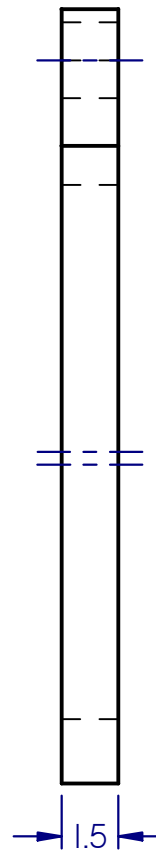
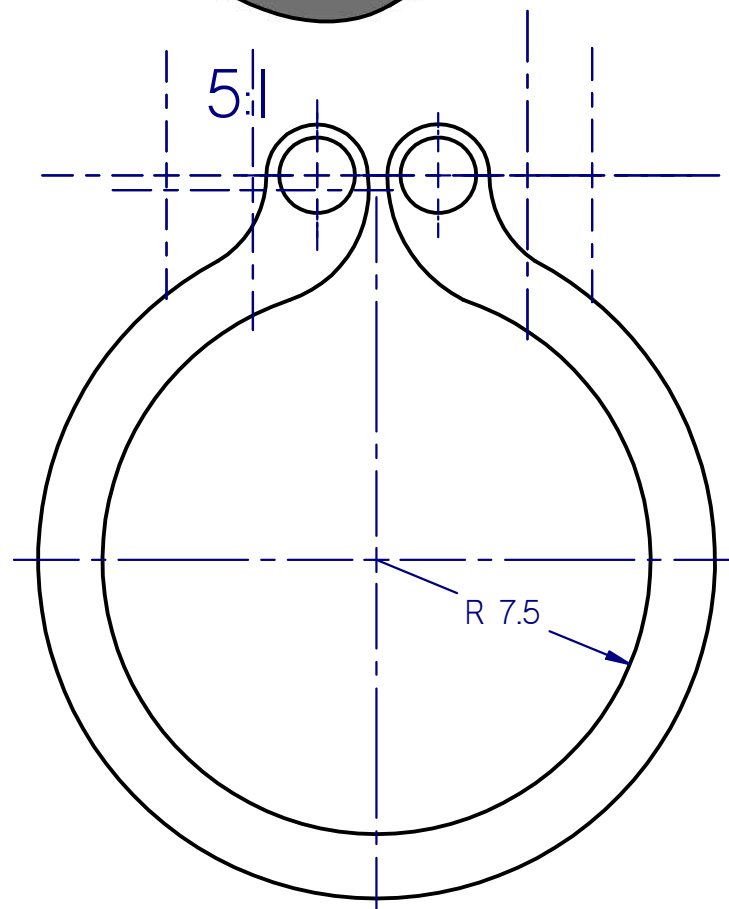
UGS SOLID EDGE SIEMENS UGS PLM Software		
Tapon Rodillo		
A4	Plano AA001	Rev 1
Archivo: conjunto completo.dft		
Escala 1:1	Cant: 4	Hoja 4 de 1



2:1



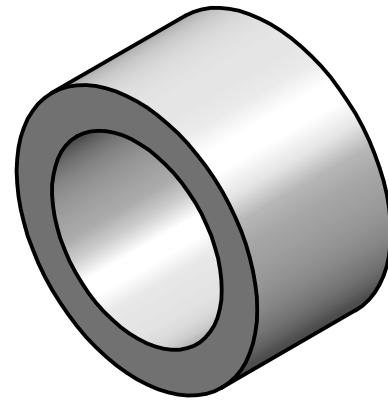
	Nombre	Fecha	UGS SOLID EDGE SIEMENS UGS PLM Software		
Dibujado	Julian	12/04/10			
Comprobado			Título		
Aprobado 1					
Aprobado 2					
Salvo indicación contraria cotas en milímetros ángulos en grados			A4	Plano	Rev
			Archivo: conjunto completo.dft		
			Escala	Cant: 4	Hoja 5 de 1



	Nombre	Fecha
Dibujado	Julian Pulido	12/04/10
Comprobado	J. Velosa	
Aprobado 1		
Aprobado 2		

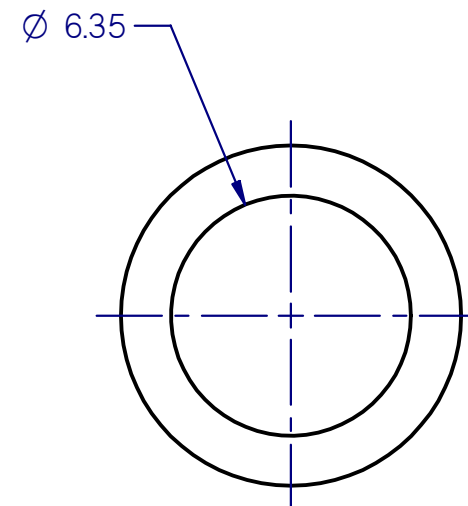
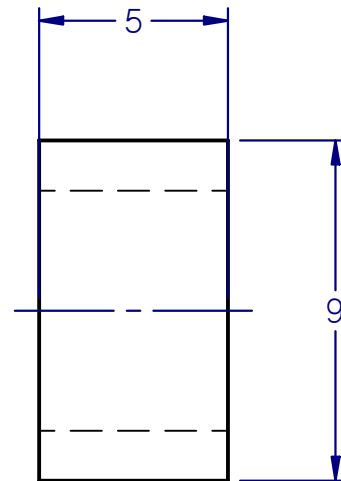
Salvo indicación contraria
cotas en milímetros
ángulos en grados

UGS SOLID EDGE SIEMENS UGS PLM Software		
seguer externo I5		
A4	Plano	Rev
Archivo: conjunto completo.dft		
Escala 5:1	Cant: 4	Hoja 6 de 1

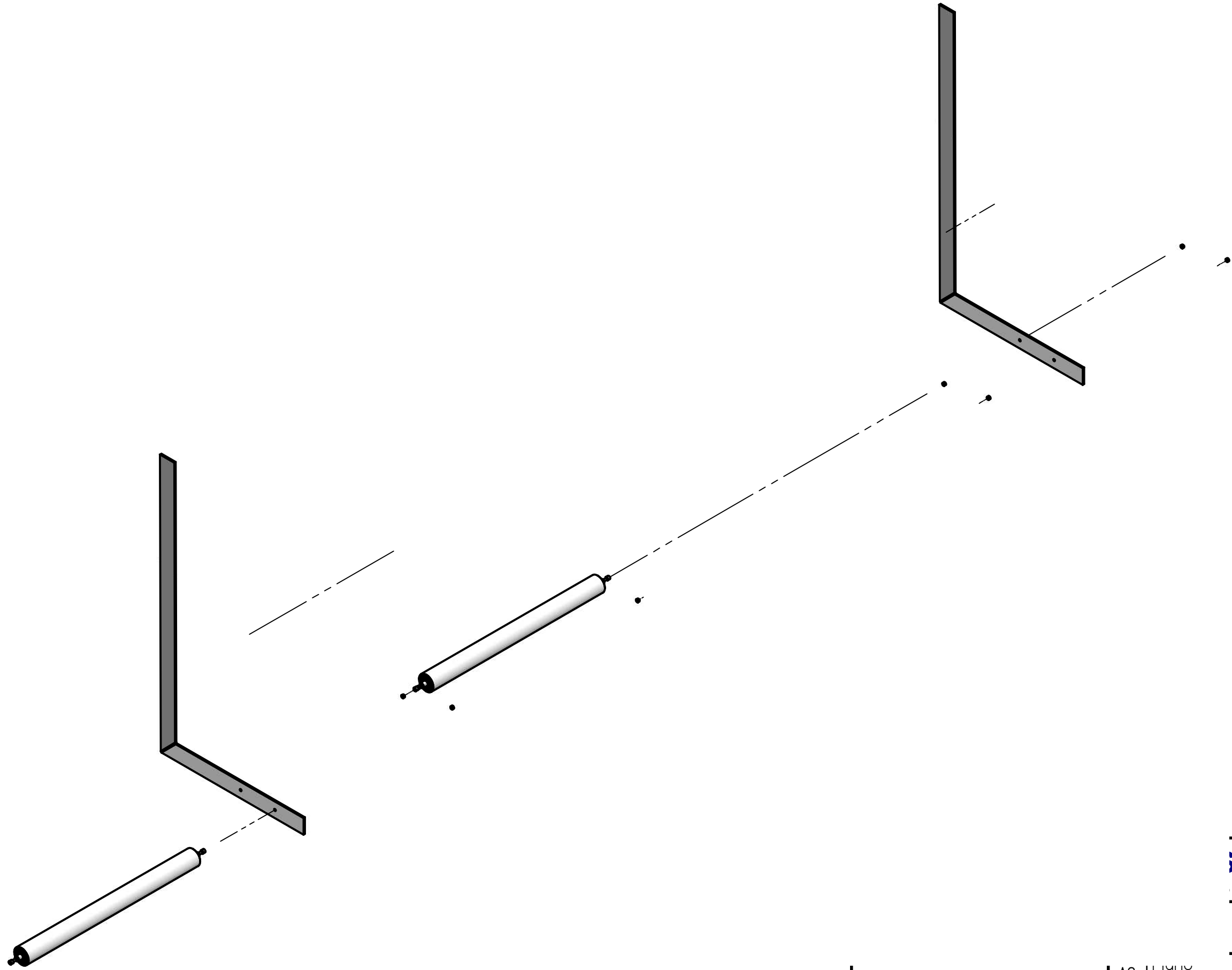


5:1

OPERACION
CORTE
PIEZA EN BRUTO
RERENTADO CARA 1
REFRENTADO CARA 2
AGUJERO PASANTE



	Nombre	Fecha	UGS SOLID EDGE SIEMENS UGS PLM Software		
Dibujado	Julian Pulido	12/04/10			
Comprobado	J.Velosa		BUJE SEPARADOR		
Aprobado 1					
Aprobado 2					
Salvo indicación contraria cotas en milímetros ángulos en grados			A4	AA004	Rev 1
			Archivo: conjunto completo.dft		
			Escala 1:1	cant: 8	Hoja 7 de 1

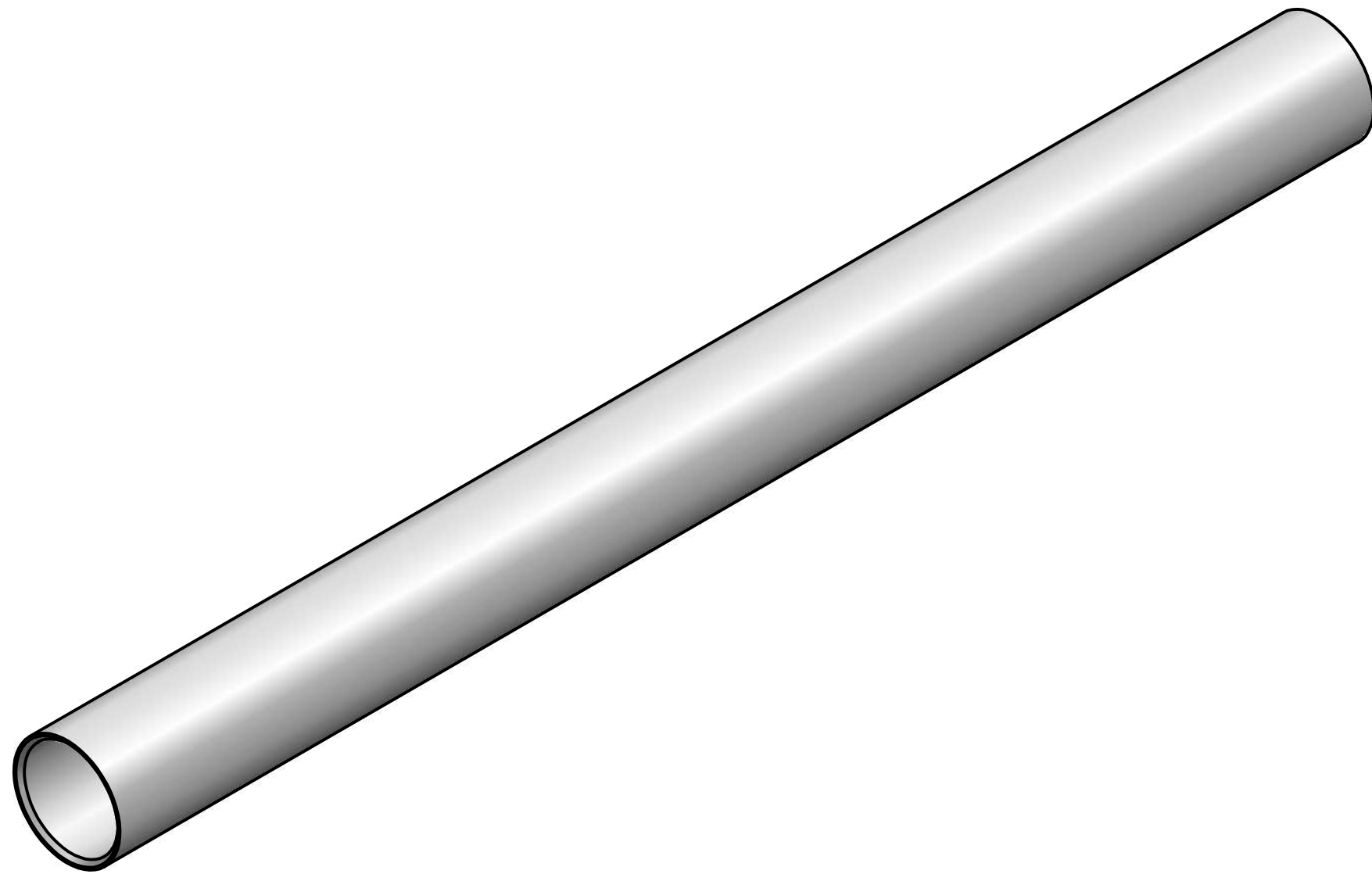


SOLID EDGE ACADEMIC COPY 1:10

SOLID EDGE
UGS PLM Software

Salvo indicación contraria
cotas en milímetros
ángulos en grados

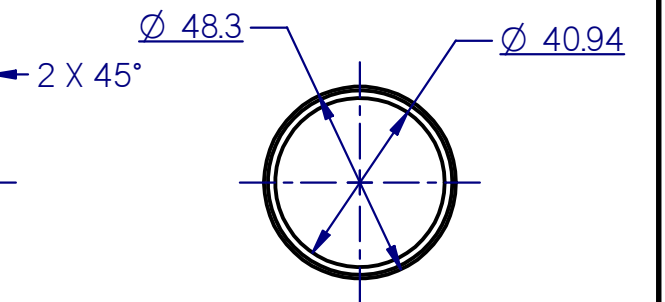
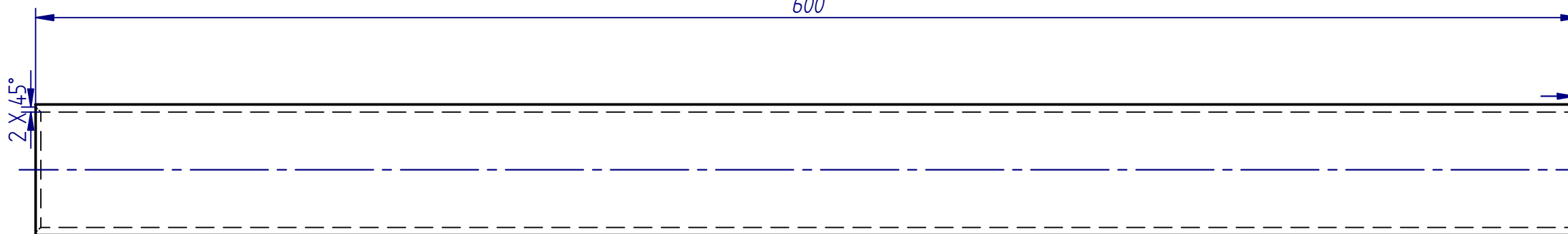
A3	Formato	Rev
Archivo: conjunto completo.dft		
Escala	Peso	Hoja 8 de 1



OPERACION
CORTE TUBO
TUBO EN BRUTO
REFRENTADO 1
REFRENTADO 2
CHAFLAN 1
CHAFLAN 2

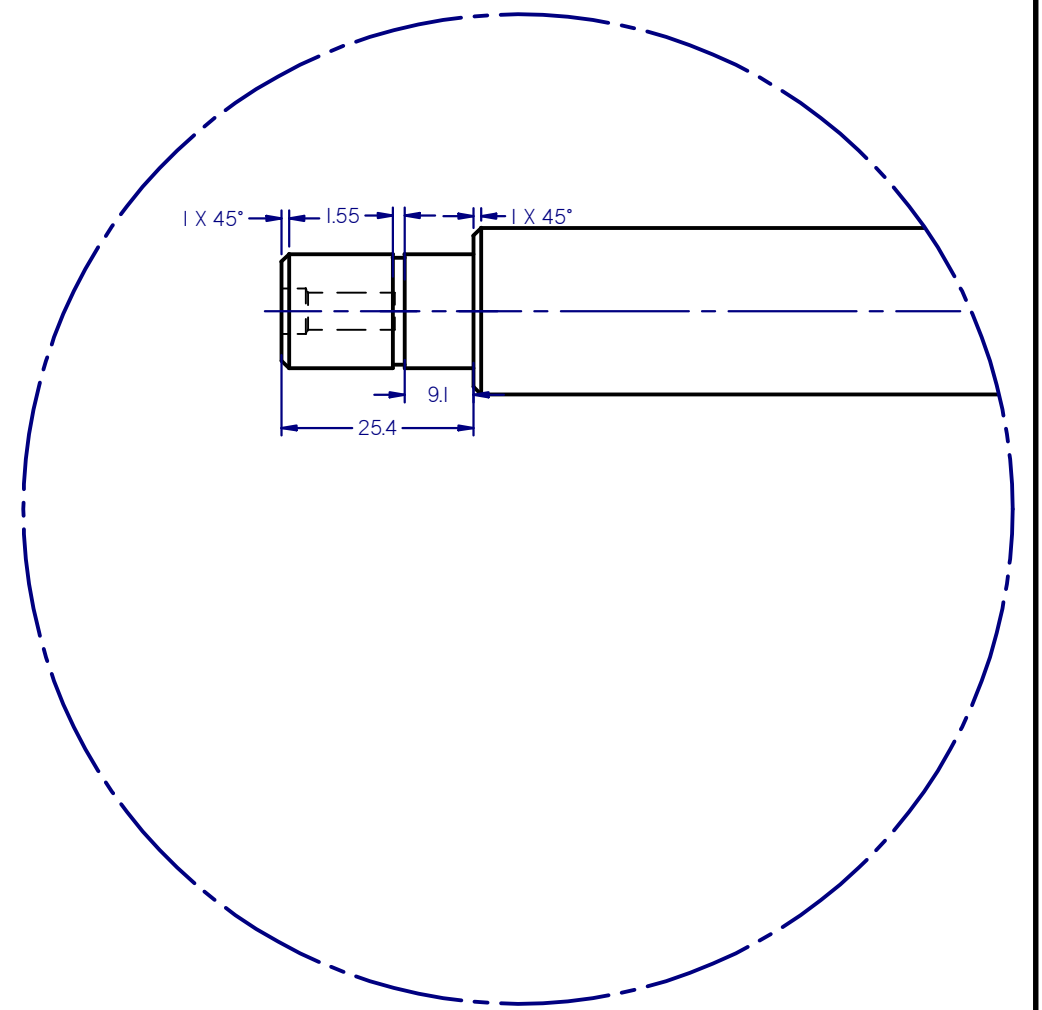
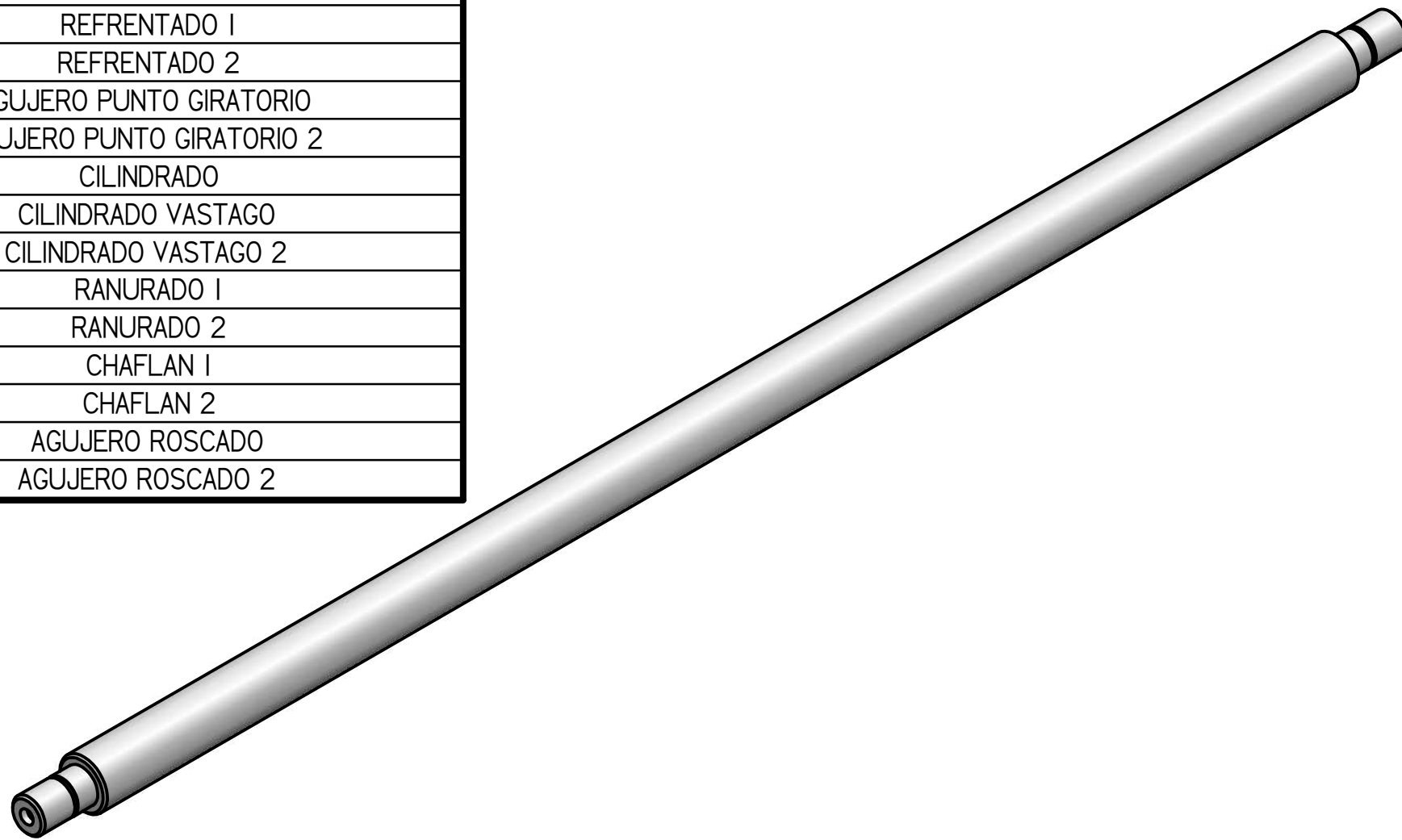
1:2

600



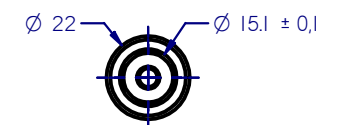
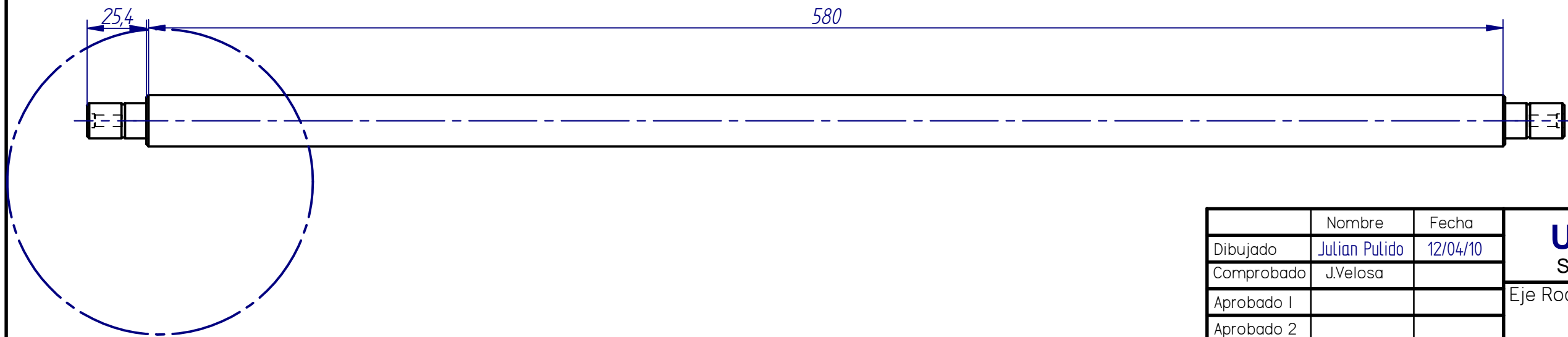
	Nombre	Fecha	UGS SOLID EDGE SIEMENS UGS PLM Software		
Dibujado	Julian Pulido	12/04/10			
Comprobado	J.Veolosa		TUBO RODILLO		
Aprobado 1					
Aprobado 2			A3	AA005	Rev
Salvo indicación contraria cotas en milímetros ángulos en grados			Archivo: conjunto completo.dft		
			Escala 1:2	Cant: 2	Hoja 9 de 1

OPERACION
CORTE VARILLA
PIEZA EN BRUTO
REFRENTADO 1
REFRENTADO 2
AGUJERO PUNTO GIRATORIO
AGUJERO PUNTO GIRATORIO 2
CILINDRADO
CILINDRADO VASTAGO
CILINDRADO VASTAGO 2
RANURADO 1
RANURADO 2
CHAFLAN 1
CHAFLAN 2
AGUJERO ROSCADO
AGUJERO ROSCADO 2



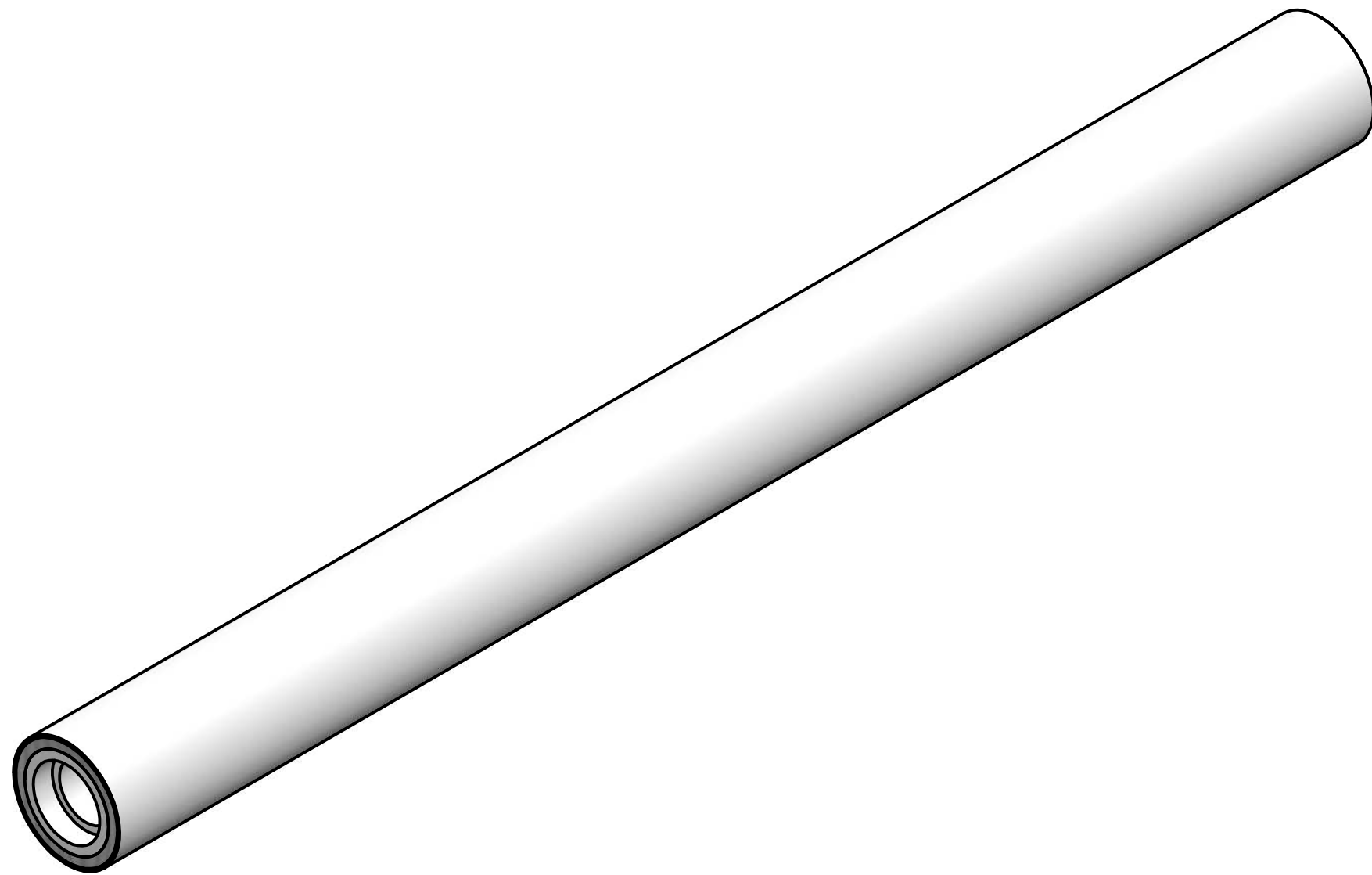
DETALLE A

1:2

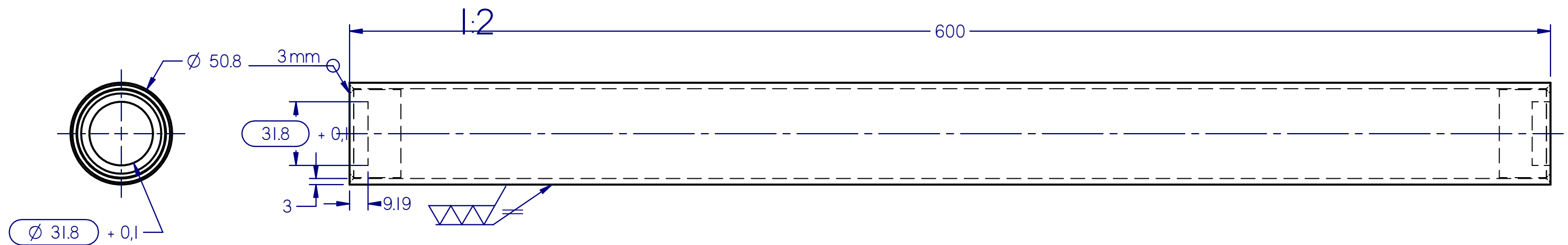


SOLID EDGE ACADEMIC COPY

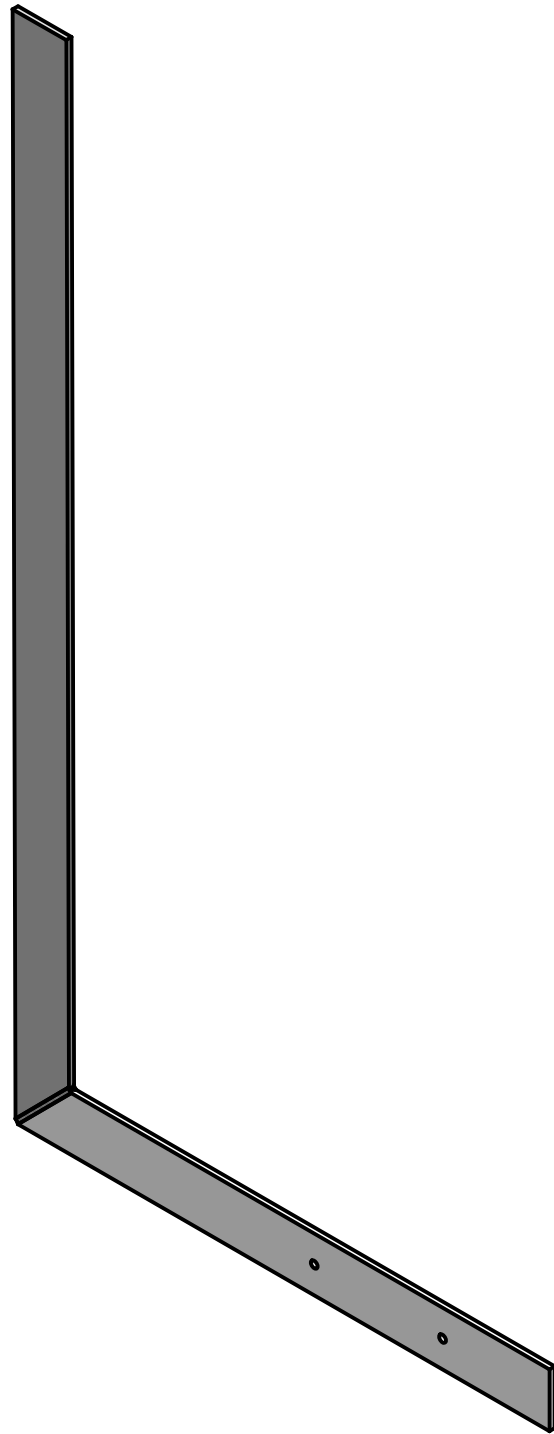
	Nombre	Fecha	UGS SOLID EDGE	
Dibujado	Julian Pulido	12/04/10	SIEMENS UGS PLM Software	
Comprobado	J.Velosa		Eje Rodillo	
Aprobado 1				
Aprobado 2				
Salvo indicación contraria cotas en milímetros ángulos en grados			A3	AA006
			Rev	
			Archivo: conjunto completo.dft	
			Escala	Cant: 2
			Hoja 10 de 1	



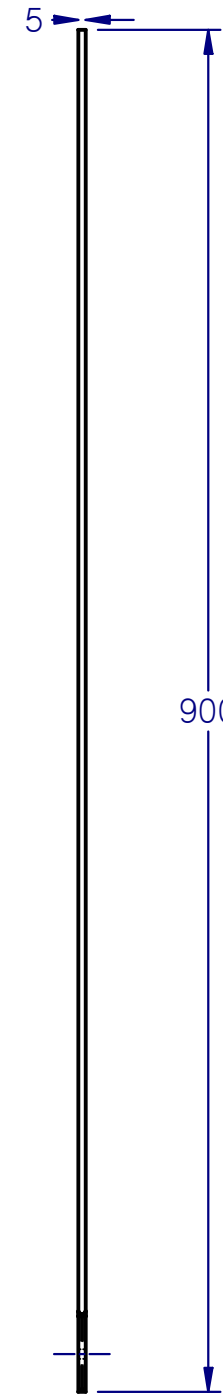
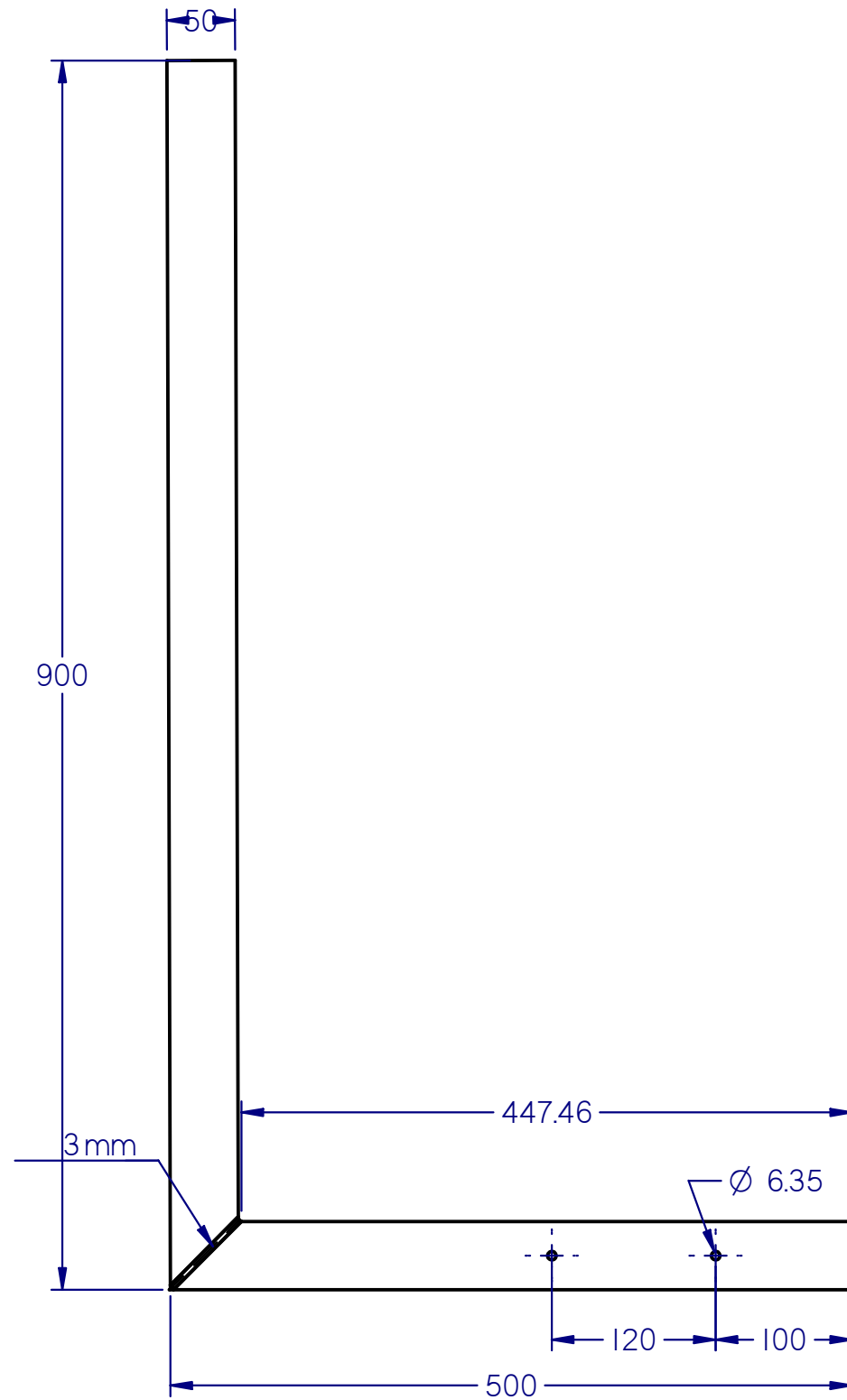
OPERACION
RODILLO MECANIZADO
ENSAMBLE TAPONES
SOLDADO TAPON LADO 1
SOLDADO TAPON LADO 2
REFRENTADO LADO 1
REFRENTADO LADO 2
CILINDRADO DE ACABADO
PERFORACION LADO 1
CILINDRADO INTERNO LADO 1
PERFORACION LADO 2
CILINDRADO INTERNO LADO 2



	Nombre	Fecha	UGS SOLID EDGE		
Dibujado	Julian Pulido	12/04/10	SIEMENS UGS PLM Software		
Comprobado	J.Velosa		Rodillo soldado		
Aprobado 1					
Aprobado 2					
Salvo indicación contraria cotas en milímetros ángulos en grados			A3	AB001	Rev
			Archivo: conjunto completo.dft		
			Escala	CANT:2	Hoja 11 de 1

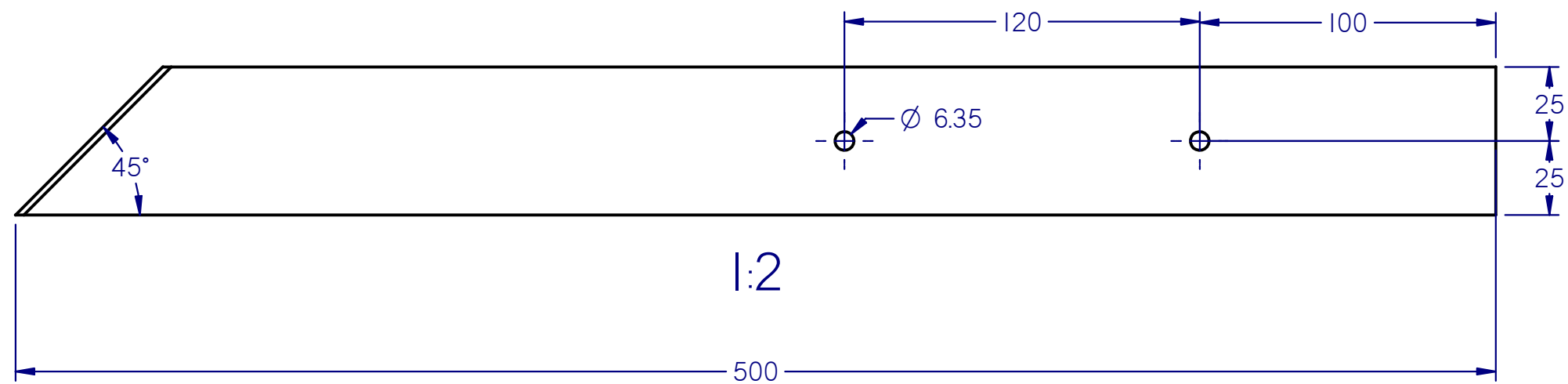
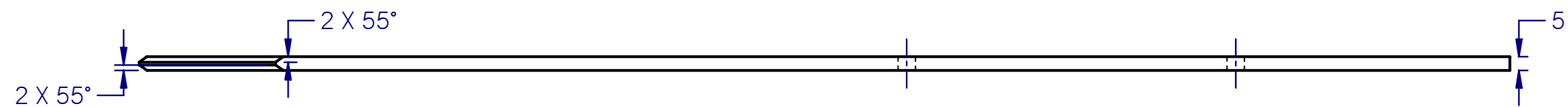


1:5



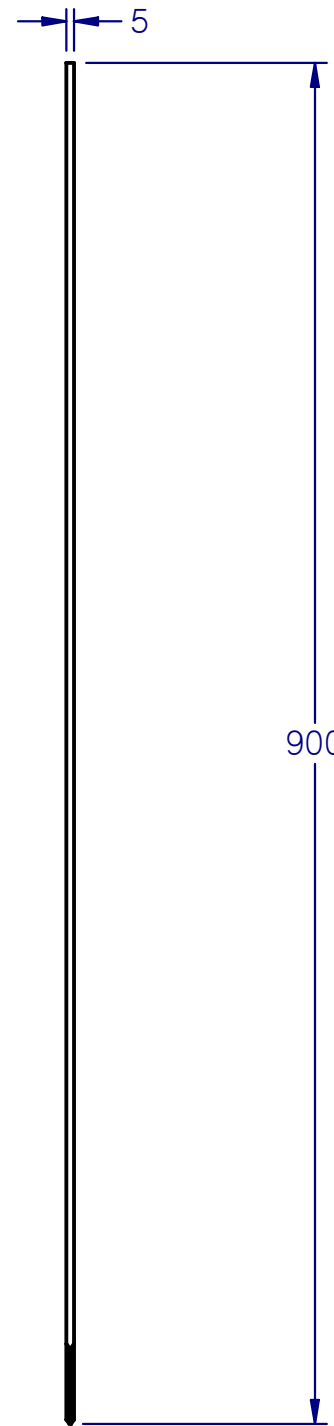
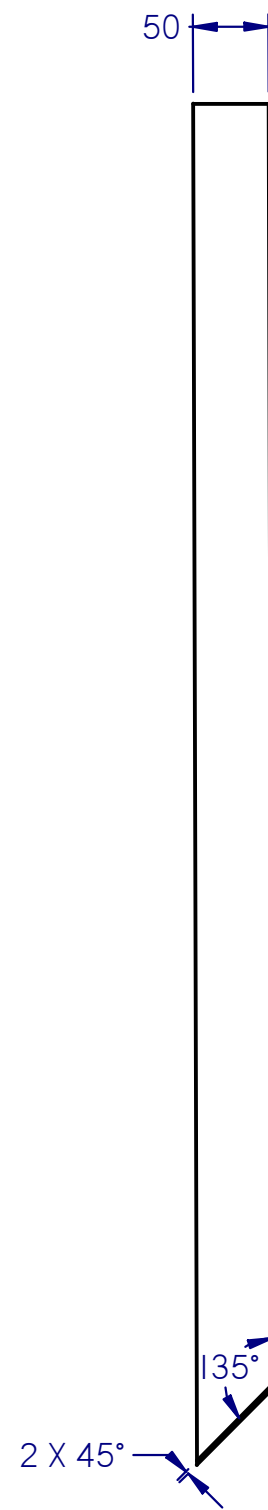
1:5

	Nombre	Fecha	UGS SOLID EDGE SIEMENS UGS PLM Software	
Dibujado	Julian Pulido	12/04/10		
Comprobado	J.Veloza		LATERAL ENSAMBLE	
Aprobado 1				
Aprobado 2			A3 AB002 Rev 1	
Salvo indicación contraria cotas en milímetros ángulos en grados				
			Archivo: conjunto completo.dft	
			Escala 1:5	CANT 2
			Hoja 12 de 1	



	Nombre	Fecha	UGS SOLID EDGE SIEMENS UGS PLM Software		
Dibujado	Julian Pulido	12/04/10			LATERAL L
Comprobado	J.Velosa				
Aprobado 1					
Aprobado 2					
Salvo indicación contraria cotas en milímetros ángulos en grados			A3	AA008	Rev
			Archivo: conjunto completo.dft		
			Escala 1:2	CANT: 2	Hoja 13 de 1

1:5



	Nombre	Fecha	UGS SOLID EDGE		
Dibujado	Julian Pulido	12/04/10	SIEMENS UGS PLM Software		
Comprobado	J.Velosa		Base L		
Aprobado 1					
Aprobado 2					
Salvo indicación contraria cotas en milímetros ángulos en grados			A3	AA007	Rev
			Archivo: conjunto completo.dft		
			Escala 1:5	Cant:2	Hoja 14 de 1

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Nombres de los recursos	7:00
1	Conjunto Portarrollo	601 mins	lun 14/06/10	mar 15/06/10			
2	eje rodillo	139 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10			
3	VERIFICAR DIMENSIONES PARA CORTE	5 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10			
4	CORTAR VARILLA EJE RODILLO	4 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	3	sierra sin fin	
5	LLEVAR TORNO	3 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	4		
6	VERIFICAR DIMENSIONES PARA MECANIZAR	5 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	5		
7	VERIFICAR DIMENSIONES DEL MECANIZADO	5 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	6		
8	ALISTAR HERRAMIENTA DE CORTE	4 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	7	Torno	
9	REALIZAR MONTAJE DE MAQUINA	10 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	8	Torno	
10	REFRENTADO PARA DAR LONGITUD 1	1 min	lun 14/06/10	lun 14/06/10	9	Torno	
11	REALIZAR AGUJERO PUNTO GIRATORIO	1 min	lun 14/06/10	lun 14/06/10	10	Torno	
12	REFRENTADO PARA DAR LONGITUD 2	1 min	lun 14/06/10	lun 14/06/10	11	Torno	
13	REALIAR AGUJERO PUNTO GIRATORIO 2	1 min	lun 14/06/10	lun 14/06/10	12	Torno	
14	VERIFICACION DIMENSIONES	5 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	13		
15	REALIZAR MONTAJE ENTRE PUNTOS	8 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	14	Torno	
16	CILINDRAR PARA DAR DIAMETRO	7 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	15	Torno	
17	CILINDRAR LADO 1 A LA MEDIDA	8 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	16	Torno	
18	DAR AJUSTE LADO 1 PARA RODAMIENTO	2 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	17	Torno	
19	VERIFICAR MEDIDAS	5 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	18		
20	REALIZAR RANURA PARA SEGUER	1 min	lun 14/06/10	lun 14/06/10	19	Torno	
21	REALIZAR MONTAJE PARA LADO 2	5 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	20	Torno	
22	CILINDRAR LADO 2 A LA MEDIDA	5 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	21	Torno	
23	DAR AJUSTE LADO 2 PARA RODAMIENTO	1 min	lun 14/06/10	lun 14/06/10	22	Torno	
24	VERIFICAR MEDIDAS	5 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	23		
25	REALIZAR RANURA PARA SEGUER	1 min	lun 14/06/10	lun 14/06/10	24		
26	VERIFICAR MEDIDAS	5 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	25		
27	REALIZAR MONTAJE AL AIRE	5 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	26	Torno	
28	REALIZAR PERFORADO ROSCA LADO 1	3 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	27	Torno	
29	VERIFICAR PROFUNDIDAD	2 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	28		
30	REALIZAR MONTAJE AL LADO2	5 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	29	Torno	
31	REALIZAR PERFORADO ROSCA LADO 2	3 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	30	Torno	
32	VERIFICAR TOTAL MEDIDAS	5 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	31		
33	TRANSPORTAR AL AREA DE ROSCADO	3 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	32		
34	ROSCAR LADO 1	6 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	33		
35	ROSCAR LADO 2	6 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	34		
36	VERIFICAR ROSCAS	3 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	35		
37	tubo rodillo	143 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10			
38	CORTE TUBO SEGÚN ESPECIFICACIONES	6 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	4	sierra sin fin	

Proyecto: planeacion produccion plan
Fecha: mar 13/07/10

Tarea		Tarea resumida		Tareas externas	
Tarea crítica		Tarea crítica resumida		Resumen del proyecto	
Progreso		Hito resumido		Agrupar por síntesis	
Hito		Progreso resumido		Fecha límite	
Resumen		División			

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Nombres de los recursos	7:00
39	TRANSLADAR MATERIAL A MAQUINA	3 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	38		
40	VERIFICAR PLANO DE FABRICACION	5 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	39		
41	VERIFICAR MEDIDAS DEL TUBO CORTADO	5 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	40		
42	ALISTAMIENTO HERRAMIENTA DE CORTE	5 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	41		
43	REALIZAR MONTAJE MAQUINA	10 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	31;41	Torno	
44	REFRENTAR CARA 1	8 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	43	Torno	
45	REALIZAR CHAFLAN A 45 PARA SOLDAR	1 min	lun 14/06/10	lun 14/06/10	44	Torno	
46	REFRENTAR CARA 2	8 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	45	Torno	
47	REALIZAR CHAFLAN A 45 PARA SOLDAR	1 min	lun 14/06/10	lun 14/06/10	46	Torno	
48	VERIFICAR MEDIDAS	5 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	47		
49	TRANSPORTAR AREA DE DOLDADURA	3 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	48		
50	Tapon Rodillo	183 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10			
51	Corte de material	6 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	38	sierra sin fin	
52	Traslado material al torno	3 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	39;51		
53	verificacion de medidas	5 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	48;52		
54	Montaje Maquina	10 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	47;53		
55	Refrentado Cara 1	5 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	54	Torno	
56	Chaflan entrada soldadura	1 min	lun 14/06/10	lun 14/06/10	55	Torno	
57	perforacion Centros	1 min	lun 14/06/10	lun 14/06/10	56	Torno	
58	perforacion broca intermedia	9 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	57	Torno	
59	perforado broca final	10 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	58	Torno	
60	verificacion medidas	5 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	59		
61	transporte soldadura	3 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	60		
62	buje separador	210 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10			
63	corte materia prima	2 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	51	sierra sin fin	
64	transporte tapon	3 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	52;63		
65	verificacion medidas	5 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	60;64		
66	verificacion medidas plano	5 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	65		
67	alistamiento herramienta de corte	5 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	66		
68	montaje torno	5 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	67	Torno	
69	refrentado cara 1	1 min	lun 14/06/10	lun 14/06/10	68	Torno	
70	refrentado cara 2	1 min	lun 14/06/10	lun 14/06/10	69	Torno	
71	verificacion long	3 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	70		
72	perforacion broca de centro	1 min	lun 14/06/10	lun 14/06/10	71	Torno	
73	perforacion broca central	7 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	72	Torno	
74	verificacion medias	3 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	73		
75	Rodillo Soldado	153 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	62;50;37;2		
76	VERIFICAR MEDIDAS PLANO	5 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10			

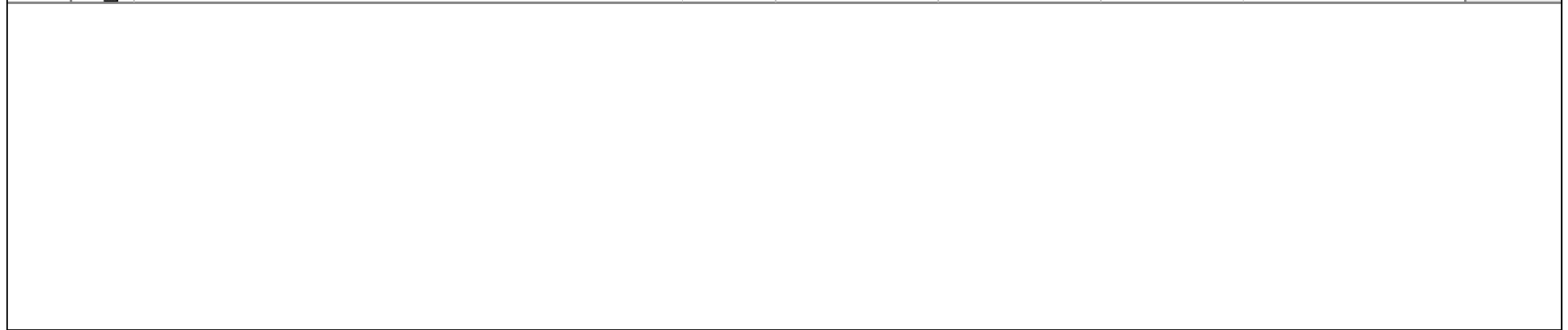
Proyecto: planeacion produccion plan Fecha: mar 13/07/10	Tarea		Tarea resumida		Tareas externas	
	Tarea crítica		Tarea crítica resumida		Resumen del proyecto	
	Progreso		Hito resumido		Agrupar por síntesis	
	Hito		Progreso resumido		Fecha límite	
	Resumen		División			

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Nombres de los recursos	7:00
77	VERIFICAR MEDIDAS TUBO	5 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	76		
78	VERIFICAR MEDIDAS TAPONES	5 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	77		
79	AJUSTE TAPON LADO 1	9 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	78		
80	SOLDAR TAPON 1 A LADO 1	14 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	79	Equipo de soldadura	
81	VERIFICAR	5 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	80		
82	AJUSTE TAPON LADO 2	9 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	81		
83	SOLDAR TAPON 2 AL LADO 2	14 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	82	Equipo de soldadura	
84	LLEVAR TUBO SOLDADO AL TORNO	3 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	83		
85	VERIFICAR PLANO	5 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	84		
86	VERIFICAR DIMENSIONES	5 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	85		
87	REALIZAR MONTAJE MAQUINA	8 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	86;73	Torno	
88	REFRENTAR LADO 1	9 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	87	Torno	
89	REFRENTAR LADO 2	5 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	88	Torno	
90	VERIFICAAR MEDIDAS Y ACABADOS	5 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	89		
91	REALIZAR MONTAJE ENTRE PUNTO	8 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	90	Torno	
92	REALIZAR ajustes lado 1 y 2	34 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	91	Torno	
93	VERIFICAR DIMENSIONES	5 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	92		
94	BASE L	284 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10			
95	VERIFICACION PLANOS PARA CORTE	5 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10			
96	CORTE DE MATERIA PRIMA	11 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	63;95	sierra sin fin	
97	TRASLADO DEL MATERIAL A LA FRESADORA	3 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	96		
98	VERIFICACION DE MEDIDAS DE CORTE	5 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	97		
99	VERIFICAR PLANO PARA MECANIZAR	5 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	98		
100	REALIZAR MONTAJE	5 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	99	Fresadora Universal	
101	MECANIZAR DIAGONAL DE ENSAMBLE	190 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	100	Fresadora Universal	
102	VERIFICAR MEDIDAS	5 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	101		
103	MECANIZAR CHAFLAN 1	11 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	102	Fresadora Universal	
104	VOLTEAR PIEZA	10 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	103		
105	MECANIZAR CHAFLAN 2	11 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	104	Fresadora Universal	
106	VERIFICAR MEDIDAS	5 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	105		
107	LATERAL L	261 mins	lun 14/06/10	mar 15/06/10			
108	VERIFICACION PLANOS PARA CORTE	5 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	106		
109	CORTE DE MATERIA PRIMA	11 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	96;108	sierra sin fin	
110	TRASLADO DEL MATERIAL A LA FRESADORA	3 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	109		
111	VERIFICACION DE MEDIDAS DE CORTE	5 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	106;110		
112	VERIFICAR PLANO PARA MECANIZAR	5 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	111		
113	REALIZAR MONTAJE	5 mins	lun 14/06/10	lun 14/06/10	105;112	Fresadora Universal	
114	MECANIZAR DIAGONAL DE ENSAMBLE	190 mins	lun 14/06/10	mar 15/06/10	113	Fresadora Universal	

Proyecto: planeacion produccion plan
Fecha: mar 13/07/10

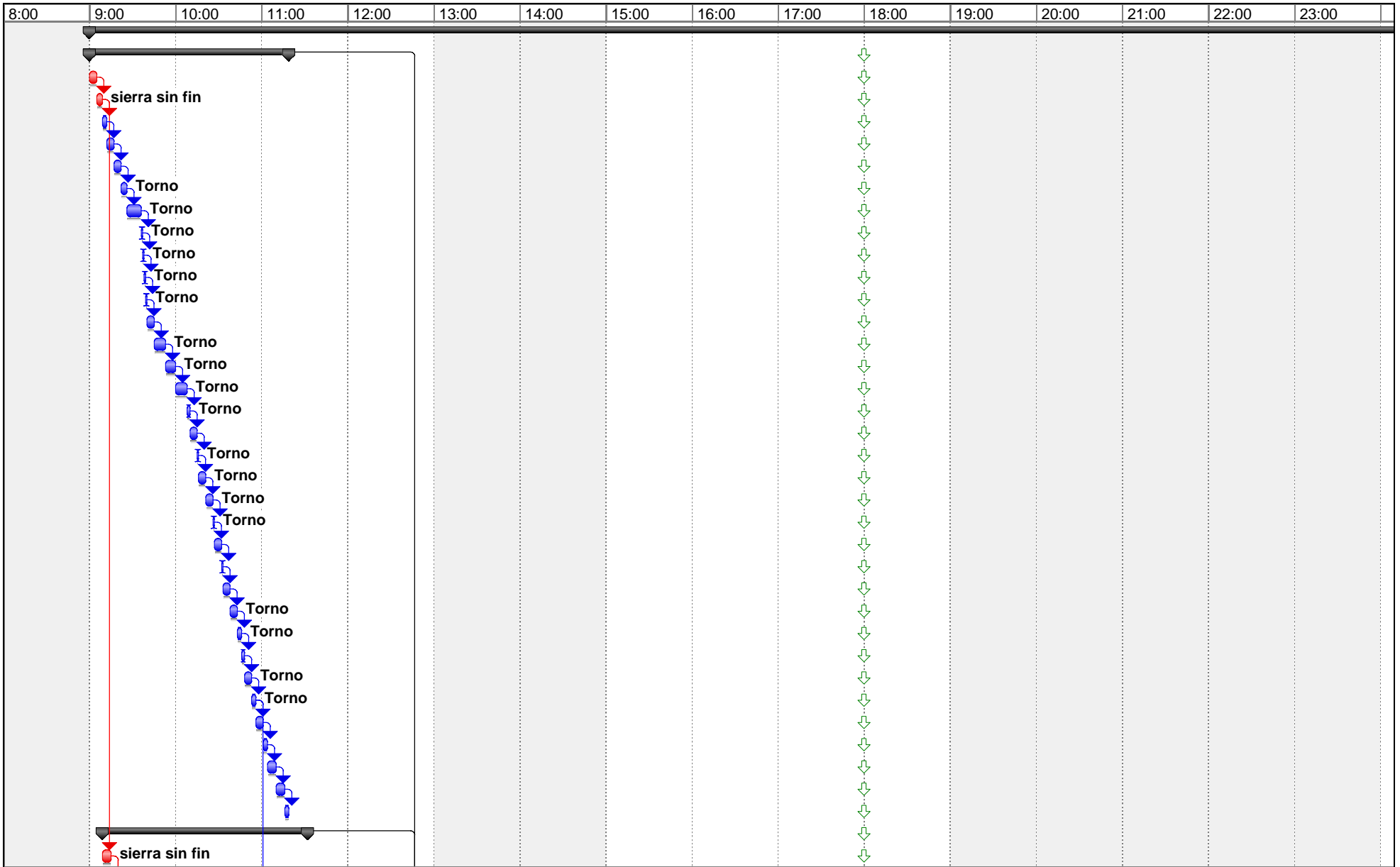
Tarea		Tarea resumida		Tareas externas	
Tarea crítica		Tarea crítica resumida		Resumen del proyecto	
Progreso		Hito resumido		Agrupar por síntesis	
Hito		Progreso resumido		Fecha límite	
Resumen		División			

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Nombres de los recursos	7:00
115	VERIFICAR MEDIDAS	5 mins	mar 15/06/10	mar 15/06/10	114		
116	MECANIZAR CHAFLAN 1	11 mins	mar 15/06/10	mar 15/06/10	115	Fresadora Universal	
117	VOLTEAR PIEZA	5 mins	mar 15/06/10	mar 15/06/10	116		
118	MECANIZAR CHAFLAN 2	11 mins	mar 15/06/10	mar 15/06/10	117	Fresadora Universal	
119	VERIFICAR MEDIDAS	5 mins	mar 15/06/10	mar 15/06/10	118		
120	ENSAMBLE GENERAL	56 mins	mar 15/06/10	mar 15/06/10	75;94;107		
121	REALIZAR INVENTARIO DE LAS PIEZAS	5 mins	mar 15/06/10	mar 15/06/10		Ensamble	
122	VERIFICAR PLANOS PARA ENSAMBLE	15 mins	mar 15/06/10	mar 15/06/10	121	Ensamble	
123	SOLICITAR PIEZAS FALTANTES	2 mins	mar 15/06/10	mar 15/06/10	122	Ensamble	
124	INSERTAR RODAMIENTO LADO 1	2 mins	mar 15/06/10	mar 15/06/10	123	Ensamble	
125	INSERTAR EJE RODILLO	2 mins	mar 15/06/10	mar 15/06/10	124	Ensamble	
126	INSERTAR RODAMIENTO AL LADO OPUESTO	2 mins	mar 15/06/10	mar 15/06/10	125	Ensamble	
127	VERIFICAR AJUSTE DE LOS RODAMIENTOS	2 mins	mar 15/06/10	mar 15/06/10	126	Ensamble	
128	ALINEAR LOS EJES CON LOS AGUJEROS DE LAS L	2 mins	mar 15/06/10	mar 15/06/10	127	Ensamble	
129	ENTRE EL TORNILLO Y LA L COLOCAR UN SEPARADOR	2 mins	mar 15/06/10	mar 15/06/10	128	Ensamble	
130	ENTRE LA L Y EL EJE COLOCAR UN SEPARADOR	2 mins	mar 15/06/10	mar 15/06/10	129	Ensamble	
131	AJUSTAR EL TORNILLO DENTRO DEL EJE	2 mins	mar 15/06/10	mar 15/06/10	130	Ensamble	
132	ALINEAR LOS EJES CON LOS AGUJEROS DE LAS L	2 mins	mar 15/06/10	mar 15/06/10	131	Ensamble	
133	ENTRE EL TORNILLO Y LA L COLOCAR UN SEPARADOR	2 mins	mar 15/06/10	mar 15/06/10	132	Ensamble	
134	ENTRE LA L Y EL EJE COLOCAR UN SEPARADOR	2 mins	mar 15/06/10	mar 15/06/10	133	Ensamble	
135	AJUSTAR EL TORNILLO DENTRO DEL EJE	2 mins	mar 15/06/10	mar 15/06/10	134	Ensamble	
136	ALINEAR LOS EJES CON LOS AGUJEROS DE LAS L	2 mins	mar 15/06/10	mar 15/06/10	135	Ensamble	
137	ENTRE EL TORNILLO Y LA L COLOCAR UN SEPARADOR	2 mins	mar 15/06/10	mar 15/06/10	136	Ensamble	
138	ENTRE LA L Y EL EJE COLOCAR UN SEPARADOR	3 mins	mar 15/06/10	mar 15/06/10	137	Ensamble	
139	AJUSTAR EL TORNILLO DENTRO DEL EJE	3 mins	mar 15/06/10	mar 15/06/10	138	Ensamble	



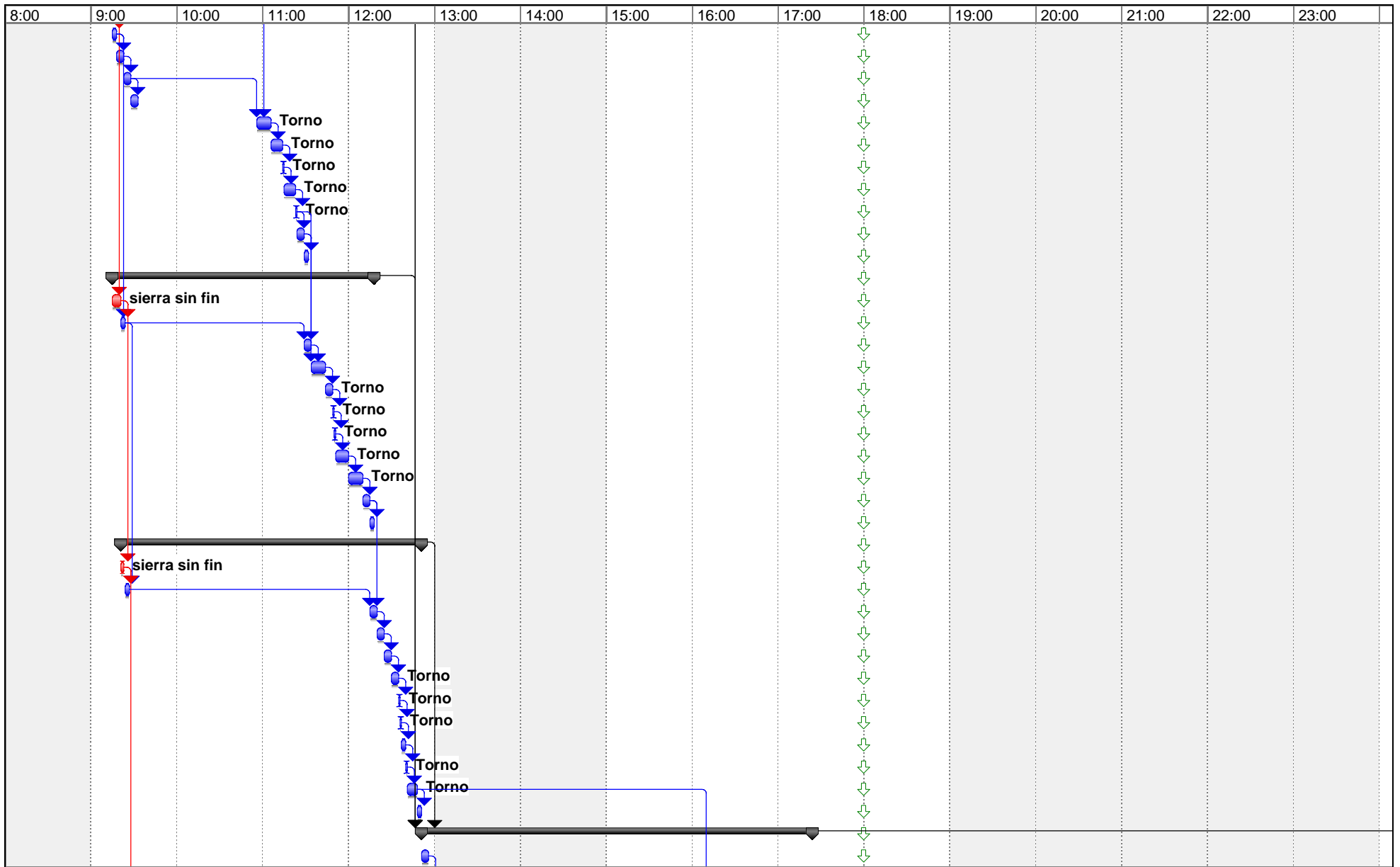
Proyecto: planeacion produccion plan
 Fecha: mar 13/07/10

Tarea		Tarea resumida		Tareas externas	
Tarea crítica		Tarea crítica resumida		Resumen del proyecto	
Progreso		Hito resumido		Agrupar por síntesis	
Hito		Progreso resumido		Fecha límite	
Resumen		División			



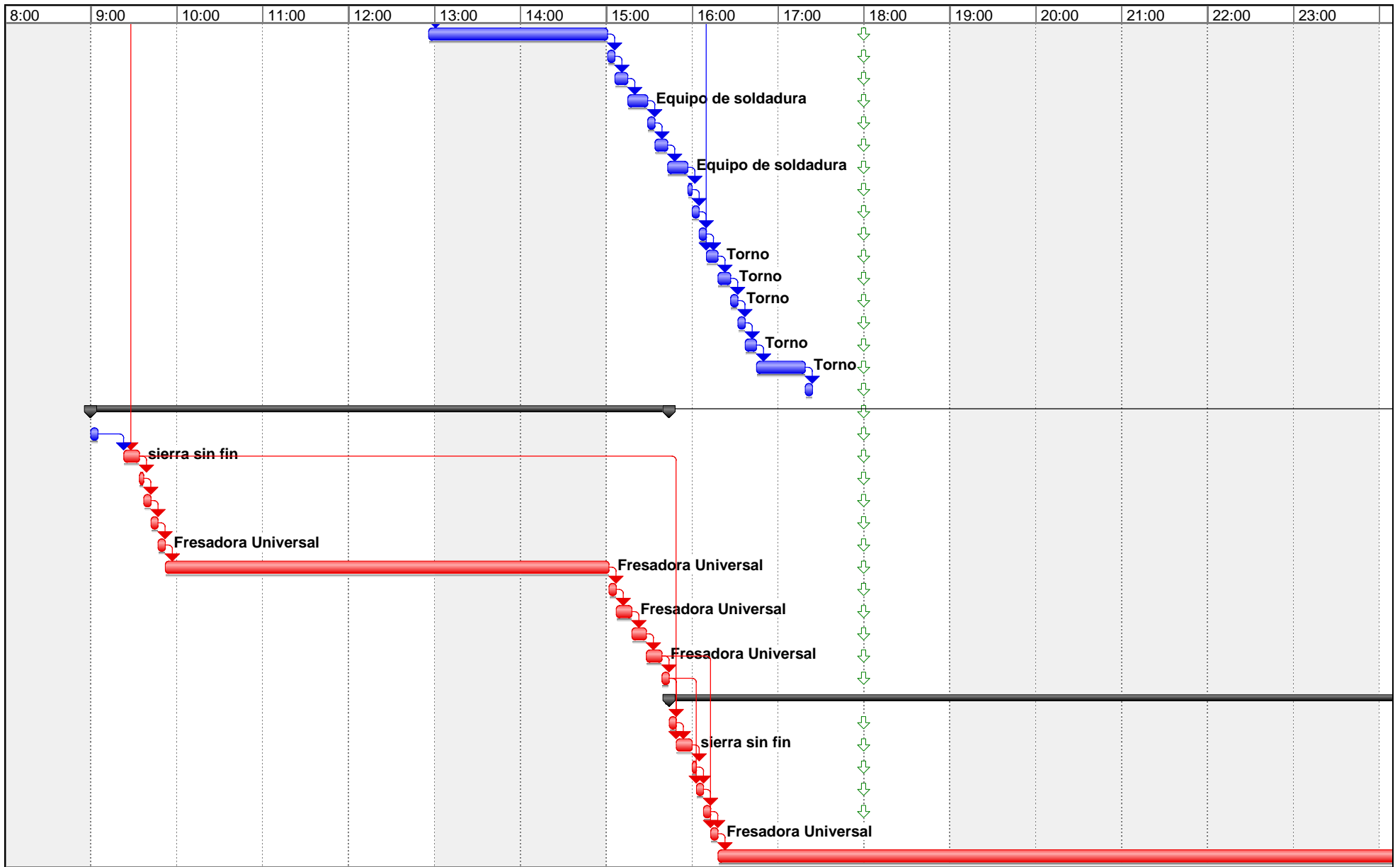
Proyecto: planeacion produccion plan
 Fecha: mar 13/07/10

Tarea		Tarea resumida		Tareas externas	
Tarea crítica		Tarea crítica resumida		Resumen del proyecto	
Progreso		Hito resumido		Agrupar por síntesis	
Hito		Progreso resumido		Fecha límite	
Resumen		División			



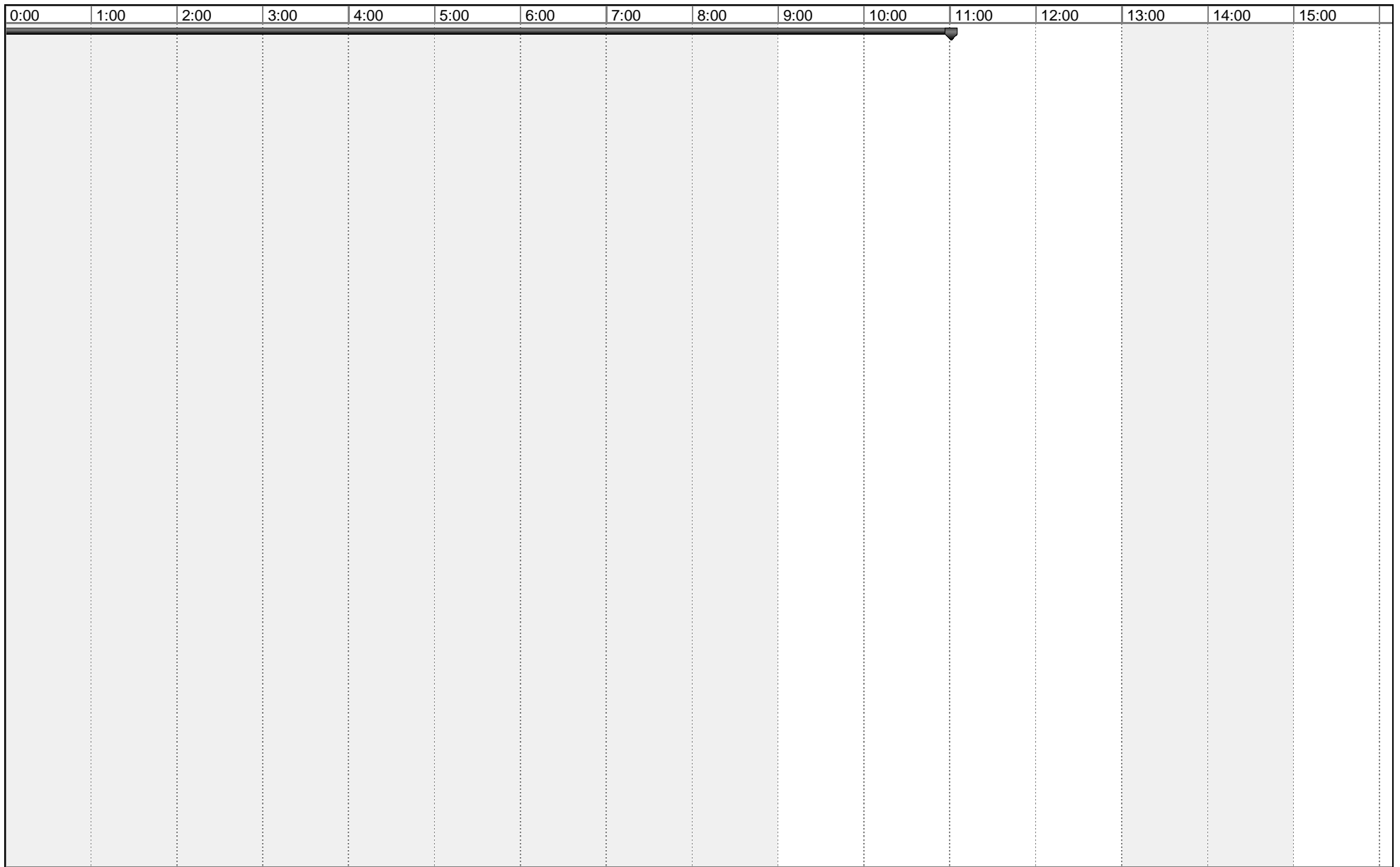
Proyecto: planeacion produccion plan
 Fecha: mar 13/07/10

Tarea		Tarea resumida		Tareas externas	
Tarea crítica		Tarea crítica resumida		Resumen del proyecto	
Progreso		Hito resumido		Agrupar por síntesis	
Hito		Progreso resumido		Fecha límite	
Resumen		División			

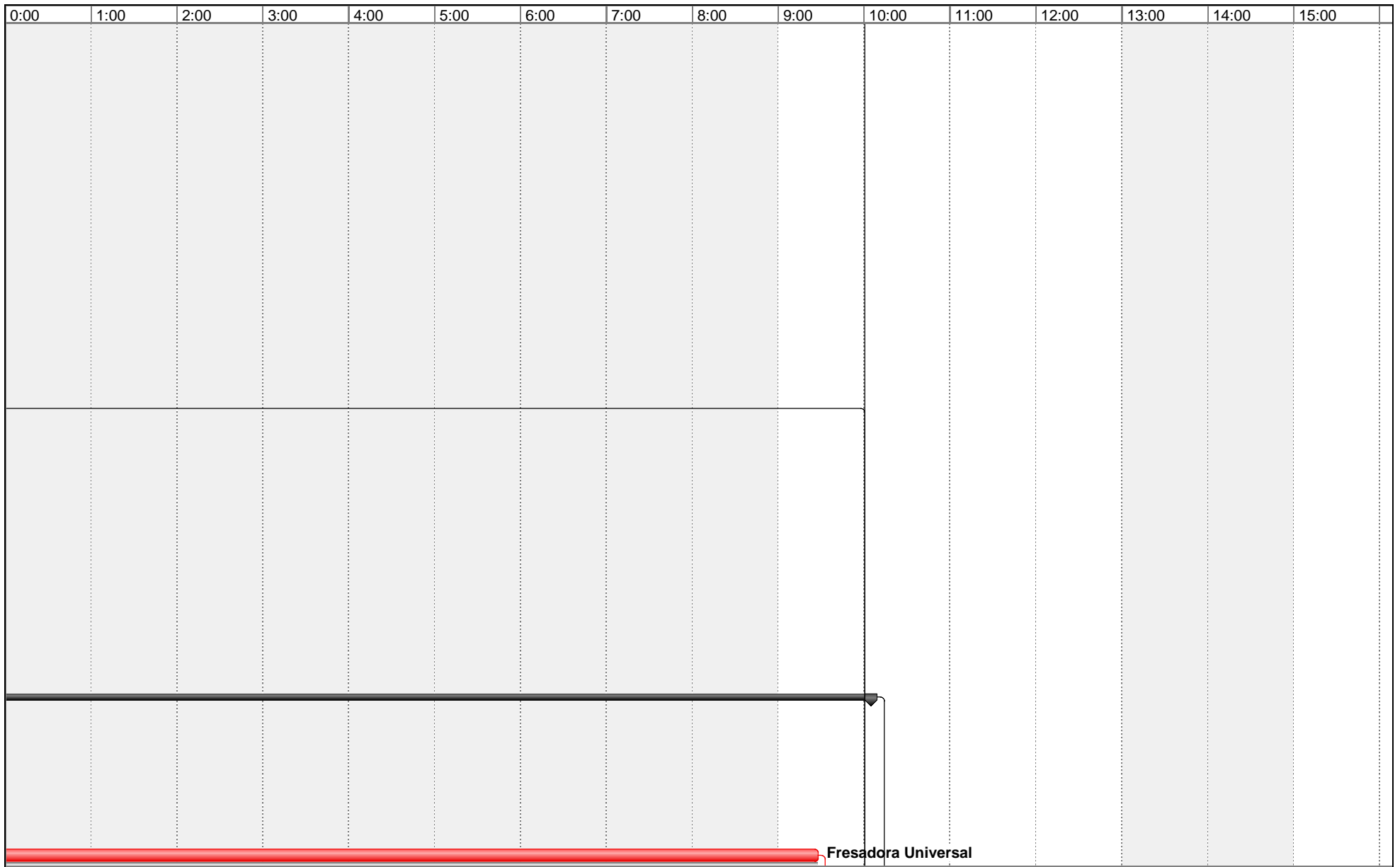


Proyecto: planeacion produccion plan
 Fecha: mar 13/07/10

Tarea		Tarea resumida		Tareas externas	
Tarea crítica		Tarea crítica resumida		Resumen del proyecto	
Progreso		Hito resumido		Agrupar por síntesis	
Hito		Progreso resumido		Fecha límite	
Resumen		División			



Proyecto: planeacion produccion plan Fecha: mar 13/07/10	Tarea		Tarea resumida		Tareas externas	
	Tarea crítica		Tarea crítica resumida		Resumen del proyecto	
	Progreso		Hito resumido		Agrupar por síntesis	
	Hito		Progreso resumido		Fecha límite	
	Resumen		División			



Proyecto: planeacion produccion plan Fecha: mar 13/07/10	Tarea		Tarea resumida		Tareas externas	
	Tarea crítica		Tarea crítica resumida		Resumen del proyecto	
	Progreso		Hito resumido		Agrupar por síntesis	
	Hito		Progreso resumido		Fecha límite	
	Resumen		División			

