

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA HERRAMIENTA DE APRENDIZAJE
EN EL ÁREA DE EJES-ÁRBOLES Y TRANSMISIÓN DE POTENCIA POR
ELEMENTOS FLEXIBLES PARA EL LABORATORIO DE DISEÑO GRÁFICO**

**ENOC ARENAS MANCILLA
JOSÉ GABRIEL LEÓN PICO**



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA
2012**

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA HERRAMIENTA DE APRENDIZAJE
EN EL ÁREA DE EJES-ÁRBOLES Y TRANSMISIÓN DE POTENCIA POR
ELEMENTOS FLEXIBLES PARA EL LABORATORIO DE DISEÑO GRÁFICO**

**ENOC ARENAS MANCILLA
JOSÉ GABRIEL LEÓN PICO**

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Mecánico

**Director
LEÓNIDAS VÁSQUEZ CHAPARRO
Ingeniero mecánico**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2012

DEDICATORIA

A Dios,
A mi esposa, con todo mi amor,
A mi hija,
A mis padres.

Enoc Arenas Mancilla

DEDICATORIA

A Dios,
A mis padres, con todo mi amor,
A mi novia, con mucho cariño.
A mis familiares.

José Gabriel León Pico

AGRADECIMIENTOS

A Leónidas Vásquez Chaparro, ingeniero mecánico, director del proyecto y amigo, por su respaldo, confianza y colaboración oportuna.

A mis padres y familiares.

A todos mis amigos.

Enoc Arenas Mancilla.
José Gabriel León Pico.

CONTENIDO

pág.

INTRODUCCIÓN	20
1 PRELIMINARES	22
1.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	22
1.2 JUSTIFICACIÓN PARA SOLUCIONAR EL PROBLEMA.....	23
1.3 OBJETIVOS DEL TRABAJO DE GRADO.....	23
1.3.1 Objetivos Generales	23
1.3.2 Objetivos Específicos	24
2 MARCO TEÓRICO	29
2.1 LENGUAJE GRÁFICO	29
2.1.1 La importancia del lenguaje gráfico	29
2.1.2 Necesidad de dibujos correctos.....	30
2.2 CLASIFICACIÓN DE LOS DIBUJOS	30
2.2.1 Clasificación de los dibujos según su objetivo:.....	31
2.2.2 Clasificación de los dibujos según la forma de confección:.....	31
2.2.3 Clasificación de los dibujos según su contenido:.....	31
2.2.4 Clasificación de los dibujos según su destino:.....	32
2.3 DIBUJOS DE TRABAJO O TALLER.....	33
2.3.1 Dibujos de detalle:	34
2.3.2 Dibujos de montaje:.....	36
2.4 CLASES DE DIBUJOS DE MONTAJE.....	37
2.4.1 Dibujos de montaje detallados.....	37
2.4.2 Dibujos de montaje de diseño.	38
2.4.3 Dibujos de montaje para instalación.....	39
2.4.4 Dibujos de montaje para catálogos.	41
2.4.5 Dibujos de montaje desarmados.	41
2.4.6 Dibujo esquemático de montaje	42

2.5	LISTA DE MATERIALES.....	43
2.6	NORMAS TECNICAS PARA EL DIBUJO	44
2.6.1	Tipos de Formatos.....	44
2.6.2	Formatos de la serie principal A	45
2.6.3	Formatos alargados.....	47
2.6.4	Formato y plegado de los dibujos.....	47
2.7	Márgenes y recuadro	53
2.7.1	Margen para el archivado.....	53
2.7.2	Cuadro de rotulación o rótulo	54
2.7.3	Ejemplos de aplicación del cuadro de rotulación.....	58
2.8	NUMERACIÓN DE DIBUJOS	59
2.9	SECUENCIA DE FABRICACIÓN.....	61
2.9.1	Procesos de fabricación sin arranque de viruta.....	61
2.9.2	Procesos de fabricación con arranque de viruta.....	64
2.10	SIMBOLOS SUPERFICIALES	66
3	METODOLOGÍA PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRÁCTICAS.....	70
3.1	DESARROLLO DE LA FASE 1	70
3.2	DESARROLLO DE LA FASE 2	71
3.3	DESARROLLO DE LA FASE 3.....	77
4	PRUEBA DE ENSAYO Y VERIFICACIÓN DE LA METODOLOGIA IMPLEMENTADA EN LAS PRACTICAS	78
4.1	OBJETIVO DE LA PRÁCTICA.....	78
4.2	ESTUDIANTES VOLUNTARIOS	78
4.3	DESARROLLO DE LA PRÁCTICA	79
4.3.1	Tiempo de ejecución de la práctica	86
5	RECURSOS DIGITALES	87
6	CONCLUSIONES.....	88
7	RECOMENDACIONES.....	89
	BIBLIOGRAFIA.....	90

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Componentes de la práctica uno	27
Tabla 2. Componentes practica dos	27
Tabla 3. Dimensiones de los formatos de la serie principal	46
Tabla 4. Dimensiones de los formatos alargados	47
Tabla 5. Elección de formato	48
Tabla 6. Subdivisión sucesiva del Formato A0	49
Tabla 7. Formatos de segunda elección	49
Tabla 8. Formatos de tercera elección.....	50
Tabla 9. Registro de tiempos por cada práctica desarrollada	86

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Clasificación de los dibujos según la norma DIN 199	33
Figura 2. Dibujo de detalle	35
Figura 3. Dibujo de montaje detallado	37
Figura 4. Dibujo de montaje de diseño	38
Figura 5. Dibujo de montaje para instalación.....	40
Figura 6. Dibujo de catálogo.	41
Figura 7. Dibujo de montaje desarmado	42
Figura 8. Dibujo esquemático de montaje.....	43
Figura 9. Formato base.....	45
Figura 10. Posición de los formatos.....	46
Figura 11. Plegado modular normal para formatos que se han de archivar en bolsa	50
Figura 12. Plegado modular del formato A0 (Horizontal)	51
Figura 13. Plegado modular del formato A1 (Horizontal)	51
Figura 14. Plegado modular del formato A2 (Horizontal)	52
Figura 15. Plegado modular del formato A3 (Horizontal)	52
Figura 16. Identificación de las líneas y zonas de los márgenes	53
Figura 17. Margen para el archivado del plano.....	54
Figura 18. Combinaciones de las zonas a, b y c en la zona de identificación	55
Figura 19. Zona de información adicional	56
Figura 20. Símbolo que designa el método de proyección	56
Figura 21. Información suplementaria encima de la zona de identificación	58
Figura 22. Información suplementaria a la izquierda de la zona de identificación .	58
Figura 23. Información suplementaria encima y a la izquierda de la zona de identificación	59
Figura 24. Numeración de planos	60

Figura 25. Procesos de fabricación sin arranque de viruta-1.....	62
Figura 26. Procesos de fabricación sin arranque de viruta-2.....	63
Figura 27. Proceso de fabricación con arranque de viruta.....	65
Figura 28. Clasificación de las superficies en función de la labor que desarrollan	67
Figura 29. Clases rugosidad y equivalencias.....	67
Figura 30. Rugosidad media para procesos de conformación según la norma DIN 4766.....	68
Figura 31. Símbolos de indicación de la rugosidad.....	69
Figura 32. Secuencia de las fases a ejecutar para la realización de las practicas	70
Figura 33. Esquema a seguir en la fase 2	71
Figura 34. Elementos mecánicos para la práctica de Ejes-Arboles	72
Figura 35. Elementos de la práctica de transmisión de potencia por correas.....	73
Figura 36. Elementos de la práctica de cables	73
Figura 37. Elementos de la práctica de transmisión de potencia por cadenas	74
Figura 38. Instrumentos de medición para la práctica	74
Figura 39. Elementos mecánicos para la práctica de Transmisión de Potencia por Elementos Flexibles.....	75
Figura 40. Plano Cad del banco.....	76
Figura 41. Ejemplo de un plano de fabricación para un piñón de cadena	77
Figura 42. Secuencia de las fases que ejecutaron los estudiantes.....	79
Figura 43. Elementos de la práctica de transmisión de potencia por correas en V80	
Figura 44. Inicio de la práctica	81
Figura 45. Reconocimiento de los elementos y desarrollo de la guía.....	81
Figura 46. Realización de bocetos.....	82
Figura 47. Medición de los elementos (polea)	82
Figura 48. Verificación del tipo de polea	83
Figura 49. Bocetos de la polea	83
Figura 50. Comparando datos con respecto a la norma	84
Figura 51. Conclusiones y recomendaciones hechas por el estudiante	84
Figura 52. Respuesta a las preguntas de la guía.....	85

Figura 53. Finalización de la práctica.....85

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. MANUALES DE PRACTICA DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA POR ELEMENTOS FLEXIBLES.....	94
ANEXO B. MEMORIA DE CÁLCULO TRANSMISIÓN DE POTENCIA POR ELEMENTOS FLEXIBLES (DISEÑO INTEGRADOR).....	105
ANEXO C. PLANOS DE LAS PIEZAS QUE COMPONEN EL DISEÑO INTEGRADOR (MOLINO DE BOLAS).....	138
ANEXO D. GUIAS DE LABORATORIO DE DISEÑO GRÁFICO.....	145

GLOSARIO

DISEÑO GRAFICO: conjunto de expresiones escritas mediante bocetos, bosquejos o planos mediante las cuales un sujeto comunica y expresa unas ideas o necesidades de un producto.

EJE: elemento mecánico que sirve de soporte a otras piezas sin transmitir momento de giro (no transmiten potencia) y pueden ser giratorios o fijos,

ARBOL: elemento mecánico que gira soportando pares de torsión y transmitiendo potencia, sirviendo además de soporte a las piezas.

RODAMIENTO: conjunto mecánico normalizado que sirve para el movimiento relativo entre dos piezas.

BANDA: elemento mecánico para la transmisión de potencia.

POLEA: elemento mecánico que junto a las bandas o cables hacen posible la transmisión de potencia y par de movimiento a otros elementos mecánicos.

TOLERANCIA: valor dimensional y geométrico agregado a un elemento mecánico.

CONJUNTO MECANICO: grupo de elementos mecánicos con cierto orden y disposición para cumplir una función específica.

CAD: es una herramienta computacional que ayuda al diseño de elementos y conjuntos mecánicos. Estas siglas en ingles significan diseño asistido por computador.

RESUMEN

TÍTULO:

DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UNA HERRAMIENTA DE APRENDIZAJE EN EL ÁREA DE EJES-ÁRBOLES Y TRANSMISIÓN DE POTENCIA POR ELEMENTOS FLEXIBLES PARA EL LABORATORIO DE DISEÑO GRAFICO ¹

AUTORES:

Enoc Arenas Mancilla.

José Gabriel León Pico.²

PALABRAS CLAVES:

Diseño gráfico, dibujo de fabricación, ejes-árboles y transmisiones flexibles.

DESCRIPCIÓN:

Este proyecto de grado hace parte de uno de los módulos que conformaran el laboratorio de diseño gráfico de la escuela de Ingeniería Mecánica de la UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, el cual como herramienta académica y pedagógica tiene como objetivo complementar los conocimientos técnicos referentes al dibujo mecánico de ejes-árboles y transmisiones flexibles.

Este proyecto propone, proyecta y diseña la creación de espacios didácticos junto con la consecución de recursos físicos mediante los cuales los estudiantes puedan realizar mediciones a los diferentes elementos mecánicos como poleas, piñones para cadenas, ejes y árboles y a su vez experiencias físicas que generen el entendimiento y aplicación de los dibujos de fabricación utilizando las normas o convenciones para representación y dimensionamiento de los mismos.

Los elementos que conforman la herramienta de aprendizaje están constituidos por:

Cuatro guías teóricas abordando los temas de ejes-árboles y transmisiones flexibles, cuatro guías de laboratorio, video-tutoriales y el banco de prácticas, los cuales conforman una gran fuente de información pedagógica que permitirá facilitar y fortalecer el conocimiento de los estudiantes de la carrera de ingeniería mecánica, y de esta manera contribuir con la formación de profesionales de alta calidad técnica y profesional.

¹ Proyecto de grado

² Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, Ing. Leónidas Vásquez Chaparro.

SUMMARY

TITLE:

DESIGN AND CONSTRUCTION OF A LEARNING TOOL IN THE AREA OF AXLE-TREES AND POWER TRANSMISSION FOR FLEXIBLE ELEMENTS FOR GRAPHIC DESIGN LAB ³

AUTHORS:

Enoc Arenas Mancilla.

José Gabriel León Pico.⁴

KEYWORDS:

Graphic design, fabrication drawing, axles and transmissions flexible-trees.

DESCRIPTION:

This project is part of grade one of the modules that will make up the graphic design lab School of Mechanical Engineering at the Universidad Industrial de Santander, which as academic and pedagogical tool is intended to complement the expertise concerning the mechanical drawing axle-trees and flexible transmissions.

The project is, planned and designed to create learning spaces with achieving physical resources through which students can make measurements at the various mechanical elements such as pulleys, sprockets for chains, axes and trees and in turn generate the physical experiences understanding and application of manufacturing drawings using the standards or conventions for representation and dimensioning of them.

The elements of the learning tool consist of:

Four theoretical guidelines addressing the issues of axles and transmissions flexible-trees, four laboratory guides, video tutorials and bank practices, which constitute a major source of educational information that will facilitate and strengthen the students' knowledge of career mechanical engineering, and thus contribute to the formation of high quality professional and technical education.

³ Degree Work

⁴ Physical-Mechanical Engineering Faculty, Mechanical Engineering School, Eng. Leónidas Vásquez Chaparro.

INTRODUCCIÓN

El aprendizaje del diseño gráfico, materia eminentemente tecnológica y aplicada, conlleva la realización de prácticas que suelen incluir la comprensión y definición mediante planos de fabricación de los diferentes elementos que se utilizan en diversas máquinas y mecanismos. Es acá donde los conocimientos teóricos y la experiencia convergen para dar paso a un completo proceso de aprendizaje. El dibujo representa el pilar de todo proceso constructivo y de diseño; por esta razón se hace indispensable un conocimiento prolijo de los elementos de máquinas, sus procesos de fabricación, su selección y representación gráfica de cada uno de ellos.

Este trabajo de grado titulado **“DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UNA HERRAMIENTA DE APRENDIZAJE EN EL ÁREA DE EJES-ÁRBOLES Y TRANSMISIÓN DE POTENCIA POR ELEMENTOS FLEXIBLES PARA EL LABORATORIO DE DISEÑO GRAFICO”**, pretende dar a conocer las diferentes normas que se utilizan en la construcción de estos elementos, así como su selección, clasificación, forma y representación en un plano de fabricación o de taller. Además que los estudiantes puedan tener experiencias físicas, metodológicas y prácticas con elementos mecánicos que serán analizados y seleccionados utilizando catálogos de fabricantes, brindando de esta manera una herramienta que el estudiante de ingeniería mecánica utilizara tanto en su ciclo de pregrado como en su desempeño laboral.

El capítulo primero, presenta los aspectos generales que anteceden este proyecto de grado, la identificación del problema, su justificación, objetivos generales y específicos del trabajo de grado.

El segundo capítulo, contiene un marco teórico, del lenguaje gráfico, la estructura definición y clasificación del dibujo de fabricación o de taller, normas técnicas para el formato de los planos y su rotulación.

El tercer capítulo define la metodología propuesta para el desarrollo de las prácticas de laboratorio y los recursos que son necesarios en ella.

El cuarto capítulo describe los resultados y observaciones de la práctica piloto, con la cual se buscaba medir los alcances del proyecto.

El quinto capítulo se compone de las herramientas digitales que se utilizaran como complemento para las prácticas.

Como anexos se incluye el material elaborado durante el proyecto como lo son: cuatro manuales donde se desarrolla la fundamentación teórica y técnica necesaria para la comprensión del dibujo de fabricación. Cuatro guías de procedimiento para las prácticas con su respectiva plantilla de informes y los anexos digitales que son agregados en el cd del proyecto.

1 PRELIMINARES

1.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

En la práctica de todo proceso de ingeniería y en especial en lo que respecta al diseño es de gran importancia el dibujo de ingeniería, o dibujo técnico, que representa las ideas precisas de naturaleza práctica, que mediante un lenguaje común, son interpretadas tal y como el creador las concibió. El dibujo representa el pilar de todo proceso constructivo y de diseño; por esta razón se hace indispensable un conocimiento prolijo de los elementos de máquinas, sus procesos de fabricación, su selección y la representación gráfica de cada uno de ellos.

Así, para todas las ingenierías y las áreas que las apoyan y complementan, se han venido forjando una serie de símbolos, términos y convenciones universales, condensados en normas técnicas para el dibujo e interpretación, que en nuestro medio han sido definidas por ICONTEC (Instituto Colombiano de normas técnicas), entidad que agrupa y define las normas técnicas de todas las áreas en nuestro país.

Dentro de la formación que se plantea en la asignatura de diseño gráfico se da la necesidad de crear un laboratorio con el fin de facilitar el aprendizaje, aportándoles experiencias a los estudiantes con el contacto y manipulación de diferentes elementos mecánicos para su posterior trazado y modelado mediante la herramienta Cad.

De esta manera surge la necesidad de diseñar y construir un objeto de aprendizaje, el cual estará constituido por material académico y físico en el área de ejes-árboles y transmisión de potencia por elementos flexibles para el laboratorio de Diseño Gráfico.

1.2 JUSTIFICACIÓN PARA SOLUCIONAR EL PROBLEMA

Con el objetivo de contribuir con la responsabilidad académica de la Universidad Industrial de Santander y con la misión de la escuela de Ingeniería Mecánica, de formar profesionales con alta calidad técnica y científica, se lleva a cabo este trabajo de grado de diseñar y construir un objeto de aprendizaje, el cual estará constituido por material académico y físico en el área de ejes-árboles y transmisión de potencia por elementos flexibles para el laboratorio de Diseño Gráfico, con el fin de generar mayor confianza en la manipulación de elementos de máquinas y así desarrollar destrezas en los estudiantes, tales como la interpretación y comprensión de elementos mecánicos tanto en situaciones aisladas como parte de un conjunto.

Con la realización de este trabajo de grado se busca mejorar el proceso de aprendizaje implementado por la escuela de Ingeniería Mecánica, aportando a los estudiantes una mayor adquisición de conocimientos teóricos-prácticos generales y necesarios para el amplio campo del Diseño Mecánico.

1.3 OBJETIVOS DEL TRABAJO DE GRADO

1.3.1 Objetivos Generales

- ✓ Contribuir con la misión educativa de la Universidad Industrial de Santander en la formación integral de profesionales con alta calidad técnica y científica, a través del mejoramiento continuo en el proceso de aprendizaje con el suministro de recursos pedagógicos afines al área del diseño mecánico, mediante la participación en la realización del laboratorio de diseño gráfico, en la escuela de Ingeniería Mecánica.

- ✓ Desarrollar y presentar una idea, a través del dibujo de ingeniería, cumpliendo con los estándares nacionales e internacionales en cuanto a calidad y normas.

1.3.2 Objetivos Específicos

1.3.2.1 Diseñar y construir un objeto de aprendizaje, el cual estará constituido por material académico y físico en el área de ejes-árboles y transmisión de potencia por elementos flexibles, mediante el cual los estudiantes, identifiquen y comprendan las principales características de dibujos de fabricación o taller, como lo son:

- Dibujos de detalle.
 - descripción de la forma (el número y los tipos de vistas seleccionados para mostrar o describir completamente la forma de la pieza).
 - descripción del tamaño (las dimensiones que indican los tamaños y situaciones de los detalles).
 - especificaciones (notas generales, material, tratamiento térmico, acabado, número necesario).
- Dibujos de montaje.
 - Dibujos de montaje detallados.
 - Dibujos de montaje de diseño.
 - Dibujos de montaje para catálogos.
 - Dibujos de montaje desarmados.
 - Lista de materiales.

1.3.2.2 Desarrollar un manual cuya información estará basada en las normas nacionales e internacionales (NTC, ANSI, ISO Y DIN), como guía teórica para la realización de las siguientes prácticas:

1. Practica 1: Ejes y Árboles.

1.1. Clasificación

- Flexibles
- Acanalados
- Escalonados

1.2. Representación

- Cambios de sección
- Chaflanes
- Redondeos
- Chaveteros
- Zonas de apoyo

1.3. Dimensionamiento

- Suministro de material
- Secuencia de fabricación
- Chaveteros posición y longitud
- Redondeos: características (alivios de tensiones, topes)

2. Practica 2: Sistemas de transmisión de potencia por elementos flexibles.

2.1. Sistema correa-polea

- Relación de transmisión
- Criterios de selección
- Representación de poleas
- Dimensionamiento: fabricación y/o ajuste dimensional de poleas comerciales
- Selección de correas
- Especificación de correas
- Montaje y Representación

2.2. Sistema de cadena-sprocket

- Representación de un sprocket
- Dimensionamiento: fabricación y/o ajuste dimensional de sprockets
- Criterios de selección
- Especificación de cadenas

- Montaje y representación

2.3. Sistema cable-polea

- Criterios de selección
- Representación de cables
- Dimensionamiento: fabricación y/o ajuste dimensional de poleas comerciales
- Selección de cables
- Especificación de cables
- Montaje y Representación

1.3.2.3 Elaborar la práctica 1 (Ejes-Árboles) y práctica 2 (Sistemas de transmisión de potencia por elementos flexibles) que se van a desarrollar en el banco con los procedimientos e instrucciones a ejecutar durante el desarrollo de las mismas.

1.3.2.4 Desarrollar una guía de laboratorio por cada práctica a realizar en el laboratorio de diseño gráfico la cual estará estructurada de la siguiente forma:

- Objetivos
- Materiales y equipos
- Introducción teórica
- Procedimiento
- Bibliografía
- Plantilla de informes.

1.3.2.5 Construcción del banco donde se van a desarrollar las prácticas y adquirir los elementos a utilizar en la práctica 1 y practica 2 que son los siguientes:

Tabla 1. Componentes de la práctica uno

COMPONENTES PRÁCTICA 1: EJES-ARBOLES	
ELEMENTOS	CANT.
Eje Cambios de Sección	3
Eje Acanalado	1
Cigüeñal	1
Árbol de Levas	1
Eje con ruedas dentadas	1
Calibrador Pie de Rey	2
Cinta métrica	1

Fuente: Autores

Tabla 2. Componentes practica dos

COMPONENTES PRÁCTICA 2: TRANSMISIÓN DE POTENCIA POR ELEMENTOS FLEXIBLES			
KIT DE CORREAS		KIT DE POLEAS PARA CORREAS	
CANT.	TIPO DE CORREA	CANT.	TIPO DE POLEA
1	Tipo Z	2	Tipo A
1	Tipo A	10	Tipo B
1	Tipo B	1	polea tensora
1	sincronizadora		
Calibrador Pie de Rey		Cant. 2	
Cinta métrica		Cant. 1	
KIT DE CADENAS		KIT DE PIÑONES	
CANT.	No DE CADENA	CANT.	TIPO DE PIÑONES
2	35	1	35B17
1	40	1	60B16
1	50	1	35A25
1	60	1	50-2D24
1	35 transportadora	1	Acople por cadena
1	silenciosa	1	Piñón para cadena silenciosa
KIT DE CABLES		KIT DE POLEAS PARA CABLES	
CANT.	TIPO DE CABLE	CANT.	TIPO DE POLEA
1	1/8	1	88 mm de Nylon
1	3/16	1	Gancho cap. 400 kg
1	1/4		
2	5/16		
1	3/8		

Fuente: Autores

1.3.2.6 Elaborar un video tutorial con la ayuda de SolidWorks donde enseñe al estudiante aplicar la herramienta Cad para el siguiente propósito:

- Realizar representaciones bi y tridimensionales de cada elemento visto en la práctica.
- Realizar planos bajo normas Icontec de dibujos de fabricación que faciliten la comunicación en el diseño mecánico.
- Elaborar planos y diagramas cinemáticos.
- Elaborar diseños gráficos de conjuntos de sistemas mecánicos que cumplan una función especificada.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 LENGUAJE GRÁFICO

Una persona técnica puede utilizar el lenguaje gráfico como medio poderoso de comunicación con los demás para transmitir ideas sobre cuestiones técnicas. Sin embargo, para el intercambio efectivo de ideas con otras personas, el ingeniero debe tener el dominio de: (1) el lenguaje, tanto escrito como oral, (2) los símbolos asociados a las ciencias básicas y (3) el lenguaje gráfico.

El dibujo de ingeniería es un lenguaje gráfico adecuado para cualquier persona entrenada pueda visualizar el objeto deseado. Como un dibujo de ingeniería muestra la imagen exacta de un objeto, es obvio que expresa las mismas ideas a cada ojo entrenado.

Independientemente de las barreras del idioma, los dibujos pueden ser utilizados eficazmente en otros países, además de la del país donde se preparan. Así, el dibujo de ingeniería es el lenguaje universal de todos los ingenieros.

Dibujo de ingeniería, tiene su origen en algún momento en el año 500 a.C en el régimen del rey Pharos de Egipto, cuando los símbolos se utilizan para transmitir las ideas entre las personas.

2.1.1 La importancia del lenguaje gráfico

El lenguaje gráfico tiene su existencia cuando se hizo necesaria la construcción de nuevas estructuras y creación de nuevas máquinas o similares, además de representar a los ya existentes.

En ausencia del lenguaje gráfico, las ideas sobre las cuestiones técnicas han de ser transportados por el habla o la escritura, esta forma de transmitir la información no es confiable y resulta difícil de entender por la gente de la planta de fabricación.

Este método involucra no solo mucho tiempo y mano de obra, sino también los errores de fabricación. Sin dibujo técnico, hubiera sido imposible producir objetos

como aviones, automóviles, locomotoras, etc., cada uno de miles que requieren de los diferentes componentes.

2.1.2 Necesidad de dibujos correctos

Los planos elaborados por una persona técnica debe ser clara, inconfundible en su significado y no debe haber ninguna posibilidad de más de una interpretación, o de lo contrario pueden surgir litigios. En una serie de relaciones con los contratos, el dibujo es un documento oficial y el éxito o fracaso de una estructura depende de la claridad de los detalles proporcionados en el dibujo. De este modo, los dibujos no deben dar margen para la interpretación errónea, incluso por accidente.

No habría sido posible producir las máquinas o automóviles a escala masiva donde una serie de conjuntos y subconjuntos que se ven implicados, sin dibujos claros, correctos y exactos. Para lograr esto, el técnico debe tener un profundo conocimiento tanto de los principios y la práctica convencional de dibujo. Si éstos no se consiguen y ni se practica, los planos elaborados por uno pueden transmitir un significado diferente a los demás, causando retrasos y gastos innecesarios en los talleres de producción.

Por lo tanto, un ingeniero debe poseer un buen conocimiento, no sólo en la preparación de un dibujo correcto sino también para leer el dibujo correctamente.

2.2 CLASIFICACIÓN DE LOS DIBUJOS

La norma DIN 199 clasifica los dibujos técnicos atendiendo a los siguientes criterios:

- Objetivo del dibujo
- Forma de confección del dibujo.
- Contenido.
- Destino.

2.2.1 Clasificación de los dibujos según su objetivo:

- Croquis: Representación a mano alzada respetando las proporciones de los objetos.
- Dibujo: Representación a escala con todos los datos necesarios para definir el objeto.
- Plano: Representación de los objetos en relación con su posición o la función que cumplen.
- Gráficos, Diagramas y Ábacos: Representación gráfica de medidas, valores, de procesos de trabajo, etc. Mediante líneas o superficies. Sustituyen de forma clara y resumida a tablas numéricas, resultados de ensayos, procesos matemáticos, físicos, etc.

2.2.2 Clasificación de los dibujos según la forma de confección:

- **Dibujo a lápiz:** Cualquiera de los dibujos anteriores realizados a lápiz.
- **Dibujo a tinta:** Lo mismo que el anterior, pero ejecutado a tinta.
- **Original:** El dibujo realizado por primera vez y, en general, sobre papel traslúcido.
- **Reproducción:** Copia de un dibujo original, obtenida por cualquier procedimiento. Constituyen los dibujos utilizados. En la práctica diaria, los originales son normalmente conservados y archivados cuidadosamente, tomándose además las medidas de seguridad convenientes.

2.2.3 Clasificación de los dibujos según su contenido:

- **Dibujo general o de conjunto:** Representación de una máquina, instrumento, etc., en su totalidad.
- **Dibujo de despiece:** Representación detallada e individual de cada uno de los elementos y piezas no normalizadas que constituyen un conjunto.
- **Dibujo de grupo:** Representación de dos o más piezas, formando un subconjunto o unidad de construcción.

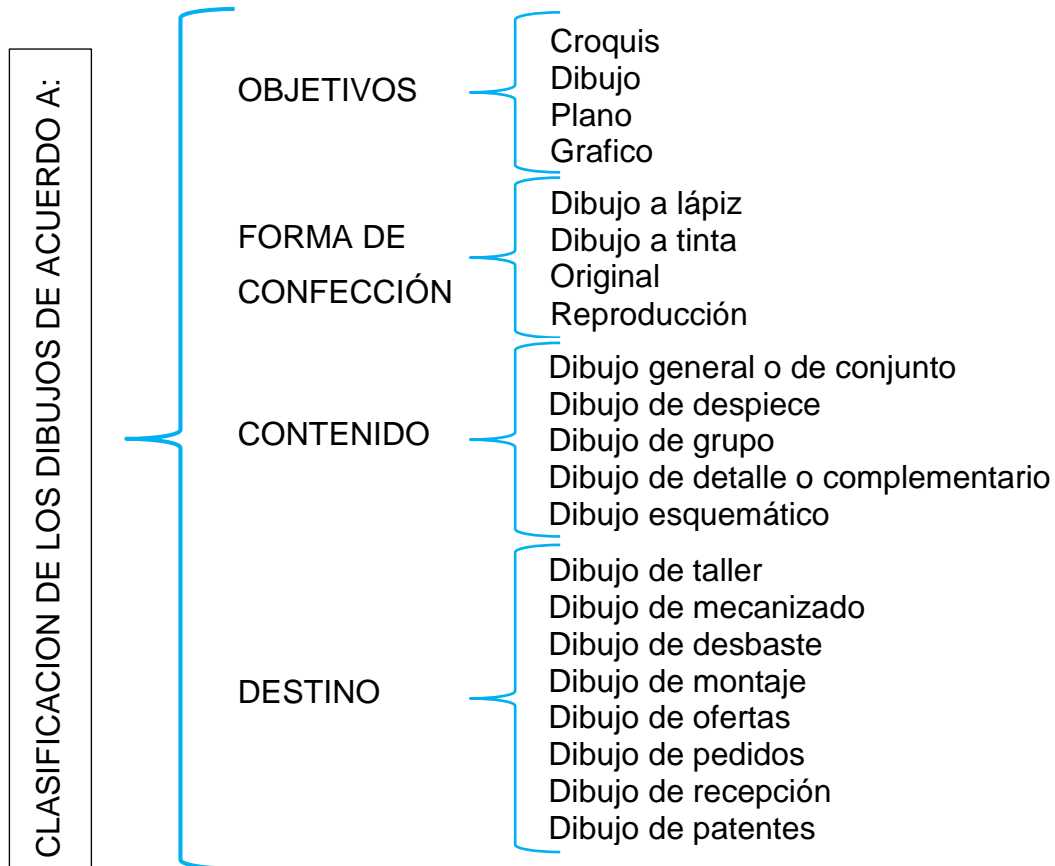
- **Dibujo de taller o complementario:** Representación complementaria de un dibujo, con indicación de detalles auxiliares para simplificar representaciones repetidas.
- **Dibujo esquemático o esquema:** Representación simbólica de los elementos de una máquina o instalación.

2.2.4 Clasificación de los dibujos según su destino:

- **Dibujo de taller o de fabricación:** Representación destinada a la fabricación de una pieza, conteniendo todos los datos necesarios para dicha fabricación.
- **Dibujo de mecanización:** Representación de una pieza con los datos necesarios para efectuar ciertas operaciones del proceso de fabricación. Se utilizan en fabricaciones complejas, sustituyendo a los anteriores.
- **Dibujo de montaje:** Representación que proporciona los datos necesarios para el montaje de los distintos subconjuntos y conjuntos que constituyen una máquina, instrumento, dispositivo, etc.
- **Dibujo de clases:** Representación de objetos que sólo se diferencian en las dimensiones.
- **Dibujo de ofertas, de pedido, de recepción:** Representaciones destinadas a las funciones mencionadas.

La **Figura 1, pág. 33** muestra cómo se clasifican los dibujos según la norma DIN 199

Figura 1. Clasificación de los dibujos según la norma DIN 199



Fuente: Autores

2.3 DIBUJOS DE TRABAJO O TALLER

Un dibujo de trabajo o de taller es un dibujo que suministra información e instrucción para la fabricación o construcción de máquinas o estructuras **ver Figura 2, pág. 35.**

En general los dibujos de trabajo o de taller se pueden clasificar en dos grupos:

- **DIBUJOS DE DETALLE:** los cuales proporcionan la información necesaria para la fabricación de las partes.

- **DIBUJOS DE MONTAJE:** los cuales suministran la información necesaria para el montaje o instalación.

2.3.1 Dibujos de detalle:

Un dibujo de detalle debe suministrar la información completa para la construcción de una pieza. Esta información debe clasificarse bajo tres aspectos:

- 1) La descripción de la forma: El número y los tipos de vistas seleccionadas para mostrar o describir completamente la forma de la pieza.
- 2) La descripción del tamaño: Las dimensiones que indican los tamaños y situaciones de los detalles.
- 3) Las especificaciones: notas generales, material, tratamiento térmico, acabado superficial de cada parte, operaciones de taller que son necesarias, los límites de precisión que son necesarios. (Esta información puede darse en el dibujo o bien en el cajetín).

Se siguen en la industria dos métodos generales para el agrupamiento de detalles en las hojas. Si la máquina o estructura son pequeñas o se componen de pocas piezas, pueden mostrarse todos los detalles en una hoja grande.

Cuando se van a representar mecanismos más complicados o de mayor tamaño, pueden dibujarse los detalles en varias hojas grandes, varios detalles en cada hoja, y el montaje en una hoja por separado. Casi todas las compañías han adoptado el sistema de dibujar solo un detalle por hoja, por muy sencillo o pequeño que sea.

Cuando se dibujan varios detalles en una hoja, debe prestarse cuidadosa atención al espaciamiento. Toca al dibujante determinar las vistas necesarias para cada detalle y trazar tenuemente un recuadro para cada una de las vistas, antes de empezar a dibujarlas. Debe dejarse amplio espacio para dimensiones y notas.

2.3.2 Dibujos de montaje:

Todas las máquinas y mecanismos están compuestos de innumerables piezas. Un dibujo que muestre el producto como un todo, se llaman dibujos de montaje.

Los dibujos de montaje varían mucho en la cantidad y tipo de información que dan, dependiendo de la naturaleza de la máquina o mecanismo que describen. Las funciones primordiales del dibujo de montaje son:

- Mostrar el producto en forma completa.
- Indicar las relaciones entre sus diferentes componentes y designar estos componentes por un número de pieza o de detalle.
- Otra información que también puede darse, incluye las dimensiones totales, las dimensiones de cabida, relación de dimensiones entre piezas diferentes, instrucciones de operación y datos sobre las características de diseño.
- Al elegir las vistas para un dibujo de montaje debe tenerse en cuenta la finalidad del dibujo: mostrar cómo se ajustan entre sí las piezas en el montaje y sugerir la función de la unidad completa, no el describir las formas de las piezas individuales.
- Puesto que los montajes generalmente constan de piezas que se ajustan a otras o se superponen a ellas, la representación por medio de líneas ocultas no suele ser necesario. Por ello en los ensamblados o montajes puede usarse el seccionamiento con grandes ventajas.

Puede usarse cualquier tipo de corte o sección, según se necesite.

- Dado el extenso uso de los seccionamientos en los montajes, es frecuente que no se requieran líneas ocultas. Sin embargo deberán usarse siempre que sea necesario, en aras de la claridad.
- Como regla general, no se dan dimensiones en los dibujos de montaje, ya que aparecen en los dibujos de detalle. Si se dan dimensiones, quedan

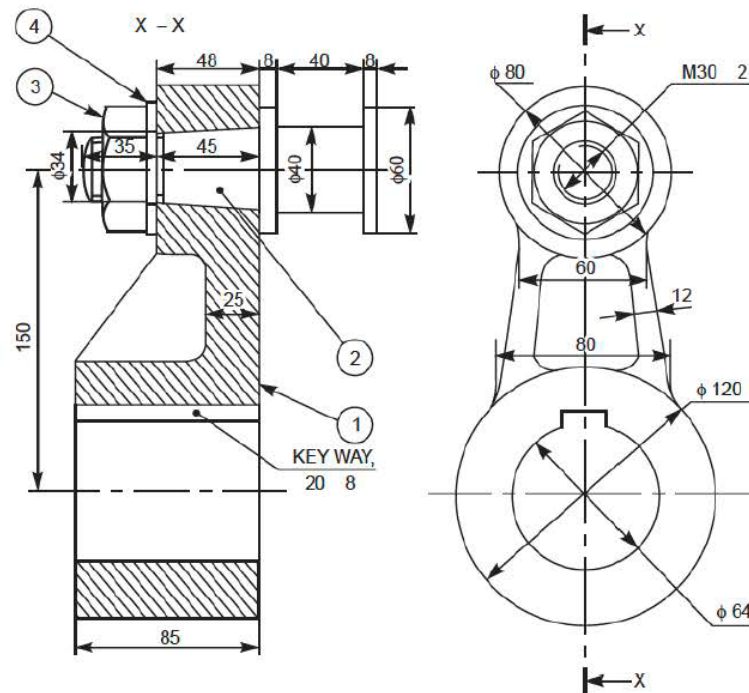
limitadas a alguna función del objeto como conjunto, tal como la altura máxima de un gato.

2.4 CLASES DE DIBUJOS DE MONTAJE.

2.4.1 Dibujos de montaje detallados.

Estos dibujos se hacen frecuentemente para presentar totalmente objetos sencillos. Todas las dimensiones y la información necesaria para la construcción de cada pieza y para el montaje de todas las piezas se dan directamente en el dibujo de montaje, ver **Figura 3**.

Figura 3. Dibujo de montaje detallado



Parts List

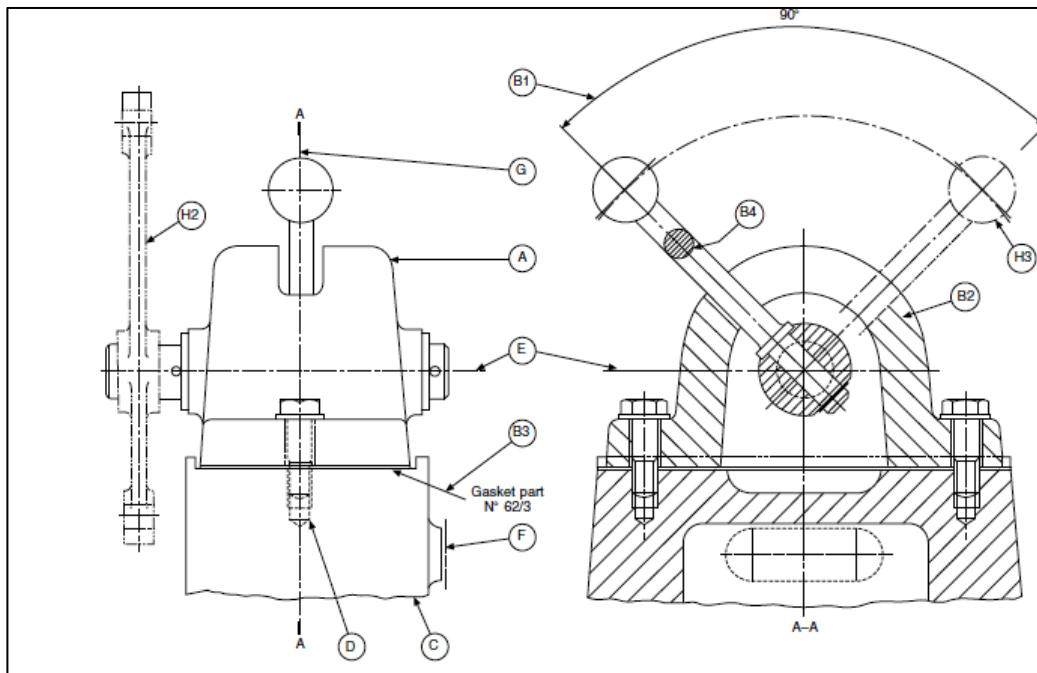
Part No.	Name	Material	Qty
1	Crank	Forged Steel	1
2	Crank Pin	45C	1
3	Nut	MS	1
4	Washer	MS	1

Fuente: Narayana. Machine Drawing

2.4.2 Dibujos de montaje de diseño.

Cuando se diseña una máquina, primero que todo se hace un dibujo o proyecto de montaje para visualizar claramente el funcionamiento, la forma y el juego de las diferentes piezas, ver **Figura 4**. A partir de este tipo de montajes se hacen los dibujos de detalle.

Figura 4. Dibujo de montaje de diseño



Fuente: SIMMONS, Colin H. Manual of Engineering Drawing

Para facilitar el ensamblaje de la máquina, en el dibujo de montaje se identifican con números las diferentes piezas o detalles. Los métodos de identificación de partes en un montaje, son similares a los empleados en los dibujos de detalle cuando se muestran varios detalles en una sola hoja. Se colocan adyacentes a las piezas, circulitos que contengan los números de ellas, con líneas de guía terminadas por cabezas de flechas que toquen las piezas de que se trate. Estos circulitos se colocan en hileras ordenadas horizontalmente o verticalmente, y no al azar dispersas en toda la hoja. Las líneas indicadoras jamás podrán cruzarse entre sí, y las adyacentes son paralelas o casi paralelas unas a otras.

Los dibujos de montaje utilizan una lista de materiales o piezas, incluyen los varios componentes de una estructura, que se muestran en un dibujo de detalle o de montaje. A menudo se da esta lista en hoja por separado pero también es frecuente que se haga aparecer en letreros directamente en el dibujo.

Las listas de piezas de los dibujos de máquinas contienen los números o símbolos de la pieza, un título descriptivo de cada una, el número de ellas que se requieran, el material especificado y con frecuencia, otras informaciones, tales como lo referente a números de patrón, tamaños de materiales estándar o en existencia y pesos de las partes.

Se incluyen las partes por orden general de tamaño o por importancia. Primero se enumeran las forjadas o fundiciones principales; las piezas cortadas de material estándar o en existencia y laminadas en frío, vienen después. Y las piezas estándar como los aseguradores, manguitos, y cojinetes de bolas en tercer lugar. Si la lista de piezas va encima del recuadro o franja para títulos, el orden de los artículos debe ir de abajo hacia arriba para que se puedan agregar los nuevos artículos más tarde si fuera necesario. Si la lista de piezas se hace en el ángulo superior izquierdo, los artículos deberán ir en orden, de arriba hacia abajo.

Puede identificarse cada detalle del dibujo con la lista de piezas, mediante el uso de un pequeño círculo que contenga el número de la pieza, y que se coloque adyacente al detalle.

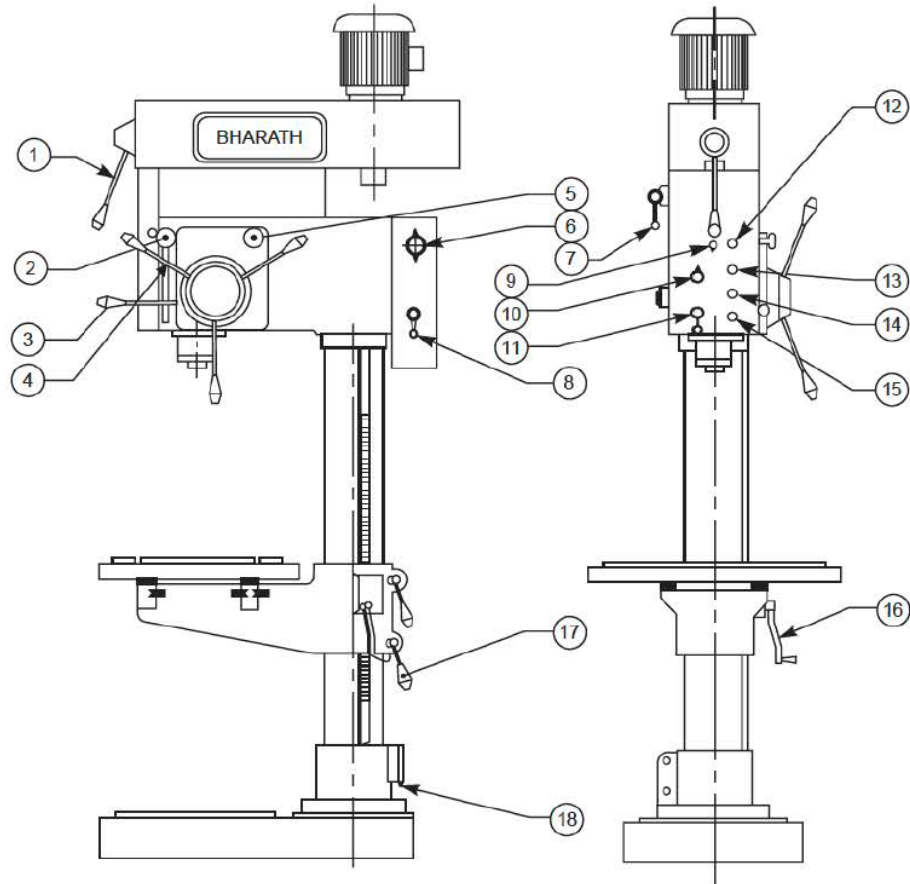
Las piezas estándar, compradas o producidas por la compañía, no se dibujan sino que se enumeran en la lista de piezas.

2.4.3 Dibujos de montaje para instalación.

Este tipo de dibujo de montaje, ver **Figura 5**, se utiliza cuando se emplean muchas personas inexpertas para ensamblar diferentes piezas. Como estas

personas no están adiestradas en la lectura de dibujos técnicos, se utilizan dibujos pictóricos simplificados para el montaje.

Figura 5. Dibujo de montaje para instalación



- Speed change lever (1)
- Depth adjusting knob (2)
- Mech. feed engagement lever (3)
- Hand feed lever (4)
- Feed change knob (5)
- Switch for tapping (6)
- Gear shifting lever (7)
- Main switch (8)
- Lamp switch (9)

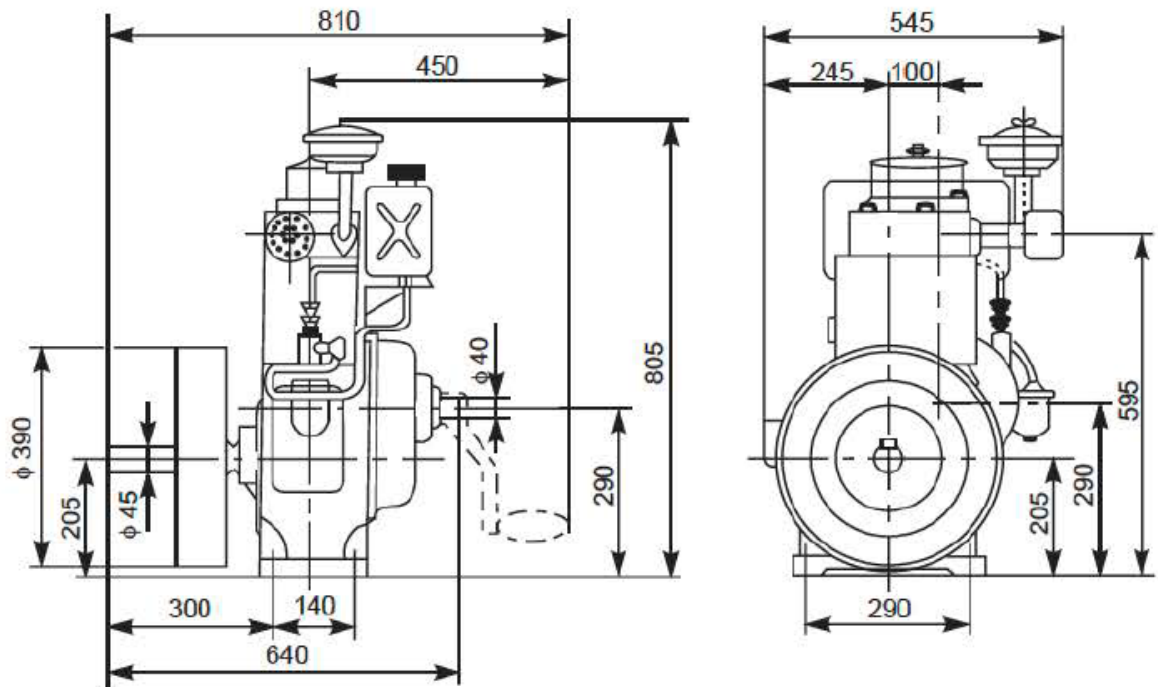
- Selector switch (10)
- Forward/reverse switch (11)
- Pilot lamp (12)
- Feed disengagement push button (13)
- Start push button (14)
- Emergency stop (15)
- Elevating handle (16)
- Clamping handle (17)
- Supply inlet (18)

Fuente: Narayana. Machine Drawing

2.4.4 Dibujos de montaje para catálogos.

Son dibujos de montaje especialmente preparados para catálogos de compañías, ver **Figura 6**. Estos dibujos de montaje muestran únicamente los detalles y las dimensiones que puedan interesar al comprador potencial. Con frecuencia el dibujo tiene las dimensiones expresadas en letras y viene acompañado de una tabla que se utiliza para abarcar una gama de dimensiones.

Figura 6. Dibujo de catálogo.

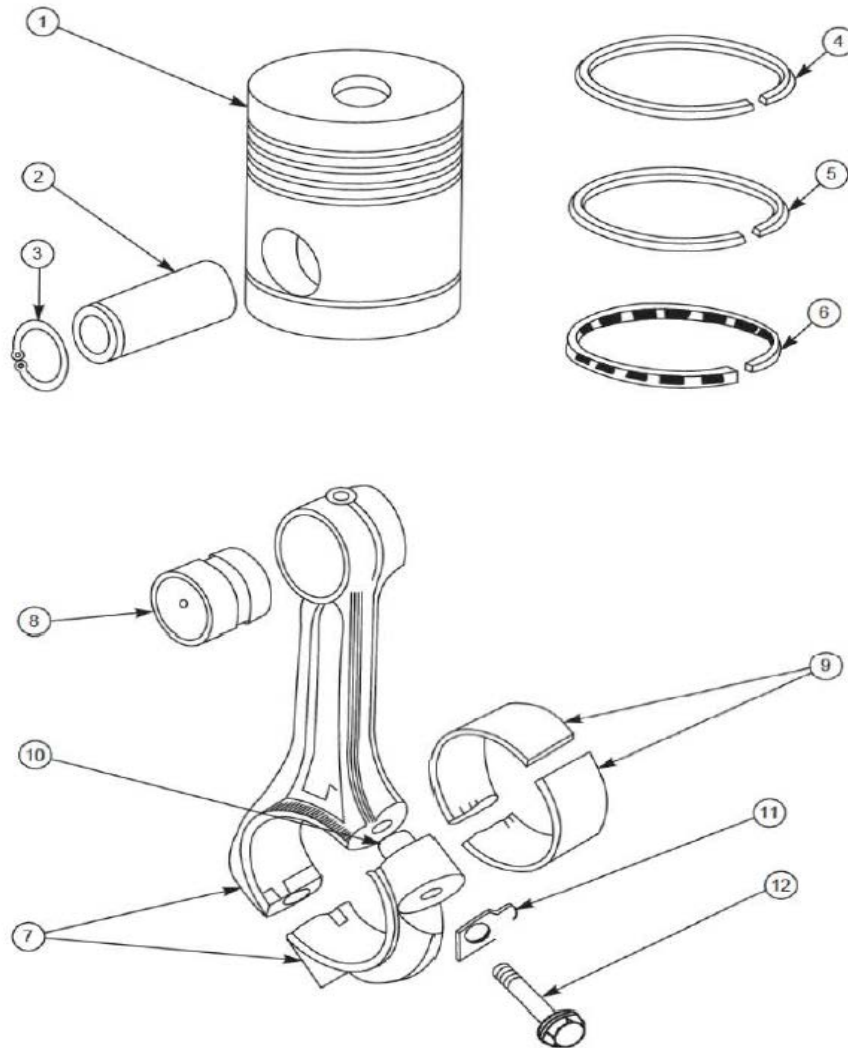


Fuente: Narayana. Machine Drawing

2.4.5 Dibujos de montaje desarmados.

Cuando una maquina requiere servicio, por lo general las reparaciones se hacen localmente y no se regresa la maquina a la compañía constructora. Este tipo de dibujo se utiliza frecuentemente en la industria de reparación de aparatos, ver **Figura 7**, la cual emplea los dibujos de montaje para trabajos de reparación y para el pedido de piezas de repuesto.

Figura 7. Dibujo de montaje desarmado

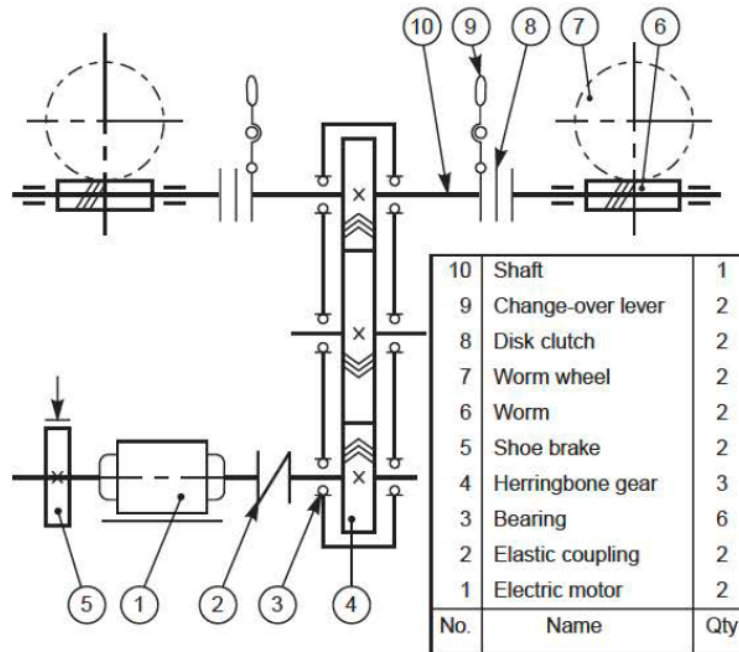


Fuente: Narayana. Machine Drawing

2.4.6 Dibujo esquemático de montaje

Es muy difícil de entender los principios de funcionamiento de una complicada maquinaria, simplemente a partir de los planos de ensamblaje. La representación esquemática de la unidad facilita la fácil comprensión de su principio de funcionamiento. Es una ilustración simplificada de la máquina o de un sistema, ver **Figura 8**, en sustitución de todos los elementos, por sus respectivas representaciones convencionales.

Figura 8. Dibujo esquemático de montaje



Fuente: Narayana. Machine Drawing

2.5 LISTA DE MATERIALES.

Estas listas de materiales deben contener la siguiente información:

1. REFERENCIA (REF.): Número que identifica la pieza en el ensamble.
2. DESCRIPCION: Es un título descriptivo de cada una de las piezas.
3. CANTIDAD (CANT.): El número de piezas que se requieren.
4. PLANO DE REFERENCIA (PL. DE REF.): Se consigna el número del plano donde está el detalle de cada pieza. Una pieza estandarizada, es decir, cuando se va a comprar y no a fabricar, en vez del número del plano se coloca la palabra COMERCIAL.
5. MATERIAL: Material de fabricación de la pieza.
6. ESPECIFICACIONES: Se coloca la siguiente información:
 - Cuando las piezas se van a mecanizar deben ir las dimensiones de la pieza con una sobredimensión.

- Cuando son piezas fundidas, en este espacio debe ir “VER MODELO No: _____”
- Cuando son piezas comerciales en este espacio se coloca la referencia comercial, o sea la referencia del catálogo con lo cual se pide la pieza.

7. OBSERVACIONES: Notas particulares que se le pueden hacer a cada una de las piezas.

NOTAS: Se incluyen las partes por orden general de tamaño o importancia:

- Se enumeran las forjadas o fundidas principales.
- Las piezas cortadas de material estándar o en existencia y laminadas en frío.
- Piezas estándares o comerciales

Esta lista de materiales se puede suministrar:

- Directamente en el plano de ensamble: Si va, encima del cajetín, la numeración debe ir de abajo hacia arriba. Si va, en la parte superior de la hoja es de arriba hacia abajo la numeración.
- Puede ser suministrada en hojas separadas, ya que facilita su manejo y reproducción.

2.6 NORMAS TECNICAS PARA EL DIBUJO

2.6.1 Tipos de Formatos

Se llama formato a la forma y dimensiones del papel elegido para dibujar.

La norma NTC 1001, da una clasificación de los formatos:

Existen tres series diferentes, según la utilidad que se les vaya a dar.

- **Serie A:** regula los tamaños de papel usados para el dibujo.
- **Series B y C:** usados para archivo, enmarcación, sobres, etc. Se deducen de la serie A.

Todos los formatos para dibujos, sean originales o reproducción, deben ser realizados en papeles de la serie A. En cualquier caso, el orden de elección debe ser el siguiente:

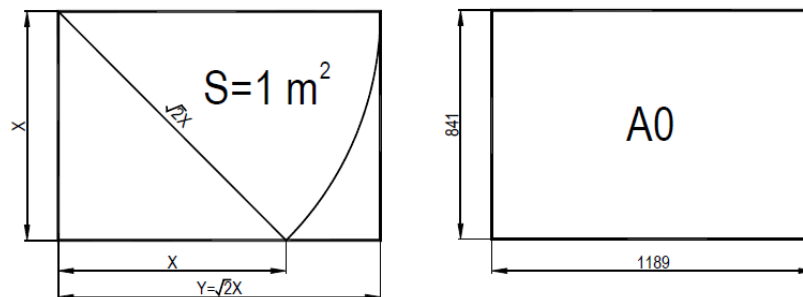
- Formatos de la serie principal A.
- Formatos alargados.

El formato a elegir debe ser el más pequeño que garantice la correcta representación del objeto, incluyendo claridad y resolución.

2.6.2 Formatos de la serie principal A

Se ha establecido un formato base, ver **Figura 9**, denominado A0, a partir del cual se obtienen las dimensiones de los restantes formatos. Este formato base es una hoja rectangular de 1 m^2 de superficie, siendo $\sqrt{2}$ la relación entre la longitud de sus lados. Según estas condiciones, resulta un formato de dimensiones 1189x841 mm.

Figura 9. Formato base



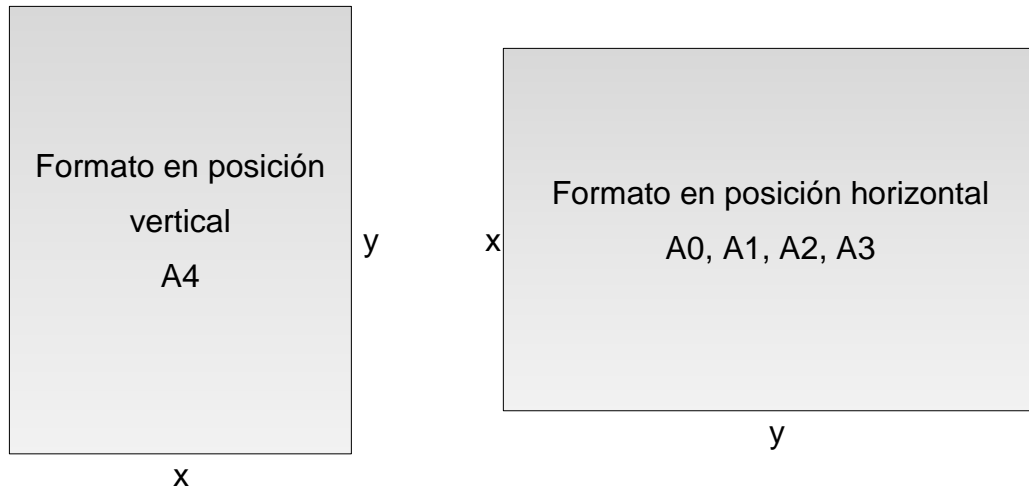
Fuente: Autores

Para obtener el formato inmediato inferior se divide el formato A0 por la mitad del lado de mayor longitud. El nuevo formato así obtenido es una hoja rectangular de $\frac{1}{2} \text{ m}^2$ de superficie, siendo $\sqrt{2}$ la relación entre la longitud de sus lados. Este formato se denomina A1 y tiene unas dimensiones de 594x841 mm.

Dividiendo el formato A1 por la mitad de su lado de mayor longitud se obtiene el formato inmediato inferior, denominado A2; y así sucesivamente, siguiendo este

proceso se van obteniendo los restantes formatos hasta llegar al formato más pequeño, denominado A4.

Figura 10. Posición de los formatos



Fuente: Autores

Dimensiones

Los formatos A3 al A0 sólo son válidos si las hojas se utilizan horizontalmente; por su parte, el formato A4 sólo se permite si las hojas se utilizan verticalmente, ver **Figura 10**.

Tabla 3. Dimensiones de los formatos de la serie principal

Formato	Área, (m ²)	Dimensiones, (mm)	Número de módulos A4
A0	1	841 x 1 189	16
A1	1/2	594 x 841	8
A2	1/4	420 x 594	4
A3	1/8	297 x 420	2
A4	1/16	210 x 297	1

Fuente: NTC 1687. Formato y plegado de los dibujos.

2.6.3 Formatos alargados

La serie de tamaños alargados se obtiene dividiendo cualquiera de los tamaños de las serie A en 3, 4 u 8 partes iguales, paralelamente al lado más corto, de tal manera que la relación entre el lado más largo y el más corto sea mayor que 1/2.

Los formatos alargados se designan con el nombre del formato original precedido de la fracción por la cual se ha dividido.

Por ejemplo 1/4 A4 corresponde al formato A4 (210 mm x 297 mm) dividido en cuatro partes iguales, paralelamente al lado de 210 mm.

La serie de formatos alargados estará constituida por los formatos cuya designación y dimensiones se indican en la **Tabla 4**.

Tabla 4. Dimensiones de los formatos alargados

Designación	Dimensiones mm
1/3 A 4	99 X 210
1/4 A 4	74 X 210
1/8 A 7	13 X 74

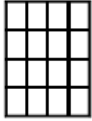




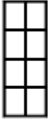

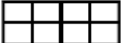

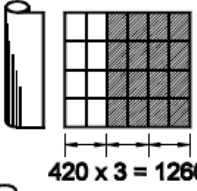
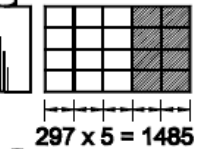
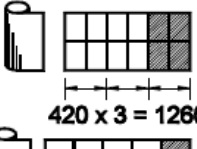
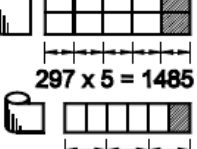
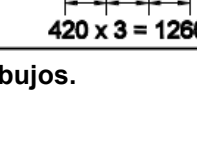
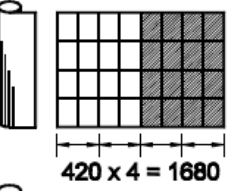
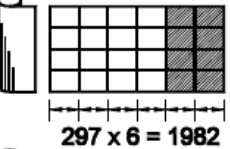
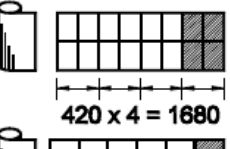
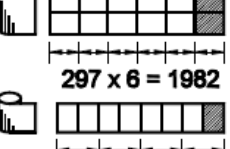
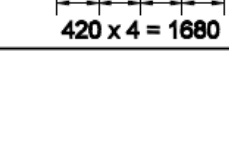
Fuente: NTC 1001. Papel- formatos.

2.6.4 Formato y plegado de los dibujos

La norma NTC 1687 define los formatos y plegados para los dibujos y documentos técnicos unitarios obtenidos a escala, por ampliación o por reducción. Esta norma se aplica a los dibujos y documentos técnicos relacionados con la Ingeniería, la Arquitectura y ramas afines.

Los formatos contemplados en la norma NTC 1687 pueden ser regulares, oblongos o excepcionales, tal como se ilustra en la **Tabla 5**.

Tabla 5. Elección de formato

Formatos de la serie principal "A" ISO		Formatos excepcionales (una de las dos dimensiones es superior a 1189 mm) obtenida de la extensión horizontal de un formato "A" vertical.
Básicos	Derivados especiales	
1a. Elección formatos regulares.	2a. Elección formatos oblongos.	2a. Elección formatos excepcionales
 <p>A0</p>  <p>A1</p>  <p>A2</p>  <p>A3</p>  <p>A4</p>	 <p>1/4 2A0</p>  <p>1/4 A0</p>  <p>1/2 2A0</p>  <p>1/4 A0</p>	 <p>420 x 3 = 1260</p>  <p>297 x 5 = 1485</p>  <p>420 x 3 = 1260</p>  <p>297 x 5 = 1485</p>  <p>420 x 3 = 1260</p>  <p>420 x 4 = 1680</p>  <p>297 x 6 = 1982</p>  <p>420 x 4 = 1680</p>  <p>297 x 6 = 1982</p>  <p>420 x 4 = 1680</p> <p>Largo de la bobina</p> <p>1189</p> <p>841</p> <p>584</p> <p>420</p> <p>297</p> <p>Preferencial</p> <p>Preferencial</p>

Fuente: NTC 1687. Formato y plegado de los dibujos.

ELECCIÓN

- Primera elección

Los formatos básicos de la Serie A o formatos regulares de primera elección deben ser todos semejantes. Comprenden los cinco formatos de la Tabla 1, obtenidos por medio de la subdivisión sucesiva del formato A0.

La subdivisión racional del formato A0 de 1 m² en dos formatos A1, después en cuatro formatos A2, después en ocho formatos A3, después en dieciséis formatos A4, se identifica como doblez modular, cuyo proceso se forma sobre el módulo A4, (véase la **Tabla 6**).

Tabla 6. Subdivisión sucesiva del Formato A0

Por dobléz en dos del formato:	Se obtiene un formato:
A0	A1
A1	A2
A2	A3
A3	A4

Fuente: NTC 1687. Formato y plegado de los dibujos.

- **Segunda elección**

Se obtienen dos formatos oblongos (derivados especiales de la Serie A) definidos por su superficie y sus dimensiones (expresadas en mm), como se especifica en la **Tabla 7**.

Tabla 7. Formatos de segunda elección

Formato	Área (m ²)	Dimensiones (mm)	Número de módulo A4
1/4 2A0	1/2	420 x 1 189	8
1/4 A0	1/4	297 x 841	4

Fuente: NTC 1687. Formato y plegado de los dibujos.

- **Tercera elección**

Se obtienen los formatos excepcionales (en los que una de sus dimensiones es superior a 1189 mm), resultantes de los formatos básicos de la Serie A, obtenidos a petición, a partir de soportes en bobinas, como se especifica en la **Tabla 8**.

Tabla 8. Formatos de tercera elección

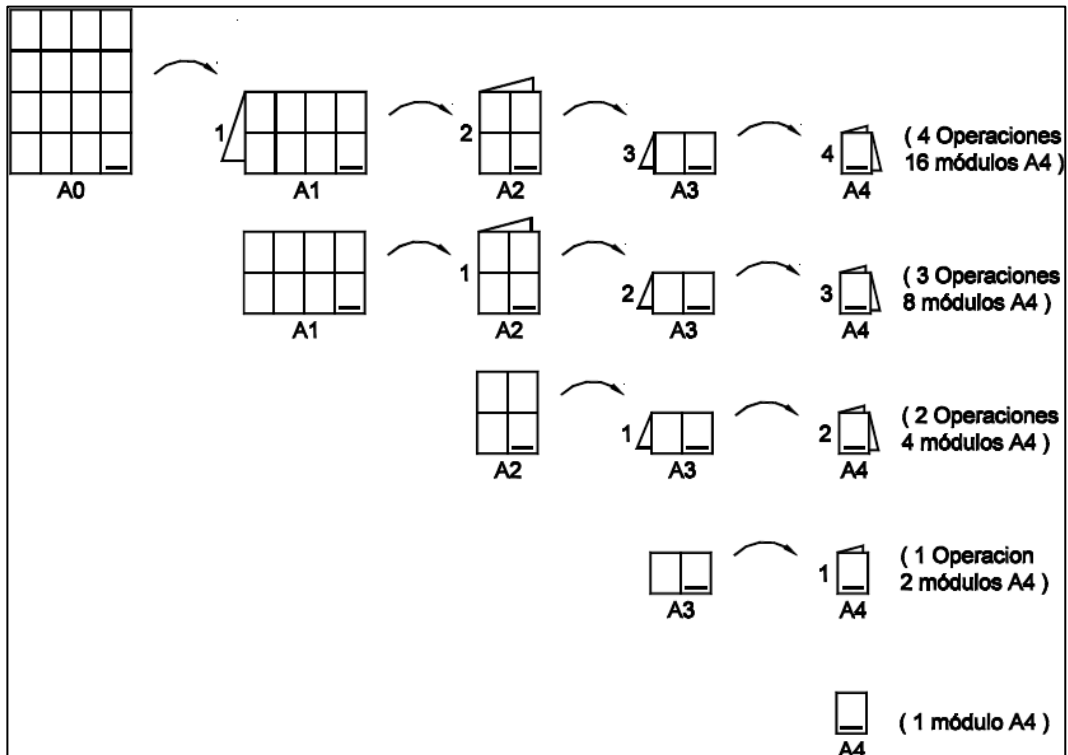
Formato a partir del cual se hace la extensión	Paso de acrecentamiento, (mm)	Anchura de la bobina, (mm)
A0 Vertical	420	1189
A1 Vertical	297	841 Anchura preferente
A2 Vertical	420	594
A3 Vertical	297	420 Anchura preferente
A4 Vertical	420	297

Fuente: NTC 1687. Formato y plegado de los dibujos.

2.6.4.1 Plegados para formatos que se han de archivar en bolsa

El plegado modular normal se forma mediante la subdivisión del formato A0 en 16 módulos A4, ver **Figura 11**, que permite limitar el plegado a un formato intermedio A2 o al formato A3.

Figura 11. Plegado modular normal para formatos que se han de archivar en bolsa



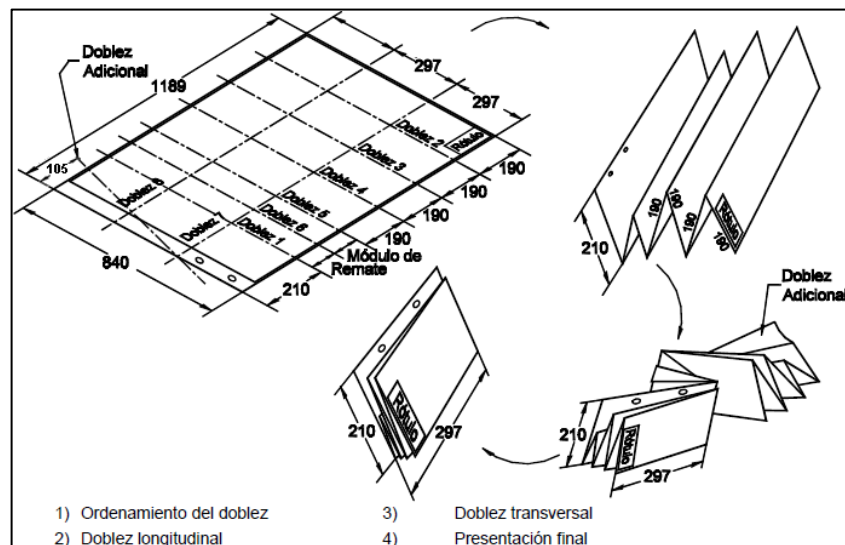
Fuente:

NTC 1687. Formato y plegado de los dibujos.

2.6.4.2 Plegado para formatos que se han de archivar por encuadernación

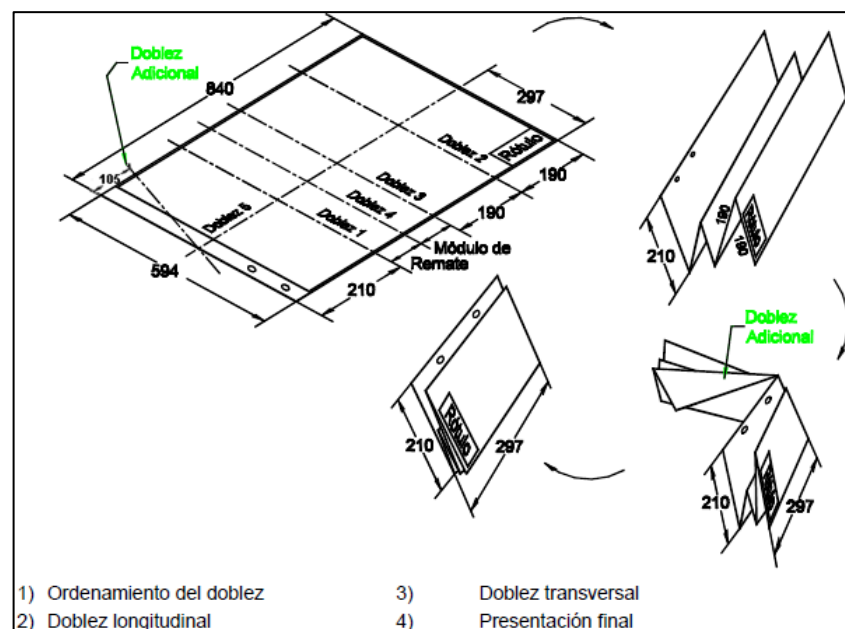
El plegado realizado directamente para encuadernar, se debe hacer como se muestra en las siguientes figuras, todas las medidas son en milímetros:

Figura 12. Plegado modular del formato A0 (Horizontal)



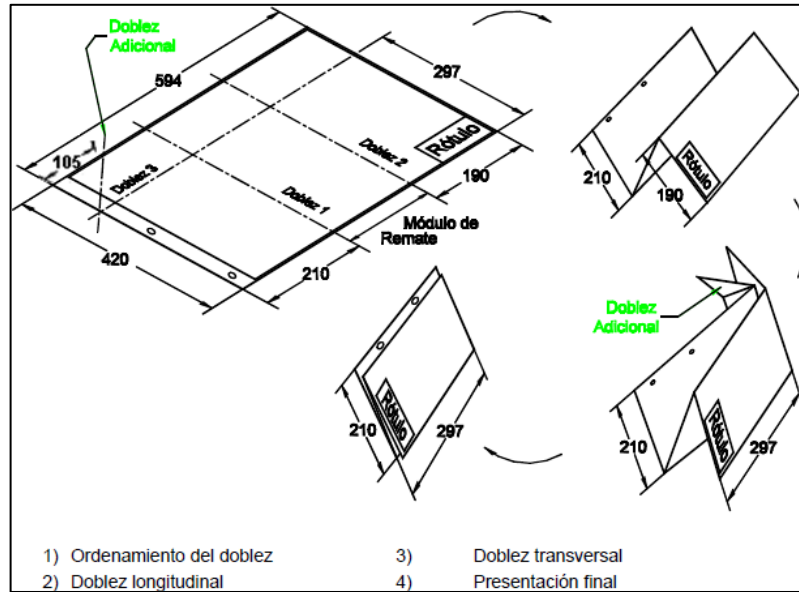
Fuente: NTC 1687. Formato y plegado de los dibujos.

Figura 13. Plegado modular del formato A1 (Horizontal)



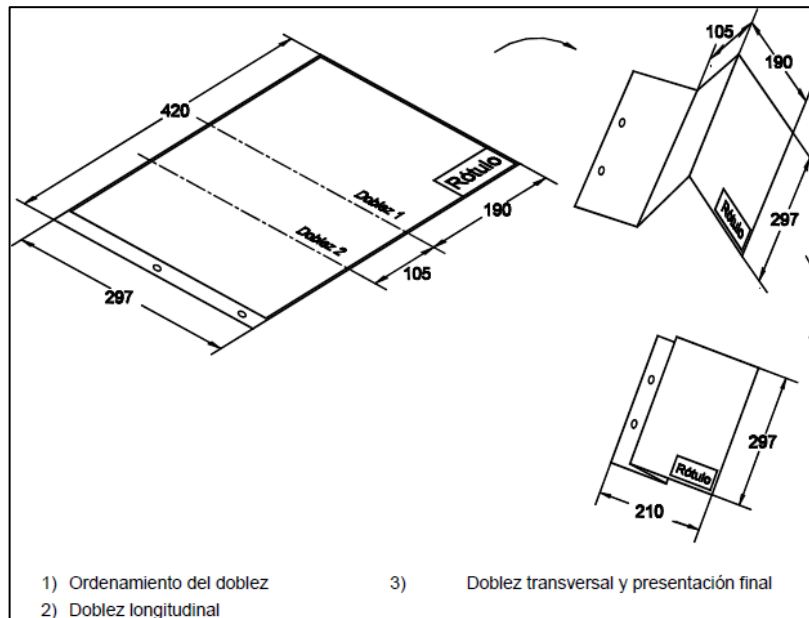
Fuente: NTC 1687. Formato y plegado de los dibujos.

Figura 14. Plegado modular del formato A2 (Horizontal)



Fuente: NTC 1687. Formato y plegado de los dibujos.

Figura 15. Plegado modular del formato A3 (Horizontal)



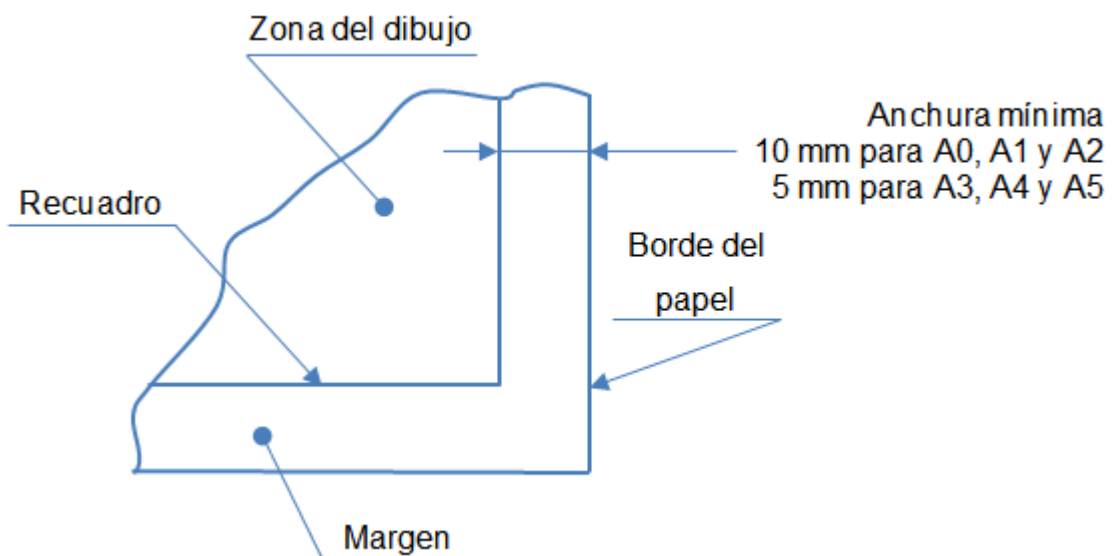
Fuente: NTC 1687. Formato y plegado de los dibujos.

Los estudiantes deberán tener en cuenta a la hora de entregar cualquier plano las normas anteriores para el respectivo ordenamiento de dobléz.

2.7 Márgenes y recuadro

En todos los formatos se debe dejar un espacio entre el borde del papel y la zona de ejecución del dibujo denominado margen, ver **Figura 16** . A la línea que separa el margen de la zona del dibujo se la llama recuadro.

Figura 16. Identificación de las líneas y zonas de los márgenes



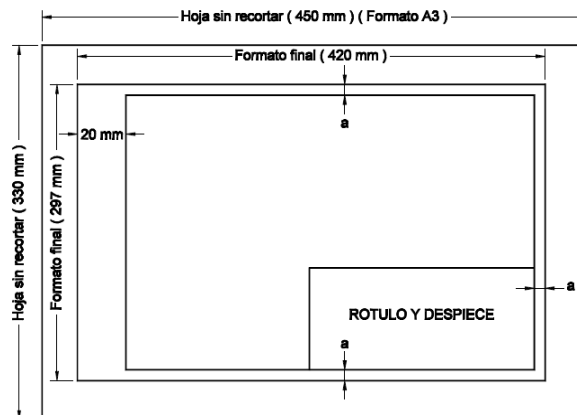
Fuente: NTC 1687. Formato y plegado de los dibujos.

La norma NTC 1687 recomienda que los márgenes tengan una anchura mínima de 10 mm (a) para los formatos A0, A1 y A2 y 5 mm para los formatos A3, A4 y A5 en los bordes superior, derecho e inferior del formato final.

2.7.1 Margen para el archivado

Se obtiene dejando 20 mm en el borde izquierdo del formato final, ver **Figura 17**.

Figura 17. Margen para el archivado del plano



Fuente: NTC 1687. Formato y plegado de los dibujos.

2.7.2 Cuadro de rotulación o rótulo

Es la zona destinada a indicar las características del dibujo. Está concebido para dar la información que permita identificar el documento, suministrar datos complementarios (número de registro, título del dibujo, método de proyección usado, escala, estados superficiales, tolerancias, etc.) y recibir la inscripción de los controles pertinentes. Consiste en un rectángulo, dividido en otros adyacentes.

El sentido de lectura del cuadro de rotulación coincide con el del dibujo.

Para lograr un ordenamiento uniforme, la información por incluir en el cuadro de rotulación debe agruparse en zonas rectangulares adyacentes, de la forma siguiente:

1) ZONA DE IDENTIFICACIÓN

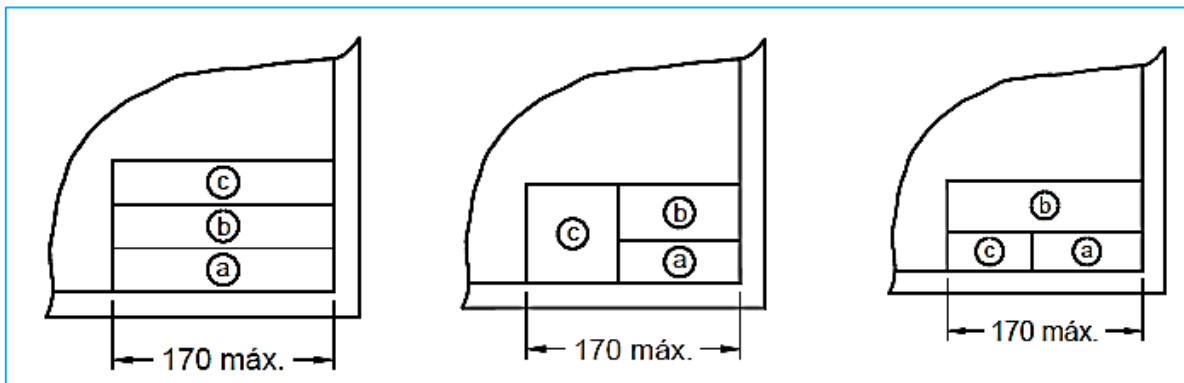
La zona de identificación tendrá una longitud máxima de 170 mm, y debe brindar la siguiente información básica:

- **Zona a: número de registro o identificación**, colocado en el ángulo inferior derecho de la zona de identificación.
- **Zona b: título del dibujo**, que nombra el contenido funcional del dibujo y puede ser el nombre de designación del elemento o conjunto.

- **Zona c: nombre del propietario legal del dibujo**, en el que figura la razón social, sociedad o empresa, etc., por medio del nombre completo, su abreviatura, siglas o emblema.

En la **Figura 18** se muestran algunas posibles combinaciones de las zonas a, b y c.

Figura 18. Combinaciones de las zonas a, b y c en la zona de identificación



Fuente: NTC 1914. Rotulado de planos

2) ZONAS DE INFORMACIÓN ADICIONAL

Las zonas de información adicional se puede colocar encima y/o a la izquierda de la zona de identificación ver (**Figura 19**) de tal forma que el cuadro de rotulación quede en la portada del plano después de su plegado, y por ello sus dimensiones máximas serán las del formato A4 menos los márgenes del recuadro.

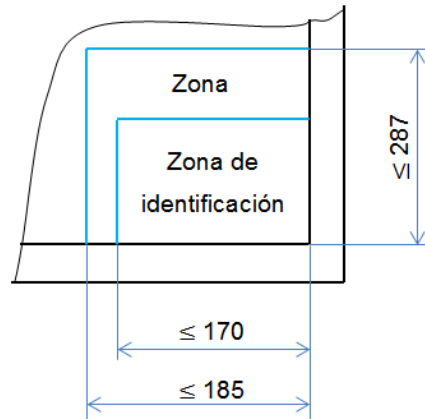
Como un formato A4 mide 210x297 mm:

- Largo = $210 - 20(\text{margen de archivo}) - 5(\text{margen derecho}) = 185 \text{ mm}$.

NOTA: Sin embargo, se aconseja no aprovechar hasta el máximo esos 185 mm, ya que para los formatos más grandes que el A4 se abarca unos milímetros en el proceso de plegado, entonces para evitar que se pierda un área del rotulo, se hace 5 mm más corto, o sea, de 180 mm máximo.

- Alto = $297 - 5(\text{margen superior}) - 5(\text{margen inferior}) = 287 \text{ mm máximo}$.

Figura 19. Zona de información adicional



Fuente: Autores

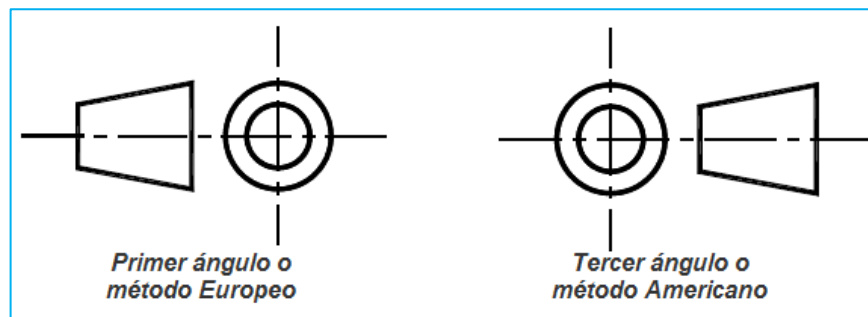
Los datos que deben inscribirse en las zonas de información adicional son:

Datos indicativos, son necesarios para evitar errores de interpretación del método de presentación aplicado en el dibujo correspondiente, ver **Figura 20**.

Estos ítems son:

- (d) el símbolo que designa el método de proyección usado en el dibujo (proyección de primer o tercer ángulo).

Figura 20. Símbolo que designa el método de proyección



Fuente: NTC 1777. Principios generales de presentación.

- (e) la escala principal del dibujo.
- (f) la unidad dimensional empleada.

Datos técnicos, son los relativos a los métodos particulares y convenciones para la representación y fabricación del producto. Ellos pueden incluir:

- (g) método de indicación de textura de superficies.
- (h) método de indicación de tolerancias geométricas.
- (j) valores de tolerancias generales que deben aplicarse donde no se indiquen tolerancias específicas junto con las cotas.
- (k) otras normas de este campo como el material, peso, referencia, dimensiones, normas de referencia, etc.

Datos administrativos, dependen de los métodos usados para la administración del dibujo. Ellos pueden incluir:

- (m) tamaño de la plancha de papel del dibujo.
- (n) fecha de la primera emisión del dibujo.
- (p) símbolo de revisión (que se coloca en la caja para el número de registro o identificación (a)).
- (q) fecha y breve descripción de la revisión con referencia al símbolo de revisión (p).
- (r) otra información administrativa (por ejemplo, las firmas de las personas responsables).

El ítem (q) puede ubicarse fuera del cuadro de rotulación, en uno de los ángulos libres superiores de la zona de ejecución del dibujo formando un recuadro separado, o bien, en un documento anexo.

Los dibujos de múltiples hojas marcados con el mismo número de registro o identificación (a), deben indicarse por medio de un número consecutivo de hoja o plancha seguido por el número total de hojas de la serie, por ejemplo:

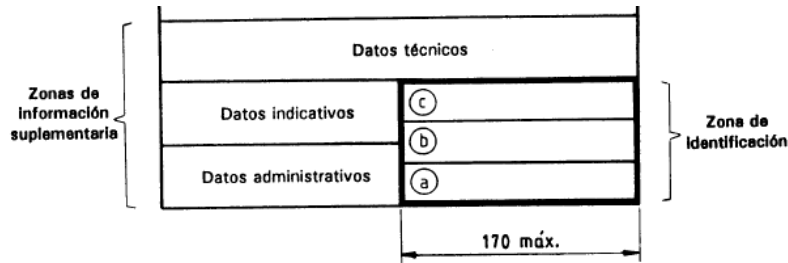
“Hoja No. n/p”

Dónde:

n: número de la hoja

p: número total de hojas

Figura 23. Información suplementaria encima y a la izquierda de la zona de identificación



Fuente: norma chilena NCh14-ISO 7200

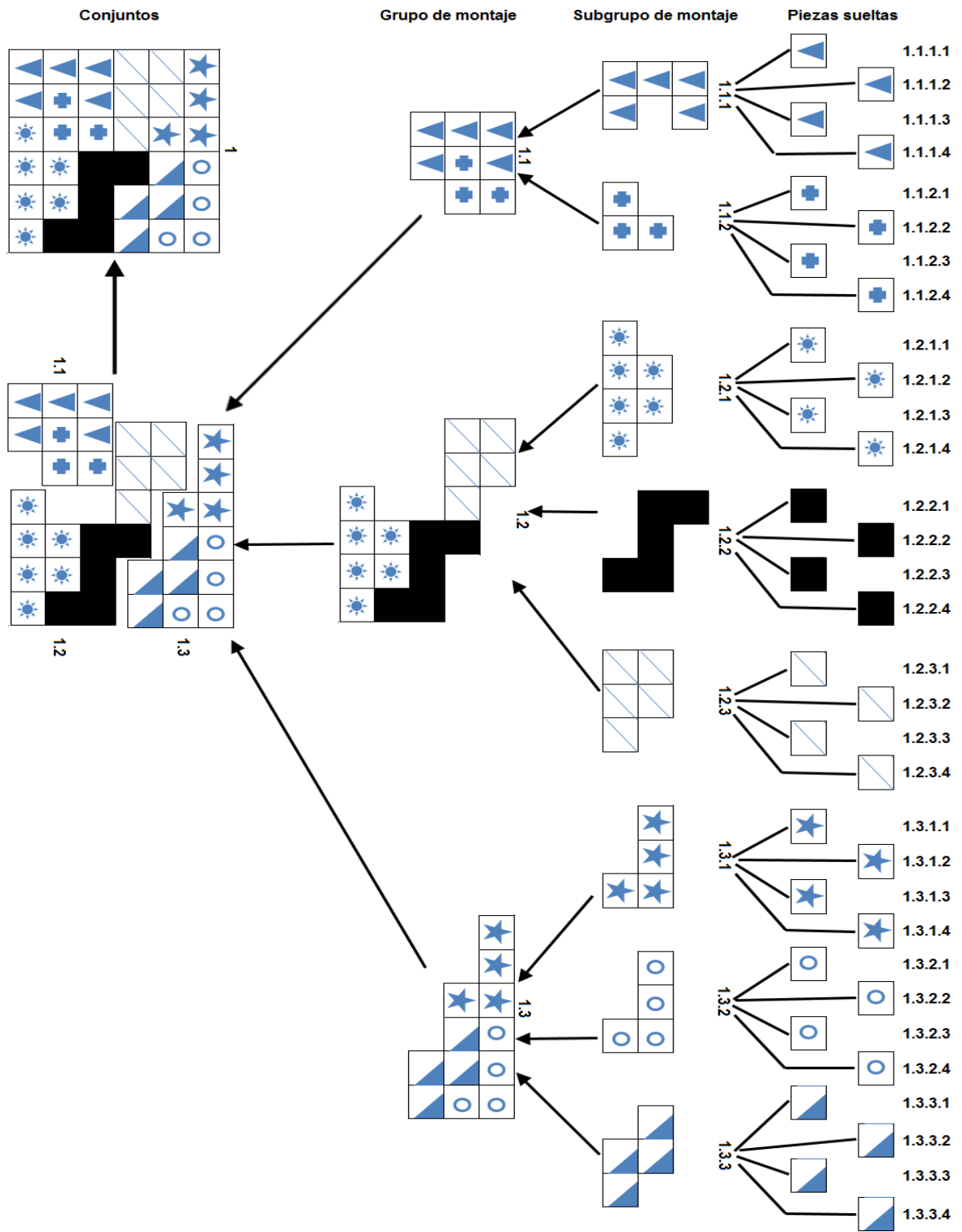
2.8 NUMERACIÓN DE DIBUJOS

Antes de que un plano salga de la oficina técnica tiene que ser registrado, de tal manera que por medio de listas o fichas pueda ser fácil y rápidamente localizado entre un número de planos que se manejan. Con este objeto recibe el plano un número, que se anota en el cajetín de rotulación correspondiente.

Por esta razón hay que ordenar los planos de la siguiente manera:

Se establecen grupos de aparatos por ejemplo, montajes o dispositivos, se ordena como un grupo superior, ordenandolos nuevamente dentro de este grupo en grupos principales que, por su parte, se numeran correlativamente, y dentro de cada uno de estos en subgrupos y así sucesivamente, obteniendose de este modo el número <<parlante>> de plano, que nos expresa a su sola vista a que lugar corresponde y dónde debe encontrarse, pero que, sobre todo, ayuda a dirigir la fabricación y la contabilidad, ver **Figura 24**.

Figura 24. Numeración de planos



Fuente: SCHNEIDER, Wilhelm. Manual práctico de dibujo técnico.

2.9 SECUENCIA DE FABRICACIÓN

El fin primordial de la realización de un dibujo técnico o un plano es el contener toda la información necesaria para definir una pieza determinada.

Entre esta información debe estar la necesaria para poder fabricar la pieza. Aunque no es el objeto de este proyecto, se considera necesario describir brevemente los distintos procesos de fabricación, ya que éstos se deben tener en cuenta en la realización de los planos técnicos de un proyecto, tanto desde el punto de vista de diseñar elementos "construibles" o fabricables, como desde el punto de vista de diseñar elementos con procesos de fabricación económicamente viables.

Las operaciones de mecanizado se pueden dividir en dos grandes grupos:

- Mecanizados con arranque de viruta
- Mecanizados sin arranque de viruta

En esta entrada vamos a centrarnos en los mecanizados sin arranque de viruta que son:

2.9.1 Procesos de fabricación sin arranque de viruta, ver Figura 25-26

Fundición: Proceso de fabricación de piezas, comúnmente metálicas pero también de plástico, consistente en fundir un material e introducirlo en una cavidad, llamada molde, donde se solidifica.

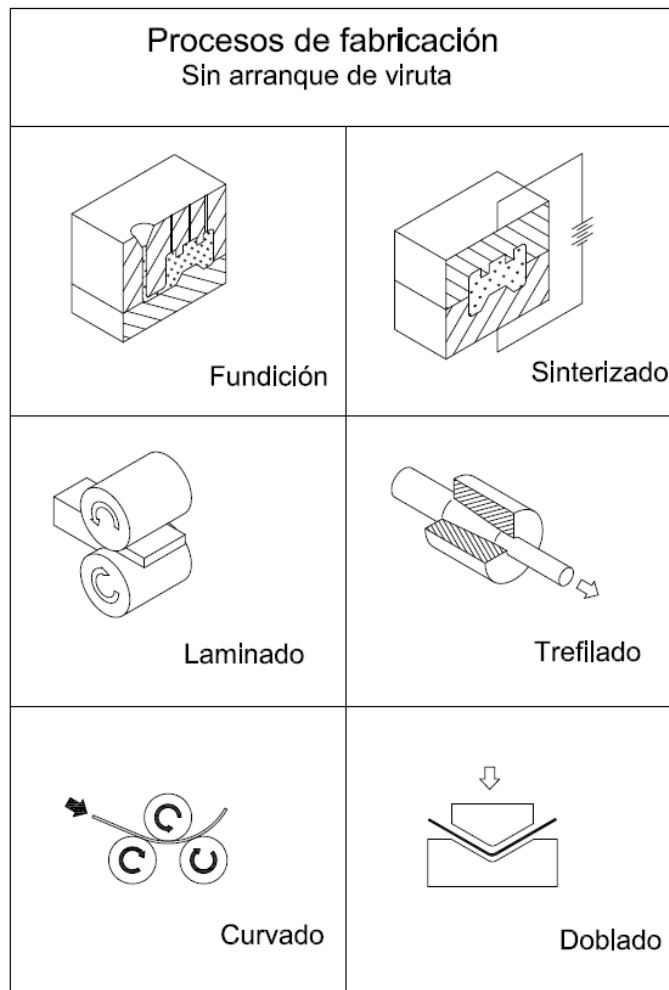
Sinterizado: Es un proceso de fabricación de dispositivos mecánicos a través de la compresión de polvos y otros elementos, se necesita una prensa para comprimir los polvos. La compresión puede ser en frío o en caliente, objetivo: incrementar la fuerza y resistencia de la pieza.

Laminado: El laminado es un proceso de deformación volumétrica en el que se reduce el espesor inicial del material trabajado mediante las fuerzas de compresión que ejercen dos rodillos sobre la pieza/material de trabajo. Los rodillos giran en sentidos opuestos para que fluya el material entre ellos.

Trefilado: trefilar es la operación de conformación en frío consistente en la reducción de sección de un alambre o varilla haciéndolo pasar a través de un orificio cónico practicado en una herramienta llamada hilera o dado.

Curvado/Doblado: se hace sobre chapas, si el radio de doblado es pequeño, se denomina doblado, si es grande, recibe el nombre de curvado.

Figura 25. Procesos de fabricación sin arranque de viruta-1.



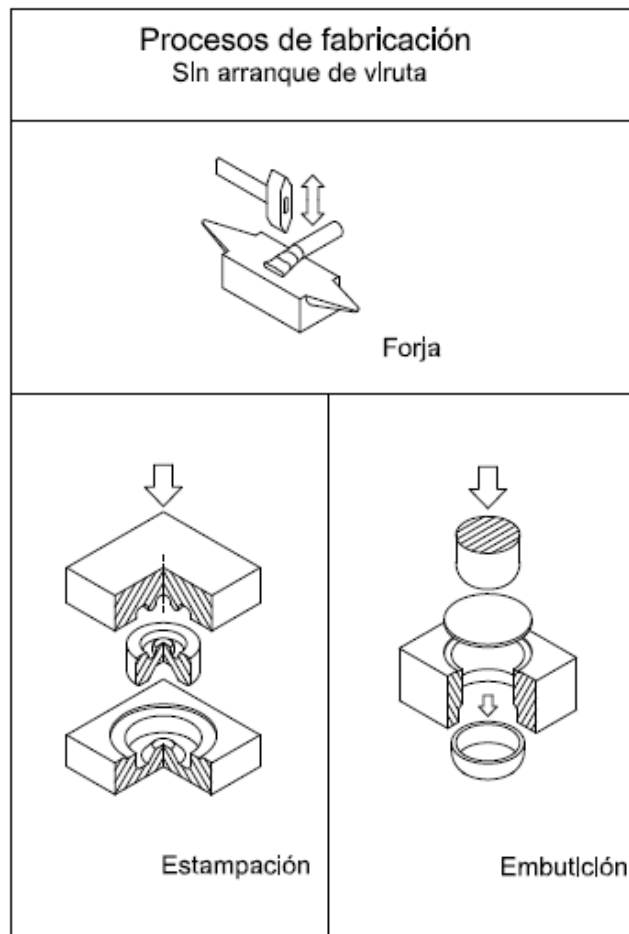
Fuente: disponible en internet. <http://ocw.unican.es/enseanzas-tecnicas/ingenieria-grafica/material-de-clase> 1/2.1%20Procesos%20de%20Fabricacion.pdf

Forja: La forja, al igual que la laminación y la extrusión, es decir, puede realizarse en caliente o en frío y en el que la deformación del material se produce por la aplicación de fuerzas de compresión.

Estampación: La estampación es un tipo de proceso de fabricación por el cual se somete un metal a una carga de compresión entre dos moldes La estampación se puede hacer tanto en caliente como en frío.

Embutición: Consiste en fabricar elementos huecos a partir de Planchas de acero.

Figura 26. Procesos de fabricación sin arranque de viruta-2.



Fuente: disponible en internet. <http://ocw.unican.es/enseanzas-tecnicas/ingenieria-grafica/material-de-clase> 1/2.1%20Procesos%20de%20Fabricacion.pdf

2.9.2 Procesos de fabricación con arranque de viruta, ver Figura 27

Torneado: El torneado consiste en arrancar viruta por medio de un filo o herramienta que avanza longitudinalmente mientras la pieza que se va a mecanizar gira accionada por el torno. Cuando la herramienta se desplaza paralelamente al eje de giro, se denomina cilindrado; cuando la herramienta se desplaza perpendicularmente al eje de giro, se denomina refrentado.

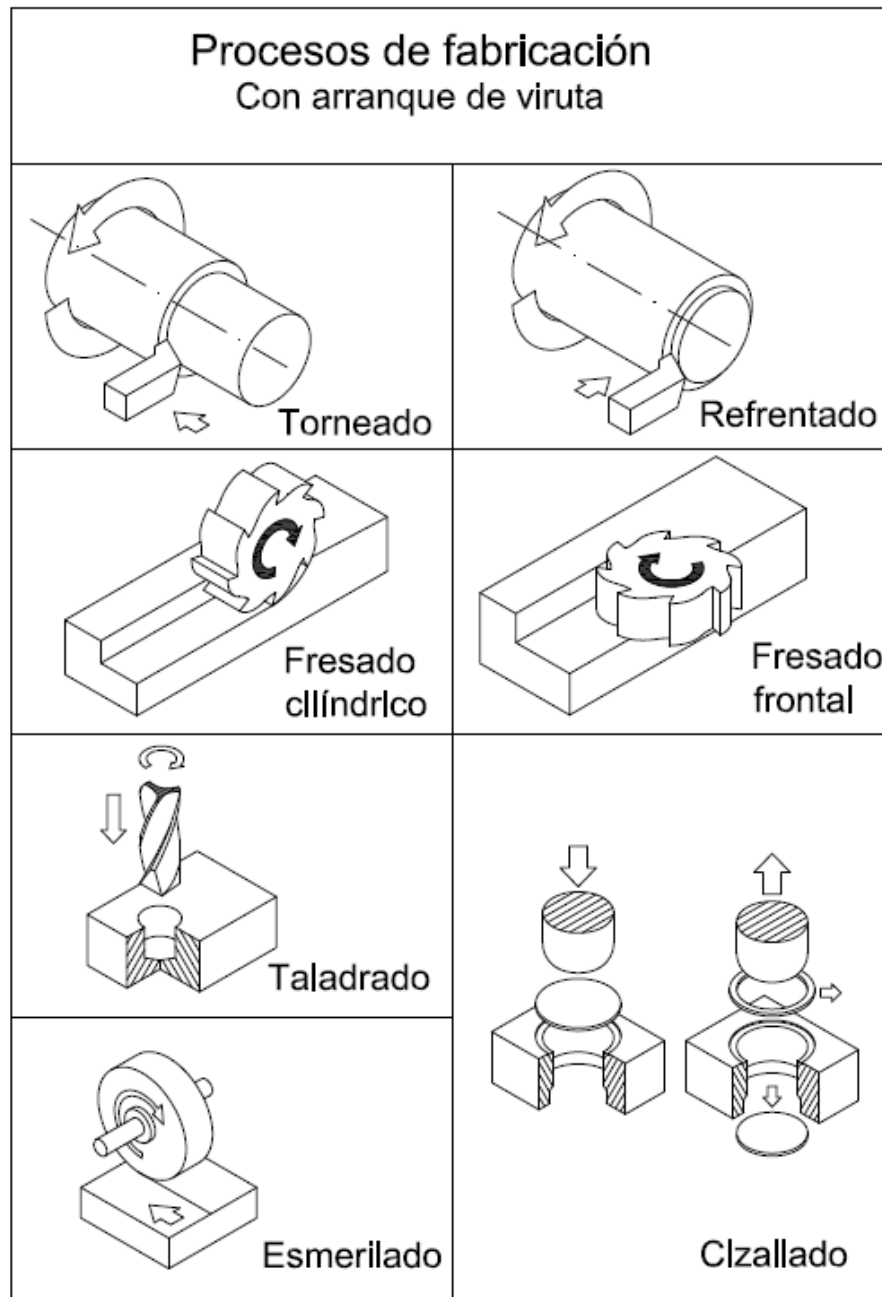
Fresado: El fresado es una operación donde el elemento que se desplaza longitudinalmente es la pieza a la que se le va a dar forma mientras que la herramienta tiene exclusivamente un movimiento de giro. Según su posición, el fresado puede ser cilíndrico, cuando el eje de giro de la fresa es paralelo a la superficie de corte, o frontal, cuando el eje de giro de la fresa es perpendicular a la superficie de corte.

Taladrado: En la operación de taladrado las brocas tienen un movimiento longitudinal de avance y uno de rotación, mientras que la pieza a taladrar permanece fija.

Esmerilado: El afilado de herramientas y el rectificando de piezas se realizan con una herramienta llamada muela. Trata de eliminar las posibles irregularidades surgidas durante un mecanizado anterior y con ella se obtienen piezas con un buen acabado superficial. El proceso de fabricación se denomina esmerilado. Cuando el objetivo es obtener un buen acabado superficial la operación se llama rectificando, y se realiza en una rectificadora. El rectificando puede realizarse en interiores o exteriores de las piezas. En determinadas ocasiones, el acabado que ofrece el rectificando no es suficiente ya que, por ejemplo, ciertas irregularidades pueden ocasionar rozamientos no deseables. Entonces se recurre a las operaciones de pulido y bruñido.

Cizallado: Es la operación de corte de una lámina de metal a lo largo de una línea recta entre dos bordes de corte. El cizallado se usa típicamente para reducir grandes láminas a secciones más pequeñas para operaciones posteriores de prensado.

Figura 27. Proceso de fabricación con arranque de viruta



Fuente: disponible en internet. <http://ocw.unican.es/enseanzas-tecnicas/ingenieria-grafica/material-de-clase> 1/2.1%20Procesos%20de%20Fabricacion.pdf

2.10 SIMBOLOS SUPERFICIALES

El estado superficial de una pieza depende de:

- la función de la pieza
- su procedimiento de obtención

Aparte de las tolerancias dimensionales y geométricas, los planos que delimitan una pieza han de poseer las indicaciones oportunas acerca de la calidad de cada una de sus superficies. La calidad superficial depende de la función (deslizamiento /contacto /libre) de cada una de las superficies y del proceso de obtención de las mismas (fundición/mecanizado/rectificado).

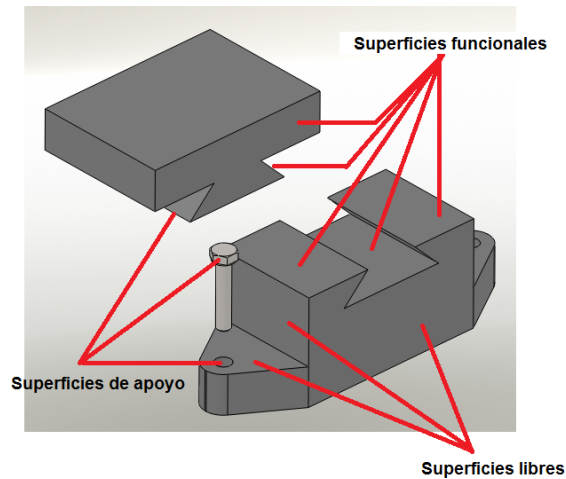
Las superficies se pueden clasificar en función de la labor que desarrollan en el conjunto donde van instaladas, ver **Figura 28, pág. 67**.

Superficies funcionales: son las que afectan directamente al funcionamiento de la máquina. Pueden ser de contacto o con movimiento relativo respecto a otras. Suelen requerir un acabado esmerado.

Superficies de apoyo: sirven de base o soporte a otras superficies, por tanto, están en contacto permanente con ellas. Suelen requerir un acabado de desbastado.

Superficies libres: son las que no tienen una función especial, no suelen mecanizarse y es suficiente con que sean lisas y regulares. A veces se les somete a tratamiento como pintado, cromado, cincado, niquelado, cobreado, etc.

Figura 28. Clasificación de las superficies en función de la labor que desarrollan



Fuente: Autores

La rugosidad media es el valor práctico que generalmente se emplea para especificar la rugosidad, ver **Figura 29**.

La rugosidad media se puede expresar de forma numérica (mediante el valor de Ra) o simbólica. Para la representación simbólica se emplea la letra N seguida de un número comprendido entre 1 y 12.

Figura 29. Clases rugosidad y equivalencias

Ra máxima (µm)	Clase de rugosidad	Rugosidad DIN 140 (muy antiguos)	Tipo	Ejemplos de aplicación
50 25	N12 N11		Sin arranque de material	Fundición en arena, por deformación en caliente
12.5 6.3	N10 N9		Operaciones de desbaste	Mecanizado en desbaste
3.2 1.6	N8 N7		Operaciones de intermedias (Pasadas de acabado)	Frenos y de disco embragues
0.8 0.4	N6 N5		Operaciones de acabado (Escariado, rectificado)	Cojinetes de fricción
0.2 0.1	N4 N3		Operaciones de superacabado (rectificado fino, bruñido)	Cilindros hidráulicos
0.05 0.025	N2 N1		Operaciones especiales (lapeado)	Bolas de rozamiento

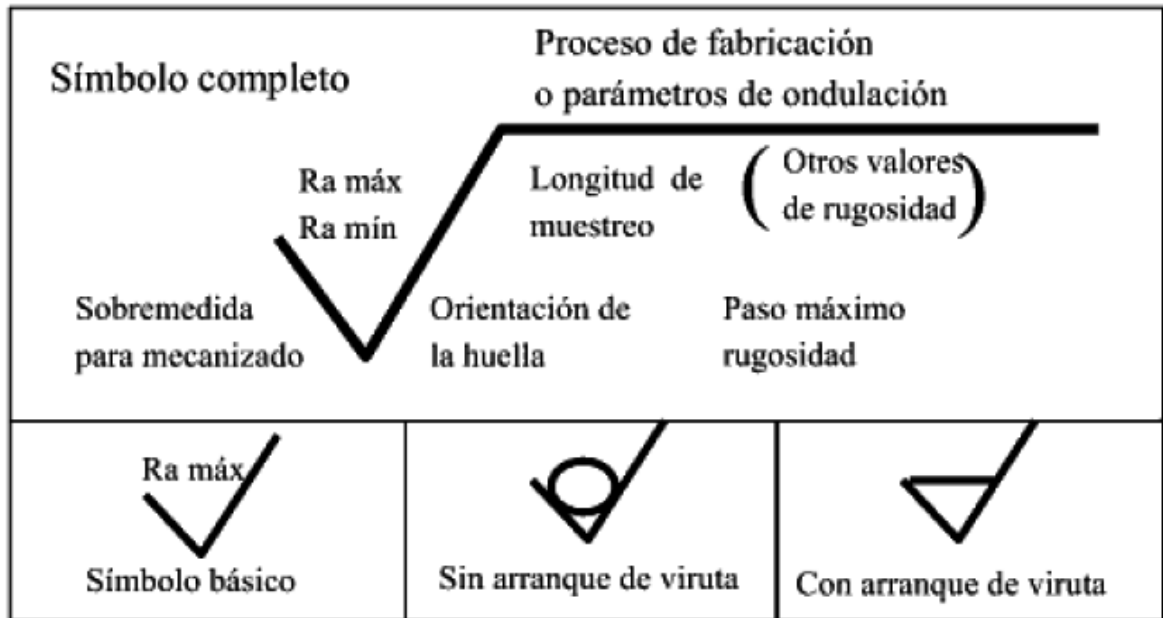
Fuente: RODRIGUEZ MONTES, Julián. Procesos industriales para materiales metálicos.

Figura 30. Rugosidad media para procesos de conformación según la norma DIN 4766

		Ra EN MICRAS												
		50	25	12,5	6,3	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1	0,05	0,025	
RUGOSIDADES OBTENIDAS POR ACABADOS NATURALES Y MECANIZADOS SIN ARRANQUE DE VIRUTA	PULIDO									■	■	■	■	
	ESTAMPADO			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	FORJADO			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	GRANALLADO			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	LAMINADO	roscado-extrusión en caliente		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
		trefilado-estirado en frío		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	MATRIZADO	en caliente		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
		en frío		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	FUNDICION	en arena		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
		a cera perdida - proc. Shaw		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
		en coquilla por gravedad		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
		en coquilla a presión		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	ARENADO			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
SIGNOS DE MECANIZADO				▼			▼▼			▼▼▼				
RUGOSIDADES OBTENIDAS POR MECANIZADO CON ARRANQUE DE VIRUTA	Ra EN MICRAS													
	MANDRINADO	con fil de acero				■	■	■	■	■	■	■	■	■
		con fil carburado o diamantado				■	■	■	■	■	■	■	■	■
		con mandril				■	■	■	■	■	■	■	■	■
	BROCHADO				■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	PUNZONADO				■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	ELECTROEROSION				■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	FRESADO	frontal			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		plano			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	RASQUETADO				■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	LIMADO				■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	RECTIFICADO	a mano				■	■	■	■	■	■	■	■	■
		con disco				■	■	■	■	■	■	■	■	■
		electrolítico				■	■	■	■	■	■	■	■	■
	MORTAJADO				■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	OXICORTE				■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	TALADRADO CON BROCA				■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	BRUÍDO	mecánico				■	■	■	■	■	■	■	■	■
		electrolítico				■	■	■	■	■	■	■	■	■
	CEPILLADO				■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	RECTIFICADO	cilíndrico				■	■	■	■	■	■	■	■	■
		plano				■	■	■	■	■	■	■	■	■
		con diamante				■	■	■	■	■	■	■	■	■
	ESMERILADO	con piedra				■	■	■	■	■	■	■	■	■
		con utilaje				■	■	■	■	■	■	■	■	■
	ASERRADO				■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	SUPERACABADO				■	■	■	■	■	■	■	■	■	
TALLADO	con fresa de módulo				■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	con fresa madre				■	■	■	■	■	■	■	■	■	
TORNEADO	herramienta de acero				■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	herram. de carburo o diamante				■	■	■	■	■	■	■	■	■	

Fuente: Métodos de fabricación y rugosidad de superficies DIN 4766.

Figura 31. Símbolos de indicación de la rugosidad

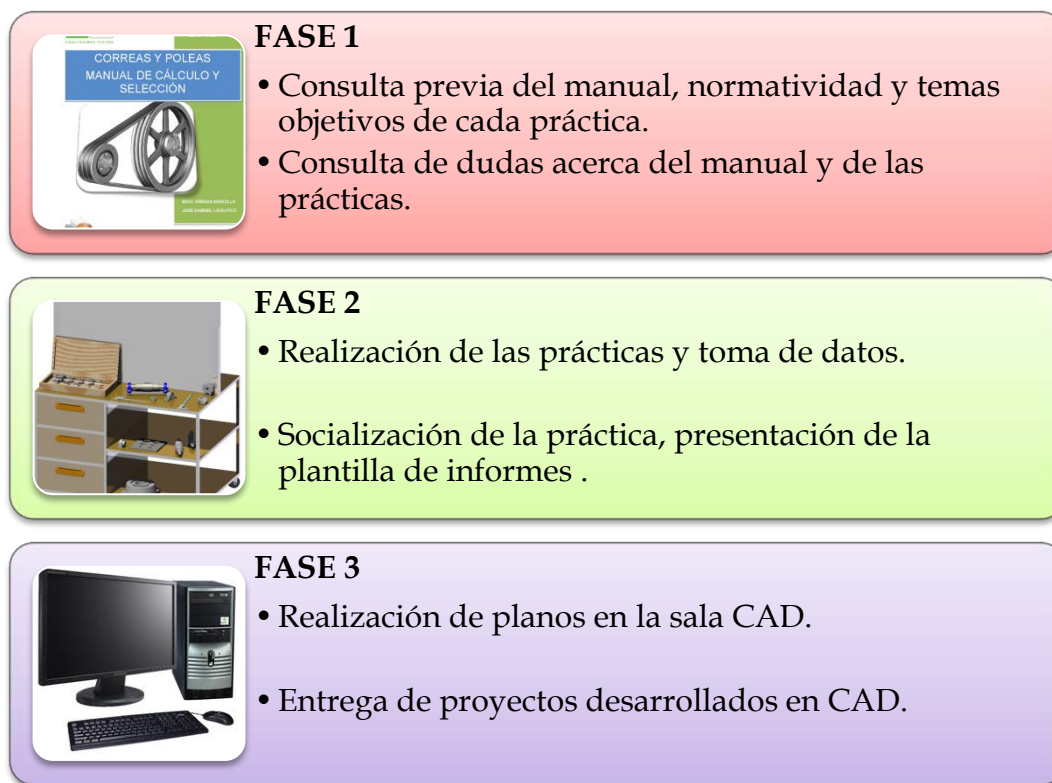


Fuente: RODRIGUEZ MONTES, Julián. Procesos industriales para materiales metálicos.

3 METODOLOGÍA PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRÁCTICAS

La metodología está compuesta de seis pasos fundamentales con los cuales se pretende pasar de un componente teórico a un componente práctico como estrategia de aprendizaje, estos seis pasos están clasificados en tres fases, que son las siguientes:

Figura 32. Secuencia de las fases a ejecutar para la realización de las practicas



Fuente: Autores

3.1 DESARROLLO DE LA FASE 1

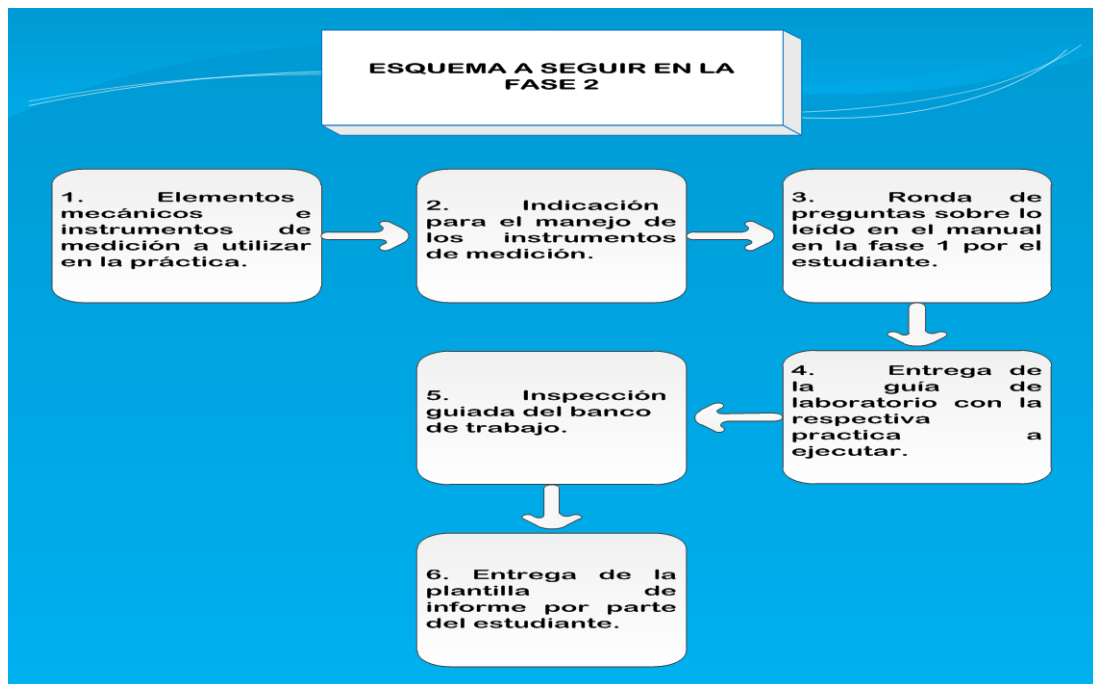
Se realizó un material de trabajo el cual se les presentara a los estudiantes como un manual que constara de una introducción y un marco teórico amplio que abarca

los temas necesarios para el desarrollo de la temática Ejes-Árboles y Transmisión de Potencia por Elementos Flexibles de la materia Diseño Gráfico.

3.2 DESARROLLO DE LA FASE 2

La ejecución de la práctica se centró en la elaboración de guías de procedimiento para cada práctica, con su respectiva plantilla de informe para que sea desarrollada y ejecutada durante un tiempo de permanencia máximo de dos horas en la práctica.

Figura 33. Esquema a seguir en la fase 2



Fuente: Autores

1. **Elementos mecánicos e instrumentos de medición a utilizar en la práctica.** En el primer paso de la fase 2 se pondrán a disposición de los estudiantes una serie de elementos mecánicos para cada una de las prácticas:

Ejes-Arboles **Figura 34**, Transmisión de Potencia por poleas y correas en V **Figura 35**, Transmisión de Potencia por cables **Figura 36**, Transmisión de Potencia por cadenas **Figura 37**, instrumentos de medición **Figura 38**, el objetivo es que el estudiante interactúe con los elementos y tenga un mejor entendimiento de la teoría, a su vez realice pruebas y mediciones para identificar cada elemento.

Figura 34. Elementos mecánicos para la práctica de Ejes-Arboles



Fuente: Autores

Figura 35. Elementos de la práctica de transmisión de potencia por correas



Fuente: Autores

Figura 36. Elementos de la práctica de cables



Fuente: Autores

Figura 37. Elementos de la práctica de transmisión de potencia por cadenas



Fuente: Autores

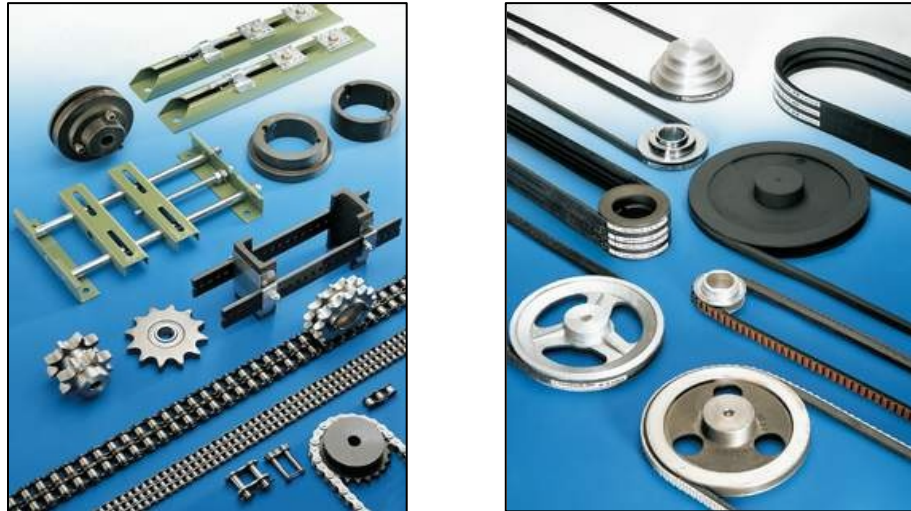
Figura 38. Instrumentos de medición para la práctica



Fuente: Autores

En la **Figura 39**, se muestra una variedad de elementos mecánicos para la transmisión de potencia por elementos flexibles que se pueden conseguir en el mercado.

Figura 39. Elementos mecánicos para la práctica de Transmisión de Potencia por Elementos Flexibles.



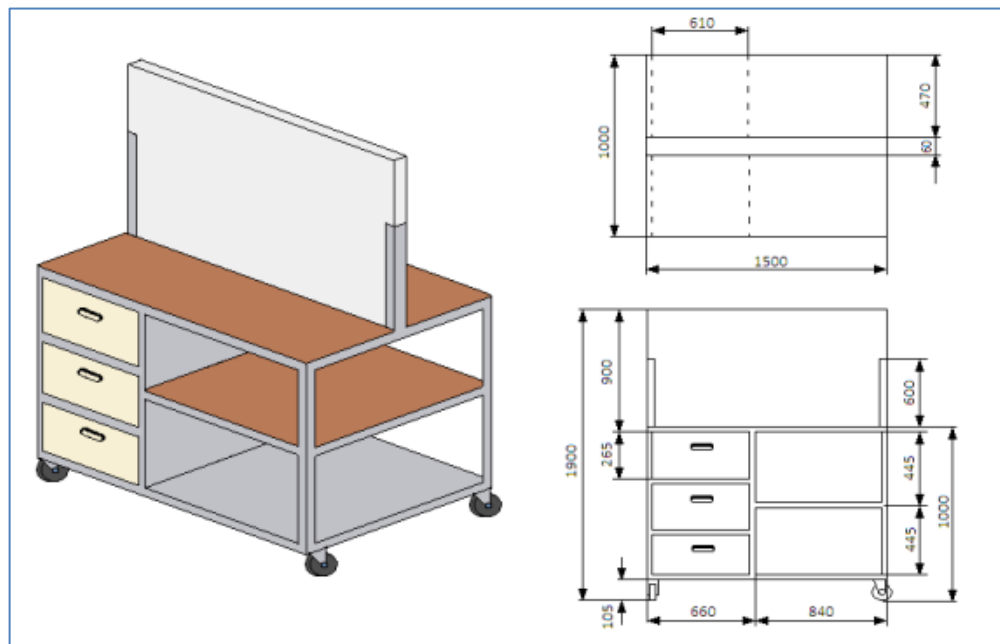
Fuente: Autores

2. **Indicación para el manejo de los instrumentos de medición.** Antes de dar inicio al desarrollo de la práctica, por parte del auxiliar se deben dar las indicaciones para el manejo de los instrumentos de medición y su correcta aplicación en la toma de dimensiones.
3. **Ronda de preguntas sobre lo leído en el manual en la fase 1 por el estudiante.** Se hará una ronda de preguntas con el fin de evaluar la actitud y responsabilidad que tiene el estudiante con la lectura del manual.
4. **Entrega de la guía de laboratorio con la respectiva practica a ejecutar.** El estudiante recibirá la guía con la práctica a realizar durante las dos horas donde encontrara los procedimientos, las instrucciones, las actividades, los

pasos a seguir durante el desarrollo de la misma, los materiales y la plantilla de informe que se debe realizar en la práctica.

- 5. Inspección guiada del banco de trabajo, ver Figura 40.** El proceso de toma de datos, de reconocimiento físico de los elementos de medición, elementos mecánicos, puede ser orientado por el docente o por un auxiliar para que brinde apoyo y asesoría en éste proceso con el fin de que el estudiante logre el objetivo propuesto por la práctica.

Figura 40. Plano Cad del banco



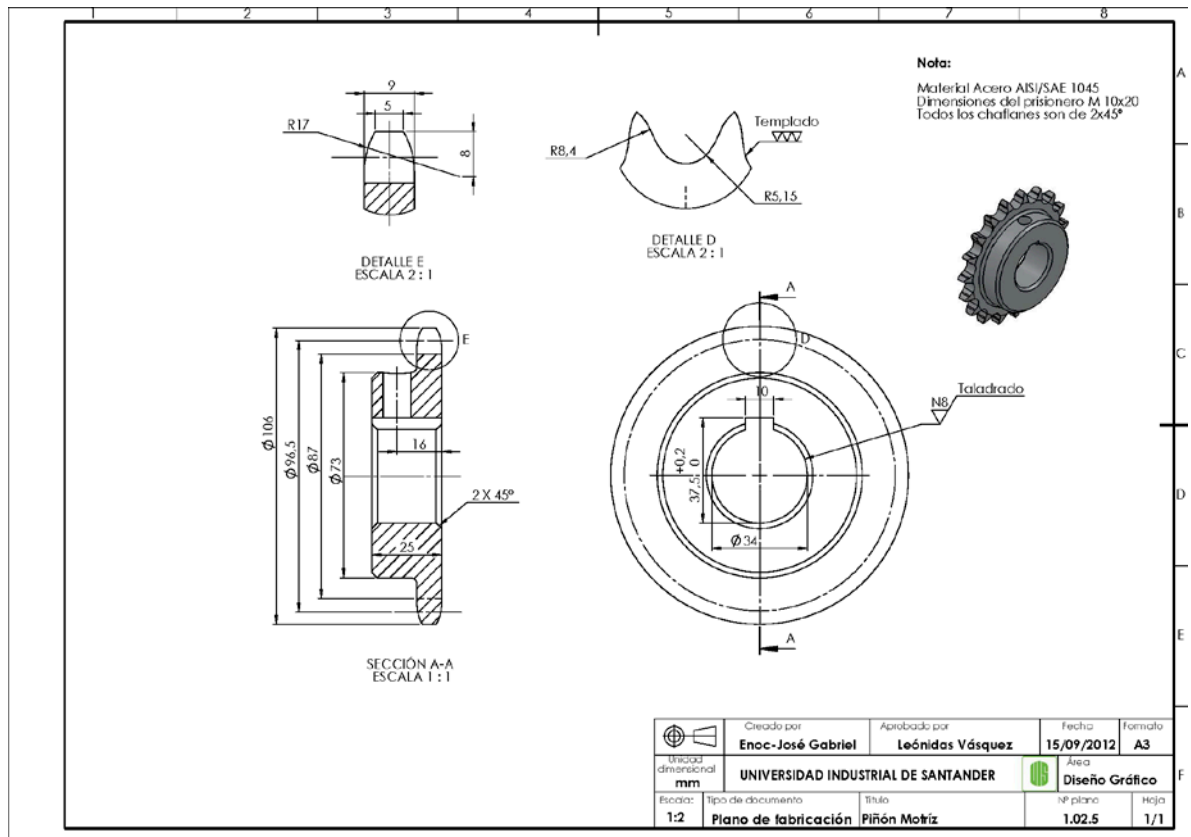
Fuente: Autores

- 6. Entrega de la plantilla de informe por parte del estudiante.** En esta etapa el docente de manera cuantitativa y cualitativa evaluará el avance, desarrollo y alcance de los objetivos que hayan cumplido los estudiantes en el desarrollo de la práctica de laboratorio.

3.3 DESARROLLO DE LA FASE 3

Para finalizar, el estudiante debe realizar un modelo mediante la herramienta CAD de uno de los elementos de los muestrarios de cada kit o elemento que corresponda a cada práctica, ver **Figura 41**, además debe realizar el respectivo plano de cada una de las piezas modeladas en el CAD, aplicando los criterios para el dibujo de fabricación o de taller bajo las respectivas normas Icontec para representación de dibujos.

Figura 41. Ejemplo de un plano de fabricación para un piñón de cadena



Fuente: Autores

4 PRUEBA DE ENSAYO Y VERIFICACIÓN DE LA METODOLOGIA IMPLEMENTADA EN LAS PRACTICAS

Debido a que la información que se implementó en los manuales del proyecto está basada en normas y estándares de fabricación, se da la necesidad de comprobar lo teórico con lo real. Por tal motivo se elaboran prácticas de comprobación con el objetivo de medir los alcances del proyecto, con ayuda del profesor y de 2 estudiantes voluntarios.

4.1 OBJETIVO DE LA PRÁCTICA

- Verificar si las piezas que se disponen en el banco cumplen con las normas y parámetros de diseño necesarios para su fabricación.
- Validación del tiempo máximo establecido para el desarrollo de las prácticas.
- Verificar el proceso pedagógico y de aprendizaje.

4.2 ESTUDIANTES VOLUNTARIOS

Los estudiantes voluntarios que desarrollaron la práctica son:

Jorge Armando Antolinez González con código 2091952 quien actualmente cursa la asignatura diseño gráfico.

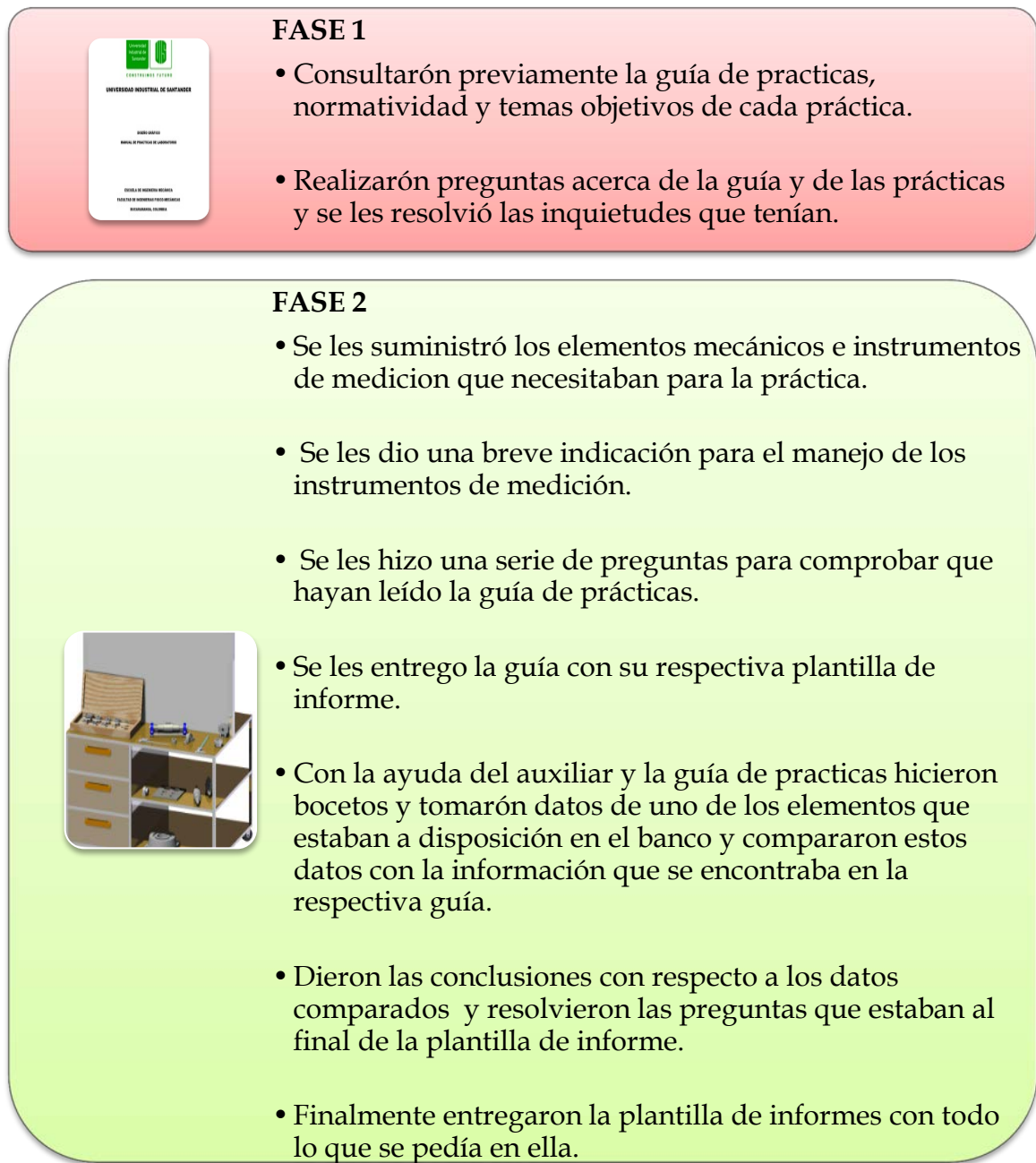
Mauricio Alejandro Pérez con código 2102345 quien actualmente cursa la asignatura diseño gráfico.

Ambos son estudiantes de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad Industrial de Santander.

4.3 DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

El esquema que siguieron los estudiantes fue el siguiente:

Figura 42. Secuencia de las fases que ejecutaron los estudiantes



Fuente: Autores

A continuación se adjuntan las fotos de registro de la práctica que realizaron los estudiantes Jorge Armando y Mauricio Alejandro y de los elementos que se dejaron a disposición en el banco de prácticas de ejes – árboles y transmisión de potencia por elementos flexibles.

Figura 43. Elementos de la práctica de transmisión de potencia por correas en V



Fuente: Autores

En la **Figura 43**, se muestra al auxiliar acomodando los elementos de la práctica en el banco.

En la **Figura 44**, se muestra el auxiliar dando las respectivas instrucciones a seguir en la práctica:

Figura 44. Inicio de la práctica



Fuente: Autores

Figura 45. Reconocimiento de los elementos y desarrollo de la guía



Fuente: Autores

Después de reconocer los elementos que se encuentran en el banco cada estudiante empieza a desarrollar la plantilla de informes, ver **Figura 45**.

Figura 46. Realización de bocetos



Fuente: Autores

En la **Figura 46**, se encuentran realizando bocetos de la polea escogida por el estudiante.

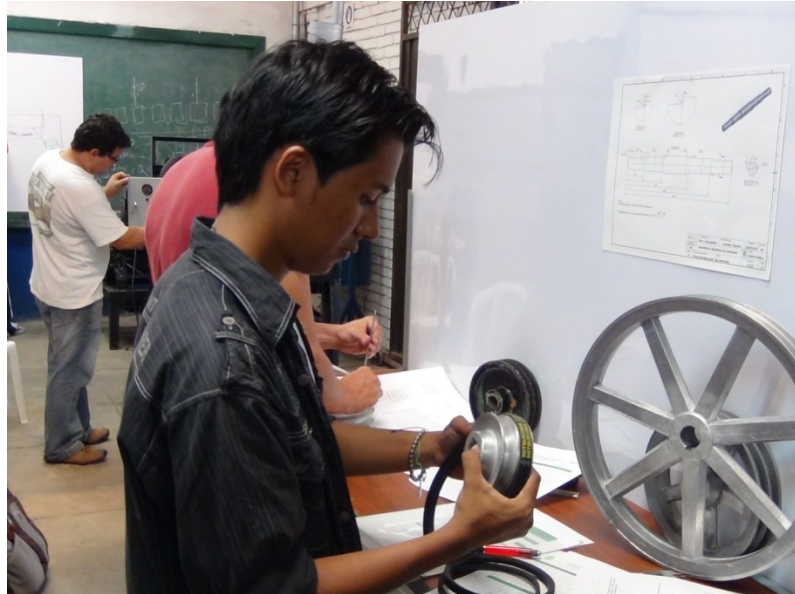
Figura 47. Medición de los elementos (polea)



Fuente: Autores

En la **Figura 47**, se muestra a los estudiantes tomando dimensiones de la polea.

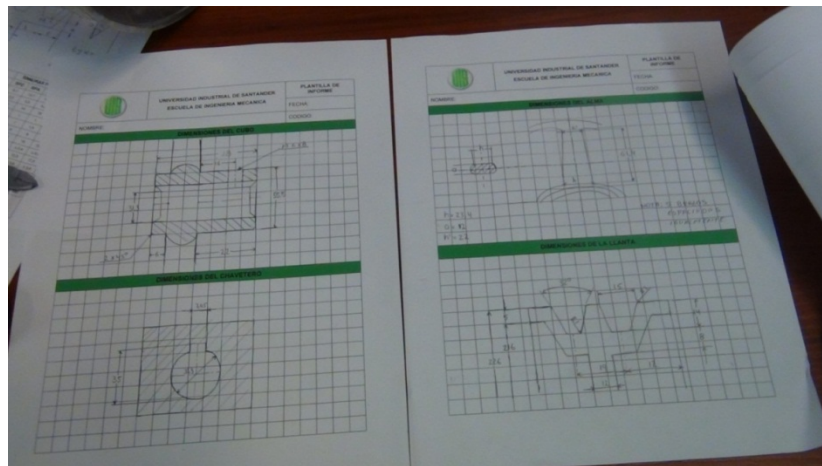
Figura 48. Verificación del tipo de polea



Fuente: Autores

En la **Figura 48**, los estudiantes se encuentran identificando el tipo de canal de la polea y verificando que la correa asentara correctamente.

Figura 49. Bocetos de la polea



Fuente: Autores

En la **Figura 49**, se muestran los bocetos terminados con sus respectivas dimensiones.

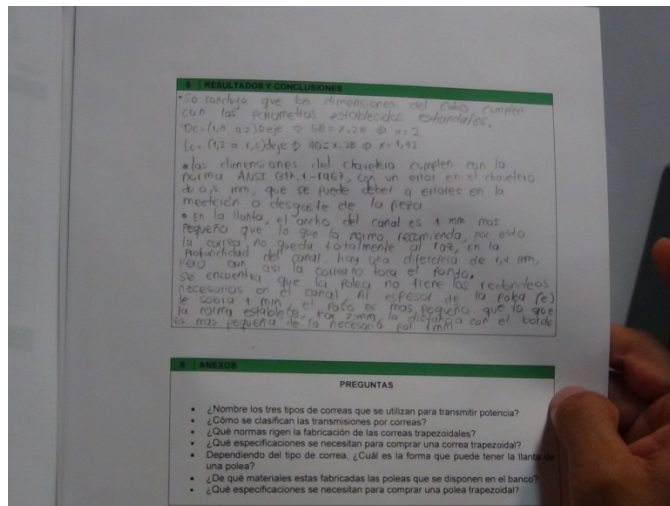
Figura 50. Comparando datos con respecto a la norma



Fuente: Autores

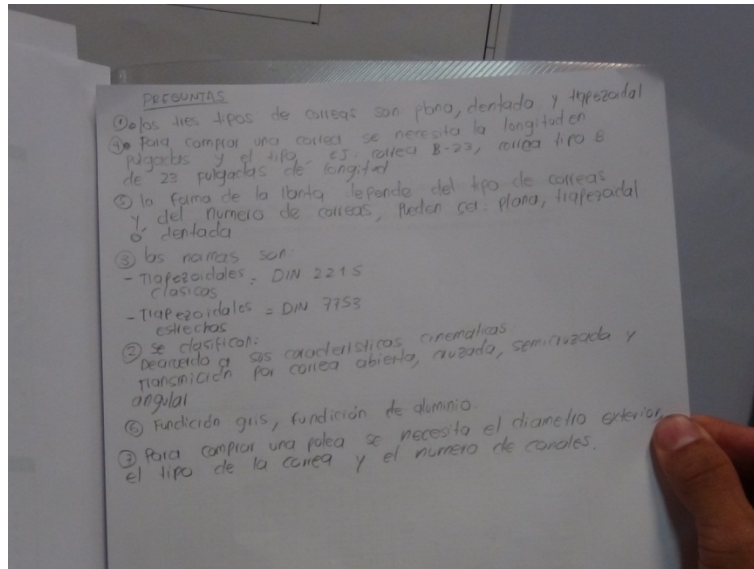
En la **Figura 50**, se encuentran los estudiantes haciendo comparaciones de las dimensiones que colocaron en los bocetos con los que se encuentran en la guía de la práctica que son los que recomienda las normas y los fabricantes, para así poder dar las respectivas conclusiones.

Figura 51. Conclusiones y recomendaciones hechas por el estudiante



Fuente: Autores

Figura 52. Respuesta a las preguntas de la guía



Fuente: Autores

En la **Figura 52**, se muestra las respuestas que dio el estudiante a las preguntas que aparecen al final de la plantilla de informe.

Figura 53. Finalización de la práctica



Fuente: Autores

En la **Figura 53**, se muestra el auxiliar verificando que los estudiantes hayan entregado todas las hojas de la guía de laboratorio para que posteriormente el profesor revise y evalúe lo entregado por los estudiantes.

4.3.1 Tiempo de ejecución de la práctica

El tiempo que se registró en el desarrollo de cada práctica fue el siguiente:

Tabla 9. Registro de tiempos por cada práctica desarrollada

Práctica desarrollada	Tiempo de ejecución (minutos)
Ejes y árboles	100
Transmisión de potencia por correas	110
Transmisión de potencia por cadenas	115
Cables	80

Fuente: Autores

En la **Tabla 9**, anterior se observa el tiempo de duración para cada práctica. Con lo cual se verifica el cumplimiento, de dos horas como tiempo máximo para el desarrollo de la actividad.

Con lo anterior se demuestra que el proceso pedagógico implementado en las prácticas resulta ser el adecuado puesto que los estudiantes ponen en práctica todos los conocimientos adquiridos en el aula de clase.

5 RECURSOS DIGITALES

Surge la necesidad de complementar la documentación suministrada en el proyecto mediante recursos digitales, los cuales permitan un mayor entendimiento de la teoría implementada.

Con esto se pretende motivar al estudiante mediante videos que ilustran el diseño y la manufactura de las diferentes piezas abordadas en las prácticas, además de video-tutoriales en SolidWorks donde enseñe al estudiante aplicar la herramienta Cad para el siguiente propósito:

- Realizar representaciones bi y tridimensionales de cada elemento visto en la práctica.
- Realizar planos bajo normas Icontec de dibujos de fabricación que faciliten la comunicación en el diseño mecánico.
- Elaborar planos y diagramas cinemáticos.
- Elaborar diseños gráficos de conjuntos de sistemas mecánicos que cumplan una función específica.

Esta recopilación de información se deja como anexos digitales en el cd del proyecto.

6 CONCLUSIONES

Se cumplió con los objetivos propuestos para el proyecto de grado, participando en la realización del laboratorio de diseño gráfico, mediante el diseño y construcción de una herramienta de aprendizaje en el área de ejes-árboles y transmisión de potencia por elementos flexibles, luego se incorporó el dibujo de fabricación como tema central de aprendizaje dentro de la experiencia.

A partir de esta experiencia pudimos participar en el diseño y elaboración de material pedagógico, buscando que el aprendizaje de cada uno de los temas desarrollados en las practicas fuese lo más sencillo posible, puesto que todos sin excepción son de gran importancia para el ingeniero mecánico.

Se desarrolló un nuevo procedimiento de ejecución de práctica con tres fases, de fácil y rápido entendimiento, donde se implementara un proceso de aprendizaje eficaz para el estudiante.

Se observó que los estudiantes mostraron un mayor interés en el aprendizaje debido al contacto real con los diferentes elementos mecánicos que se utilizan para la transmisión de potencia, suministrados en el banco de prácticas. Los estudiantes aseguran que mediante esta metodología les resulta más fácil aclarar los conceptos adquiridos en clase.

7 RECOMENDACIONES

Se debe disponer de un auxiliar que brinde apoyo y resuelva las inquietudes que puedan tener los estudiantes durante el desarrollo de las prácticas. Este auxiliar deberá hacerse cargo de cada uno de los elementos que se encuentren en los bancos de laboratorio de diseño gráfico.

Que la escuela de ingeniería mecánica solicite a la biblioteca la adquisición de la licencia para el acceso de las diferentes normas que se necesitan para los ingenieros mecánicos, como las normas ISO, DIN, y ASME.

Que la teoría implementada en las clases vaya de la mano con los catálogos de fabricantes que se consiguen en el mercado y no con las tablas que se suministran los libros de diseño, puesto que muchas veces esta información no corresponde con los productos estándar que se comercializan, y pueden llevar al estudiante a realizar diseños muy costosos.

Para continuar con el proceso de creación del aula del laboratorio de diseño gráfico se hace necesario formular las prácticas faltantes como proyectos de grado para que estudiantes en los próximos semestres puedan ejecutarlas y con esto continuar con el mejoramiento de la calidad técnica de la escuela de ingeniería mecánica.

BIBLIOGRAFIA

CAICEDO C, Jorge A. Diseño de elementos de máquinas. Teoría y práctica. t.2. Cali: El autor, 1984. p. 1200.

DUNLOP. Correas de transmisión industrial. Catálogo [en línea]. Chubut 1136 B1661BFX [Buenos Aires]: [Citado el 10 de mayo de 2012]. Descargado de Internet: <http://www.martinezgambino.com.ar/catalogo_correas.pdf>.

DURÁN MARTÍNEZ, Álvaro Javier- MORA JAIMES, Hernán Darío. Diseño para el montaje y desarrollo del laboratorio de diseño gráfico. 3aparte: Manual y diseño de prácticas. Bucaramanga 2011. Trabajo de grado (Ingeniería Mecánica) Universidad industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Mecánica.

FAULKNER. L.L. Standard handbook of chains. 2 ed. Ohio: CRC press Taylor & Francis Group, 2006. p. 85 -109.

HAMROCK, Bernard J. Elementos de máquinas. México: McGRAW-HILL, 2000. p. 851.

INSTITUTO ALEMÁN DE NORMALIZACIÓN. Extremos de ejes cilíndricos. DIN 748. 8 ed. Barcelona: Balzola-Bilbao, 1970. p. 244.

INSTITUTO ALEMÁN DE NORMALIZACIÓN. Extremos de ejes cónicos. DIN 750. 8 ed. Barcelona: Balzola-Bilbao, 1970. p. 246.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACION. Cadenas de transmisión de precisión y sus ruedas dentadas. NTC-1471. Bogotá: El instituto, 2001. 14 p.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACION. Correas en V para uso industrial. NTC-1702. Bogotá: El instituto, 2001. p. 3.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACION. Cables de acero para propósitos generales. NTC-3236. Bogotá: El instituto, 1991. p. 7.

INTERMEC LTDA. La transmisión de potencia por cadenas de rodillos. Catálogo [en línea]. [Bogotá]: [Citado el 9 de agosto de 2012]. Descargado de Internet: <http://www.intermec.com.co/web_intermec/index.php?option=com_content&task=view&id=20&Itemid=32#rodillos>.

KURMAZ, Leonid. Podstawy konstrukcji maszyn. Projektowanie. 10 ed. Warsaw: Wimir, 2006. p. 41-56.

LARBURU ARRIZABALAGA, Nicolás (2004). Máquinas. Prontuario. Técnicas máquinas herramientas. Madrid: Thomson Editores. ISBN 84-283-1968-5.

MOTT, Robert L. Diseño de elementos de máquinas. 4 ed. México: Pearson, 2006. p. 530-563.

OPTIBELT. Manual técnico para transmisiones por correas trapeciales. Catálogo [en línea]. [Buenos Aires]: [Citado el 24 de abril de 2012]. Descargado de Internet: <http://www.martinezgambino.com.ar/catalogo_correas.pdf>.

ORTEA VARELA, Enrique. Montaje y mantenimiento mecánico. Barcelona: El autor, 2008. p. 103-114.

RESHETOV, D.N. Atlas de elementos de máquinas y mecanismos. 8 ed. Barcelona: CEAC, 1985. 411 p.

RODRÍGUEZ MONTES, Julián. Procesos industriales para materiales metálicos. 2 ed. Madrid: Visión Net, 2009. p. 66.

ROJAS GARCIA, Hernán. Diseño de máquinas II. Transmisiones flexibles. t.3. Bucaramanga: El autor, 1992. p. 23-50.

SHIGLEY, Joseph Edward y MITCHELL, Larry D. Diseño en ingeniería mecánica. 4 ed. México: McGraw-Hill, 1985. p. 797-814.

STRANEO, S.L y CONSORTI, R. El dibujo técnico mecánico. Barcelona: Hispano Americana, 1965. p. 387-395.

VANEGAS USECHE. Libardo V. Transmisiones por cadenas. Catálogo [en línea]. [Pereira]: [Citado el 7 de agosto de 2012]. Descargado de Internet: <<http://blog.utp.edu.co/lvanegas/files/2011/08/Cap-4-Transm-por-cadenas.pdf>>

V.M, Faires. Diseño de elementos de máquinas. 4 ed. Barcelona: Montaner y Simón, 1975. p. 595-606.

ANEXOS

**ANEXO A. MANUALES DE PRACTICA DE
TRANSMISIÓN DE POTENCIA POR
ELEMENTOS FLEXIBLES**

EJES Y ARBOLES MANUAL DE DISEÑO



ENOC ARENAS MANCILLA
JOSÉ GABRIEL LEÓN PICO



ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA



CONTENIDO

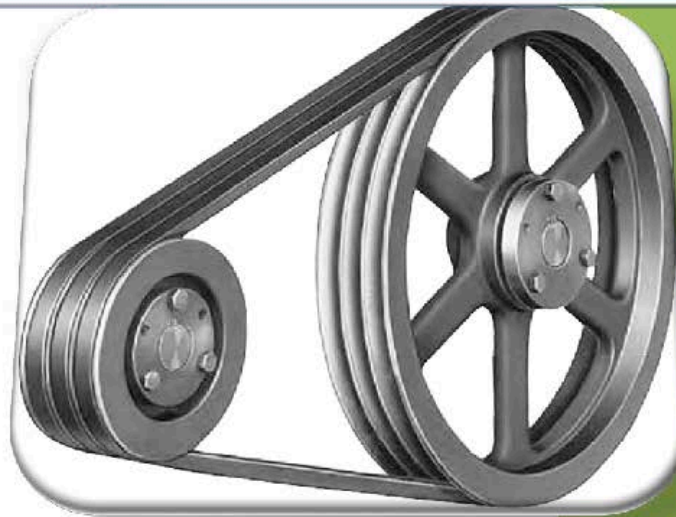
	Pág.
INTRODUCCION	3
1. EJES Y ARBOLES.....	4
1.1 DIFERENCIAS ENTRE UN EJE Y UN ARBOL	4
1.2 CLASIFICACION DE LOS EJES Y ARBOLES.....	6
1.3 MATERIALES PARA EJES Y ARBOLES.....	9
1.3.1 QUE ES UN ACERO.....	9
1.3.2 CLASIFICACIÓN DE LOS ACEROS.....	9
1.3.3 NORMALIZACIÓN DE LOS ACEROS	10
1.3.4 IDENTIFICACIÓN DE ACEROS SEGÚN EL SISTEMA SAE-AISI.....	10
1.3.5 ACEROS PARA EJES Y ARBOLES.....	11
1.3.6 ACEROS DE VENTA EN COLOMBIA PARA FABRICAR EJES.....	13
1.4 EXTREMOS DE LOS EJES Y ÁRBOLES	13
1.5 ÁRBOL NERVADO.....	16
1.6 ÁRBOL ESTRIADO.....	18
1.7 POSICIONAMIENTO DE LOS ELEMENTOS MONTADOS EN LOS EJES	20
1.8 CAMBIOS DE SECCION Y RADIO ENTRE DOS PARTES DEL EJE	28
2. DISEÑO DE EJES Y ARBOLES.....	31
2.1 EJEMPLO DE DISEÑO DE UN EJE	32
BIBLIOGRAFIA.....	39
ANEXOS.....	40



CONSTRUIMOS FUTURO

2012

CORREAS Y POLEAS MANUAL DE CÁLCULO Y SELECCIÓN



ENOC ARENAS MANCILLA
JOSÉ GABRIEL LEÓN PICO



ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA



CONTENIDO

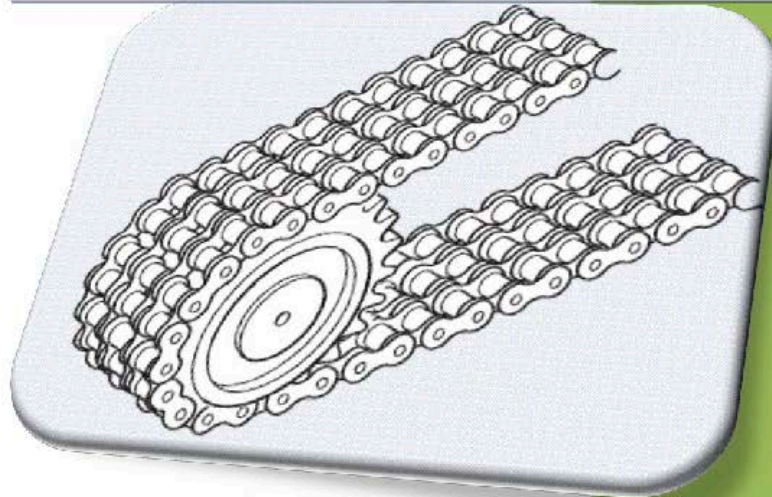
	Pág.
INTRODUCCION	4
1. QUE ES UNA CORREA	5
1.1 TIPOS DE CORREAS	5
1.1.1 Correas planas	5
1.1.2 Correas trapezoidales	8
1.1.3 Correas dentadas o sincrónicas	9
1.1.4 Correas poli-v.	10
1.1.5 Correas trapezoidales dobles en v	11
1.2 TENSIÓN DE LAS CORREAS	12
1.2.1 Clasificación de las transmisiones según el método de tensión	12
2. CRITERIOS DE SELECCIÓN DE CORREAS EN V	14
3. MÉTODO PARA EL CÁLCULO DE UNA TRANSMISIÓN	16
3.1 PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO.....	16
3.1.1 Calculo de la potencia de diseño.....	16
3.1.2 Selección del perfil de la correa.....	17
3.1.3 Elección de los diámetros de las poleas.....	19
3.1.4 Calculo del diámetro primitivo	20
3.1.5 Determinación de la longitud de la correa	21
3.1.6 Determinar la potencia efectiva transmitida por cada correa.....	22
3.1.7 Factor de corrección en función de la longitud de la correa.	22
3.1.8 Factor de corrección del ángulo de contacto	23
3.1.9 Velocidad de la correa.....	23
3.1.10 Capacidad de potencia de la correa	23
3.1.11 Cantidad de correas	25
3.2 EJEMPLO DE CÁLCULO	26
4. QUE ES UNA POLEA	42
4.1 PARTES DE UNA POLEA.....	42
4.2 TIPOS DE POLEAS.....	43
4.3 DIMENSIONES DE LAS POLEAS	46
4.3.1 Dimensionamiento del cubo	47



CORREAS Y POLEAS – CÁLCULO Y SELECCIÓN

4.3.2	Dimensionamiento de los brazos.....	49
4.3.3	Dimensionamiento de la llanta.....	50
4.3.4	Dimensionamiento del alma para poleas de disco	52
4.4	REPRESENTACIÓN DE POLEAS.....	53
4.5	EJEMPLO.....	56
	BIBLIOGRAFIA.....	61
	ANEXOS.....	62

CADENAS MANUAL DE CÁLCULO Y SELECCIÓN



ENOC ARENAS MANCILLA
JOSÉ GABRIEL LEÓN PICO



ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA



CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	4
1 QUE ES UNA CADENA	5
1.1 TIPOS DE CADENAS.....	5
1.1.1 Cadenas para aparatos de elevación.....	5
1.1.2 Cadenas para transportadores.....	6
1.1.3 Cadenas para transmisión de potencia.....	7
2 TRANSMISIÓN DE POTENCIA POR CADENAS DE RODILLOS	13
2.1 ANÁLISIS DINÁMICO.....	13
2.2 Diámetro primitivo de la rueda o del piñón	15
2.3 TIPOS O METODOS DE LUBRICACIÓN.....	16
2.3.1 Lubricación manual.....	16
2.3.2 Lubricación por goteo.....	17
2.3.3 Lubricación por baño.....	18
2.3.4 Lubricación por chorro.....	18
2.4 POTENCIA ADMISIBLE	19
2.4.1 Potencia admisible por fatiga	19
2.4.2 Potencia admisible por impacto	19
2.5 CADENAS EN PARALELO	19
2.6 CRITERIOS DE SELECCIÓN DE CADENAS DE RODILLOS	20
3 DISEÑO DEL PIÑÓN Y DE LA RUEDA	21
3.1 TRATAMIENTOS TÉRMICOS.....	21
3.2 TIPOS DE RUEDAS Y PIÑONES	21
3.3 DIMENSIONAMIENTO DE LA RUEDAS DENTADAS	23
3.3.1 Definiciones.....	24
3.3.2 Forma de los dientes de la rueda dentada	24
3.3.3 Forma del perfil del diente.....	25
3.3.4 Trazado del perfil longitudinal del diente.....	26
3.3.5 Trazado del perfil transversal del diente.....	28
3.4 DISEÑO DEL CUBO Y DEL ALMA DE LAS RUEDAS DENTADAS	29
3.4.1 Ruedas de acero.....	29



CADENAS Y PIÑONES – CÁLCULO Y SELECCIÓN

3.4.2	Ruedas dentadas de una sola hilera en fundición.....	31
3.4.3	Ruedas dentadas de múltiples hileras en fundición.	33
3.4.4	Ruedas dentadas de brazos.	34
4	MÉTODO PARA EL CÁLCULO DE UNA TRANSMISIÓN.....	36
4.1	CÁLCULO DE LA POTENCIA DE DISEÑO.....	36
4.2	DECIDIR EL TAMAÑO DE LA CADENA.....	37
4.3	DETERMINAR LA POTENCIA ESPECÍFICA.....	37
4.4	SELECCIÓN DEL NÚMERO DE DIENTES DEL PIÑÓN.....	38
4.5	DETERMINAR LA DISTANCIA ENTRE CENTROS.....	39
4.6	LONGITUD DE LA CADENA.....	39
4.7	CORRECCIÓN DE LA DISTANCIA ENTRE CENTROS.....	40
4.8	EJEMPLO DE CÁLCULO.....	40
4.8.1	Diseño de las ruedas dentadas para cadenas.....	54
	BIBLIOGRAFIA.....	63
	ANEXOS.....	64



CONSTRUIMOS FUTURO

2012

CABLES DE ACERO MANUAL DE CÁLCULO Y SELECCIÓN



ENOC ARENAS MANCILLA
JOSÉ GABRIEL LEÓN PICO



ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCION.....	3
2. QUE ES UN CABLE.....	4
1.1 TIPOS DE CABLES.....	4
1.1.1 Alma de las guayas o cables de acero.....	5
1.1.2 Arreglo de los alambres externos.....	5
1.2 MATERIALES DE FABRICACIÓN	7
1.2.1 Construcción de los cordones o torones	7
1.3 CLASIFICACIONES DE CABLES ESTÁNDAR.....	9
1.3.1 Nomenclatura.....	9
1.4 EFECTOS DE LA CONSTRUCCION SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ALAMBRE	10
1.4.1 Preformado	12
1.5 FORMA DE MEDIR UN CABLE	13
3. CRITERIOS PARA SELECCIONAR GUAYAS O CABLES DE ACERO.....	14
4. SELECCIÓN DE LOS CABLES METÁLICOS.....	17
5. DIMENSIONAMIENTO DEL TAMBOR Y DE LA POLEA.....	21
4.1 TAMBOR	21
4.1.1 Devanado del cable en un tambor.....	25
4.2 POLEA.....	26
4.2.1 Dimensiones del cubo para poleas y tambores.....	30
4.2.2 Dimensionamiento del alma para tambores y poleas de disco	30
6. EJEMPLO.....	33
BIBLIOGRAFIA.....	47
ANEXOS.....	48

**ANEXO B. MEMORIA DE CÁLCULO
TRANSMISIÓN DE POTENCIA POR
ELEMENTOS FLEXIBLES
(DISEÑO INTEGRADOR)**

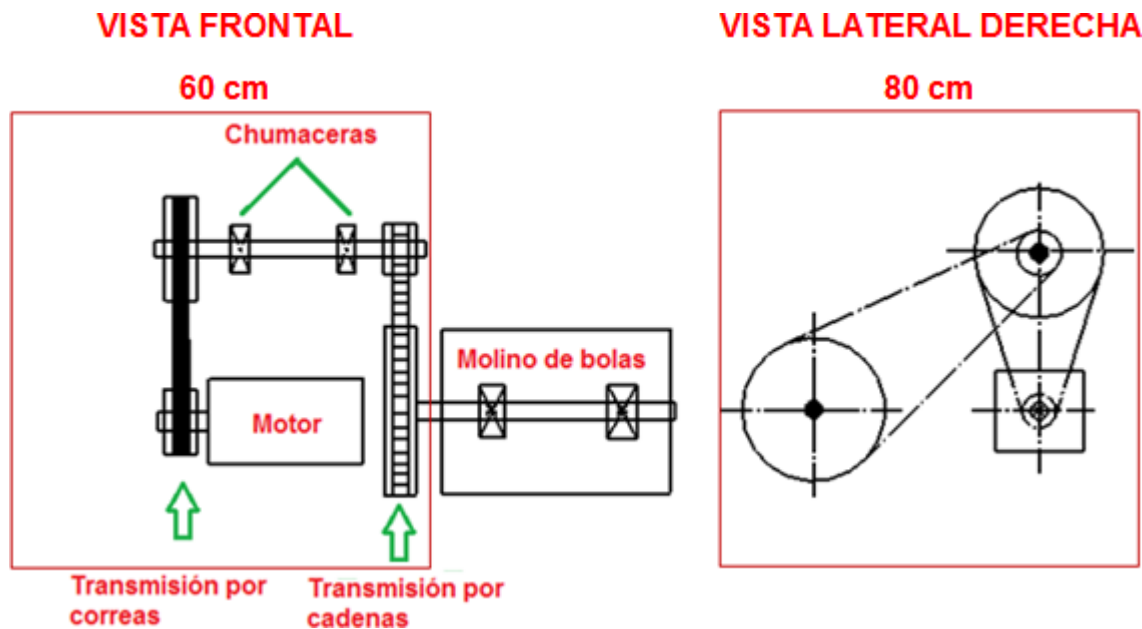
MEMORIA DE CÁLCULO

DISEÑO DE UNA TRANSMISIÓN PARA UN MOLINO DE BOLAS

Diseñar una transmisión para un molino de bolas que opera 16 horas/día movido por un motor eléctrico, el diámetro del eje es de 25 mm y la potencia que entrega es de 5 hp @ 1800 rpm. El eje que mueve al molino de bolas debe girar a 150 rpm y tiene un diámetro de 30 mm. Se requiere un eje intermedio que permita reducir la velocidad en dos etapas de transmisión, una de las etapas utilizara una transmisión por correas y se estima que la eficiencia en esta etapa es de 94%, en la otra etapa de la transmisión se utilizara cadenas de rodillos y la eficiencia en esta etapa es de 98%. El espacio del que se dispone para montar la transmisión es de 60 cm de ancho, 80 cm de fondo y para el alto no hay restricción.

Determine todos los elementos que componen la transmisión.

Figura 1. Reductor de velocidad para un molino de bolas.



Fuente: Autores

Solución:

1) DISEÑO DE LA TRASMISIÓN POR CORREAS

Las transmisiones por correas tienen como principal característica que pueden transmitir potencia a altas velocidades, se emplean cuando se requieran transmisiones de bajo costo de inversión y mantenimiento, cuando las distancias entre centros son grandes o cuando se requiera un desacoplamiento sencillo. Es por eso que se utilizaran correas en la primera etapa del reductor de velocidad.

Para obtener una velocidad de 150 rpm en el eje que moverá al molino de bolas se requiere de una relación de transmisión de:

$$\text{Relacion en el reductor} = \frac{1800 \text{ rpm}}{150 \text{ rpm}} = 12$$

Esta relación de transmisión debe repartirse entre la transmisión por correas y la transmisión por cadenas, por lo que el diseño del reductor constará de dos etapas como se muestra a continuación.

$$\text{Relacion en el reductor} = i_1 \times i_2 = 3 \times 4 = 12$$

Dónde:

$i_1 = \text{relacion de transmision de la primera etapa (correas)}$

$i_2 = \text{relacion de transmision de la segunda etapa (cadenass)}$

No se recomiendan relaciones de transmisión muy grandes en la primera etapa porque las dimensiones de las poleas aumentan considerablemente, disminuyendo el ángulo de contacto entre la correa y la polea menor.

Tabla 1. Etapas del reductor

	CORREAS	CADENAS
Relación de transmisión	3	4
Velocidad de entrada (rpm)	1800	600
Velocidad de salida (rpm)	600	150

Fuente: Autores.

- Potencia de diseño

La potencia de diseño es el parámetro que se utiliza para dimensionar la transmisión, esta potencia es superior a la nominal y considera condiciones de funcionamiento como tipo de motor, tipo de maquina conducida y horas de servicio.

La potencia de diseño se calcula así:

$$P_d = F_s \times P_n$$

Dónde:

P_d [HP]= potencia de diseño.

F_s = factor de servicio.

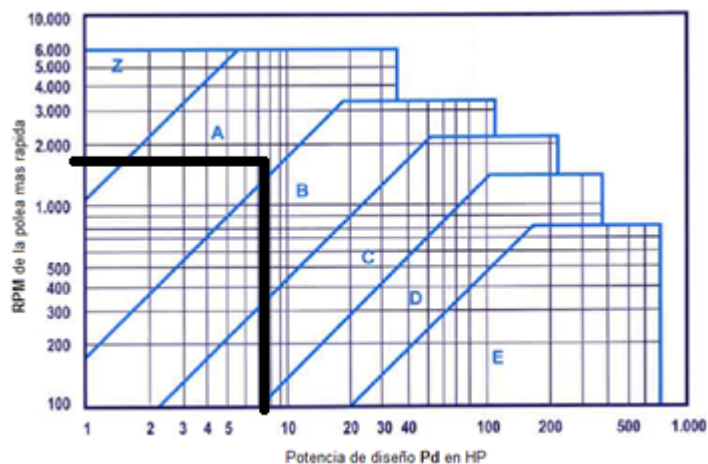
P_n [HP]= potencia a transmitir.

Para estas condiciones de operación (motor eléctrico de alto par, maquina conducida de carga pesada operando 16 horas/día) el factor de servicio es $F_s = 1,5$, entonces:

$$P_d = 1,5 \times 5 = 7,5 \text{ HP.}$$

- Selección del perfil de la correa

Con el número de **RPM** de la polea más rápida (1800 RPM) y la potencia de diseño se selecciona el perfil adecuado de la correa.



Para este caso corresponde una correa **tipo A**

– **Calculo del diámetro de la polea más rápida**

Para una correa tipo A, el diámetro exterior recomendado para la polea más pequeña es de 90 mm \approx 3,5 pulg.

Como las correas no trabajan sobre los diámetros exteriores de la polea, la velocidad real de la transmisión se debe estimar con el diámetro primitivo de la polea, teniendo en cuenta el denominado FACTOR “j”.

$$d_{pp}[\text{mm}] = d_p - 2j$$

$$d_{pp}[\text{mm}] = 90 - 2 \times 3,3 = \mathbf{83,4 \text{ mm}}$$

El diámetro primitivo de la polea conducida se calcula multiplicando la relación de transmisión de la primera etapa $i_1=3$ por el diámetro primitivo de la polea motriz

$$D_{pp}[\text{mm}] = i_1 \times d_{pp}$$

$$D_{pp}[\text{mm}] = 3 \times 83,4 = \mathbf{250,2 \text{ mm}}$$

Como las poleas se compran en el mercado por su diámetro exterior en pulgadas, se debe convertir este diámetro a estas unidades, aproximando al diámetro normalizado más cercano.

$$D_p[\text{mm}] = D_{pp} + 2j$$

$$D_p[\text{mm}] = 250,2 + 2 \times 3,3 = \mathbf{256,8 \text{ mm}}$$

$$D_p[\text{in}] = \frac{\mathbf{256,8 \text{ mm}}}{\mathbf{25,4}} = \mathbf{10,11 \text{ pulg}}$$

Para 10,11 pulg el diámetro normalizado más cercano es de **10 pulg**.

Como se normalizó el diámetro exterior de la polea, se debe calcular cual es la velocidad real de la transmisión y verificar que no esté tan lejos de la que se requiere.

$$D_{pp} = D_p - 2j$$

$$D_{pp} = 254 - 2 \times 3,3 = \mathbf{247,4 \text{ mm}}$$

$$\mathbf{RPM \text{ polea conducida}} = \frac{83,4}{247,4} \times 1800 \text{ RPM} = \mathbf{606,8 \text{ RPM}}$$

– **Porcentaje de error**

$$\% \text{ Error} = \left[1 - \frac{RPM_{real}}{RPM_{diseño}} \right] \times 100$$

$$\% \text{ Error} = \left[1 - \frac{606,8 \text{ RPM}}{600 \text{ RPM}} \right] \times 100 = 1,131 \%$$

Este porcentaje de error es aceptable, es solo un poco más del 1%.

– **Longitud de la correa**

El cálculo de la longitud de la correa depende de que tan alejado este el eje al cual se desea transmitir potencia. Para una relación de transmisión de $i_1 > 3$ la distancia entre centros mínima para garantizar un ángulo de abrace mayor de 120° es $C \geq D_{pp}$ ó $C \geq 254 \text{ mm}$, como no tenemos limitaciones de altura tomaremos una distancia entre centros de eje de **C = 400 mm**.

Con esta distancia entre centros la longitud de la correa resulta de

$$L = 1,57 (d_{pp} + D_{pp}) + 2C + \frac{(D_{pp} - d_{pp})^2}{4C}$$

$$L = 1,57 (83,4 + 247,4) + 2 \times 400 + \frac{(247,4 - 83,4)^2}{4 \times 400} = 1336,16 \text{ mm}$$

Para 1336,16 mm, La longitud normalizada de la correa es de 1354 mm y corresponde a una N° **A 52**

– **Distancia entre centros corregida (L= 1354 mm.)**

Reemplazando la longitud de la correa seleccionada en la ecuación se obtiene:

$$1354 = 1,57 (83,4 + 247,4) + 2C + \frac{(247,4 - 83,4)^2}{4C}$$

$$1354 = 519,35 + 2C + \frac{6724}{C}$$

$$C^2 - 417,32C + 3362 = 0$$

$$C = 409,104 \text{ mm} ; C = 8,217 \text{ mm}$$

Se observa que la distancia entre centros varía un poco debido a que la correa que ofrece el fabricante es un poco más larga.

- **Velocidad tangencial de la correa.**

$$V_c = \frac{\pi \times d_{pp} \times N}{60.000}$$

$$V_c = \frac{\pi \times 83,4 \times 1800}{60.000} = 7,86 \text{ m/s}$$

Se verifica que la velocidad tangencial de la correa no excede los 25 m/s

- **Cálculo de la capacidad de potencia en H.P.**

Se calcula la capacidad de potencia de la correa en HP para arco de contacto de 180° y se adiciona la capacidad de potencia por relación de transmisión.

Para esta relación de transmisión la capacidad de potencia en H.P. por correa es:

$$P_t = P_b + \text{capacidad adicional por relación de transmisión.}$$

$$P_t = 1,44 + 0,3 = 1,74 \text{ HP.}$$

- **Potencia efectiva por correa**

$$P_e = P_t \times K_1 \times K_2$$

Factor de corrección por longitud K_1

Para una correa N° A52, el factor de corrección $K_1 = 0,94$

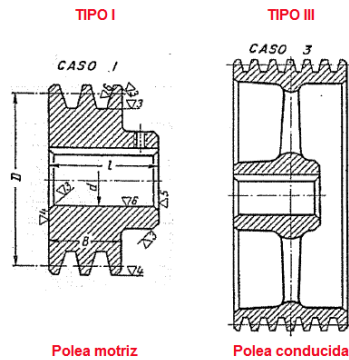
Factor de corrección por ángulo de contacto K_2

Como los diámetros primitivos de las poleas son

$$\frac{(D_{pp} - d_{pp})}{C} = \frac{(247,4 - 83,4)}{409,104} = 0,4$$

$$K_2 = 0,94$$

$$P_e = 1,74 \times 0,94 \times 0,94 = 1,537 \text{ HP.}$$



DIMENSIONES DE LA POLEA MOTRIZ

- Dimensionamiento del cubo

El diámetro del cubo debe estar entre 1,8 a 2,0 veces el diámetro del eje.

$$d_1 = (1,8 \text{ a } 2,0) \times d$$

Como el diámetro del eje del motor eléctrico es de 25 mm, entonces:

$$d_1 = 2 \times 25 \text{ mm} = \mathbf{50 \text{ mm}}$$

La longitud L para el cubo está entre 1,2 a 1,5 veces el diámetro del eje.

$$L = (1,2 \text{ a } 1,5) \times d$$

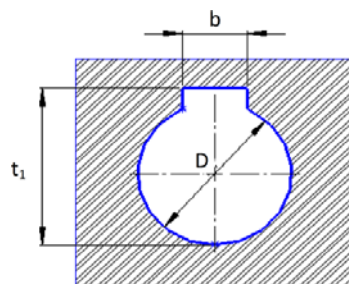
$$L = 1,2 \times 25 = 30 \text{ mm}$$

- Dimensionamiento del alma

En este caso la polea motriz es monolítica (maciza), el ancho del alma es el ancho de la llanta.

- Dimensiones del chavetero

Para un diámetro de eje de 25 mm corresponde las siguientes dimensiones:



$$D = 25 \text{ mm}$$

$$b = 8 \text{ mm}$$

$$t_1 = D + 3 \text{ mm}$$

Para este eje corresponde un diámetro de prisionero de 8 mm.

– **Dimensionamiento de la llanta**

Para perfilar la llanta se recurre a las especificaciones de la norma DIN 2217, que ilustra las dimensiones de las canales de acuerdo a la sección de la correa seleccionada.

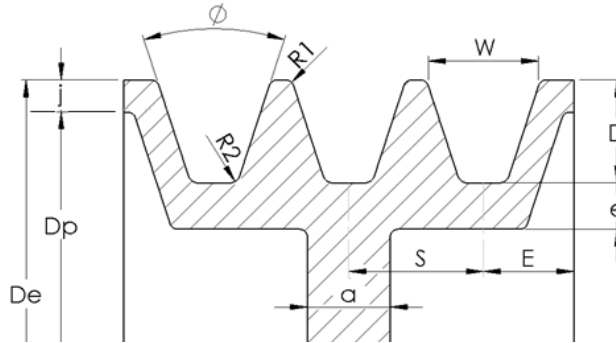


Tabla 10. Dimensiones de la llanta para poleas en V

TIPO DE CORREA	Z	RANURAS NORMALES					RANURAS PROFUNDAS			
		A	B	C	D	E	SPZ	SPA	SPB	SPC
Ancho de canal W	10	13	17	22	32	38	9,7	12,7	16,3	22
Altura mínima j	2,5	3,3	4,2	5,7	8,1	9,6	2,5	3,3	4,2	5,7
Profundidad de canal D	9,5	12,5	15	20	28	33	11	14	18	24
Radio r ₁	0,5	1	1	1,5	2	2	0,5	1	1	1,5
Radio r ₂	1	1	1,5	2	3	4	1	1	1,5	2
Espesor e	5	6	8	9	10	14	5	6	8	9
Paso S	12	16	19	25,5	36,5	44,5	12	16	19	25,5
Tolerancia T _s	± 0,3	± 0,3	± 0,4	± 0,5	± 0,6	± 0,7	± 0,3	± 0,4	± 0,4	± 0,5
Distancia al borde E	8	9,5	12,5	17,5	22,2	28,5	8	9,5	12,5	17,5
Tolerancia T _E	+ 1 - 1	+ 2	+ 3,8	+ 3,8	+ 6,35	+ 6,35	+ 1 - 1	+ 2	+ 3,8	+ 3,8
Diámetro para 34° d	50 a 80	75 a 118	125 a 190	–	–	–	50 a 80	75 a 118	125 a 190	200 a 280
Diámetro para 36° d	–	–	–	200 a 280	355 a 475	500 a 600	–	–	–	–
Diámetro para 38° d	≥ 90	≥ 125	≥ 200	≥ 300	≥ 500	≥ 630	≥ 90	≥ 125	≥ 200	≥ 300

**d es el diámetro primitivo de la polea*

Las dimensiones de la canal para la polea motriz y la conducida son las mismas puesto que usan el mismo tipo de correas y en la misma cantidad, la única diferencia es que para la conducida el ángulo de la canal es de 38° en vez de 34°.

DIMENSIONES DE LA POLEA CONDUcida

– **Dimensionamiento del cubo**

El diámetro del cubo debe estar entre 1,8 a 2,0 veces el diámetro del eje.

$$d_1 = (1,8 \text{ a } 2,0) \times d$$

Nota: este diámetro se obtiene a partir del cálculo de esfuerzos en el eje y después normalizándolo, cuyo procedimiento se muestra más adelante.

Como el diámetro del eje intermedio en esta sección es de 34 mm, entonces:

$$d_1 = 1,9 \times 34 \text{ mm} = \mathbf{65 \text{ mm}}$$

La longitud L para el cubo está entre 1,2 a 1,5 veces el diámetro del eje.

$$L = (1,2 \text{ a } 1,5) \times d$$

$$L = 1,5 \times 34 = 51 \text{ mm} \approx 55 \text{ mm}$$

- Dimensionamiento del alma

En este caso la polea motriz es de brazos, y se escoge que la sección transversal de los brazos sea de forma rectangular para disminuir costos de fabricación, con eje mayor **h** en el plano de giro; cerca del cubo se calcula así:

$$h = (1,1 \text{ a } 1,2) \times d$$

$$h = 1,1 \times 34 = 38 \text{ mm}$$

El eje menor de la elipse **a** es $\left(\frac{1}{2} \text{ a } \frac{1}{3}\right)$ veces el valor de **h**

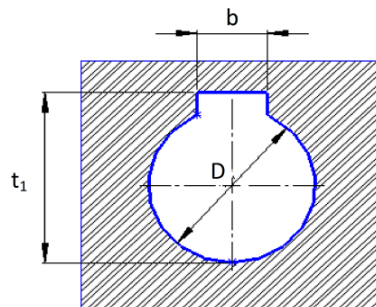
$$a = (0,4 \text{ a } 0,5) \times h$$

$$a = 0,42 \times 38 = 16 \text{ mm}$$

Para diámetros menores de 400 mm se recomienda 4 brazos, en este caso para una mayor seguridad se deja de 5 brazos, para que el alma no quede débil.

- Dimensiones del chavetero

Para un diámetro de eje de 34 mm corresponde las siguientes dimensiones:



$$D = 34 \text{ mm}$$

$$b = 10 \text{ mm}$$

$$t_1 = D + 3,5 \text{ mm}$$

Para este eje corresponde un diámetro de prisionero de 10 mm.

2) DISEÑO DE LA TRANSMISIÓN POR CADENAS

– Cálculo de la potencia de diseño

La potencia de diseño es el parámetro que se utiliza para los cálculos y dimensionamiento de la transmisión, se debe considerar, el tipo de motor, tipo de maquina conducida y horas de servicio. La potencia de diseño se calcula así:

$$P_d = \eta_{tb} \times \frac{F_s \times P_n}{a_2}$$

Donde η_{tb} es la eficiencia mecánica de la transmisión por bandas.

Para estas condiciones de operación (motor eléctrico de alto par, maquina conducida de carga ligera operando 16 horas/día) el factor de servicio es $F_s = 1,5$, si se selecciona una cadena sencilla entonces $a_2 = 1$:

$$P_d = \eta_{tb} \times F_s \times P_n = 0,94 * 1,5 * 5 = 7,05 \text{ HP}$$

– Tamaño de la cadena y potencia especifica

Según el catalogo del fabricante INTERMEC, una cadena sencilla número **Nº 50**, con paso **P = 5/8 pulg** parece ser la más adecuada.

Luego de interpolar para la velocidad que se requiere de 606,8 RPM para una potencia de 7,05 HP, se determina que la opción del piñón más adecuado tiene 19 dientes y su designación es **PHS 50B19**. Se requiere lubricación tipo B.

– Numero de dientes de la rueda conducida

Como la relación de transmisión es:

$$i = \frac{N_1}{N_2} = \frac{606,8}{150} = 4,04.$$

El número de dientes de la rueda conducida resulta ser:

$$Z_2 = i \times Z_1 = 4,04 \times 19 = 76,76 = 77 \text{ dientes}$$

Se analiza la discrepancia que se presenta en la magnitud de la velocidad angular al tomar $Z_1 = 19$, $Z_2 = 77$

Relación de transmisión real $i_R = 77/19 = 4,05$.

Las revoluciones a las que gira el molino de bolas son:

$$N_2 = N_1/i = 606,8 / 4,05 = 149,82 \text{ RPM.}$$

– **Porcentaje de error**

$$\% \text{ Error} = \left[1 - \frac{RPM_{real}}{RPM_{diseño}} \right] \times 100$$

$$\% \text{ Error} = \left| 1 - \frac{149,82 \text{ RPM}}{150 \text{ RPM}} \right| \times 100 = 0,12 \% \text{ (Cumple)}$$

– **Distancia entre centros**

Para garantizar un ángulo de abrace mayor que $\theta_1 > 120^\circ$, se recomienda que la distancia entre centros C sea como mínimo:

$$C \geq D_2 + \frac{D_1}{2}$$

Dónde D_2 y D_1 son los diámetros primitivos de la rueda mayor y menor respectivamente:

$$D_2 = \frac{P}{\sin\left(\frac{180}{Z_2}\right)} = \frac{0,625}{\sin\left(\frac{180}{77}\right)} = 15,32 \text{ in}$$

$$D_1 = \frac{P}{\sin\left(\frac{180}{Z_1}\right)} = \frac{0,625}{\sin\left(\frac{180}{19}\right)} = 3,8 \text{ in}$$

$$C = 15,32 + \frac{3,8}{2} = 17,22 \text{ in} = 437,32 \text{ mm}$$

$$C' = 17,22 / 0,625 = 27,55 \text{ pasos}$$

Como se dispone de una distancia de 80 cm de fondo, se tomara una distancia entre centros de 600 mm cumpliendo con la recomendación mínima.

$$C' = \frac{600}{25,4 \times 0,625} = 37,8 \text{ pasos}$$

– **Longitud de la cadena**

La longitud de la cadena en pasos es:

$$L \approx 2C' + \frac{Z_1 + Z_2}{2} + \frac{(Z_2 - Z_1)^2}{40C'}$$

$$L \approx 2 \times 37,8 + \frac{19 + 77}{2} + \frac{(77 - 19)^2}{40 \times 37,8} = 125,82 \text{ pasos}$$

Es conveniente expresar su longitud en pasos y se recomienda que el número de pasos sea par.

$$L = 126 \text{ pasos}$$

– **Corrección de la distancia entre centros**

Se corrige la distancia entre centros debido a que se ajustó la longitud de la cadena.

$$C [in] = \frac{p}{8} \left[2L - Z_2 - Z_1 + \sqrt{(2L - Z_2 - Z_1)^2 - (0,81 \times (Z_2 - Z_1)^2)} \right]$$

$$C [in] = \frac{0,625}{8} \left[2 \times 126 - 77 - 19 + \sqrt{(2 \times 126 - 77 - 19)^2 - (0,81 \times (77 - 19)^2)} \right]$$

$$C [in] = 23,67 \quad \text{ó} \quad C [mm] = 601,22$$

– **Cálculo del ángulo de contacto de la cadena con el piñón**

$$\theta_1 = 180 - 2 \sin^{-1} \left[\frac{(D_2 - D_1)}{2C} \right] = 180 - 2 \sin^{-1} \left[\frac{(15,32 - 3,8)}{2 \times 23,67} \right] = 151,83^\circ \quad (\text{Cumple}).$$

Resumen del diseño

Cadena sencilla: N° 50 de 5/8 ” de paso (PCH50-1X2M)

Longitud: 126 pasos

Distancia entre centros: 23,67 in ó 601,22 mm

Catarinas: sencilla de 5/8 ” de paso

Pequeña (PHS 50B19): 19 dientes, $D_1 = 3,8$ ”

Grande (PHS 50B77): 77 dientes, $D_2 = 15,32$ ”

Se requiere lubricación tipo B

❖ DISEÑO DE LAS RUEDAS DENTADAS PARA CADENAS

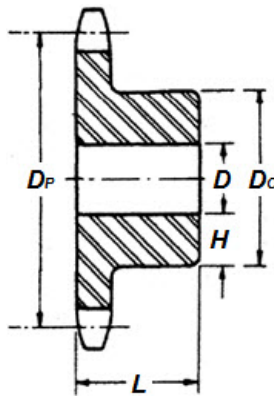
PIÑÓN CONDUCIDO

Las proporciones típicas de las ruedas dentadas de acero recomendadas por **L. L. Faulkner** en su libro “*Chains for Power Transmission and Material Handling*” son las siguientes.

Para un diámetro de eje de 30 [mm], las dimensiones del cubo son las siguientes:

– Dimensionamiento del cubo

$$H = Z' + \frac{D}{6} + 0,01D_p = 0,25 + \frac{1,18}{6} + 0,01(15,32) = 0,6 \text{ [in]} = 15,24 \text{ [mm]}$$



Z' es una constante que depende del diámetro primitivo.

$Z' = 0,25$ [in]; para $D_p >$ de 6 [in].

– Diámetro del cubo

$$D_c = D + 2H = 1,18 + 2(0,6) = 2,38 \text{ [in]} = 60,45 \text{ [mm]} \approx \mathbf{60 \text{ mm}}$$

El valor máximo permisible del diámetro del cubo (MHD) está dado por la ecuación

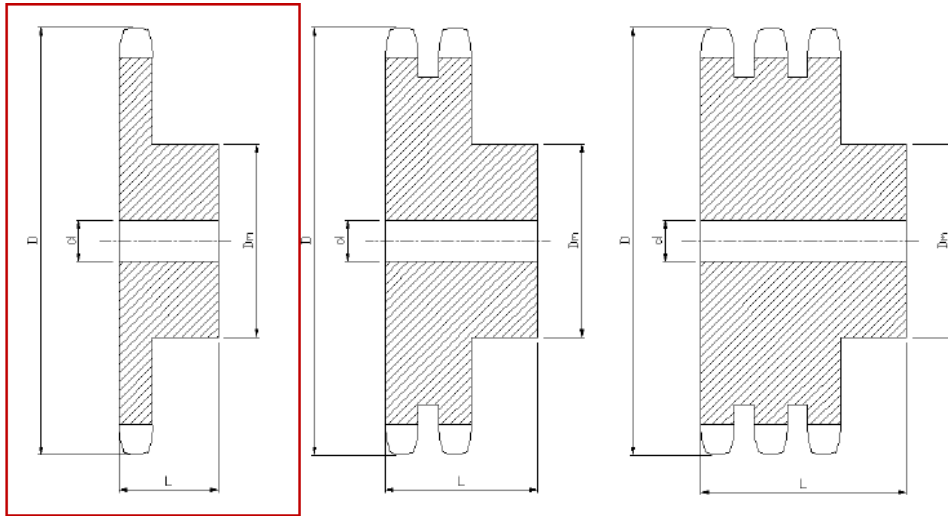
$$MHD[in] = P \left(\cot \frac{180^\circ}{N} - 1 \right) - 0,030 = 0,625 \left(\cot \frac{180^\circ}{77} - 1 \right) - 0,030 = 14,65 \text{ [in]}$$

– Longitud del cubo

$$L = (2,6 \text{ a } 3,3)H$$

$$L = (3,3)(0,6 \text{ in}) = 1,98 \text{ [in]} = 50,29 \text{ [mm]} \approx \mathbf{50 \text{ mm}}$$

Este es el procedimiento para calcular las dimensiones del cubo si se piensa mandar a fabricar los piñones bajo pedido, sin embargo, el fabricante INTERMEC suministra las dimensiones según la cantidad de dientes y el número de hileras.



REF	D	SENCILLOS			REF	DOBLES			REF	TRIPLES		
		Dm	L	d		Dm	L	d		Dm	L	d
50B9R	52,1	41	26	15,88	50-2B9 R	29-44	41	15,88	50-3B9 R	29-44	64	15,88
50B18	98,6	68	25	15,88	50-2B18	75	45	19,05	50-3B18	75	64	19,05
50B19	103,6	73	25	15,88	50-2B19	79	45	25,40	50-3B19	79	64	25,40
50B20	108,7	76	25	19,05	50-2B20	82	44	25,40	50-3B20	82	64	25,40
50B21	113,8	76	25	19,05	50-2B21	89	45	25,40	50-3B21	89	67	25,40
50B75	387,3	95	45	25,40	50-2B75	114	61	31,75	50-3B75	114	70	31,75
50B76	392,3	95	45	25,40	50-2B76	114	61	31,75	50-3B76	114	70	31,75
50B77	397,4	95	45	25,40	50-2B77	114	61	31,75	50-3B77	114	70	31,75
50B78	402,4	95	45	25,40	50-2B78	114	61	31,75	50-3B78	114	70	31,75
50B79	407,5	108	45	25,40	50-2B79	114	61	31,75	50-3B79	114	70	31,75
50B80	412,5	108	45	31,75	50-2B80	114	61	31,75	50-3B80	114	70	31,75

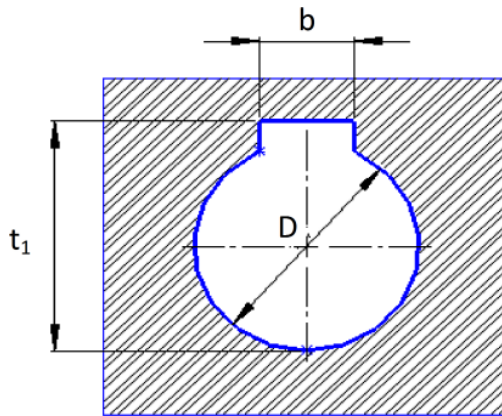
Fuente: Catalogo INTERMEC.

Las piezas que se requieren (piñón de $Z_1=19$ y rueda de $Z_2=77$) no se fabricaran bajo pedido, se utilizaran piezas estándar que por su producción en serie resultan ser de menor costo.

REF	D	SENCILLOS		
		Dm	L	d
50B19	103,6	73	25	15,88
50B77	397,4	95	45	25,4

– **Dimensiones del chavetero (piñón conducido)**

Para el piñón conducido cuyo eje es de diámetro de 30 mm



$$D = 30 \text{ [mm]}$$

$$b = 10 \text{ [mm]}$$

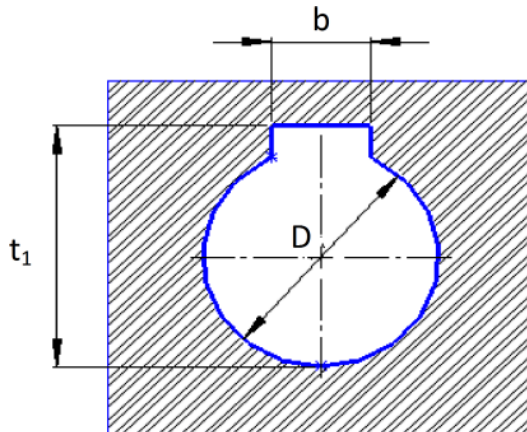
$$t_1 = 33,5 \text{ [mm]}$$

El diámetro del prisionero es de 10 mm

– **Dimensiones del chavetero (piñón motriz)**

Nota: este diámetro se obtiene a partir del cálculo de esfuerzos en el eje y después normalizándolo, cuyo procedimiento se muestra más adelante.

Como el diámetro del eje intermedio en esta sección es de 34 mm, entonces:



$$D = 34 \text{ [mm]}$$

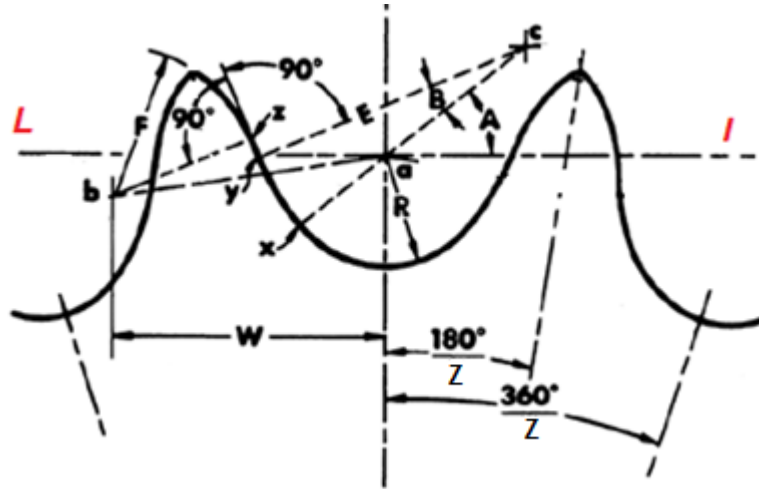
$$b = 10 \text{ [mm]}$$

$$t_1 = 33,5 \text{ [mm]}$$

El diámetro del prisionero es de 10 mm

– Trazado del perfil longitudinal

El perfil longitudinal de las dos ruedas se calcula a partir de las ecuaciones de la tabla siguiente.



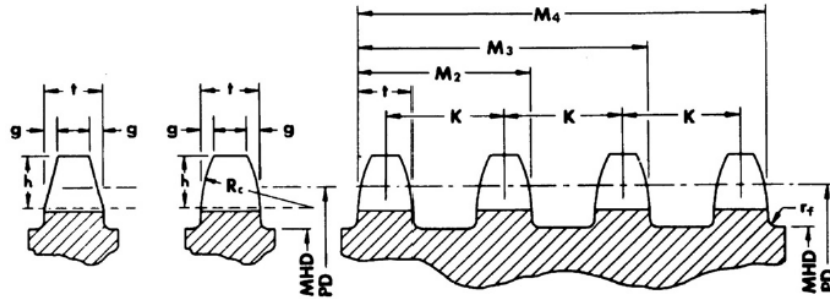
DATOS DE ENTRADA:	
$P[in] = \text{paso de la cadena}$	5/8
$Z = \text{número de dientes}$	
$D_r[in] = \text{diámetro del rodillo}$	0,400
DATOS DE SALIDA:	
$D_s = \text{diámetro de asiento de la curva}$ $D_s = 1,005D_r + 0,003$	$R = \frac{D_s}{2} = 0,5025D_r + 0,0015$
$A = 35^\circ + \frac{60^\circ}{Z}$	$B = 18^\circ - \frac{56^\circ}{Z}$
$ac = 0,8 D_r =$	$E = 1,3025 D_r + 0,0015$
$ab = 1,4 D_r$	$W = 1,4 D_r \cos\left(\frac{180^\circ}{Z}\right)$
$F = D_r \left[0,8 \cos\left(18^\circ - \frac{56^\circ}{Z}\right) \right] + D_r \left[1,4 \cos\left(17^\circ - \frac{64^\circ}{Z}\right) - 1,3025 \right] - 0,0015$	
Diámetro exterior aproximado cuando J es 0,3 P	
$D_{ea} = P \left(0,6 + \cot\frac{180^\circ}{Z} \right)$	

Dimensiones del perfil longitudinal de las dos ruedas:

Z	R [in] [mm]	A	B	Ac [in] [mm]	E [in] [mm]	Ab [in] [mm]	W [in] [mm]	F [in] [mm]
19	0,203 5,144	38,158°	15,053°	0,320 8,128	0,523 13,272	0,560 14,224	0,552 14,030	0,331 8,401
77	0,203 5,144	35,779°	17,273°	0,320 8,128	0,523 13,272	0,560 14,224	0,560 14,212	0,321 8,151

– Trazado del perfil transversal

El perfil transversal de las dos ruedas se calcula a partir de las ecuaciones de la tabla siguiente.



DATOS DE ENTRADA:	
$P[in] = \text{paso de la cadena}$	5/8
$W[in] = \text{ancho nominal de la cadena}$	0,375
$LPT[in] = \text{espesor nominal de la platina o chapeta}$	0,080
No de hileras del piñón	1
Z=número de dientes del piñón	
DATOS DE SALIDA:	
$MHD = \text{maximo diametro de la ranura}$ $MHD = P \left(\cot \frac{180^\circ}{Z} - 1 \right) - 0.030$	$g = \text{aproximado } \frac{1}{8} P; (\text{pero que no exceda } W/3)$
$h[in] = \text{profundidad del chaflán}$ $h = \text{aproximando a } 0,5 P$	$R_c[in] = \text{radio del chaflán} = R_c = 1,063 P$
$r_{fmax} = \text{radio de empalme} = r_{fmax} = 0,04 P$	$t = \text{espesor maximo del diente}$ $t_1[in] = 0,93 W - 0,006 (\text{para cadenas de una sola hilera})$

Z	MHD [in] [mm]	g [in] [mm]	h [in] [mm]	Rc [in] [mm]	rf [in] [mm]	t [in] [mm]
19	3,090 78,497	0,078 1,984	0,313 7,938	0,664 16,875	0,025 0,635	0,343 8,706
77	14,655 372,241	0,078 1,984	0,313 7,938	0,664 16,875	0,025 0,635	0,343 8,706

3) DISEÑO DEL EJE INTERMEDIO DEL REDUCTOR

1. Determinar la velocidad de giro del eje

Esta velocidad se calculó a partir de la primera etapa de la transmisión (correas), el eje gira a 606,8 RPM debido a que esta solidario a la polea conducida.

2. potencia y par de torsión que transmite el eje

La potencia que recibe el eje del reductor de velocidades desde el motor eléctrico es igual a la capacidad del motor multiplicada por la eficiencia de la primera etapa.

Potencia de entrada en el eje:

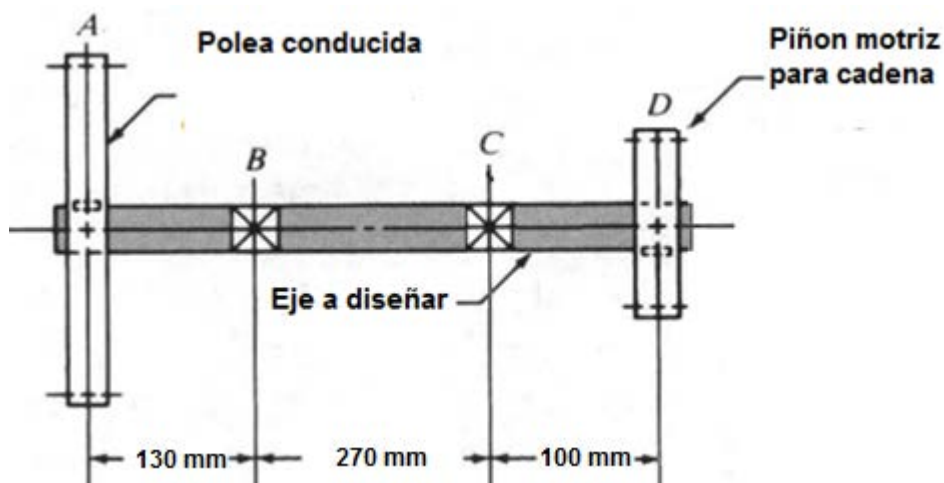
$$P_{ent} = P_{motor} \times \eta_{correas} = 5 \text{ hp} \times 0,94 = 4,7 \text{ hp}$$

3. componentes que se montaran sobre el eje

En el extremo A se montara una polea trapezoidal y en el punto D se montara un piñón para cadenas.

El espacio del que se disponga para el montaje de los elementos limitara la posición de cada componente. Para este caso en particular los elementos de transmisión de potencia se ubican de la siguiente forma.

Figura 2. Localización de los elementos



Fuente: Autores.

4. Ubicación de los apoyos

La ubicación de las chumaceras debe ser en lo posible a cada lado de los elementos de transmisión de potencia, con esto se logra un soporte adecuado del eje dado que se balancean razonablemente bien las cargas sobre el eje. Se recomienda que las chumaceras estén cerca de los elementos de transmisión ya que con esto se consigue minimizar los momentos flectores que se generan cuando las distancias entre cojinete y elemento son considerables.

Pensando en un futuro mantenimiento del reductor de velocidades, se propone que los elementos de transmisión se ubiquen en los extremos del eje, así, cuando se requiera cambiar la correa que transmite la potencia desde el motor al eje, no sea necesario desmontar totalmente el eje para poder instalar la nueva correa. La lubricación y el remplazo de la cadena de transmisión es más cómodo con esta disposición.

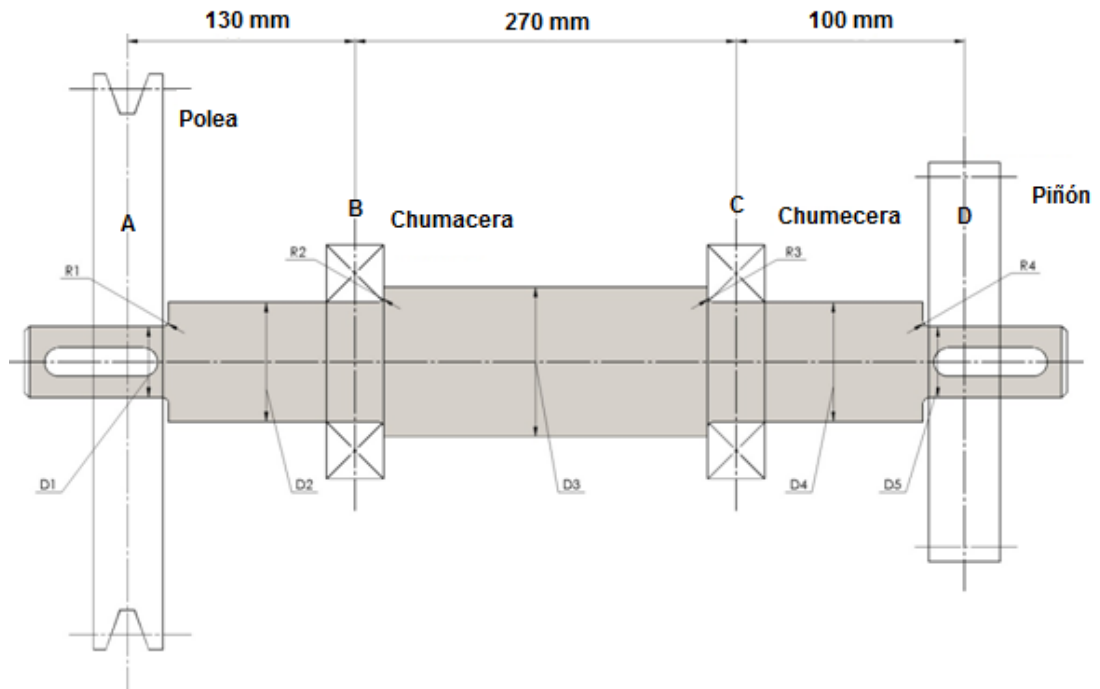
5. proponer una forma general de los detalles geométricos del eje

Primero se debe considerar la forma de cómo se va a efectuar la transmisión de potencia desde cada elemento al eje. Por ejemplo, se considera que en el eje intermedio del reductor se sujetara una polea trapezoidal y una Catarina por medio de cuñas, se realizan escalonamientos a los extremos del eje para asentar las piezas. La potencia entra al eje a través de la polea en A y sale por el piñón motriz en D.

Se debe decidir la posición de las chumaceras de forma que la posición del eje se mantenga durante el funcionamiento (que no exista movimiento axial). Para garantizar que el eje quede fijo, se deben realizar escalonamientos en el mismo de tal forma que las chumaceras tengan una superficie sobre la cual asentarse.

Esta geometría propuesta suministra una localización apropiada para efectos de mantenimiento y operación de los elementos de transmisión.

Figura 3. Elemento intermedio del reductor



Fuente: Autores.

6. par torsor sobre el eje

Torque máximo en el punto A.

Debido a que la potencia que entrega el motor eléctrico es de 5 hp y la eficiencia mecánica de la transmisión por correas es de 94%, la potencia que recibe el eje en el punto A será la misma que se transmite al punto D, por tanto:

$$P_A = 5 \times 0,94 = 4,7 \text{ hp} \approx 3500 \text{ W}$$

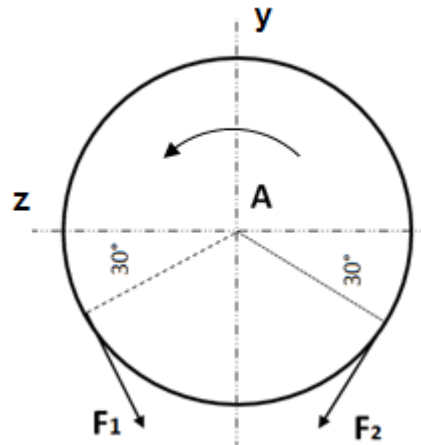
$$T_A = \frac{P_A}{\omega} = \frac{3500 \text{ W}}{606,8 \times \left(\frac{2\pi}{60}\right)} = 55 \text{ N.m}$$

$$T_D = T_A = 55 \text{ N.m}$$

7. Fuerza aplicadas sobre el eje

Análisis de la polea conducida

Cuando no se está transmitiendo potencia las tensiones son iguales en ambos lados y, por lo tanto, $F_1 = F_2 = F_i$. Donde F_i es la tensión inicial de la correa.



Cada segmento de la correa se comporta como un resorte sometido a una tensión inicial F_i , entonces:

$$F_1 = F_i + \Delta F \quad (1)$$

$$F_2 = F_i - \Delta F \quad (2)$$

$$F_i = \frac{F_1 + F_2}{2} \quad (3)$$

Si se aplica una carga ligera, una cierta potencia se transmite y F_1 aumenta en ΔF , en tanto que F_2 disminuye en la misma cantidad. Si la carga aumenta más y más, entonces F_2 finalmente será nula debido a que una banda no puede resistir la compresión. En este punto $F_1 = 2F_i$ que es la tensión máxima en la correa. En consecuencia, la única forma de transmitir más potencia es aumentar la tensión inicial de la banda.

Con base en el análisis anterior, una transmisión por correas se diseña a partir de la máxima tensión F_1 .

Entonces para poder transmitir esta potencia a plena carga, la fuerza F_2 será igual a cero y la Fuerza máxima F_1 será igual a:

$$F_1 = \frac{T_A}{r} = \frac{55 \text{ N.m}}{0,1237 \text{ m}} = 444,62 \text{ N}$$

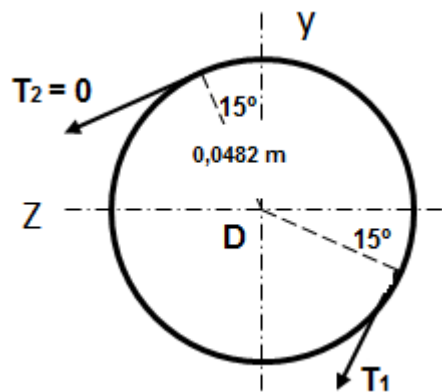
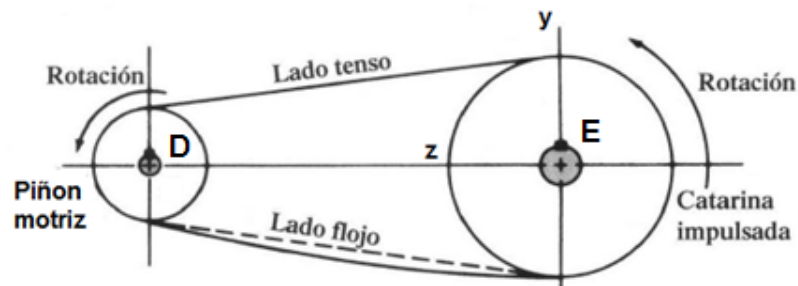
Estas son las componentes sobre el eje en el punto A

$$\vec{F}_1 = -444,62 \cos 30 \mathbf{j} - 444,62 \sin 30 \mathbf{k}$$

Análisis del piñón motriz

En las transmisiones por cadenas y correas se debe garantizar un Angulo de abrace mínimo de 120° . Es por esto que el Angulo que forma la tensión T_1 con respecto a la vertical es de 15° .

Puesto que cuando opera la cadena, uno de sus ramales esta flojo entonces bajo condiciones de carga, la tensión T_2 es igual a cero, y como el torque en A es el mismo torque en D se tiene que la tensión T_1 es igual a:



$$T_1 = \frac{T_D}{r} = \frac{55 \text{ N.m}}{0,0482 \text{ m}} = 1340 \text{ N}$$

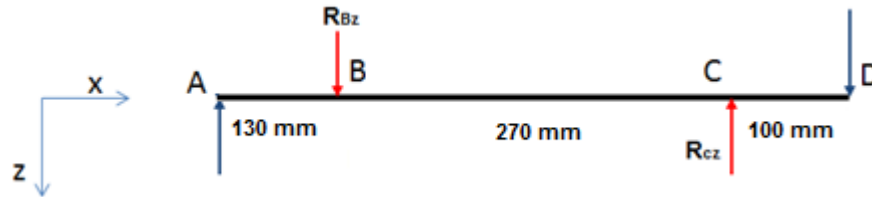
Estas son las componentes sobre el eje en el punto D

$$\vec{T}_1 = -1340 \cos 15 \mathbf{j} + 1340 \sin 15 \mathbf{k}$$

8. diagramas de cortante y flector

Se aplican en total 4 fuerzas sobre el eje, dos de ellas en los extremos y son \vec{F}_1 y \vec{T}_1 las dos restantes son las reacciones en los apollos B y C.

Calculo de las reacciones R_B y R_C

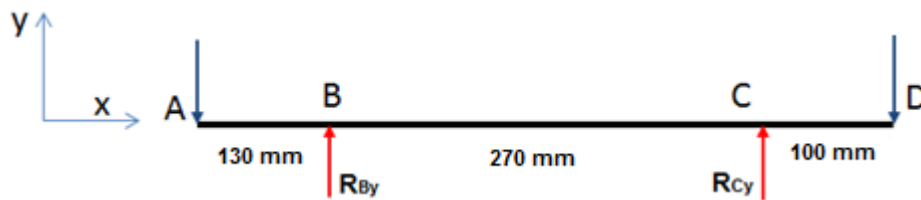


$$\sum M_B = 0: \quad -222,31N \times 0,13m + R_{Cz} \times 0,27m - 346,81N \times 0,37m = 0$$

$$R_{Cz} = 582,3 N$$

$$\sum F_z = 0: \quad -222,31N + R_{Bz} - 582,3N + 346,81N = 0$$

$$R_{Bz} = 457,8 N$$



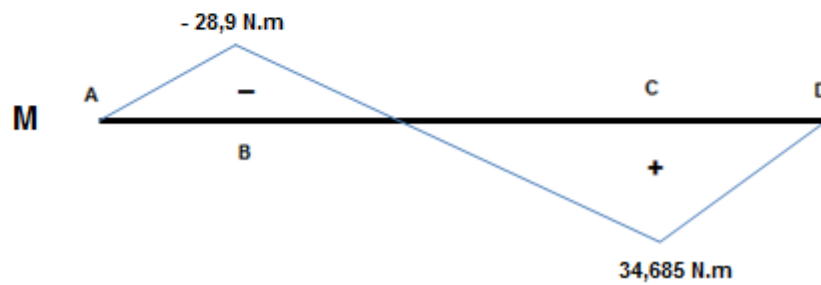
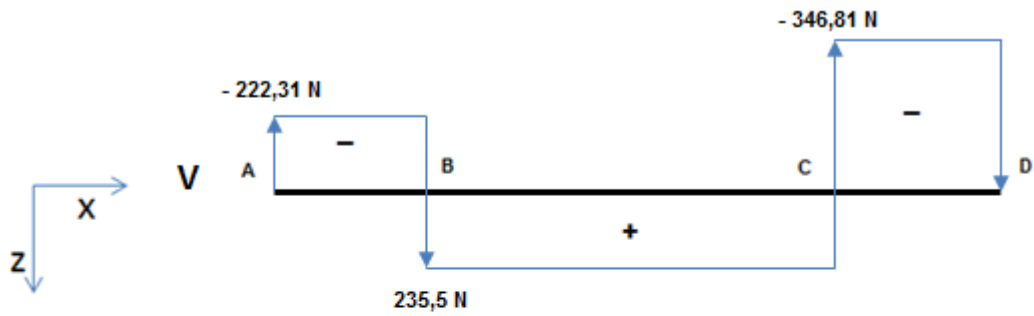
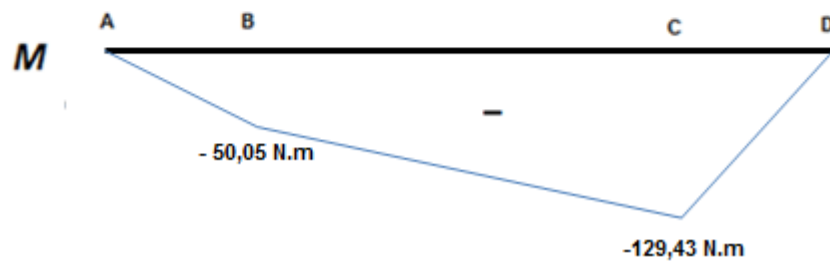
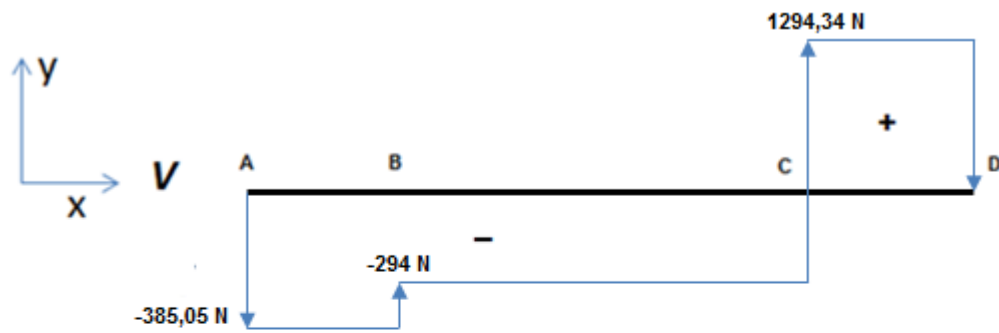
$$\sum M_B = 0: \quad 385,05N \times 0,13m + R_{Cy} \times 0,27m - 1294,34N \times 0,37m = 0$$

$$R_{Cy} = 1588,33 N$$

$$\sum F_z = 0: \quad -385,05N + R_{By} + 1588,33N - 1294,34N = 0$$

$$R_{By} = 91,06 N$$

Diagramas de cortante y flector para encontrar las secciones críticas



Momentos resultantes en la seccion B y C.

$$M_{RB} = \sqrt{(-50,05)^2 + (-28,9)^2} = 57,8 \text{ N.m}$$

$$M_{RC} = \sqrt{(129,43)^2 + (34,685)^2} = 134 \text{ N.m}$$

9. seleccionar el material

El material de mayor uso para la fabricación de ejes y arboles es el acero, que debido sus propiedades mecánicas es lo suficientemente fuerte como para soportar los abusos a los que pueda ser sometida la pieza.

De los diferentes tipos de aceros, los que se utilizan para la fabricación de elementos de maquinaria son los siguientes:

Acero SAE 1010, 1016, 1020, 1040, 1045, 4140, 4340, 4640, 5150, 8620.

Vea las sugerencias sobre aceros para ejes en la tabla 2. Los más comunes son los aceros al carbón simples o aleados, con contenido medio de carbón, como los AISI 1020, 4140, 4340, 4640, 5150.

Debido a que el eje no estará sometido a grandes esfuerzos mecánicos se utilizara para la construcción de este eje un acero SAE 1045 laminado en caliente, cuyas propiedades mecánicas son:

Resistencia a la tracción 60 kg/mm^2 ($S_u = 85320 \text{ PSI}$) = 588 Mpa

Limite elástico 38 kg/mm^2 ($S_y = 54036 \text{ PSI}$) = 372,66 Mpa

Porcentaje de alargamiento 16%

10. calculo de la resistencia a la fatiga

Dado que estará expuesto a flexión, se debe considerar el fenómeno de fatiga.

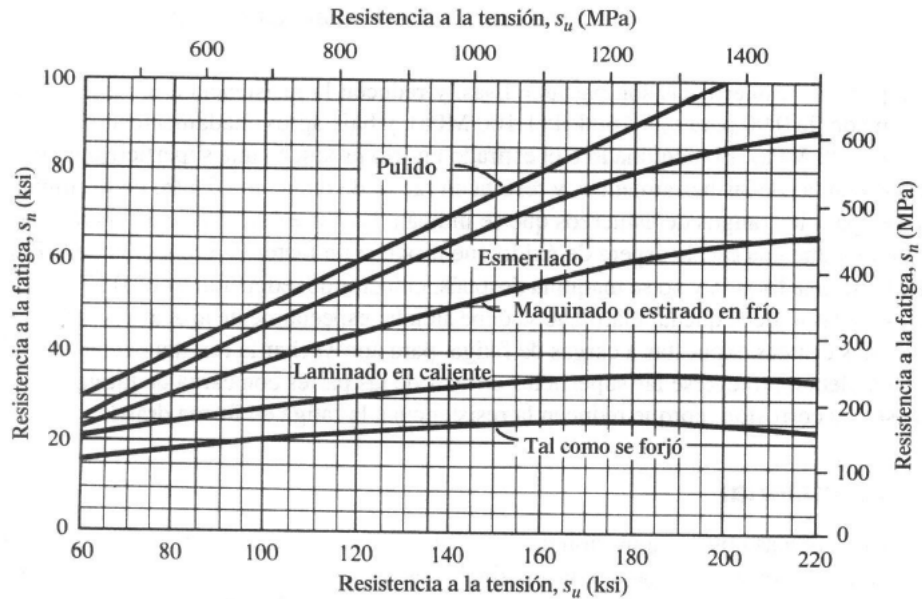
Resistencia real a la fatiga S'_n

El cálculo de resistencia real a la fatiga implica el uso de varios factores como son, factor de material C_m , de tipo de esfuerzo C_{st} , factor de confiabilidad C_R y factor de tamaño C_s .

La resistencia a la fatiga estimada real se calcula

$$S'_n = S_n \times C_m \times C_{st} \times C_R \times C_s$$

La resistencia a la fatiga modificada S'_n se puede estimar a partir de la figura, dependiendo del acabado del material. La barra de acero con que se construíra el eje se maquinara en un torno para darle las dimensiones finales, por lo que se tomara en el nomograma la curva “**maquinado o estirado en frío**”.



Como la resistencia última a la tensión del acero SAE 1045 es $S_u \approx 588 \text{ MPa}$, para el caso de maquinado o estirado en frío corresponde un $S_n \approx 230 \text{ MPa}$

$$C_m = 1,0 \text{ (acero forjado)}$$

$$C_{st} = 1,0 \text{ (esfuerzo flector)}$$

$$C_R = 0,81 \text{ (para confiabilidad del 99\%)}$$

$$C_S = 0,84$$

$$S'_n = S_n \times C_m \times C_{st} \times C_R \times C_S$$

$$S'_n = 230 \text{ MPa} \times 1,0 \times 1,0 \times 0,81 \times 0,84 = 156,5 \text{ MPa}$$

11. calculo de las secciones críticas

Luego de conocer las propiedades mecánicas del material que se utilizara, se analiza la forma como se aplican las cargas y se identifica cada punto crítico del eje para garantizar que no falle bajo estas condiciones.

Cálculo del diámetro de las secciones del eje

Para esos cálculos se supone un factor de seguridad de $N = 2$

Seccion A

$$D_1 = \left[\frac{32N}{\pi} \sqrt{\frac{3}{4} \left(\frac{T}{S_y} \right)^2} \right]^{1/3} = 10 \times \left[\frac{32 \times 2}{\pi} \sqrt{\frac{3}{4} \left(\frac{55}{372,66} \right)^2} \right]^{1/3} = 13,76 \text{ mm}$$

Seccion B

Como en la seccion B se ubicara una chumacera, para el calculo del diametro D_2 se realiza un chafan agudo, por lo que $K_t = 2,5$ y el momento en B es igual a $M_{RB} = 57,8 \text{ N.m}$

$$D_2 = \left[\frac{32N}{\pi} \sqrt{\left[\frac{K_t M}{S_n} \right]^2 + \frac{3}{4} \left(\frac{T}{S_y} \right)^2} \right]^{1/3} = 10 \times \left[\frac{32 \times 2}{\pi} \sqrt{\left[\frac{2,5 \times 57,8}{156,5} \right]^2 + \frac{3}{4} \left(\frac{55}{372,66} \right)^2} \right]^{1/3}$$

$$D_2 = 26,68 \text{ mm}$$

El diametro D_3 se calculara despues cuando se finalice el analisis de esfuerzos y se seleccione el rodamiento adecuado.

Seccion C

En el punto C se ubicara el segundo rodamiento, por lo que se realiza otro chafan agudo, entonces $K_t = 2,5$. El momento resultante en C es igual a $M_{RC} = 134 \text{ N.m}$

$$D_4 = \left[\frac{32N}{\pi} \sqrt{\left[\frac{K_t M}{S_n} \right]^2 + \frac{3}{4} \left(\frac{T}{S_y} \right)^2} \right]^{1/3} = 10 \times \left[\frac{32 \times 2}{\pi} \sqrt{\left[\frac{2,5 \times 134}{156,5} \right]^2 + \frac{3}{4} \left(\frac{55}{372,66} \right)^2} \right]^{1/3}$$

$$D_4 = 35,22 \text{ mm}$$

Seccion D

$$D_5 = \left[\frac{32N}{\pi} \sqrt{\frac{3}{4} \left(\frac{T}{S_y} \right)^2} \right]^{1/3} = \left[\frac{32 \times 2}{\pi} \sqrt{\frac{3}{4} \left(\frac{55}{372,66} \right)^2} \right]^{1/3} = 13,76 \text{ mm}$$

El diámetro más grande se encuentra en la sección C, este diámetro será el que defina la geometría final del eje.

12. Dimensiones finales de cada sección del eje

Teniendo como referencia los diámetros calculados anteriormente se proporciona el eje. Los diámetros mínimos calculados que se requieren para las diferentes secciones del eje son las siguientes:

$$D_1 = 13,76 \text{ mm}$$

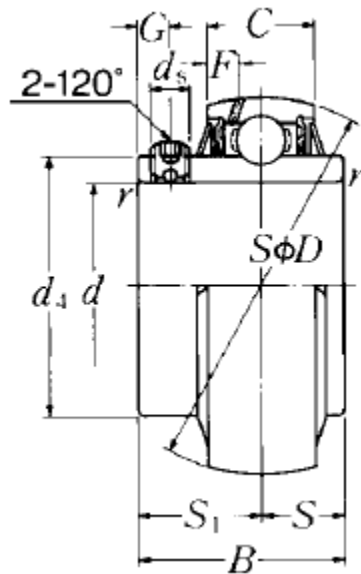
$$D_2 = 26,68 \text{ mm}$$

$$D_3 = xxx \text{ mm}$$

$$D_4 = 35,22 \text{ mm}$$

$$D_5 = 13,76 \text{ mm}$$

El diámetro del eje que más se aproxima al diámetro D_4 y que además soporta la carga radial en el punto C de **1591N**, para una chumacera NTN de rodamientos de bolas es de 40 mm. La designación abreviada del rodamiento es **UC208D1**.



$$d = 40 \text{ mm}$$

$$d_4 = 53 \text{ mm}$$

$$r = 1,5 \text{ mm}$$

$$S = 19 \text{ mm}$$

$$S_1 = 30,2 \text{ mm}$$

Con esto se define también el diámetro de la sección B-C, para este rodamiento se tomara un diámetro $D_3 = 46 \text{ mm}$ y el radio de entalle es de $r_3 = r_2 = 1,5 \text{ mm}$.

D_3 sale de sumarle 6 milímetros a ($D_4 = 40 \text{ mm}$), esto con el fin de que el espesor de la pista interior del rodamiento asiente sobre la cara del escalonamiento.

Las dimensiones D_4 y D_2 en el eje serán las mismas, puesto que las chumaceras son del mismo diámetro.

$$D_4 = D_2 = 40 \text{ mm}$$

Para los diámetros de los extremos, si seguimos con la misma relación de diámetros, entonces los extremos D_1 y D_5 medirán:

$$D_1 = D_5 = 34 \text{ mm}$$

Sección	D min	D Normalizado	redondeos
A	13,76	34	1
B	26,68	40	1,5
media	Xxx	46	----
C	35,22	40	1,5
D	13,76	34	1

Para que la polea y el piñón asienten bien sobre la cara de escalonamiento, se deben realizar redondeos suaves teniendo en cuenta que el radio de entalle será igual a la mitad de la dimensión del chaflán del cubo.

Se pudo determinar que tanto la polea como el piñón motriz presentan chaflanes en el cubo de $2 \times 45^\circ$, por lo que los radios de entalle para esta sección serán de:

$$r_1 = r_4 = 1 \text{ mm.}$$

Los extremos del eje llevan chaflanes de $1 \times 45^\circ$ para facilitar el montaje de los elementos de transmisión de potencia (polea y piñón).

– **Dimensionamiento de los extremos**

Según la norma DIN 748 para un diámetro de 34 mm, la longitud máxima del extremo, para ejes corrientes será de 80 mm.

Se tomó en el extremo D una longitud de 30 mm debido a que la longitud del cubo del piñón que ira montado allí es de 25 mm.

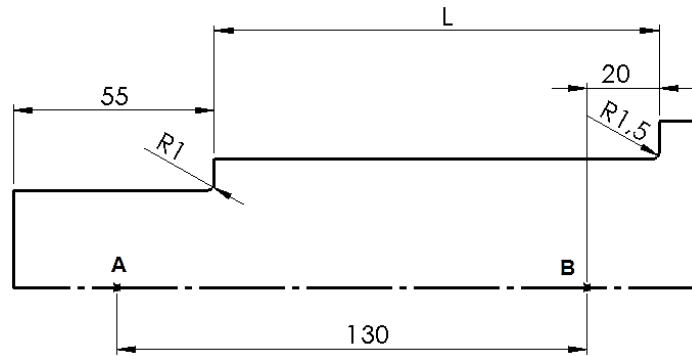
En el extremo A se toma una longitud de 55 mm debido a que la longitud del cubo para la polea que ira montada allí es de 50 mm.

– **Dimensionamiento de los chaveteros en el eje**

Las dimensiones del chavetero para un diámetro de eje de 34 mm son:

Ancho y profundidad de los chaveteros en el eje = $10 \times 4,5 \text{ mm}$

– **Dimensionamiento de los apoyos**



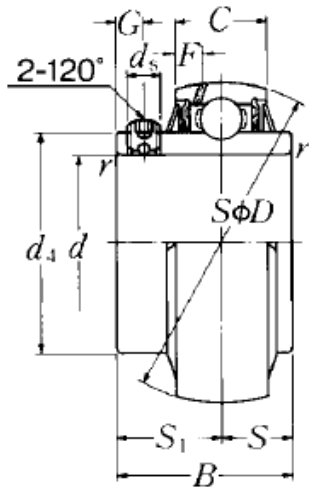
Nota: hay que tener en cuenta el ancho de la chumacera para poder dar las proporciones finales a este tramo del eje.

Dónde:

$$S = 19 \text{ mm}$$

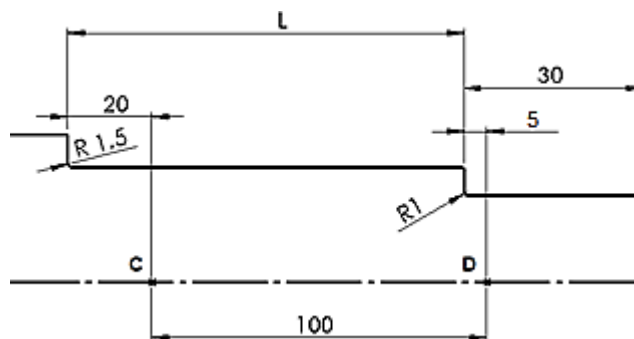
$$S_1 = 30,2 \text{ mm}$$

$$B = 49,2 \text{ mm}$$



Se tomó una distancia de 20 mm desde el punto B al escalonamiento.

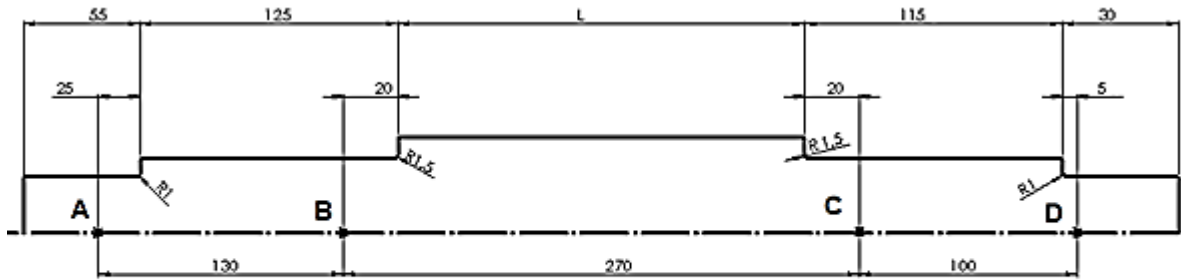
$$L = 130 - 25 + 20 = 125 \text{ mm}$$



$$L = 100 + 20 - 5 = 115 \text{ mm}$$

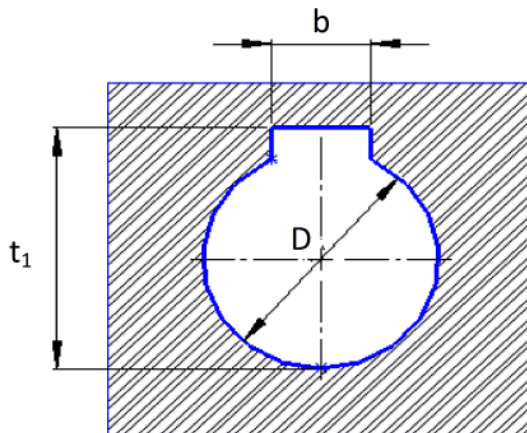
Donde 5 mm es la distancia al punto medio del diente.

– Dimensionamiento de la sección media del eje



$$L = 270 - 20 - 20 = 230 \text{ mm}$$

– Piñón motriz y polea conducida
Dimensiones del chavetero



$$D = 34 \text{ [mm]}$$

$$b = 10 \text{ [mm]}$$

$$t_1 = 33,5 \text{ [mm]}$$

El diámetro del prisionero es de 10 mm

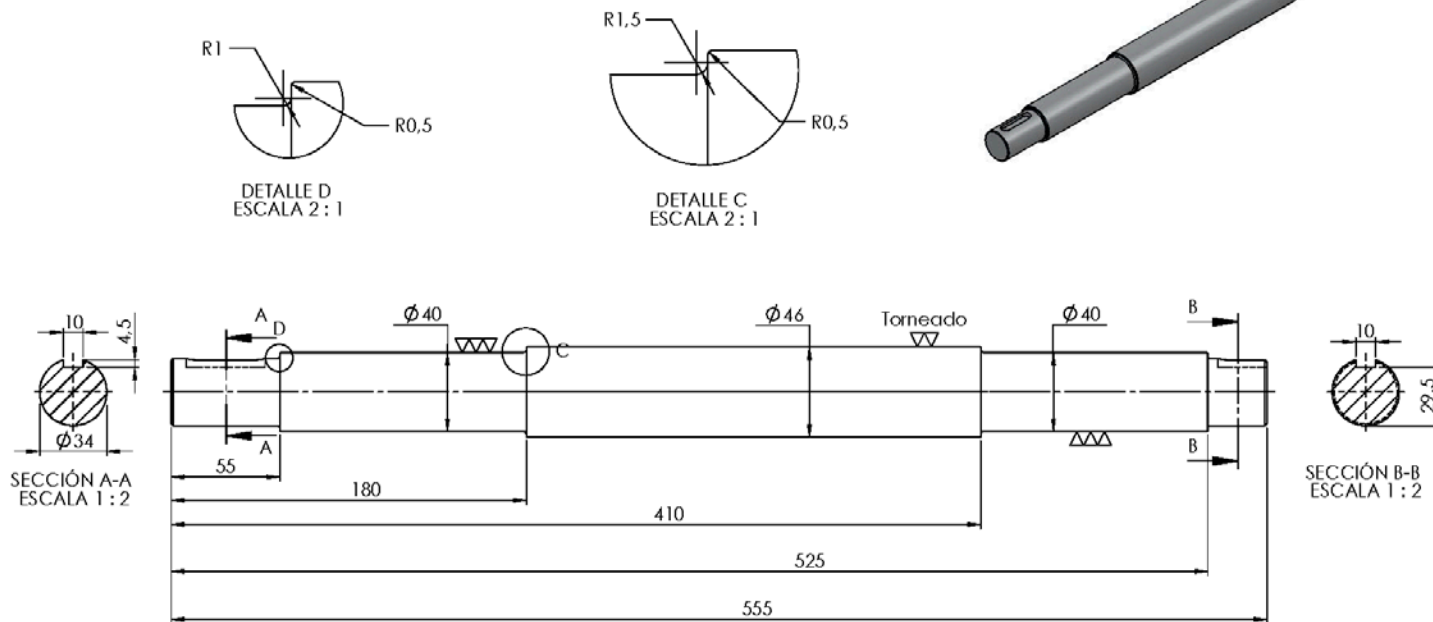
Para ver los planos y las animaciones de las piezas que se requieren para la transmisión consultar anexos C.

**ANEXO C. PLANOS DE LAS PIEZAS QUE
COMPONEN EL DISEÑO INTEGRADOR
(MOLINO DE BOLAS)**

Nota:

Material del eje: Acero AISI/SAE 1045 Laminado en caliente

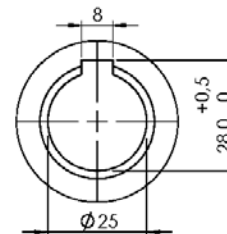
Rugosidad de superficies en zonas indicadas con $\nabla\nabla = N6$, $\nabla = N8$



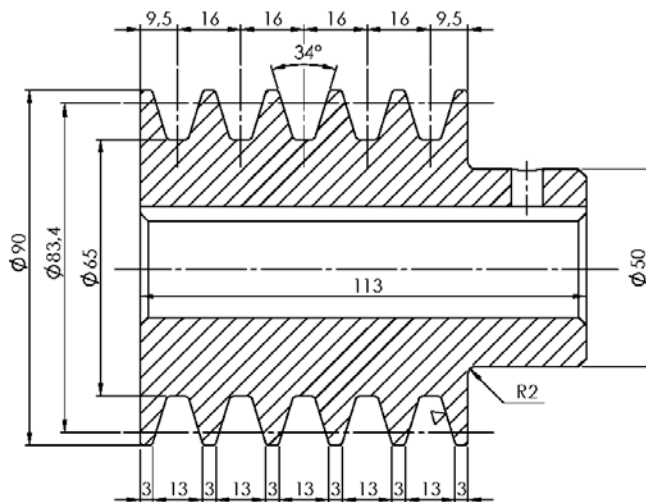
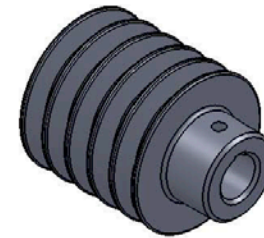
Created by Enoc Arenas-José León	Approved by Leónidas Vásquez	Date 15/09/2012	Format A3
	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER		Area Diseño grafico
	Type of document Dibujo de fabricación		Title Eje intermedio
	Unit of measurement mm	Scale 1:2	Sheet 1/1

Nota:

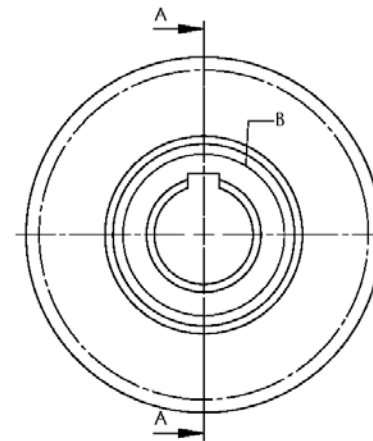
Material de la polea: fundición de aluminio
Todos los chaflanes son de $2 \times 45^\circ$
Dimensiones del prisionero M8 x 20
Todos los redondeos en las canales son de radio 1mm



DETALLE B
ESCALA 1:1



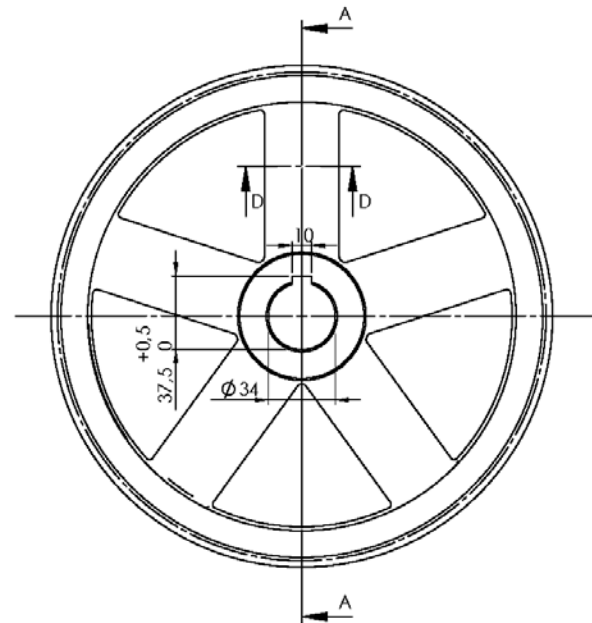
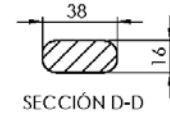
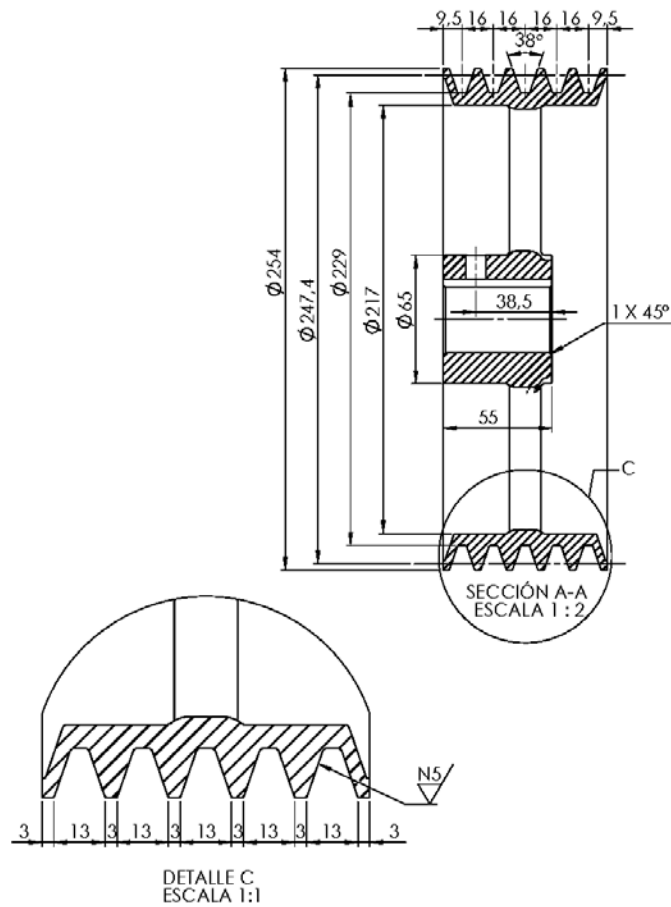
SECCIÓN A-A
ESCALA 1:1



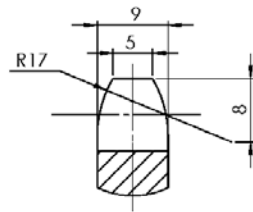
Created by Enoc Arenas-José León	Approved by Leónidas Vásquez	Date 02/10/2012	Format A3
	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER		Area Diseño gráfico
	Type of document Plano de fabricación	Title Polea conductora	
	Unit of measurement mm	Scale 1:1	Sheet 1/1

Nota:

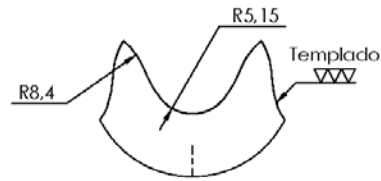
Material de la polea: fundición de aluminio
 Todos los chaflanes son de 1x45°
 Dimensiones del prisionero M10x15
 Todos los redondeos son de radio 1mm



Creado por Enoc Arenas-José León	Aprobado por Leónidas Vásquez	Fecha 16/09/2012	Formato A3
 UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER		Área Diseño gráfico	
		Título Polea conducida	
Tipo de documento Plano de fabricación		Unidad dimensional mm	Hoja 1/1
Escala: 1:2		NP plano 1.02.3	Hoja 1/1



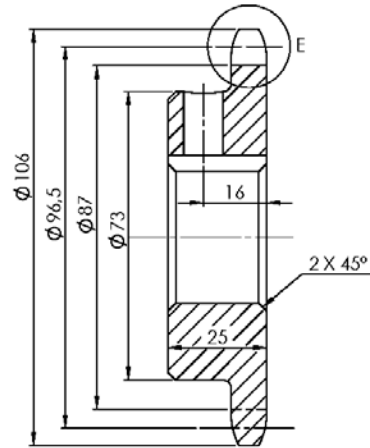
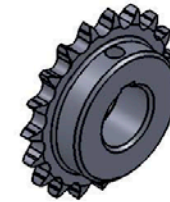
DETALLE E
ESCALA 2 : 1



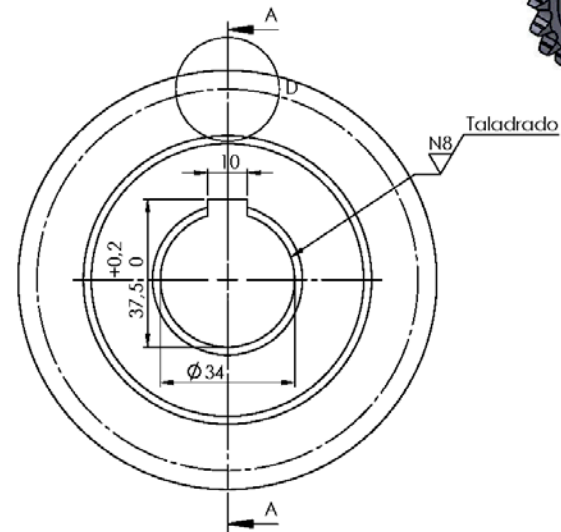
DETALLE D
ESCALA 2 : 1

Nota:

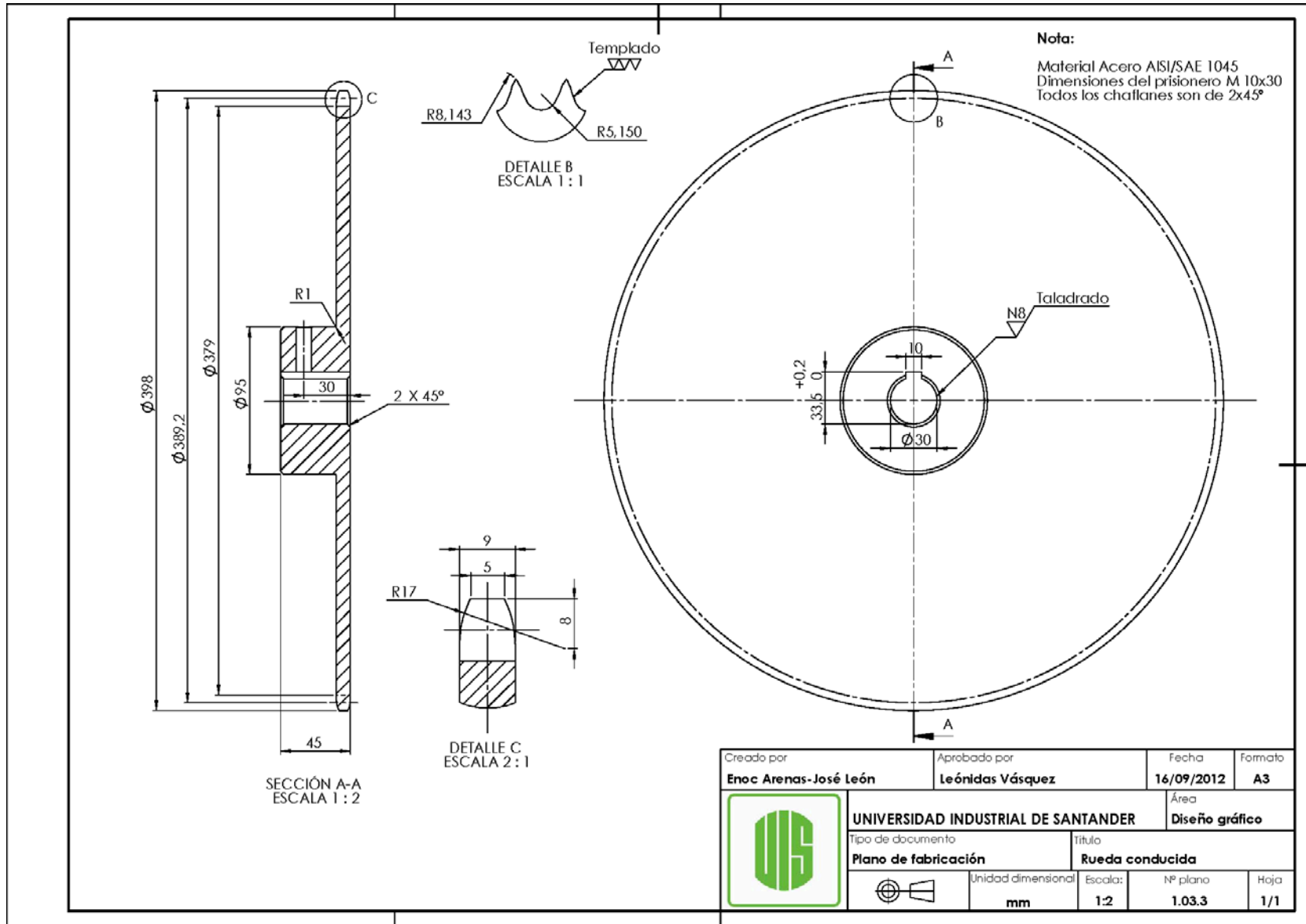
Material Acero AISI/SAE 1045
Dimensiones del prisionero M 10x20
Todos los chaflanes son de 2x45°



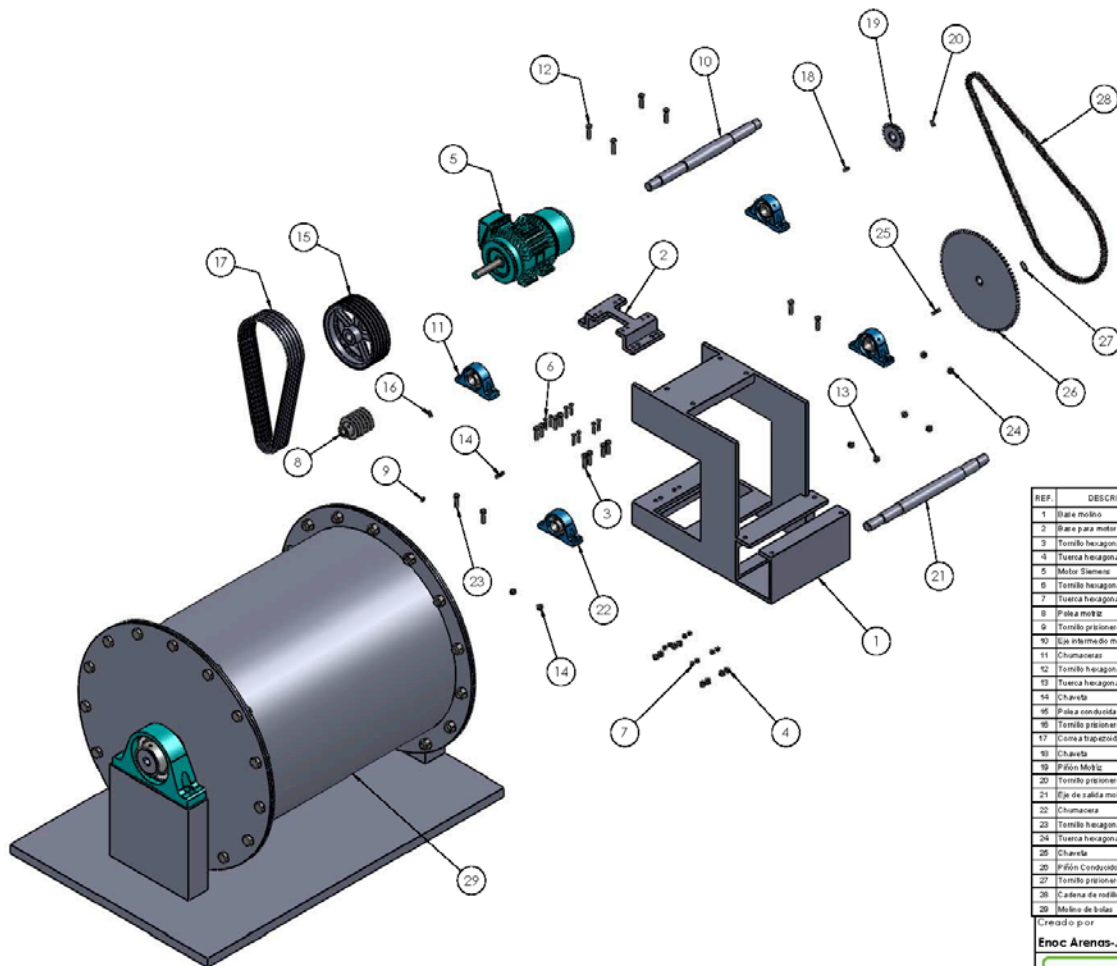
SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 1




Creado por Enoc Arenas- José León	Aprobado por Leónidas Vásquez	Fecha 15/09/2012	Formato A3
		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	
		Área Diseño gráfico	
Tipo de documento Plano de fabricación		Título Piñón motriz	
	Unidad dimensional mm	Escala: 1:1	NP plano 1.02.4
			Hoja 1/1



Creado por Enoc Arenas-José León	Aprobado por Leónidas Vásquez	Fecha 16/09/2012	Formato A3
		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	
Tipo de documento Plano de fabricación		Título Rueda conducida	
	Unidad dimensional mm	Escala: 1:2	NP plano 1.03.3
			Hoja 1/1



REF.	DESCRIPCIÓN	CANT.	PL. DERE.	MATERIAL	ESPECIFICACIONES	OBSERVACIONES
1	Bola molino	1	1.01.1	Aceero HR	Cal. 0.25 (SAE 1015)	Chapa 14x14x4
2	Brazo para motor	1	1.01.2	Aceero HR	Cal. 0.26 (SAE 1016)	Chapa 14x14x4
3	Tornillo hexagonal	8			M 12 X 90 (ISO 4014)	Comercial
4	Tuerca hexagonal	8			M 12 (ISO 4034)	Comercial
5	Motor Siemens	1	1.01.3		5 HP @ 1800 RPM	Comercial
6	Tornillo hexagonal	8			M 8 X 40 (ISO 4014)	Comercial
7	Tuerca hexagonal	8			M 8 (ISO 4034)	Comercial
8	Pala molino	1	1.01.4	Aluminio	PNP 6105	Comercial
9	Tornillo pasivero	1			M 8 X 20 (ISO 4026)	Comercial
10	Eje intermedio molino 5 HP	1	1.02.1	AlSi-SAE 1045	Maquinado	Templado, Reversido
11	Chumacera	2	1.02.2		Ref. UC2000-1	Comercial
12	Tornillo hexagonal	4			M 12 X 90 (ISO 4014)	Comercial
13	Tuerca hexagonal	4			M 12 (ISO 4034)	Comercial
14	Chaveta	1			10 X 8 X 30	Comercial
15	Pala conductora	1	1.02.3	Aluminio	PNP 6105	Comercial
16	Tornillo pasivero	1			M 10 X 20 (ISO 4026)	Comercial
17	Cinta transportadora	5			PHS 452	Comercial
18	Chaveta	1			10 X 8 X 30	Comercial
19	Piñón Moliz	1	1.02.4	AlSi-SAE 1045	PHS 50810	Comercial
20	Tornillo pasivero	1			M 10 X 20 (ISO 4026)	Comercial
21	Eje de salida molino 5 HP	1	1.02.1	AlSi-SAE 1045	Maquinado	Templado, Reversido
22	Chumacera	2	1.02.2		Ref. UC2000-1	Comercial
23	Tornillo hexagonal	4			M 12 X 90 (ISO 4014)	Comercial
24	Tuerca hexagonal	4			M 12 (ISO 4034)	Comercial
25	Chaveta	1			10 X 8 X 30	Comercial
26	Piñón Conductivo	1	1.02.3	AlSi-SAE 1045	PHS 50817	Comercial
27	Tornillo pasivero	1			M 10 X 20 (ISO 4026)	Comercial
28	Cadena de neblón	1			PCH 60-132M	Comercial
29	Molino de bolas	1			MQ0 900X1800	Comercial

Creado por		Aprobado por		Fecha	Formato
Enoc Arenas-José León		Leónidas Vásquez		24/09/2012	A2
 UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER Tipo de documento Dibujo de montaje desarmado			Área Diseño gráfico		
			Título Transmisión molino de bolas		
Unidad dimensional		Escala:		Nº plano	
mm		1:10		1	
				Hoja	
				1/1	

ANEXO D. GUIAS DE LABORATORIO DE DISEÑO GRÁFICO



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

GUÍA DE LABORATORIO DE DISEÑO GRÁFICO

CARRERA	CÓDIGO ASIGNATURA	NOMBRE DE LA ASIGNATURA
Ing. Mecánica	23019	Diseño gráfico

PRÁCTICA N°	LABORATORIO DE	DURACIÓN (HORAS)
	Diseño gráfico	
	NOMBRE DE LA PRACTICA	
	Ejes y Árboles.	2

1 INTRODUCCION

Para desempeñar su misión, las máquinas disponen de partes móviles encargadas de transmitir la energía y el movimiento de las máquinas motrices a otros elementos. Estas partes móviles son elementos transmisores como los arboles y los ejes.

Los elementos de mayor utilidad para sostener las partes giratorias de las máquinas han sido desde hace mucho tiempo los árboles y los ejes, debido a que su movimiento es sencillo y ocupa poco espacio. Esta característica los hace adecuados para sostener piezas que giran solidariamente o entorno a ellos.

Estos elementos de máquinas constituyen una parte fundamental de las transmisiones mecánicas y son ampliamente utilizados en una gran diversidad de máquinas debido a su relativa simplicidad.

Es frecuente encontrar confusiones en estudiantes con el manejo de estos conceptos. En esta práctica se aprenderá a diferenciarlos.

2 OBJETIVOS

- Reconocer e identificar los diferentes tipos de ejes y arboles que se fabrican y usan en la industria, así como sus diferentes aplicaciones en la ingeniería.
- Analizar, observar y manipular el muestrario de ejes y arboles existentes en el banco de prácticas.
- Aprender a reconocer de que depende la geometría final de estos elementos.
- Aplicar elementos y convenciones (normas) para la representación y dimensionamiento de los elementos.

MARCO TEORICO

EJES Y ÁRBOLES

Los árboles y ejes son elementos de máquinas, generalmente de sección transversal circular, usados para sostener piezas que giran solidariamente o entorno a ellos. Algunos elementos que se montan sobre árboles y ejes son ruedas dentadas, poleas, piñones para cadena, acoples y rotores.

DIFERENCIAS

EJE: sirven de soporte a otras piezas sin transmitir momento de giro (no transmiten potencia) y pueden ser giratorios o fijos.

ÁRBOL: son elementos que giran soportando pares de torsión y transmitiendo potencia, sirviendo además de soporte a las piezas.

Materiales utilizados

El material más utilizado para la fabricación de árboles y ejes es el acero, a estos aceros se les llama "Aceros para maquinaria" y sirven para infinidad de aplicaciones entre las que cabe destacar la fabricación de *Ejes, Engranajes, Guías, Tornillos sin fin, Bujes, Tornillos, Pines, Sellos, Rodos, etc.* Se listan algunos de los aceros comúnmente usados para la fabricación de estos elementos.

Aceros AISI SAE 1020, 1045, 4140, 4340, 8620

CLASIFICACIÓN DE LOS EJES Y ÁRBOLES

El Atlas de Maquinas de Reshétov da una amplia clasificación de acuerdo a la aplicación o uso que se le vaya a dar:

Los ejes se dividen:

- 1) Según su misión: en ejes de máquinas de transporte y elevadoras transportadoras y ejes de transmisión (dentados, de correas y otros).
- 2) Según las condiciones de trabajo: giratorios y fijos.

Los árboles se dividen:

- 1) Según su misión: en arboles de transmisión, arboles de mecanismos auxiliares y arboles principales.
- 2) Según la forma de sus ejes: con eje recto, acodado y con ejes variables (telescópicos y flexibles).
- 3) Según su configuración: en lisos, escalonados y con estrías

Figura 1. Ejes según las condiciones de trabajo

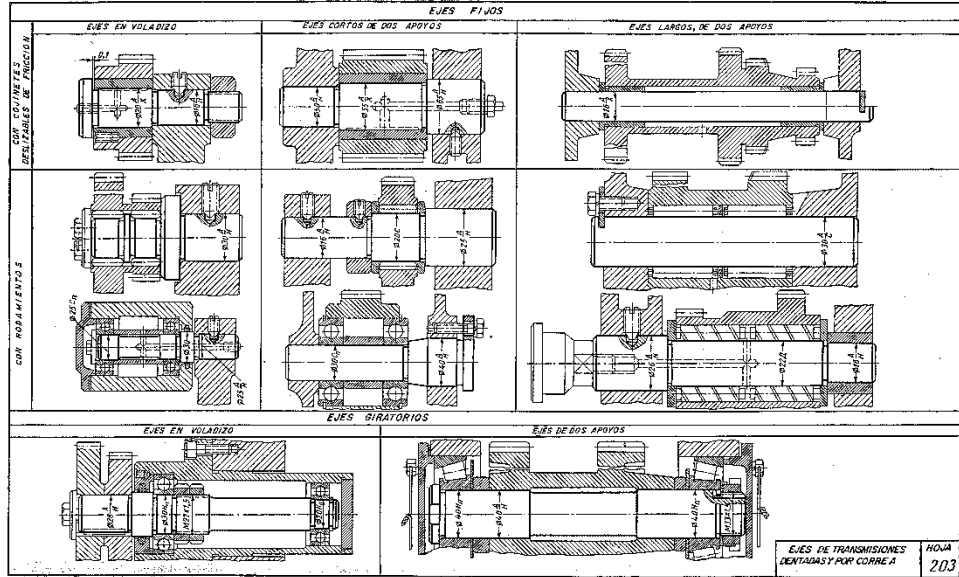
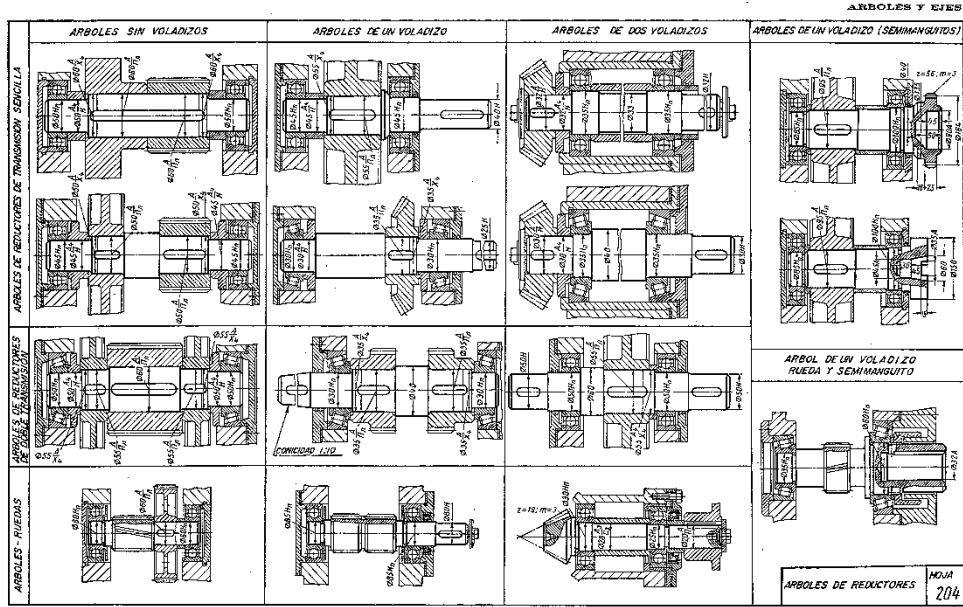


Figura 2. Árboles según las condiciones de trabajo



DIMENSIONES Y FORMAS

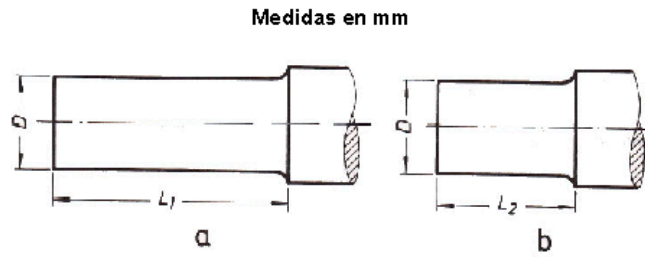
El dimensionamiento constructivo consiste en la determinación de las longitudes y diámetros de los diferentes tramos o escalones. Estos elementos poseen formas muy variadas, pueden tener cambios de sección, radios de entalle, cuñeros, extremos largos o cortos, cilíndricos o cónicos.

Extremos de ejes y árboles

Los extremos suelen ser cilíndricos, pero de menor diámetro que el resto de la pieza. Las normas que determinan las longitudes máximas que deben tener los extremos de estos elementos son las **DIN 748, DIN 749, DIN 750**.

De acuerdo a la norma DIN 748, la longitud de los extremos de los ejes y árboles **corrientes** (Figura 3. a) es de aproximadamente el doble del diámetro, y para ejes **cortos** (Figura 3. b) la longitud es de 1,5 veces el diámetro.

Figura 3. Extremos de ejes y arboles cilíndricos.



Diámetro D	Diferencias para D según calibre ISA	Longitud L ₁	Diámetro D	Diferencias para D según calibre ISA	Longitud L ₁	Diámetro D	Longitud L ₂ ³⁾	
6	j 6 2)	16	160	m 6 2)	300	230	410	
8		20	170		300	240	410	
10		23	180		300	250	410	
12		30	190		350	260	410	
14		30	200		350	270	410	
16		40	210		350	280	470	
18		40	220		350	290	470	
(19)		50	230		440	300	470	
20		50	240		440	310	470	
22		50	250		440	320	470	
(24)		60	260		440	330	470	
25		k 6 2)	60		270	440	340	550
28			60		280	560	350	550
30			80		290	560	360	550
32			80		300	560	370	550
35			80		310	560	380	550
38			80		320	560	390	550
40			110		330	560	400	650
42			110		340	700	420	650
45	110		350	700	440	650		
48	110		360	700	450	650		
50	110	370	700	460	650			
55	m 6 2)	110	380	700	480	650		
60		140	390	700	500	650		
65		140	400	860	550	800		

Fuente: basado en la norma DIN 748

Dimensionamiento del chavetero en el eje

Las dimensiones del chaveteros se deducen a partir de la norma ANSI B17.1-1967, donde se define el tamaño del chavetero en función del diámetro del eje.

Figura 4. Chavetero en el eje

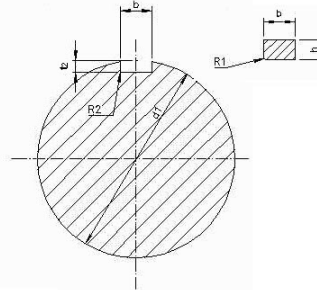


Tabla 1. Dimensiones de chavetas y chaveteros

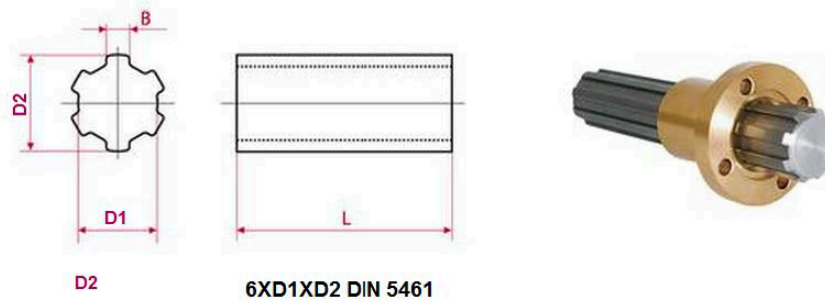
DIÁMETRO DEL EJE d_1 (mm)	ANCHURA Y PROFUNDIDAD DEL CHAVETERO EN EL EJE $b \times t_2$ (mm)	DIMENSIONES DE LA CHAVETA $b \times h$ (mm)	DIMENSIONES DEL CHAVETERO EN EL CUBO (mm)		DIÁMETRO DEL PRISIONERO (mm)
			b	t_1	
6 a 8	2x1	2x2	2	D+1	3
8 a 10	3x2	3x3	3	D+1	3
10 a 12	4x2,5	4x4	4	D+1,5	4
12 a 17	5x3	5x5	5	D+2	5
17 a 22	6x3,5	6x6	6	D+2,5	6
22 a 30	8x4	8x7	8	D+3	8
30 a 38	10x4,5	10x8	10	D+3,5	10
38 a 44	12x4,5	12x8	12	D+3,5	10
44 a 50	14x5	14x9	14	D+4	14
50 a 58	16x5,5	16x10	16	D+4,5	14
58 a 65	18x6	18x11	18	D+5	18
65 a 75	20x7	20x12	20	D+5	18
75 a 85	22x8,5	22x14	22	D+5,5	22
85 a 95	25x8,5	25x14	25	D+5,5	22
95 a 110	28x9,5	28x16	28	D+6,5	22
110 a 130	32x10,5	32x18	32	D+7,5	30
130 a 150	36x11,5	36x20	36	D+8,5	30
150 a 170	40x12,5	40x22	40	D+9,5	30
170 a 200	45x14,5	45x25	45	D+10,5	30
200 a 230	50x16,5	50x28	50	D+11,5	30

Fuente: basado en la norma ANSI B17.1-1967

Arboles nervados

Se trata de un eje cilíndrico sobre el que se realiza una serie de acanaladuras. Son muy utilizados cuando el par a transmitir es elevado, incluso se aconsejan cuando se producen cambios bruscos de rotación, vibraciones o golpes.

Figura 5. Arboles nervados



Designación

$n^{\circ} \text{ nervios} \times d_1 \times d_2 \text{ DIN 5461}$

Su forma y las dimensiones de las nervaduras están normalizadas en la DIN 5461.

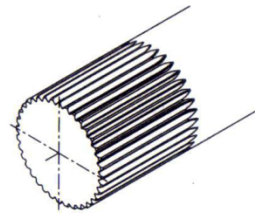
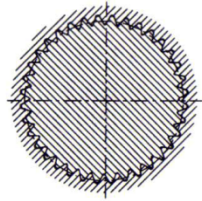
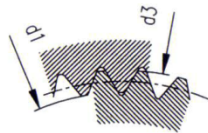
Dependiendo de la carga a transmitir nos encontraremos con ejes nervados de serie ligera DIN 5462, mediana DIN 5463 y pesada DIN 5464.

Árboles estriados

Es una variante del nervado. Si se reduce el tamaño de las nervaduras, se aumenta su número y si modificamos ligeramente su forma obtendríamos lo que comúnmente se conoce como árbol entallado.

La norma ISO 4156 define las dimensiones de los árboles ranurados con flancos de evolvente. Estos ejes permiten grandes velocidades de rotación y muy buen centrado. Se proyectan y fabrican con las mismas técnicas que el dentado de engranajes.

Figura 6. Arboles estriados



Designación

Perfil del eje nervado B $d_1 \times d_3$ DIN 5481

Perfil del cubo nervado B $d_1 \times d_3$ DIN 5481

3 MATERIALES Y EQUIPOS	
EQUIPO NECESARIO	MATERIAL DE APOYO
<ul style="list-style-type: none"> - Calibrador pie de rey. - Eje deslizante caja principal. - Eje cardan. - Cigüeñal. - Árbol de levas. - Eje con ruedas dentadas (eje toma). 	<ul style="list-style-type: none"> - Ejes y arboles manual de diseño

4 DESARROLLO DE LA PRÁCTICA	
<ul style="list-style-type: none"> - Realice bocetos a mano alzada e identifique cada uno de los ejes y árboles que se suministran en el banco. - Con ayuda de los instrumentos de medición que se le suministraron, realice lecturas de las dimensiones de las piezas y consígnelas en los bocetos que realizó previamente. - Observe los chaflanes en los extremos de los ejes ¿Qué función cumplen? - Determine si las dimensiones de los extremos de los ejes, cumplen con la norma DIN 748. - Designe bajo norma uno de los arboles nervados que se encuentran en el banco. - Realice un plano de fabricación de uno de los elementos de la práctica. El auxiliar del laboratorio decidirá cuál de los elementos deberá dibujar en la herramienta CAD. 	

5 RESULTADOS Y CONCLUSIONES

6 ANEXOS

PREGUNTAS

- ¿Cuál es la principal diferencia entre un eje y un árbol?
- ¿Qué tipos de aceros se utilizan para la fabricación de ejes y nombre al menos 5?
- Según la teoría del manual - **Ejes y Árboles manual de diseño** - ¿De qué depende la geometría final del eje?
- ¿Qué normas permiten dimensionar los extremos de los ejes?
- ¿Por qué se deben realizar chaflanes en los extremos de los ejes?



GUÍA DE LABORATORIO DE DISEÑO GRÁFICO

CARRERA	CÓDIGO ASIGNATURA	NOMBRE DE LA ASIGNATURA
Ing. Mecánica	23019	Diseño gráfico

PRÁCTICA N°	LABORATORIO DE	DURACIÓN (HORAS)
	Diseño gráfico	
	NOMBRE DE LA PRACTICA	2
	Transmisión de potencia por correas	

1 INTRODUCCIÓN

Las transmisiones por correa, en su forma más sencilla, constan de una cinta colocada a tensión sobre dos poleas: una motriz y otra conducida. Al moverse la cinta (correa) transmite energía desde la polea motriz a la polea movida gracias al rozamiento que surge entre la correa y la polea.

Este tipo de transmisiones se denominan de tipo flexible pues absorben vibraciones y choques de los que sólo tienden a transmitir un mínimo al eje arrastrado, además de que son muy útiles para transmitir potencia a altas velocidades.

Son estas transmisiones adecuadas para distancias entre ejes relativamente grandes, actuando bajo condiciones adversas de trabajo (polvo, humedad, calor, etc.), son además silenciosas y si se les selecciona adecuadamente, tienen una larga vida útil sin averías ni problemas de funcionamiento.

2 OBJETIVOS

- Conocer los tipos de correas que se disponen en la práctica y como se clasifican.
- Observar e identificar los diferentes tipos de poleas.
- Identificar las diferentes partes que componen a una polea y los diferentes materiales con los que se le fabrican.
- Identificar las normas que se utilizan para la fabricación de las secciones transversales de las correas.

MARCO TEÓRICO

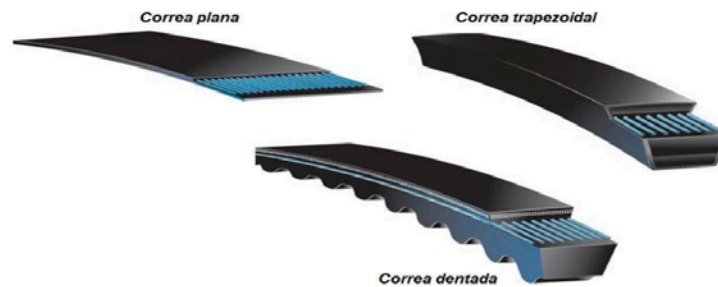
CORREAS

Las correas son unos de los principales elementos flexibles que se utilizan para transmisión de potencia, tiene como principal característica que son ligeras, absorben los choques y son de bajo costo (el costo de una transmisión por correas es de aproximadamente el 63% de una transmisión por engranajes).

TIPOS DE CORREAS

Las correas se clasifican según la forma de su sección transversal en correas planas, correas trapezoidales y correas dentadas.

Figura 1. Tipos de correas según la forma de su sección transversal



Fuente: disponible en internet: <<http://gates.com.mx/seccion04.asp?subseccion=19>>

Designación:

Las correas trapezoidales llevan grabado un código que las identifica. Este código brinda la información acerca de qué tipo de correa es y cuál es su longitud primitiva. Por ejemplo el fabricante SKF las designa de la siguiente manera:

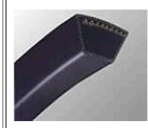
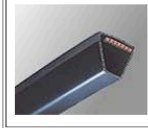
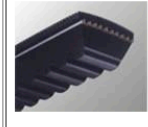
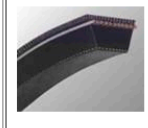
Figura 2. Designación de las correas clásicas de uso industrial según la SKF



Fuente: Autores

A continuación se muestran los tipos de correas que se usan a nivel industrial y automotriz.

Figura 3. Correas de uso industrial y automotriz

Correas Tipo V Industrial – Automotriz		
	<p>CORREAS SECCIÓN TIPO A – B – C – D – E</p> <p>*Classical V-Belts. *Tipos: Y, K, M, Z, A, B, C, D, E. *Uso: Automotriz e Industrial.</p>	<p>CORREAS UNIDAS POWER BAND LISAS</p> <p>*Banded V-Belts *Tipos: A, B, C, D, 3V, 5V, 8V (Lisas y Dentadas). *Usos: Alto Poder Automotriz e Industrial.</p>
	<p>CORREAS SPZ, SPA, SPB, SPC, 3V, 5V, 8V</p> <p>*Narrow V-Belts. *Tipos: SPZ, SPA, SPB, SPC, 3V, 5V, 8V. *Uso: Industrial.</p>	<p>CORREAS UNIDAS POWER BAND DENTADAS</p> <p>*Banded Cogged V-Belts *Tipos: AX, BX, CX, 3VX, 5VX. *Usos: Automotriz e Industrial.</p>
	<p>CORREAS FM, AX, ABX, BX, CX</p> <p>*Raw-Edge V-Belts. *Tipos: FM, AX, ABX, BX, CX. *Usos: Maquinaria Agrícola, Automóviles, ascensores, etc.</p>	<p>CORREAS VARIADORA DE VELOCIDAD INDUSTRIAL</p> <p>*Variable Speed Belts *Tipos: Usos: Industrial.</p>
	<p>CORREAS LISAS y DENTADAS</p> <p>*Rawedge Multi-Ply V-Belts *Tipos: AV10, AV13, AV15, AV17, AV22 (Lisas y Dentadas). *Usos: Automotriz e Industrial.</p>	<p>CORREA DOBLE</p> <p>*Double V-Belts *Tipos: PH, PJ, PK, PL, PM *Usos: Industrial.</p>

Fuente: Autores

Las correas trapeciales de uso industrial están estandarizadas por las siguientes normas: BS.-3790, ISO 4184, DIN 7753 y la DIN 2215.

POLEAS

La polea es una maquina simple que sirve para transmitir fuerza. Se trata de una rueda que esta mecanizada para permitir el montaje de los diferentes perfiles de las correas, las poleas tienen una o varias canales con forma de cuña en donde las correas se asientan y tratan de adherirse por el efecto cuña para transmitir un movimiento circular.

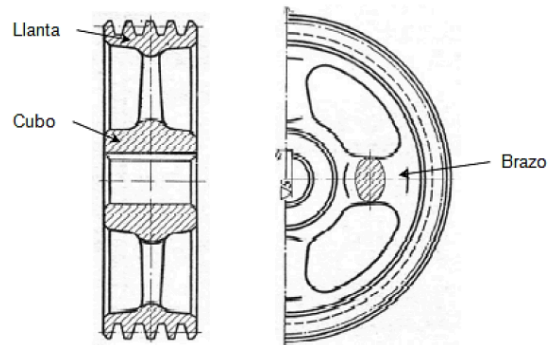
Partes de una polea

EL CUBO: Es la parte donde la polea se une al árbol, suele incluir un chavetero que facilita la unión de la polea con el árbol y así ambos giren solidarios.

LOS BRAZOS: Son las piezas que unen el cubo con la llanta y pueden existir o no, siendo en este caso reemplazados por un disco que puede adoptar diferentes diseños (lleno, rebajado, etc.).

LA LLANTA: Es la superficie de la polea que entra en contacto con la correa y esta cuidadosamente diseñada para conseguir el mayor agarre posible.

Figura 4. Partes de una polea



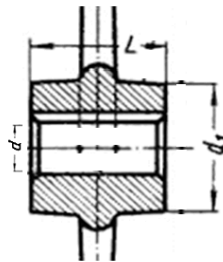
Fuente: Atlas de máquinas.

Dimensionamiento del cubo

El cubo tiene forma cilíndrica y dimensiones $d_1 \times L$, posee un agujero de diámetro d que lo atraviesa donde se ajusta al árbol, posee además un chavetero, donde se aloja un prisma de acero que asegura las dos piezas y permite que giren solidariamente.

Figura 5. Cubo de una polea

$$d_1 = (1,8 \text{ a } 2,0) \times d \quad L = (1,2 \text{ a } 1,5) \times d$$



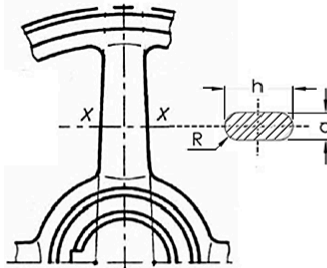
Fuente: Atlas de máquinas.

Dimensionamiento de los brazos

El número de brazos de la polea depende de su diámetro, y su sección transversal la mayoría de las veces es rectangular, debido a su menor costo de fabricación, se recomienda que la sección transversal sea rectangular y luego se redondean sus aristas con un radio R de 0,5 veces "a" donde "a" es el espesor del brazo.

Figura 6. Brazos de una polea

$$h = (1,1 \text{ a } 1,2) \times d \quad a = (0,4 \text{ a } 0,5) \times h$$



Fuente: Atlas de máquinas

Tornillo prisionero

Dispositivo mecánico con rosca, con o sin cabeza que sirve para impedir el giro o movimiento entre piezas, tales como un eje y una polea.

Figura 7. Tornillo prisionero con cabeza y sin cabeza



Fuente: Autores

Dimensionamiento del chavetero y prisionero

Las dimensiones del chaveteros se deducen a partir de la norma DIN 6885, o de la norma ANSI B17.1-1967 donde se define el tamaño de la chaveta en función del diámetro del eje.

Figura 8. Cuñero y prisionero

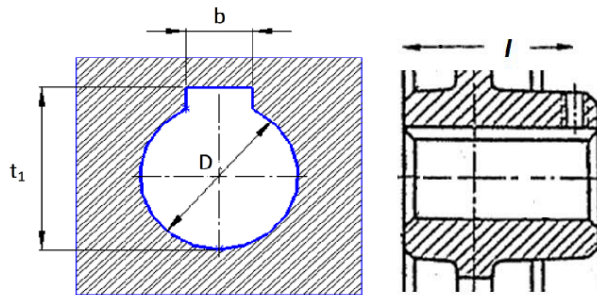


Tabla 1. Dimensiones de chavetas y chaveteros

DIÁMETRO DEL EJE (mm)	ANCHURA Y PROFUNDIDAD DEL CHAVETERO EN EL EJE (mm)	DIMENSIONES DE LA CHAVETA (mm)	DIMENSIONES DEL CHAVETERO EN EL CUBO (mm)		DIÁMETRO DEL PRISIONERO (mm)
			b	t ₁	
6 a 8	2x1	2x2	2	D+1	3
8 a 10	3x2	3x3	3	D+1	3
10 a 12	4x2,5	4x4	4	D+1,5	4
12 a 17	5x3	5x5	5	D+2	5
17 a 22	6x3,5	6x6	6	D+2,5	6
22 a 30	8x4	8x7	8	D+3	8
30 a 38	10x4,5	10x8	10	D+3,5	10
38 a 44	12x4,5	12x8	12	D+3,5	10
44 a 50	14x5	14x9	14	D+4	14
50 a 58	16x5,5	16x10	16	D+4,5	14
58 a 65	18x6	18x11	18	D+5	18
65 a 75	20x7	20x12	20	D+5	18
75 a 85	22x8,5	22x14	22	D+5,5	22
85 a 95	25x8,5	25x14	25	D+5,5	22
95 a 110	28x9,5	28x16	28	D+6,5	22
110 a 130	32x10,5	32x18	32	D+7,5	30
130 a 150	36x11,5	36x20	36	D+8,5	30
150 a 170	40x12,5	40x22	40	D+9,5	30
170 a 200	45x14,5	45x25	45	D+10,5	30
200 a 230	50x16,5	50x28	50	D+11,5	30

Fuente: basado en la norma ANSI B17.1-1967

Dimensionamiento de la llanta

Según especificaciones de la norma DIN 2217. Las canales se deben dimensionar de manera que la correa no sobresalga de la superficie superior ni haga contacto con el fondo de la canal, porque entonces la correa perdería su efecto de cuña.

Hay otras normas que rigen el dimensionamiento de los canales para poleas en V clásicas y estrechas de uso industrial como la norma ISO 4183, NTC 1716 y NTC 2066. En esta guía, el dimensionamiento de la llanta está basado en la norma DIN 2217 ya que es la norma más común que utilizan los fabricantes de poleas en Colombia.

Figura 9. Dimensiones de la llanta

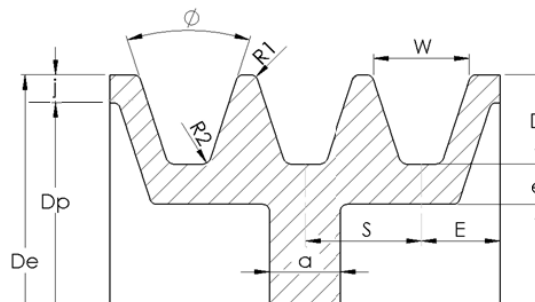


Tabla 2. Dimensiones de la llanta para poleas en V

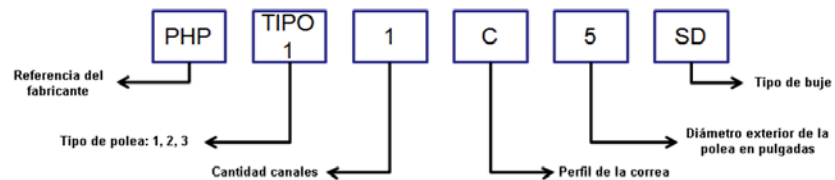
TIPO DE CORREA	RANURAS NORMALES						RANURAS PROFUNDAS			
	Z	A	B	C	D	E	SPZ	SPA	SPB	SPC
Ancho de canal W	10	13	17	22	32	38	9,7	12,7	16,3	22
Altura mínima j	2,5	3,3	4,2	5,7	8,1	9,6	2,5	3,3	4,2	5,7
Profundidad de canal D	9,5	12,5	15	20	28	33	11	14	18	24
Radio r₁	0,5	1	1	1,5	2	2	0,5	1	1	1,5
Radio r₂	1	1	1,5	2	3	4	1	1	1,5	2
Espesor e	5	6	8	9	10	14	5	6	8	9
Paso S	12	16	19	25,5	36,5	44,5	12	16	19	25,5
Tolerancia T_s	± 0,3	± 0,3	± 0,4	± 0,5	± 0,6	± 0,7	± 0,3	± 0,4	± 0,4	± 0,5
Distancia al borde E	8	9,5	12,5	17,5	22,2	28,5	8	9,5	12,5	17,5
Tolerancia T_E	+1 -1	+2	+3,8	+3,8	+6,35	+6,35	+1 -1	+2	+3,8	+3,8
Diámetro para 34° d	50 a 80	75 a 118	125 a 190	--	--	--	50 a 80	75 a 118	125 a 190	200 a 280
Diámetro para 36° d	--	--	--	200 a 280	355 a 475	500 a 600	--	--	--	--
Diámetro para 38° d	≥ 90	≥ 125	≥ 200	≥ 300	≥ 500	≥ 630	≥ 90	≥ 125	≥ 200	≥ 300

Fuente: Extraído de < http://www.martinezgambino.com.ar/catalogo_correas.pdf>.

Designación:

Las poleas trapezoidales se piden comercialmente por un código que brinda la información acerca de qué tipo de polea es, perfil de la correa, diámetro exterior y el tipo de fijación como se va montar en el eje "si lleva buje o chaveta". Por ejemplo el fabricante SKF las designa de la siguiente manera:

Figura 10. Designación de las poleas



Fuente: Autores

3 MATERIALES Y EQUIPOS

EQUIPO NECESARIO

- Calibrador pie de rey.
- Cinta métrica.
- Poleas macizas.
- Poleas de discos.
- Poleas de brazos.
- Correas de diferentes secciones.

MATERIAL DE APOYO

- Correas y poleas –Manual de cálculo y selección.

4 DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

- Realice bocetos a mano alzada de uno de los elementos (poleas) e identifique cada una de sus partes.
- Con ayuda de los instrumentos de medición que se le suministraron, realice lecturas de las dimensiones de las partes de la pieza y consígnelas en los bocetos que realizó previamente.
- Del mostrario de correas, escoja la correa que corresponde a la polea seleccionada para la práctica.
- Observe los chaflanes en el cubo de la polea. ¿para qué son?
- Monte la correa en la garganta y observe como queda. ¿Qué observa?
- Determine si las dimensiones de cada parte de la polea, cumple con las normas y recomendaciones de diseño.
- Realice un plano de fabricación de la polea que dibujó en la práctica con ayuda de una herramienta CAD, el plano será entregado al docente en la clase siguiente al desarrollo de la práctica.

5 RESULTADOS Y CONCLUSIONES

6 ANEXOS

PREGUNTAS

- ¿Nombre los tres tipos de correas que se utilizan para transmitir potencia?
- ¿Cómo se clasifican las transmisiones por correas?
- ¿Qué normas rigen la fabricación de las correas trapezoidales?
- ¿Qué especificaciones se necesitan para comprar una correa trapezoidal?
- Dependiendo del tipo de correa, ¿Cuál es la forma que puede tener la llanta de una polea?
- ¿De qué materiales estas fabricadas las poleas que se disponen en el banco?
- ¿Qué especificaciones se necesitan para comprar una polea trapezoidal?



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

GUÍA DE LABORATORIO DE DISEÑO GRÁFICO

CARRERA	CÓDIGO ASIGNATURA	NOMBRE DE LA ASIGNATURA
Ing. Mecánica	23019	Diseño gráfico

PRÁCTICA N°	LABORATORIO DE	DURACIÓN (HORAS)
	Diseño gráfico	
	NOMBRE DE LA PRACTICA	2
	Transmisión de potencia por cadenas	

1 INTRODUCCIÓN

Este notable elemento mecánico de transmisión de potencia formado por cadenas y sus correspondientes piñones se ha venido usando desde la antigüedad y a medida que pasa el tiempo sus usos se van extendiendo.

La transmisión por cadena se encuentra como una de las más utilizadas para transmitir potencia mecánica de forma eficiente. Las diversas exigencias de explotación a que son sometidas las transmisiones por cadenas han permitido la aparición de una variedad de tipos de cadenas, las cuales satisfacen diferentes características y facilidades para la explotación.

El hecho de ser económicas, fáciles de instalar y de mantener, convierte a las transmisiones por cadenas de rodillos en un sistema excelente para transmitir energía rotativa. En esta guía se explorará la estructura de los sprocket y las cadenas de rodillos, su numeración y nomenclatura.

2 OBJETIVOS

- Conocer los diferentes tipos de cadenas que se utilizan en la industria para la transmisión de potencia.
- Identificar las diferentes partes que componen a una cadena de rodillos.
- Observar, identificar y representar los diferentes tipos de piñones de la práctica.
- Conocer los tipos de lubricación que existen en las transmisiones por cadenas de rodillos.
- Identificar los criterios que se utilizan para seleccionar una transmisión por cadenas.
- Aprender la nomenclatura para designar las cadenas y los sprocket.

MARCO TEÓRICO

CADENAS

Las cadenas son elementos flexibles para transmitir potencia. Son eslabones que se unen entre sí para formar un sistema flexible capaz de transmitir fuerzas de tracción de magnitud considerable.

TIPOS DE CADENAS

Las cadenas en general se dividen en tres grupos

PARA ELEVAR CARGAS: Estas cadenas son utilizadas en las grúas y otras máquinas de elevación de cargas. Trabajan a bajas velocidades (hasta 0,25 m/s).

PARA TRANSPORTADORES: Se utilizan en la industria para el transporte de varios materiales tales como carbón, granos, arenas, etc., trabajan a velocidades medias (entre los 2 - 4 m/s).

PARA TRANSMITIR POTENCIA: pueden transmitir potencias elevadas a velocidades altas, manteniendo una relación constante de velocidades entre los elementos conectados, se cuenta con tres diseños básicos y son, las cadenas de rodillos, de pasadores y las silenciosas.

Se estudiara a profundidad las transmisiones con cadenas de rodillos, debido a que son por mucho las que mayores aplicaciones prácticas poseen.

CADENAS DE RODILLOS

Sirven para transmitir potencia entre ejes distanciados utilizando catarinas que giran en el mismo plano, la principal ventaja de estas transmisiones es que no existe lugar a deslizamiento y son muy eficientes, alrededor del 98%.

Designación de la cadena de rodillos

Según la norma americana, ASME B29.1-R2009, "A" las cadenas se designan por un código que establece las dimensiones de las cadenas.



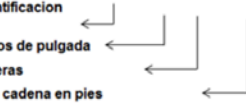
PHC 80-1X10FT

Código de identificación del producto

Paso en octavos de pulgada

Numero de hileras

Longitud de la cadena en pies



TIPOS DE RUEDAS Y PIÑONES

Tipo A. Tienen forma de plato o disco dentado y se aseguran al cubo mediante uniones bridadas o por soldadura. Son fabricados con un hueco central pequeño para que el usuario según sus necesidades lo instale atornillado a una manzana de flanche.

Tipo B. Son contruidos en una sola pieza, tiene un cubo que se proyecta a un lado y son usados cuando se requieren ruedas y piñones de tamaño mediano, pueden ser fabricados de dos o tres hileras de dientes y hasta 5 ^{1/2"} de diámetro se construyen macizos y enterizos con su manzana.

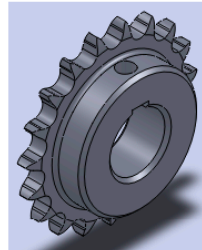
Tipo C. También se construyen en una sola pieza, son similares a las ruedas y piñones tipo B pero con la diferencia que el cubo se proyecta a ambos lados y son de gran diámetro.

Tipo D. La corona dentada es sólida o partida e intercambiable y su montura es enteriza. Esta modalidad reporta economía; cuando se produce el desgaste, se reemplaza solamente la corona. En pequeños diámetros no son viables.

Designación de los piñones para cadena de rodillos

Todo piñón para cadena lleva estampado primero el número de la cadena con la que debe engranar, luego una letra que indica el tipo de manzana con la que está construido y los dos últimos números corresponden a la cantidad de dientes que posee.

Algunos piñones para cadena llevan estampado el número 2 como sufijo, esto significa que el piñón es de doble hilera de dientes para cadena doble.



Código de identificación del producto **PHS 60 B 18**

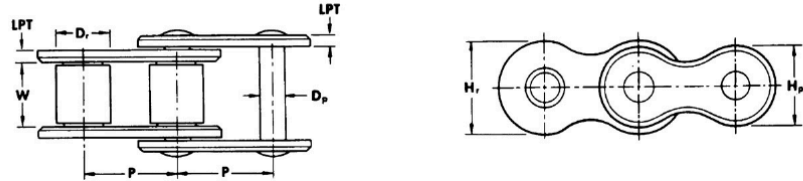
Paso en octavos de pulgada ←

Tipo de manzana ←

Número de dientes ←

Dimensiones generales de las cadenas de rodillos según norma ASME B29.1

General dimensions of ASME B29.1 roller chain

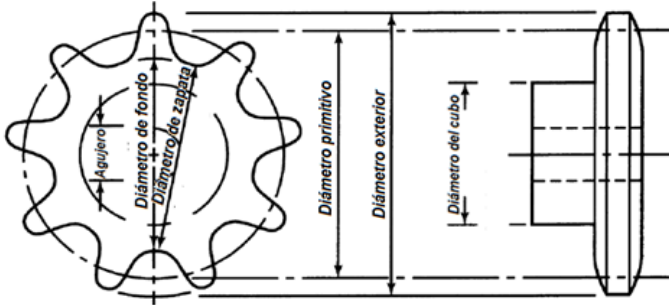


ANSI STANDARD CHAIN NO.		PITCH P	MAX ROLLER DIAMETER D _r	WIDTH W	PIN DIAMETER D _p	LINK PLATE THICKNESS LPT		MEASURING LOAD, LB
STD.	HEAVY					STD.	HEAVY	
25*	—	¼	0.130**	¼	0.0905	0.030	—	18
35*	—	⅜	0.200**	⅜ ₁₆	0.141	0.050	—	18
41†	—	½	0.306	¼	0.141	0.050	—	18
40	—	½	⅝ ₁₆	⅝ ₁₆	0.156	0.060	—	31
50	—	⅝	0.400	⅝	0.200	0.080	—	49
60	60H	¾	1 ¹ / ₃₂	½	0.234	0.094	.125	70
80	80H	1	⅝	⅝	0.312	0.125	.156	125
100	100H	1¼	¾	¾	0.375	0.156	.187	195
120	120H	1½	⅞	1	0.437	0.187	.219	281
140	140H	1¾	1	1	0.500	0.219	.250	383
160	160H	2	1¼	1¼	0.562	0.250	.281	500
180	180H	2¼	1 ¹³ / ₃₂	1 ¹³ / ₃₂	0.687	0.281	.312	633
200	200H	2½	1 ⁹ / ₁₆	1½	0.781	0.312	.375	781
240	240H	3	1⅞	1⅞	0.937	0.375	.500	1125

*Without rollers.
 ** Bushing Diameter. Chain is rollerless.
 †Light Machinery Series.

Fuente: Basado en la norma ASME B 29,1.

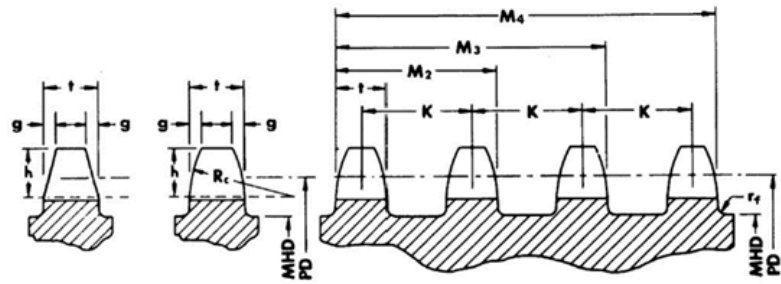
Dimensiones generales de los piñones para cadenas



<p>P = paso de la cadena Z = número de dientes D_r = diámetro del rodillo D_p = diámetro primitivo $D_p = \frac{P}{\sin \frac{180^\circ}{Z}}$ $D_{raíz}$ = diámetro de raíz o de fondo $D_{raíz} = D_p - D_r$ D_z = diámetro de zapata Para un número par de dientes: $D_z = D_{raíz}$ Para un número impar de dientes: $D_z = D_{raíz} \left(\cos \frac{90^\circ}{Z} \right)$</p>	<p>Diámetro exterior aproximado cuando f es $0,3 P$ $D_{e\text{ap}} = P \left(0,6 + \cot \frac{180^\circ}{Z} \right)$ Diámetro exterior teórico cuando el diente se señala $D_{e\text{t}} = P \cot \left(\frac{180^\circ}{Z} \right) + 2H$ MHD = diámetro máximo del cubo y diámetro de garganta $MHD = P \left(\cot \frac{180^\circ}{Z} - 1 \right) - 0,030$</p>
--	--

Fuente: Basado en la norma ASME B 29,1.

Dimensiones generales del perfil transversal de los piñones para cadena



<p>P = paso base de la cadena</p> <p>W = ancho nominal de la cadena</p> <p>LPT = espesor nominal de la platina</p> <p>MHD = maximo diametro de la ranura</p> <p>g - aproximado $\frac{1}{8} P$ (pero que no exceda $W/3$)</p> <p>h = profundidad del chaflán</p> <p>h = aproximado a $0,5 P$</p> <p>R_c = radio del chaflán</p> <p>$R_c = 1,063 P$</p> <p>$r_{f,max}$ = radio de empalme</p> <p>$r_{f,max} = 0,04 P$</p>	<p>t = espesor maximo del diente</p> <p>$t_1[in] = 0,93 W - 0,006$ (para cadenas de una sola hilera)</p> <p>$t_2[in] = 0,90 W - 0,006$ (para cadenas de dos y tres hileras)</p> <p>$t_4[in] = 0,86 W - 0,012$ (para cadenas de cuatro hileras y más)</p> <p>K = paso transversal</p> <p>$K = W + 4,22 LPT$</p> <p>$M_2, M_3, M_4, etc.$</p> <p>$M_N = K(No. de hileras - 1) + t$</p>
--	--

Fuente: Basado en la norma ASME B 29,1.

3 MATERIALES Y EQUIPOS	
EQUIPO NECESARIO	MATERIAL DE APOYO
<ul style="list-style-type: none"> - Calibrador pie de rey. - Muestrario de cadenas de rodillos. - Muestrario de Piñones para cadenas de rodillos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Cadenas y piñones – Manual de cálculo y selección.

4 DESARROLLO DE LA PRACTICA	
<ul style="list-style-type: none"> - Realice bocetos a mano alzada e identifique cada una de las cadenas y piñones que se suministran en el banco. - Con ayuda de los instrumentos de medición que se suministraron, realice lecturas de las dimensiones de las piezas y consígnelas en los bocetos que realice previamente. - Identifique los diferentes tipos de cadenas de la práctica y désígnelas según la norma ASME B29.1. - Identifique los diferentes tipos de piñones de la práctica y désígnelas según la norma ASME B29.1. - Verifique si las dimensiones de las cadenas corresponden con los de la norma ASME. - Verifique si las dimensiones de los piñones para cadena corresponden con los de la norma ASME. - Realice un plano de fabricación de una de los sprocket de la práctica. El auxiliar del laboratorio decidirá cuál de los elementos deberá dibujar en la herramienta CAD. 	

5 RESULTADOS Y CONCLUSIONES

6 ANEXOS

PREGUNTAS

- ¿De qué materiales estas fabricadas los piñones que se disponen en el banco?
- ¿Diga las ventajas y desventajas asociadas con las transmisiones por cadenas?
- ¿Qué especificaciones se necesitan para comprar una cadena de rodillos?
- ¿Qué especificaciones se necesitan para comprar una sprocket?
- ¿Cómo se designa una cadena de rodillos según la norma ASME B29.1-R2009?
- ¿Qué tipos de lubricación se utilizan en las transmisiones por cadenas?



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

GUÍA DE LABORATORIO DE DISEÑO GRÁFICO

CARRERA	CÓDIGO ASIGNATURA	NOMBRE DE LA ASIGNATURA
Ing. Mecánica	23019	Diseño gráfico

PRÁCTICA N°	LABORATORIO DE	DURACIÓN (HORAS)
	Diseño gráfico	
	NOMBRE DE LA PRACTICA	2
	Transmisión por cables de acero.	

1 INTRODUCCIÓN

La transmisión de potencia con cables de acero se utiliza en gran parte de las actividades industriales (minería, puertos, sector petrolero, pesquero, marítimo, construcción, maderera, etc.) incluyendo el transporte de personal (ascensores, teleféricos).

Dada la importancia que tiene un cable de acero en la actividad diaria, consideramos conveniente dar a conocer las principales características del mismo con el fin de lograr su mejor uso, siempre bajo condiciones seguras de funcionamiento.

2 OBJETIVOS

- Reconocer e identificar los diferentes tipos de cables que se fabrican y usan en la industria, así como sus diferentes aplicaciones en ingeniería.
- Analizar, observar y manipular el muestrario de cables para conocer algunos de los diferentes tipos existentes en la industria.
- Asesorar al estudiante para que aprenda a enrollar adecuadamente un cable de acero sobre un tambor.
- Conocer la geometría de una polea para transmisión por cables de acero.

MARCO TEÓRICO

CABLES DE ACERO

Un cable de acero es un tipo de cable mecánico compuestos de una determinada cantidad de torones o trenzas colocados o cerrados en forma helicoidal alrededor de un núcleo o alma de soporte.

Cada uno de los torones está conformado por cierta cantidad de alambres los cuales también se encuentran colocados en forma helicoidal alrededor de un alambre central del torón. Los alambres en el torón están colocados en una forma geométrica definida y predeterminada

TIPOS DE CABLES

Los cables se clasifican por el material del cual están constituidos y pueden ser:

CABLES DE CÁÑAMO, CABLES DE ALGODÓN Y CABLES METÁLICOS.

ALMAS O NÚCLEOS

Existen dos clases de núcleo o alma:

Alma de Fibra ("Fibre Core"- FC), la cual puede ser una fibra de origen natural, por ejemplo, sisal, cáñamo, etc. o una fibra sintética, por ejemplo, polipropileno.

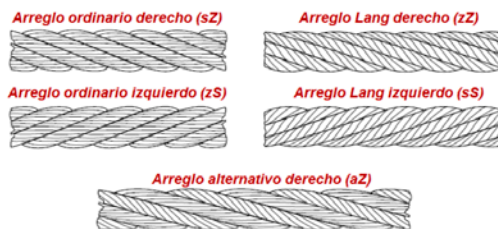
Alma de Acero ("Independent Wire Rope Core" - IWRC o "Wire Strand Core"-WSC), donde el alma a su vez está constituida por un cable de varios alambres de acero.

Tipos de arreglos de los alambres externos

El tipo de arreglo de un cable de acero se determina por la forma en que los torones o trenzas están colocados en el cable, y por la manera en como los alambres están puestos en los torones.

Considerando los sentidos de arrollamiento de los alambres en el cordón, y de los cordones en el cable, se pueden distinguir:

Arreglo ordinario o corriente, Arreglo Lang, Arreglo alternativo



Clasificación de cables estándar

La clasificación de los cables metálicos se hace al dar el número de torones y el número nominal o exacto de alambres por torón. Por ejemplo al mencionar un cable de 6 x 7 se entiende que se trata de uno con 6 torones con 7 alambres nominales por torón.

Clasificación*	Alambres por torón
6 x 7	7 a 15
6 x 19	16 a 26
6 x 36	27 a 49
6 x 61	50 a 74

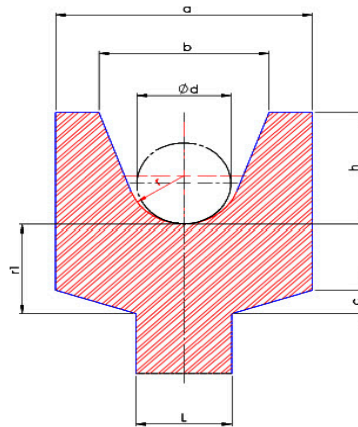
* Las clasificaciones son las mismas en los cables de 7 y 8 torones

TAMBORES

Es un dispositivo mecánico en forma de cilindro, impulsado, por un motor eléctrico, alrededor del cual se enrolla un cable de acero, provocando el movimiento de la carga.

POLEAS

Las poleas se pueden hacer en fundición, acero moldeado o en construcción soldada. Las poleas de fundición de pequeñas dimensiones son de alma llena; las mayores tienen 4 ó 6 brazos y vaciados entre los mismos, de forma parecida a las poleas de transmisión.



3 MATERIALES Y EQUIPOS	
EQUIPO NECESARIO	MATERIAL DE APOYO
<ul style="list-style-type: none"> - Calibrador pie de rey. - Gancho para cables de acero. - Muestrario de cables. - polea. 	<ul style="list-style-type: none"> - Cables de acero, Manual de cálculo y selección.

4 DESARROLLO DE LA PRÁCTICA	
<ul style="list-style-type: none"> - Realice bocetos a mano alzada e identifique cada uno de los cables y désígnelos según el número de torones, número de hilos por torón y tipo de alma. - Realice bocetos a mano alzada de las diferentes piezas que conforman el gancho, además realice lecturas de las dimensiones de las piezas y consígnelas en los bocetos que realizo previamente. - Identifique el tipo de arreglo de los cables del mostrario. - Realice un plano de fabricación de uno de los elementos de la práctica. El auxiliar del laboratorio decidirá cuál de los elementos deberá dibujar en la herramienta CAD. 	

5 RESULTADOS Y CONCLUSIONES

6 ANEXOS

PREGUNTAS

- ¿Diga cuales son los elementos que conforman a un cable de acero?
- ¿Qué es un torón?
- ¿Porque es importante enrollar en la dirección correcta el cable sobre el tambor?
- ¿Nombre algunas de las construcciones básicas de torones?
- ¿Qué criterios se deben tener en cuenta para seleccionar un cable de acero?
- ¿Qué se debe hacer una vez calculado el diámetro mínimo del cable?

