



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

MODALIDAD: PRESENCIAL

**Informe final del Trabajo de Graduación o Titulación previo a la
Obtención del Título de Ingeniero Mecánico**

TEMA:

“ESTUDIO DEL PROCESO DE CURADO DE BARNIZ SOBRE PAPEL Y SU
INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA IMPRENTA OFFSET JESÚS
DEL GRAN PODER DE LA CIUDAD DE PUYO”.

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Estudios de problemas sectoriales.

AUTOR: Wilfrido Lorenzo Flores Chimbo

TUTOR: Ing. Mg. Cristian Pérez

Ambato – Ecuador

2015

APROBACIÓN POR EL TUTOR

En mi calidad de Tutor del trabajo de investigación sobre el tema “ESTUDIO DEL PROCESO DE CURADO DE BARNIZ SOBRE PAPEL Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA IMPRENTA OFFSET JESÚS DEL GRAN PODER DE LA CIUDAD DE PUYO” presentado por el sr. Wilfrido Lorenzo Flores Chimbo, estudiante de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera de Ingeniería Mecánica, considero que dicho informe investigativo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del jurado examinador designado por el H. Consejo.

Ambato,..... de..... del 2015

EL TUTOR

.....
Ing. Mg. Cristian Pérez

AUTORÍA DE LA TESIS

El contenido del presente trabajo investigativo “ESTUDIO DEL PROCESO DE CURADO DE BARNIZ SOBRE PAPEL Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA IMPRENTA OFFSET JESÚS DEL GRAN PODER DE LA CIUDAD DE PUYO”, así como sus ideas, opiniones, resultados, análisis y propuesta; excepto las citas bibliográficas, son auténticos y de responsabilidad exclusiva de mi persona en calidad de autor.

Ambato,..... de.....del 2015

EL AUTOR

.....
Wilfrido Lorenzo Flores Chimbo

C.I: 160072879-2

DEDICATORIA

Al culminar esta etapa de mi vida, dedico el presente trabajo investigativo a mi padre Dios y a la virgen María por guiarme durante esta etapa con bendiciones y regalarme el don del conocimiento.

A los seres que me dieron la vida mis amados padres Carmen y Amable quienes con su amor infinito y ejemplo de vida me enseñaron que con dedicación, sacrificio, honradez y sobre todo humildad uno puede conseguir lo que se propone en la vida.

A mis queridos hermanos, quienes con su amor estuvieron siempre presentes y prestos apoyarme incondicionalmente para culminar esta etapa de mi vida, en especial a Geovanny que fue y es el pilar fundamental de la familia.

AGRADECIMIENTO

A Dios por permitirme culminar mi carrera profesional, a la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, por brindar una educación de excelencia.

A los docentes de la Carrera de Ingeniería Mecánica por haber compartido sus conocimientos teóricos y prácticos, los cuales son de mi beneficio para desenvolverme profesionalmente en mis labores.

Al ingeniero Christian Pérez por su ayuda, colaboración y guía para poder culminar este trabajo investigativo.

A la Imprenta Offset Jesús del Gran poder, en especial a su Gerente Sr. Luis Alfredo Morocho Janeta y familia por brindar apoyo y todas las facilidades necesarias para poder realizar este trabajo.

A todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron para la realización de este proyecto de manera especial a un gran amigo, al Ing. Diego Armando Morocho Lemache por su apoyo y colaboración incondicional.

ÍNDICE GENERAL

A: PÁGINAS PRELIMINARES

PORTADA.....	i
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA DE LA TESIS.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
ÍNDICE GENERAL.....	vi
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
RESUMEN EJECUTIVO.....	xvi

B. TEXTO

CAPÍTULO 1: EL PROBLEMA.....	1
1.1 TEMA.....	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2.1 CONTEXTUALIZACIÓN	1
1.2.2 ANÁLISIS CRÍTICO	3
1.2.3 PROGNOSIS	4
1.2.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	4
1.2.5 PREGUNTAS DIRECTRICES	4
1.2.6 DELIMITACIÓN DEL OBJETO DE INVESTIGACIÓN	5
1.2.6.1 Delimitación de contenido.....	5
1.2.6.1 Delimitación espacial.....	5
1.2.6.1 Delimitación de temporal.....	5
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	5
1.4 OBJETIVOS.....	6

1.4.1	OBJETIVO GENERAL	6
1.4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	7
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO.....		8
2.1	ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	8
2.2	FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA	13
2.3	FUNDAMENTACIÓN LEGAL	13
2.4	CATEGORÍAS FUNDAMENTALES.....	14
2.4.1	PROCESO DE CURADO DE BARNIZ UV	14
2.4.2	APLICADOR DE BARNIZ.....	17
2.4.3	BARNIZ PARA LA INDUSTRIA GRÁFICA.....	18
2.4.4	EQUIPO DE SECADO POR RADIACIÓN UV.....	23
2.4.4.1	Tipos de lámparas Ultravioleta.....	29
2.4.4.2	Bandas Transportadoras.....	30
2.4.4.3	Tipos de papeles más utilizados.....	34
2.4.5	SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL INDUSTRIAL	35
2.4.6	AUTOMATIZACIÓN	37
2.4.7	VARIADOR DE FRECUENCIA	40
2.4.8	TRANSFORMADORES DE VOLTAJE	43
2.4.8.1	Transformador de voltaje constante.....	43
2.4.8.2	Autotransformador.....	44
2.4.9	EL CONTACTOR Y RELÉ TÉRMICO.....	45
2.4.9.1	El relé de sobrecarga térmico.....	46
2.4.9.2	El interruptor automático magnetotérmico.....	47
2.4.10	CONTROL DE LA PRODUCCIÓN	48
2.4.10.1	Productividad.....	49
2.5	HIPÓTESIS	52
2.6	SEÑALAMIENTO DE VARIABLES	52

2.6.1	VARIABLE INDEPENDIENTE	52
2.6.2	VARIABLE DEPENDIENTE	52
CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA.....		53
3.1	ENFOQUE	53
3.2	MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN	53
3.3	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	54
3.4	POBLACIÓN Y MUESTRA	55
3.5	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	56
3.5.1	VARIABLE INDEPENDIENTE	56
3.5.2	VARIABLE DEPENDIENTE	57
3.6	PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	58
3.7	PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	58
CAPÍTULO 4: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS		59
4.1	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	59
4.1.1	PROCESO DE CURADO DE BARNIZ	61
4.1.1.1	PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO.....	62
4.1.1.2	Comparación de partes constitutivas para un proceso de curado de barniz uv semiautomático.....	63
4.1.2	RADIACIÓN UV ADECUADA PARA EL CURADO DE BARNIZ.....	66
4.1.3	SELECCIÓN DEL TIPO DE PAPEL A EMPLEAR.....	67
4.1.3.1	Tipo de barniz a utilizar.....	68
4.2	PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA	69
4.2.1	ANÁLISIS DE COSTOS.....	71

4.2.2	ANÁLISIS DE TIEMPO QUE TOMA ENVIAR A REALIZAR EL PROCESO DE BARNIZADO UV A LA EMPRESA QUE DISPONE DE ESTE TIPO DE PROCESO.....	72
4.3	ANÁLISIS DE TIEMPOS CON EL PROCESO DE CURADO DE BARNIZ PROPUESTO	75
4.4	ANÁLISIS DE COSTOS CON EL PROCESO DE CURADO DE BARNIZ PROPUESTO	76
4.5	INTERPRETACIÓN DE DATOS	77
4.5.1	Comparación de tiempos con el proceso de curado de barniz propuesto.....	78
4.5.2	Comparación de costos con el proceso de curado de barniz propuesto.....	78
4.6	VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS	79
CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		81
5.1	CONCLUSIONES.....	81
5.2	RECOMENDACIONES	82
CAPÍTULO 6: PROPUESTA		83
6.1	DATOS INFORMATIVOS	83
6.1.1	TÍTULO	83
6.1.2	BENEFICIARIOS.....	83
6.1.3	UBICACIÓN	83
6.1.4	EQUIPO TÉCNICO RESPONSABLE.....	83
6.2	ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA	84
6.3	JUSTIFICACIÓN.....	84
6.4	OBJETIVOS.....	85

6.4.1	OBJETIVO GENERAL	85
6.4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	85
6.5	ANÁLISIS DE LA FACTIBILIDAD	85
6.6	FUNDAMENTACIÓN	86
6.6.1	SISTEMAS CONSTITUYENTES DEL TÚNEL DE CURADO DE BARNIZ UV.....	86
6.6.2	CÁLCULO DEL PERFIL PARA LA ESTRUCTURA DE LA BANDA TRANSPORTADORA.....	87
6.6.2.1	Cálculo del peso de la campana de protección de la lámpara ultravioleta.....	87
6.6.2.2	Selección del perfil estructural.....	93
6.6.3	DISEÑO DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE LA BANDA TRANSPORTADORA	98
6.6.4	DISEÑO DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN	108
6.6.5	DISEÑO DEL EJE MOTRIZ DE LA BANDA TRANSPORTADORA	114
6.6.5.1	Cálculo de Reacciones y Diagramas de Fuerza Cortante Y Momento Flector.....	118
6.6.5.2	Cálculo de momento máximo.....	122
6.6.5.3	Diseño estático.....	122
6.6.5.4	Diseño dinámico.....	125
6.6.5.5	Refinamiento del cálculo.....	126
6.6.6	DISEÑO DEL EJE IMPULSADO DE LA BANDA TRANSPORTADORA	128
6.6.6.1	Diseño estático.....	130
6.6.6.2	Diseño dinámico.....	131
6.6.6.3	Refinamiento del cálculo.....	132
6.6.7	SELECCIÓN DE RODAMIENTOS	134
6.6.7.1	Análisis para la selección del rodamiento en el punto B.....	135

6.6.7.2	Análisis para la selección del rodamiento Puntos A y B, eje impulsado.....	137
6.6.8	TRANSFERENCIA DE CALOR	140
6.6.8.1	Cálculo de temperatura en el reflector y tapa superior de la campana de protección.....	141
6.6.8.2	Selección de ventiladores.....	148
6.6.9	DISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO Y DE CONTROL	151
6.6.9.1	Sistema eléctrico.....	151
6.6.9.2	Sistema de control.....	153
6.7	METODOLOGÍA	155
6.7.1	Precauciones y seguridad	157
6.8	ADMINISTRACIÓN	158
6.8.1	COSTOS DIRECTOS	158
6.8.2	COSTOS INDIRECTOS.....	160
6.9	PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN	161
6.9.1	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO Y RESULTADOS	161
6.9.1.1	Pruebas de funcionamiento.....	162
6.9.1.2	Resultados de eficiencia de trabajo de la máquina.....	163
6.9.2	RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN	164
6.9.3	Conclusiones	166
6.9.4	Recomendaciones.....	166

C: MATERIALES DE REFERENCIA

BIBLIOGRAFÍA	167
ANEXO A: DISEÑO MECÁNICO.....	169
ANEXO B: FOTOGRAFÍAS DE CONSTRUCCIÓN DE LA MÁQUINA	185
ANEXO C: FICHA PARA LA ENTREVISTA	190

ANEXO D: PLANOS.....	191
----------------------	-----

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 4-1 Apariencia del barniz UV	69
Gráfico 4-2 Comparación de tiempos entre dos procesos manual y semi automático.....	77
Gráfico 4-3 Comparación de tiempos antes y después de la implementación del proceso de curado de barniz uv	78
Gráfico 4-4 Comparación de costos antes y después de la implementación del proceso de curado de barniz uv	79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1 Curva de disparo	48
Tabla 4-1 Tipo de proceso para el curado de barniz uv	62
Tabla 4-2 Selección de la lámpara para el curado de barniz uv	64
Tabla 4-3 Selección de banda transportadora	65
Tabla 4-4 Fuente de voltaje.....	66
Tabla 4-5 Radiación Uv	67
Tabla 4-6 Selección del tipo de papel	68
Tabla 4-7 Apariencia del barniz Uv	69
Tabla 4-8 Producción de los tres últimos meses del año 2014	70
Tabla 4-9 Costo por millar según el tamaño de papel.....	71
Tabla 4-10 Costos totales por producto	72
Tabla 4-11 Tiempos de producción.....	73
Tabla 4-12 Tiempo de demora para la entrega del producto	74
Tabla 4-13 Tiempos útil y muerto.....	74
Tabla 4-14 Comparación de tiempos antes y después de la implementación del proceso de curado uv.....	75
Tabla 4-15 Comparación de costos antes y después de la implementación del procesos de curado uv	76

Tabla 4-16 Comparación de tiempos entre dos procesos manual y semiautomático.....	77
Tabla 6-1 Características del variador de frecuencia	152
Tabla 6-2 Parámetros de funcionamiento del variador	153
Tabla 6-3 Configuración del variador	153
Tabla 6-4 Costo de materiales y accesorios mecánicos	159
Tabla 6-5 Costo de materiales y accesorios eléctricos.....	160
Tabla 6-6 Costo de maquinaria y equipo utilizado	161
Tabla 6-7 Costo por mano de obra	161
Tabla 6-8 Costo total de la máquina	161
Tabla 6-9 Verificación de funcionamiento de las partes constitutivas de la máquina	162
Tabla 6-10 Tiempo de demora para realizar el proceso de curado uv	163
Tabla 6-11 Tiempo de demora sin el proceso instalado.....	163

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1 Categorización de Variables.....	14
Figura 2-2 Máquina de Impresión Offset.....	15
Figura 2-3 Mesa de descarga en la máquina Barnizadora Harris.....	15
Figura 2-4 Diagrama del Sistema de Barnizado del Papel.....	16
Figura 2-5 Diagrama del sistema de curado del barniz.....	17
Figura 2-6 Máquina Harris Offset Aplicadora de Barniz.....	17
Figura 2-7 Horno de curado UV	24
Figura 2-8 Reflectores.....	28
Figura 2-9 Variedad de Lámparas UV	29
Figura 2-10 Banda de malla de teflón	31
Figura 2-11 Banda de cucho y Lona	32
Figura 2-12 Bandas Sintéticas.....	33
Figura 2-13 Bandas Modulares	34
Figura 2-14 Esquema de control a lazo cerrado.....	36
Figura 2-15 Variador de Frecuencia	40

Figura 2-16 Transformador de voltaje constante	44
Figura 2-17 Contactor	46
Figura 2-18 Relé Térmico	47
Figura 2-19 Interruptor Magnetotérmico	48
Figura 6-1 Campana de protección de la lámpara uv.....	87
Figura 6-2 Tapa lateral de la campana de protección de la lámpara uv	87
Figura 6-3 Tapa superior de la campana de protección de la lámpara uv	88
Figura 6-4 Cubo de soporte de la tapa lateral	89
Figura 6-5 Tapa superior para ventiladores	89
Figura 6-6 Platina para soporte de la campana	90
Figura 6-7 Perfil tipo G	93
Figura 6-8 Diagrama de cuerpo libre vista frontal de máquina	94
Figura 6-9 Diagrama de fuerza cortante.....	95
Figura 6-10 Diagrama de momento flector máximo.....	96
Figura 6-11 Tamaño máximo del papel a transportar	98
Figura 6-12 Rodillo Motriz	102
Figura 6-13 Disposición de tensiones en la banda.....	107
Figura 6-14 Disposición de tensiones en la banda	108
Figura 6-15 Geometría de transmisión de bandas.....	110
Figura 6-16 Eje motriz de la banda Transportadora.....	114
Figura 6-17 Disposición de tensiones en la banda.....	115
Figura 6-18 Posicionamiento de ejes de la banda y del motor.....	115
Figura 6-19 Generación del momento torsor	116
Figura 6-20 Descomposición de tensiones.....	117
Figura 6-21 Descomposición de la fuerza.....	117
Figura 6-22 Diagrama de cuerpo libre del eje motriz en el plano x-y	118
Figura 6-23 Diagrama de fuerza cortante del eje de la polea conducida plano (x-y)	119
Figura 6-24 Diagrama de momento flector para el eje motriz plano x-y.....	120
Figura 6-25 Diagrama de cuerpo libre del eje motriz en el plano x-z.....	120
Figura 6-26 Diagrama de fuerza cortante del eje de la polea conducida plano (x-z)	121

Figura 6-27 Diagrama de momento flector para el eje motriz plano x-z.....	122
Figura 6-28 Eje Impulsado.....	128
Figura 6-29 Diagrama de cuerpo libre del eje impulsado.....	129
Figura 6-30 Diagrama de de fuerza cortante y momento flector del eje impulsado	130
Figura 6-31 Diagrama de fuerzas radiales actuantes en el eje motriz.....	134
Figura 6-32 Diagrama de fuerzas radiales actuantes en el eje impulsado.....	137
Figura 6-33 Dimensiones lámpara ultravioleta.....	140
Figura 6-34 Tapa superior y reflector.....	141
Figura 6-35 Diagrama de resistencia térmica entre T_i y T_1	142
Figura 6-36 Diagrama de resistencia eléctrica entre T_i y T_2	143
Figura 6-37 Diagrama de resistencia térmica entre T_2 y T_3	144
Figura 6-38 Diagrama de resistencia térmica entre T_2 y T_4	145
Figura 6-39 Diagrama de resistencia térmica entre T_4 y T_5	146
Figura 6-40 Diagrama de resistencia térmica entre T_4 y T_6	147
Figura 6-41 Diagrama para conexión del variador.....	152
Figura 6-42 Circuito de mando de la máquina.....	154
Figura 6-43 Circuito de Potencia de la máquina.....	155
Figura 6-44 Flujo operativo.....	165

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

ESTUDIO DEL PROCESO DE CURADO DE BARNIZ SOBRE PAPEL Y SU
INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA IMPRENTA OFFSET JESÚS
DEL GRAN PODER DE LA CIUDAD DE PUYO

Autor: Wilfrido Lorenzo Flores Chimbo

Tutor: Ing. Mg. Cristian Pérez

RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto de investigación se realizó debido a la importancia y necesidad que existe en dicha empresa de implementar un sistema semiautomático que realice el proceso de curado de barniz uv, para lo cual primeramente se procedió a recopilar toda la información necesaria para llevar a cabo dicho estudio y proceder al análisis de un sistema semiautomático que cumpla con las exigencias requeridas para un túnel curado de barniz uv.

Posteriormente se obtiene datos de costos y tiempos que se demora el enviar el producto impreso a otra empresa que dispone del proceso tales datos se encuentran tabulados en el capítulo 4 de este proyecto investigativo

Luego se procedió al diseño de las partes constitutivas para el sistema de curado de barniz uv, mediante cálculos y selección de algunos de ellos para así llegar a la construcción de dicho sistema semiautomático. La implementación del sistema semiautomático de curado de barniz uv en la empresa permitirá reducir de gran manera los tiempos y costos que producía el no tener este tipo de sistema.

CAPÍTULO 1

EL PROBLEMA

1.1 TEMA

ESTUDIO DEL PROCESO DE CURADO DE BARNIZ SOBRE PAPEL Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA IMPRENTA OFFSET JESÚS DEL GRAN PODER DE LA CIUDAD DE PUYO.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1 CONTEXTUALIZACIÓN

Actualmente en países del mundo el incremento de la demanda de productos impresos con calidad de UV ha mejorado considerablemente. Según Woods, R. (2008) en su artículo sostiene que el crecimiento del mercado de impresiones tratadas con UV es del orden de 6 – 9 % esta tecnología se enfoca principalmente en tecnologías de acabados, el cual es uno de los factores de mayor importancia y se clasifica de acuerdo a los diferentes métodos de secado de tintas, proceso químico mediante el cual la materia en estado líquido se convierte a sólido. Uno de estos métodos es la foto-reacción Curado ultravioleta, termino abreviado como curado UV o barnizado UV.

Márquez (2002) expresa que los diferentes sistemas de impresión siempre están en constante competitividad para generar mayor producción a un menor costo con resultados de marketing más atractivos, generando constantemente modificaciones a la tecnología, aunque no siempre cuidando el comportamiento postconsumo de estos productos. En países extranjeros como Guatemala se ha implementado diseños innovadores debido a que la radiación UV expuesta directamente al cuerpo humano origina una evaporación del agua del área que recibe los rayos UV, lo que produce quemaduras severas o el origen de cáncer en el área afectada, por esta razón

la cabina del horno ha sido diseñado para controlar los posibles peligros a la salud del operador.

En países de Europa y América como México y Colombia las empresas dedicadas al arte gráfico poseen tecnologías recientes de curado UV como la Ultra 145A y 205A entran en una nueva época de barnizadoras UV incomparable en la industria. Diseñadas para barnizar con UV los documentos impresos digitalmente y en offset para diferentes aplicaciones.

Reynoso (2013) expresa que según la división de Estudios Económicos del Banco Banamex, el pronóstico de crecimiento del PIB mexicano en 2013 fue del 3.9%, por lo que habría que esperar, de acuerdo a la tendencia de los años recientes, si la industria gráfica puede revertir su tendencia y crecer a mejores porcentajes. Algunos organismos han mencionado que tan sólo el sector de impresión offset en la última década redujo su ritmo de crecimiento del 5 al 1.5 por ciento, experimentando un estancamiento desde 2006. La Asociación Mexicana de Convertidores de Etiquetas y Banda Angosta (Acoban), ha estimado que el promedio de crecimiento del sector de la impresión, en todas sus modalidades, ha sido de 1.85 por ciento en los recientes 5 años.

En Ecuador existen grandes y pequeñas empresas gráficas las mismas que poseen en sus instalaciones Hornos para el curado de barniz UV sobre papel es así como en la imprenta Don Bosco la cual utiliza tecnología actual y mediante la repotenciación de su maquinaria de barnizado incrementa su productividad y mejora la calidad de los productos impresos.

En la ciudad de Puyo se encuentra ubicada la Imprenta Offset Jesús del Gran Poder que es una empresa gráfica Ecuatoriana dedicada a la manufactura de productos impresos y comunicación gráfica esta empresa no consta con maquinaria para realizar trabajos de curado de barniz el cual afecta considerablemente a la productividad, demora en la entrega del producto impreso y economía de la empresa.

1.2.2 ANÁLISIS CRÍTICO

Muchas de las empresas que se dedican a las artes gráficas en Pastaza no tienen el conocimiento sobre el proceso del curado de barniz por ende no cuenta con un sistema para el secado de barniz UV lo cual conlleva a enviar sus productos a otras ciudades para su posterior entrega al cliente es por esto que se realizará el presente estudio en la Imprenta Offset Jesús del Gran Poder que permitiría mejorar la producción, reduciendo los tiempos de fabricación y entrega en corto plazo, ofreciendo trabajos justo a tiempo priorizando la calidad en sus productos.

Actualmente existe una mayor demanda exigida por el mercado en publicidad gráfica las empresas que se dedican a brindar este servicio deben regirse a la calidad de los productos impresos y a su vez deben adaptarse a tiempos de producción y entrega cada vez más rápidos, por ende, mejorar la producción es de suma importancia para estas empresas, una de las necesidades que tienen las empresas gráficas y en especial la imprenta Offset Jesús del Gran Poder es de entregar sus productos con mejor calidad además de esto, éstas empresas deben mantener sus procesos de producción controlados con sistemas semiautomáticos con el fin de lograr un buen funcionamiento y calidad de los productos impresos para así aumentar su competitividad.

Uno de los principales inconvenientes en la Imprenta Offset Jesús del Gran Poder es mejorar la calidad de sus productos impresos a color mediante un proceso que permita el barnizado y curado de éstos productos para así poder obtener el brillo deseado, la operación de curado de barniz UV hoy en día es uno de los procesos más importante para el mercado de las artes gráficas.

Con la semiautomatización de un mecanismo para el proceso del curado de barniz UV se logrará introducir nuevas tecnologías en la empresa para mejorar la apariencia y calidad del producto y de esta misma manera mejorar la producción es por esto tan importante el implementar sistemas capaces de cumplir con las necesidades requeridas por el cliente, con un costo accesible para el mismo, lo cual

permitirá tener una gran acogida y reconocimiento y por ende mayores ingresos para la empresa.

Muchas de las Empresas gráficas han tomado en cuenta la importancia de tener en sus instalaciones maquinaria que permita el curado de barniz UV sobre papel, para de esta manera evitar así considerables pérdidas de recursos, tiempo y dinero que podría causar también una disminución de la producción.

1.2.3 PROGNOSIS

Una de las mayores problemáticas y la necesidad de contar con un mecanismo semiautomático de curado de barniz UV, en la Imprenta Offset Jesús del Gran Poder se realizará este estudio para que así la empresa no tenga problemas con la baja calidad del producto y dando como resultado una mejora en su productividad.

Dentro de una empresa que se dedica a las artes gráficas se estaría disminuyendo la producción debido a que no cuentan con maquinaria que realice el curado de barniz UV, provocando pérdidas económicas al no tener un producto terminado en su totalidad y no competitivo con productos de otras empresas y a su vez impidiendo el crecimiento en el mercado con nuevas presentaciones con productos que no ofrecen una mayor estética al momento de ser vendidos.

1.2.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿El proceso de curado de barniz sobre papel incide en la productividad de la Imprenta Offset Jesús del Gran Poder de la ciudad de Puyo?

1.2.5 PREGUNTAS DIRECTRICES

¿Cuál es el proceso adecuado de curado de barniz UV sobre papel?

¿Qué parámetros son aplicables en el proceso de curado de barniz UV sobre papel?

¿Cómo determinar el estado actual con respecto a la productividad de la Imprenta Offset Jesús del Gran Poder?

1.2.6 DELIMITACIÓN DEL OBJETO DE INVESTIGACIÓN

1.2.6.1 Delimitación de contenido

CAMPO: Ingeniería Mecánica

ÁREAS: Sistema de medición y control industrial I y II, Diseño de elementos mecánicos I y II.

ASPECTO: Calidad del producto y por ende disminución de la productividad

1.2.6.2 Delimitación espacial

La presente investigación se realizó en la Imprenta Offset Jesús del Gran Poder de la ciudad de Puyo, Provincia de Pastaza y en la Universidad Técnica de Ambato, Biblioteca de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica para la obtención de información complementaria.

1.2.6.3 Delimitación temporal

Este problema fue estudiado, en el período comprendido entre Mayo hasta Octubre del 2014.

1.3 JUSTIFICACIÓN

Esta investigación tiene la finalidad de dar a conocer los beneficios que se tiene al implementar el proceso de curado de barniz UV en una empresa dedicada a las artes gráficas y al mismo tiempo tener conocimiento de la mejora del producto al aplicar barniz UV sobre el mismo y por ende el crecimiento de la productividad para la empresa además con la finalidad de reducir los tiempos de producción sin defectos en el producto final y mejorar la producción.

La imprenta Offset Jesús del Gran Poder quien se interesa en trabajar de manera ordenada y eficaz con la implementación de un proceso semiautomático para el secado de barniz sobre papel para mejorar la productividad y calidad del producto y a su vez garantizar la entrega del producto a tiempo sin tener ningún tipo de inconveniente.

El estudio de un sistema semiautomático para el proceso de curado de barniz es de gran importancia para la empresa ya que con esto se podrá disminuir costos en especial costos por envío del producto a otras empresas para la culminación del mismo el cual es uno de los principales problemas que tiene hoy en día la empresa así como la calidad del producto que actualmente se entrega al cliente es de óptima calidad pero sería mucho más productivo si se le añade un valor agregado como es el brillo que da el barniz al trabajo terminado.

Es factible realizar el estudio del proceso de secado de barniz sobre papel para la mejora de su productividad, ya que existe la información necesaria la cual será facilitada por la empresa y de muchos otros equipos e instrumentos que ayudarán a la realización de este proyecto.

La innovación de esta investigación es importante considerando que en pequeñas empresas gráficas no constan con maquinaria para el curado de barniz UV en especial en la provincia de Pastaza provocando disminución en la productividad así como demoras en la entrega del producto además que cumple con la misión y visión de la carrera de Ingeniería Mecánica mediante el mejoramiento en el sector industrial.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Estudiar el proceso del curado de barniz sobre papel y su incidencia en la productividad de la Imprenta Offset Jesús del Gran Poder de la ciudad de Puyo.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el proceso de curado de barniz sobre papel.
- Identificar parámetros del curado de barniz sobre papel.
- Ejecutar un diagnóstico actual de productividad de la empresa.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

En la Universidad Politécnica Salesiana sede Quito (1) Facultad de Ingenierías, Carrera de Ingeniería Mecánica así también en otras Instituciones como en la Escuela Politécnica Nacional (2) Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica y en la Universidad de San Carlos de Guatemala (3) Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica se encontró información correspondiente a las variables del proyecto de investigación.

TEMA: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN TÚNEL DE SECADO DE BARNIZ MEDIANTE RAYOS ULTRAVIOLETA. (1). (Morales y Rodríguez, 2012, p. 129)

CONCLUSIONES:

- El objetivo principal se ha cumplido al diseñar y construir el túnel de secado de barniz mediante rayos ultravioletas (UV) que satisface los parámetros funcionales y requerimientos operacionales planteados al inicio de este proyecto.
- Con la implementación del túnel de secado de barniz mediante rayos ultravioletas (UV), se pudo concluir que las pérdidas por secado defectuoso del barniz han disminuido hasta en un 50 % mejorando este sistema notablemente.
- Los planos de la máquina cumplen con las normas de dibujo e indican todos los requerimientos necesarios para la construcción del túnel de secado de barniz mediante rayos UV.

- En el manual de operación se detallan todos los procedimientos que necesita el operador para manejar de forma eficaz el túnel de secado de barniz mediante rayos UV y obtener los mejores resultados de este.
- En el manual de mantenimiento se establecen todas las acciones preventivas que se deberán realizar de forma periódica para evitar el deterioro pronunciado del túnel de secado de barniz mediante rayos UV.

TEMA: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL PARA REPOTENCIAR UNA MÁQUINA BARNIZADORA DE PAPEL (2).
(Suárez y Toscano, 2010, pp. 59-60)

CONCLUSIONES:

- Mediante este proyecto de titulación, se logró repotenciar la máquina barnizadora UV de la imprenta Don Bosco, que adolecía de muchas deficiencias electromecánicas, en el sistema de control, de seguridad para el operador y de productividad.
- Para el diseño e implementación del nuevo sistema de control, previamente se realizó un estudio minucioso del funcionamiento y de los problemas más evidentes de la máquina barnizadora; ante lo cual se analizaron algunas alternativas de solución y se establecieron requerimientos de nuevos dispositivos de control y mando, que al final permitieron obtener un proceso mejorado.
- Al repotenciar la máquina, se ha logrado extender, su vida útil por unos años más, hasta que la Imprenta Don Bosco, esté en capacidad financiera para reemplazarla.
- La utilización del micro PLC Logo, fue una buena alternativa económica para este proyecto, ya que además de su bajo costo frente a sus similares, sus últimas versiones ofrecen capacidades de control y visualización adicionales.

- Los sensores utilizados, tanto para la detección de nivel de barniz, como para detectar el movimiento de la banda transportadora, estimamos que fueron los más adecuados ya que permitieron lograr la funcionalidad requerida.
- Luego de las pruebas de producción realizadas y de los resultados logrados, consideran que se han cumplido los objetivos y alcance propuesto en el proyecto de titulación.

TEMA: EFICIENCIA Y SEGURIDAD DE HORNOS DE LUZ ULTRAVIOLETA, PARA CURADO DE TINTAS EN PROCESOS LITOGRAFICOS (3). (Morales, 2011, pp. 127-128)

CONCLUSIONES:

- Uno de los lineamientos técnicos que ayuda a mejorar la seguridad personal y del equipo es la forma correcta del reemplazo de lámparas ultravioleta, esto dará como resultado prolongar su vida útil y reducir quebraduras del tubo de la lámpara que pueda ocasionar riesgo de corte al operador del horno.
- La altura correcta de las lámparas aumenta la eficiencia en el aprovechamiento de la potencia de energía generada, esto se logra porque se obtiene la mejor concentración de radiación en un solo punto.
- El correcto escalonamiento en el nivel de potencia de radiación por cada lámpara hace que aumente su vida útil, esto se obtiene porque se demanda la misma cantidad de potencia para cada lámpara del horno sin forzar o demandar mayor potencia de forma desordenada de las lámparas del horno.
- El equipo mínimo de seguridad personal que se debe utilizar para la operación del horno es: lentes antirrayos ultravioleta, guantes de cuero para manipulación de láminas por litografiar, guantes de tela para manipulación de lámparas UV,

mascarillas para protección de emisiones de ozono, gabacha de cuero para protección del cuerpo del operador ante posibles quebraduras de los tubos de las lámparas.

- La implementación del formato de giro de 180° del tubo de las lámparas cada 200 horas de funcionamiento continuo, según especificación del fabricante, mejorará la eficiencia del curado, esto porque existirá un control exacto de la deformación en forma de arco que presenta la lámpara después de transcurrido el tiempo de 200 horas, por lo que se busca que la deformación sufrida tienda a eliminarse realizando este procedimiento.
- La instalación del circuito de alarma para lámparas apagadas tendrá como resultado la reducción de la merma de producción, esto es debido a que actualmente por la operación normal de la línea el ruido y la distancia que ocupa cada uno de los hornos hace que el operador en ocasiones no se pueda dar cuenta de que el horno está en modo de fallo.

TEMA: TÚNEL DE FOTOPOLIMERIZACIÓN PARA EL CURADO DE PAPEL TAMAÑO DOBLE CARTA (4). (Andrade y Rasgado, 2006, pp. 48-49).

CONCLUSIONES:

- Se ha observado el desarrollo del túnel de fotopolimerización a lo largo del presente trabajo, por lo que se ha demostrado, que es una máquina útil y con una visión empresarial muy clara y de largo alcance.
- La operación del túnel de fotopolimerización es muy sencilla, además de que cuenta con medidas de seguridad para que los operadores no sufran accidentes.
- En la cuestión económica, la construcción del túnel resultó ser más cara de lo que se planeó, pero aun así, sigue siendo más barato que un túnel comercial.

- Por su costo inicial resulta ser más caro tener el túnel que mandar hacer el trabajo, pero al mes 40 este costo se equilibrará y en los meses subsecuentes empezará a ser más barato contar con el túnel que mandar a realizar el trabajo.
- Para el mes 40 la maquina ya se pagó por si sola y la inversión se ha recuperado, con esto se puede concluir que la máquina es una buena opción para los empresarios editoriales como una inversión a mediano plazo.

Según Días y Saboyá (2003) quienes realizaron una investigación sobre el desarrollo de un barniz de secado por luz ultravioleta en el sector de las artes gráficas en Colombia alcanzaron muchos resultados en cuanto a la utilización de este tipo de barniz en los hornos de secado, los cuales sostuvieron que el tiempo óptima de curado de un barniz depende mucho de la calidad del barniz y del espesor de película que se esté trabajando. Ya que si el espesor de película es grande necesitará absorber más radiación ultravioleta así como el amarillamiento de un barniz medido con la prueba de permanganato nos indica que el barniz no ha curado completamente, pero esto no quiere decir que el grado de curado obtenido este dentro del rango donde este puede cumplir todas las pruebas de calidad que se exige, ya que en el proceso de curado por luz ultravioleta solo se alcanza un curado en un rango del 90% hasta del 98%. El amarillamiento es una tendencia general de todos los barnices debido a la naturaleza de sus componentes que tienden a oxidarse y degradarse con la luz.

Según Betancourt y otros (2012), quienes realizaron el diseño, cálculo y construcción de un sistema para curado de barniz UV para empresas dedicadas al arte gráfico en México sostienen que el poder fabricar maquinaria Mexicana de competencia y calidad, en funcionamiento y productividad con equipos extranjeros, fortalece los sistemas innovadores del país, ya que el círculo de compra-venta se cierra en todos los aspectos además de que los convierte en un generador de su propia tecnología y no tiene que importarla lo que encarece los procesos. Recordemos que los países más ricos son los que generan las tecnologías no los que

las compran. Así pues al desarrollar este prototipo creen firmemente que dan una nueva opción confiable y accesible para el sector gráfico Mexicano.

2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA

La presente investigación se fundamentó en el paradigma crítico – propositivo, debido a que partiremos del análisis de algunos conceptos fundamentales tales que expliquen la importancia, necesidad y la forma de plantear alternativas de solución a un problema, para la solución de la calidad de acabado del producto de impresión offset que produce al agregar barniz UV sobre el papel impreso con maquinaria de barnizado y secado, orientada al análisis de resultados, su comprobación y confirmación y así obtener mejoras en la productividad y calidad del producto. Este tipo de metodología se caracteriza por ser un sistema lógico, que parte de un problema que necesita ser solucionado, y nos da una perfecta solución a niveles teóricos y prácticos.

2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL

La presente investigación tiene su fundamentación legal en lo siguiente:

- Sistema de gestión ambiental ISO 14001 – 2004 en la cual este sistema permite a las organizaciones formular su política y objetivos en base a la mejora de métodos de producción y servicios que promueven el cuidado del medio ambiente, para un correcto desempeño de las actividades ya sea de producción o de comercio.
- CPE INEN 003:89 Código de dibujo técnico, mecánico
- American Iron and Steel Institute (AISI)
- American National Standards Institute (ANSI)
- American Society of Mechanical Engineers (ASME)
- American Gear Manufacturers Association (AGMA)
- American Society of Testing and Materials (ASTM)

2.4 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

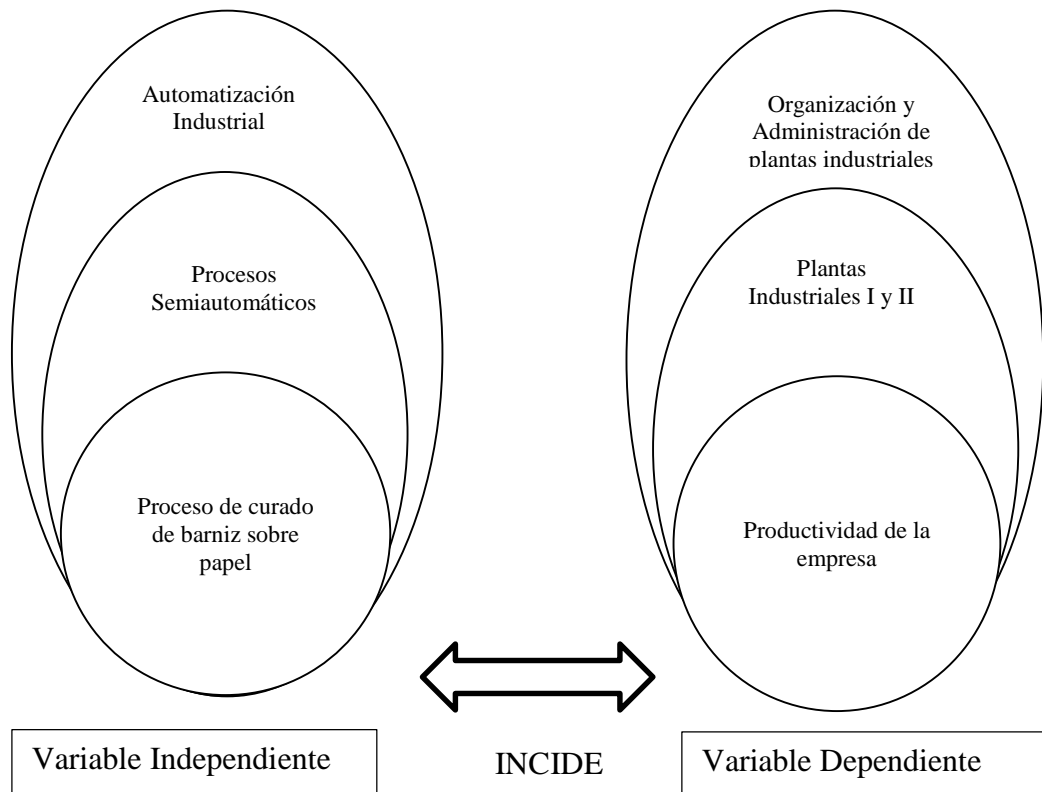


Figura 2-1 Categorización de Variables

Fuente: Autor

2.4.1 PROCESO DE CURADO DE BARNIZ UV

Primeramente para llevar a cabo este proceso el producto debe estar impreso a full color o simplemente a uno o dos colores según sea la necesidad del cliente, para llevar a cabo la impresión se necesita de una máquina de impresión offset rotatoria de un color tal como se muestra en la figura la cual dispone la Imprenta Jesús del Gran Poder.



Figura 2-2 Máquina de Impresión Offset

Fuente: Imprenta Offset Jesús del Gran Poder

Posteriormente ya una vez impreso la cantidad requerida por el cliente se procede a cargar todo el material impreso en la mesa de carga de la máquina barnizadora Harris como se muestra en la figura



Figura 2-3 Mesa de descarga en la máquina Barnizadora Harris

Fuente: Imprenta Jesús del Gran Poder

Una vez cargado el material y calibrada la máquina barnizadora se procede aplicar uniformemente barniz UV sobre toda la superficie impresa del papel mediante un sistema de rodillos de caucho, para lograr esto el papel debe ser transportado desde la mesa de carga del material hacia unos cilindros, los rodillos de caucho hacen contacto con un cilindro portaplancha donde se almacena uniformemente el barniz y éste a su vez hace contacto con otro cilindro portamantilla donde se imprime el barniz en la mantilla, luego el papel pasa por medio de dos cilindros uno de ellos es el cilindro portamantilla donde se imprimió el barniz y el otro es un cilindro llamado contrax y mediante la aplicación de presión entre estos dos cilindros se logra que el papel quede impreso con una película muy fina de barniz UV.

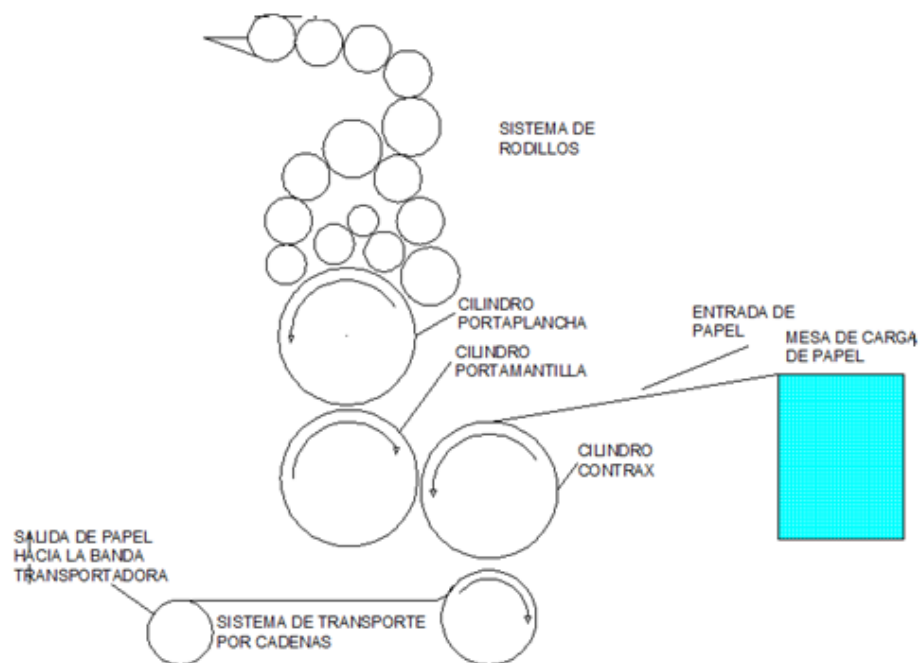


Figura 2-4 Diagrama del Sistema de Barnizado del Papel

Fuente: Autor

A continuación ya una vez aplicado el barniz UV a la superficie del papel, éste es transportado mediante unas pinzas por medio de un sistema de cadena hacia la máquina de curado de barniz UV que está acoplado a la máquina barnizadora.

Una vez el papel en la máquina de curado de barniz UV es transportado por medio de una banda (cuya velocidad ha de estar sincronizada con la velocidad de la

máquina barnizadora) hacia la lámpara UV donde el barniz es curado instantáneamente debido a un proceso químico de foto polimerización, luego una vez ya pasado el papel por la lámpara se deposita en una mesa de descarga del material.

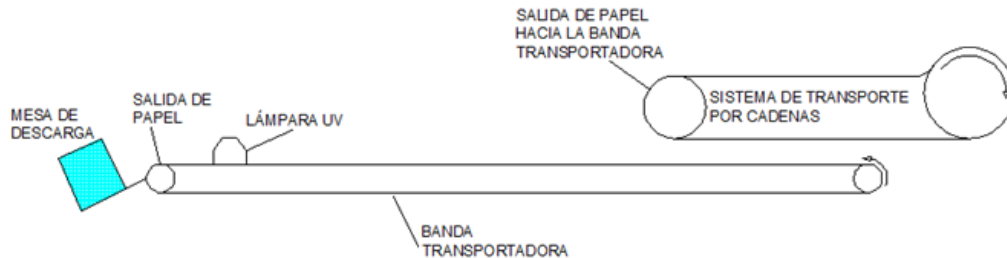


Figura 2-5 Diagrama del sistema de curado del barniz

Fuente: Autor

2.4.2 APLICADOR DE BARNIZ.

Este subsistema tiene como función, aplicar uniformemente barniz UV al papel por medio de rodillos los cuales transmiten el barniz aun cilindro que pega posteriormente a otro cilindro para luego así alcanzar el objetivo de barnizar el producto impreso. Dicha función la realizará una máquina de imprenta llamada Harris modelo L125B 19" x 25".



Figura 2-6 Máquina Harris Offset Aplicadora de Barniz

Fuente: Imprenta Offset Jesús del Gran Poder

2.4.3 BARNIZ PARA LA INDUSTRIA GRÁFICA

El barniz UV

El barniz UV forma una película en la superficie a la que se aplica que es comparable con el proceso de plastificación. En comparación a otros barnices que se secan por la evaporación de algunos componentes o la penetración que estos tienen, la película del barniz UV se forma mediante un enlace químico.

Este enlace químico antes dicho se logra sometiendo al barniz a la irradiación de rayos ultravioleta, de ahí el nombre de barniz UV. El proceso de irradiación se completa en tiempos muy cortos, muchas de las veces en fracciones de segundo.

Antes de ser expuesto a los rayos ultravioleta, el barniz líquido es pegajoso y sumamente oloroso. La irradiación ultravioleta lo transforma en una película muy fina y prácticamente elimina el olor. Es necesariamente someter al barniz UV a un proceso de sedación para así darle el brillo intenso que lo caracteriza.

Los barnices comúnmente suelen tomar un color amarillento que es originada por la descomposición de los blanqueadores ópticos contenidos en la superficie del material en el que se aplican en este caso sobre la superficie del papel impreso. El barniz UV prorroga este proceso cuando se suele aplicar un procedimiento correcto. El barniz UV se utiliza en las empresas que se dedican a las artes gráficas ya que permite acabados brillantes y elegantes de óptima calidad en las superficies a las que se desea aplicar.

Además, el barniz UV tiene una serie de ventajas, entre las que se encuentran:

- Máximo brillo
- Bajo olor una vez que se le aplican los rayos UV
- Rápido secado después de aplicar los rayos UV
- Acabados de alto nivel

- Resiste al agua, la grasa y la suciedad
- Protege mejor las superficies
- El proceso de irradiación UV es sumamente rápido
- Después de la irradiación se puede continuar con otros procesos

Barniz uv con pigmentos metálicos

Este barniz únicamente consiste en mezclar el barniz UV ya antes mencionado con unos pigmentos metálicos que a simple vista parece purpurina. La desventaja es que al realizar la mezcla la distribución del pigmento metálico no sea uniforme y por lo tanto quedaría finalmente unas zonas con más cantidad de pigmentos que otras.

Etiquetas para barniz UV

Una de las aplicaciones más comunes en las artes gráficas es la elaboración de etiquetas para barniz UV. Estas etiquetas ya mencionadas se elaboran con materiales sobre los que se aplica el barniz UV.

La finalidad es salvaguardar los diseños y/o productos impresos y darles mejores acabados. La calidad y apariencia del brillo final de las superficies cubiertas con este tipo de barniz UV resalta dando una excelente presentación.

De esta manera, las etiquetas u otros productos impresos con barniz UV suelen utilizarse como medios de publicidad, dando mayor presencia en calidad y evitando que la pintura impresa se desgaste rápidamente. (QuimiNet, 2011)

BARNIZ ALTO BRILLO

Aplicaciones:

Barniz sobreimpresión acuoso elaborado para la sobreimpresión de tintas litográficas en línea o fuera de esta; por la velocidad mínima de tiempo de secado

que presenta este barniz, es totalmente posible la manipulación del producto impreso inmediatamente después de haber sido barnizado.

Este barniz es más recomendado para la impresión sobre papel de tipo couché en donde se requiera imprimir de ambos lados tiro y retiro. En esta aplicación es recomendable tener una temperatura máxima de 35 °C en la primera entrada y de 30 °C en la segunda para evitar diversos problemas como el de bloqueo. (Tecpro, 2012, p. 1)

Características:

- Buen brillo.
- Viscosidad: 22 ± 2 seg en Copa Zahn # 3 EZ @ 23°C.
- pH: 9.0 ± 0.2
- Resistencia al frote: 100 ciclos 4 lbs.
- Los barnices acrílicos base agua son considerados NO TOXICOS por su bajo contenido de VOC,s, es decir son amigables con el ambiente.

Acondicionamiento:

Los barnices se suministran a la viscosidad adecuada para ser utilizados directamente, sin adiciones de acondicionadores al comenzar el tiraje, pero en caso de ser necesario se puede utilizar lo siguiente:

Para bajar viscosidad:

Adicionar hasta un 5% de una mezcla de alcohol etílico o isopropílico (SOLV 313 o SOLV 305) al 50% con agua.

Para acelerar secado:

Adicionar hasta un 5% de alcohol etílico o isopropílico (en agitación).

Para retardar secado:

Adicionar hasta 5% de SOLV 702

Para ajustar pH:

Adicionar de 0.05 a 0.2% de 9-HF-11

Para control de espuma:

Adicionar de 0.05 a 0.1% de 9-HF-12

BARNIZ ACUOSO BRILLANTE

Barniz transparente especialmente para obtener acabados de alto brillo. Utilizado principalmente para la aplicación en serigrafía.

Soporte:

- Estucados.
- Offset.
- Peliculados plásticos (con tratamiento corona, flameado o acrílico). Siempre se recomienda una tensión superficial de al menos 38 din/cm.

Recomendaciones:

- Para retardar el secado recomendamos el uso del retardante A-02 (2%-5%).
- Para diluir el barniz recomendamos el uso del diluyente A-03 (2%-5%).
- Para la mejora de la resistencia mecánica y química se recomienda la adición de A-00 (3% - 6%).
- La mezcla debe hacerse previa a la aplicación del producto.
- Asegurarse que el aditivo está homogéneamente mezclado con el barniz.
- La vida útil de la mezcla resultante es sólo válida para la jornada de trabajo.
- La limpieza se puede llevar a cabo fácilmente con agua cuando el barniz no está totalmente seco.

Características:

- Barniz en base acuosa.
- El barniz, una vez impresa y seca no presenta riesgo de blocking, taquing ni migración.
- Admite manipulaciones como, plegados, hendidos y troqueles.
- Se recomienda la utilización de mallas con entelado y emulsión especial para tintas al agua y de 62 a 77 hilos.

- La temperatura testada de secado es de 80 °C y el tiempo de túnel dependerá del soporte y de la carga aplicada.

Almacenamiento:

- Almacenar los envases entre +5°C y +35°C en un lugar seco y ventilado.

Tintas UV

Las tintas ultravioletas o UV son esencialmente utilizadas en flexografía que se refiere a la impresión en relieve, para la impresión de materiales plásticos y complejos metálicos debido a su particularidad de poseer un curado instantáneo en fracciones de segundo convirtiendo las tintas de un estado líquido a sólido, evitando definitivamente así problemas como el repintado y suministrando mayores resistencias físicas y químicas. (Morales y Rodríguez, 2012, pp. 16-20)

Se tiene dos tipos de tintas UV:

- Tintas de base solvente.
- Tintas de secado UV.

Tintas de base solvente.

Gracias a sus características tienen la capacidad para imprimir en prácticamente cualquier superficie, estas tintas de base solvente son muy comerciales en el mundo de la impresión digital en sí de las artes gráficas. Su composición es usualmente la misma que la utilizada en otros procesos como en los procesos de serigrafía.

Las tintas solventes proporcionan imágenes de mejor calidad, cercana a la fotográfica, con transiciones suaves y mayores detalles debido a que la tinta penetra en el sustrato.

Las impresoras al solvente son la básicamente la solución apropiada para laboratorios fotográficos, y empresas de servicios digitales. Con este tipo de tintas es viable imprimir directamente sobre una gran diversidad de soportes sin tratar,

rígidos y semirígidos, como así lo es el cartón-pluma; paneles prefabricados; vinilo; azulejos; planchas de PVC; alfombras; cortinas rígidas y muchos otros.

Este tipo de tecnología permite imprimir colores muy reales a la imagen principal y toman la textura del material que se ha utilizado. Por ejemplo, cuando se imprime sobre una moqueta, la imagen tomará la textura de ésta, debido a que la tinta penetra en el sustrato. En cambio, con las tintas UV, la imagen subsiste en la superficie del soporte, pues las tintas UV se curan al instante en fracciones de segundo sin penetrar en el soporte. (Morales y Rodríguez, 2012, pp. 16-20)

Tintas de secado UV

Este tipo de tintas se solidifican cuando son expuestas a la luz ultravioleta. Estas tintas proporcionan varias ventajas frente a las tintas de base solvente ya antes mencionadas, debido a que la tinta UV es curada en vez de secada. A diferencia de los procesos de impresión con tinta solvente, no hay la necesidad de instalar un extractor de humos y olores. Aunque las tintas de curado UV son más cuidadosas con el medioambiente que las tintas solventes, estas deben ser utilizadas, almacenadas y desechadas correctamente. (Morales y Rodríguez, 2012, pp. 16-20)

2.4.4 EQUIPO DE SECADO POR RADIACIÓN UV

Muchos de los dispositivos de secado por radiación ultravioleta constan esencialmente de dos partes principales: las lámparas y los sistemas de refrigeración. En los equipos o sistemas de secado UV se utilizan tres tipos de lámparas diferentes: la primera de arco de mercurio de alta presión, la segunda la de arco de mercurio sin electrodos y finalmente las de arco de mercurio de presión media. Estas últimas mencionadas son las que se utilizan más normalmente.



Figura 2-7 Horno de curado UV

Fuente: <http://www.siscuv.com>

Prácticamente el cuerpo de las lámparas para secado por radiación UV está elaborado con un tubo de sílice vítreo transparente llamado comúnmente cuarzo, que permite una transparencia a la radiación UV del 90%. La utilización del cuarzo es debido por sus características las cuales son que tiene muy baja expansión térmica y de alta temperatura de fusión, la temperatura de la superficie de una lámpara UV en situaciones normales de funcionamiento está alrededor de 600 y 800 °C. Los electrodos en los que se sostiene el arco de alto voltaje están constituidos por una vara de tungsteno tratado, utilizándose este material para poder resistir temperaturas internas del arco de 3000 °C. Para conectar el electrodo desde su envoltorio a la fuente de alimentación situada en la parte de fuera se utiliza molibdeno, capaz de soportar temperaturas de funcionamiento extremadamente altas, con un bajo coeficiente de expansión y capaz de transportar el voltaje necesario para mantener estable el arco. Para las demás conexiones eléctricas se utiliza cable para alta temperatura y, para el aislamiento eléctrico al final de la lámpara, normalmente un casquillo terminal de cerámica.

El interior de este cuerpo de cuarzo está relleno de mercurio y gases nobles (neón, argón, xenón) y de un compuesto metálico formado por una composición halógena muy pura.

Así, al aplicar una tensión eléctrica en los extremos de la lámpara rellena del respectivo gas, la presencia de electrones libres cargados negativamente provoca una descarga de energía ocasionada por el choque de los iones contra los átomos del gas. Esta descarga de energía se convierte en la generación de las radiaciones

UV, IR y luminosa en un porcentaje cercano de un 20, un 60 y un 20% respectivamente.

Debido a la naturaleza eléctrica de la lámpara con arco de mercurio de presión media, regularmente el voltaje de la red es insuficiente para hacer trabajar a la lámpara, es por esto que se suele colocar transformadores para elevar el voltaje. El control se debe realizar mediante un sistema de condensadores conectados en serie a la lámpara. De esta manera se suele conseguir mantener una salida de potencia constante hacia la lámpara, aunque varíen las entradas.

El solo hecho de transmitir luz ultravioleta da lugar a la generación de altas temperaturas en el cuerpo de secado, de tal manera que se hace necesaria la instalación de sistemas de refrigeración para poder evitar que se produzcan alteraciones en los productos impresos. Regularmente, la refrigeración en los sistemas de curado ultravioleta es por ventilación y extracción de aire. (Ricard Casals Consultants, 2005, p. 1)

Potencia y Voltaje de las lámparas UV

La potencia que transmiten las lámparas UV se ha duplicado desde los inicios de esta tecnología hace unos treinta años atrás hasta el día de hoy. La potencia normal era de aprox. 80W/cm. Hoy en día las lámparas de 160W/cm son las que más se utilizan, mientras que lámparas de 240W/cm hasta 300W/cm están disponibles según la sea su aplicación.

Si se desea y así debe ser que la lámpara ultravioleta funcione efectivamente, necesita un voltaje más alto de lo que suministra la red industrial normal. Es por esta razón que se utilizan transformadores para elevar el voltaje a valores apropiados. Tanto sea el largo de la lámpara y obviamente su potencia, la tensión se puede incrementar a miles de voltios. (Colorbar, 2012, pp. 13-15)

Duración de una lámpara UV

Las lámparas ultravioleta de mercurio no se pueden apagar de una manera repentina pueden, pueden trabajar durante miles de horas. Aun así es posible una disminución de su eficacia y eficiencia según transcurra el tiempo.

Una lámpara ultravioleta puede dar la impresión de tarea, pero transmitiendo en realidad radiaciones en lo visible o infrarrojo. Un desperfecto de la superficie de cuarzo o cuando está excesivamente mate puede filtrar una cuota de radiación UV y disminuir su potencia normal. La vida útil de una lámpara ultravioleta depende de muchos parámetros como pueden ser los siguientes:

- Calidad de la misma lámpara
- Eficacia del sistema de refrigeración.
- Limpieza del tubo.
- Frecuencia del ciclo encendido/apagado.

Regularmente se manipulan contadores para valorar la duración de una lámpara UV, se aconseja dar un cambio regular de lámparas ciertamente después de un tiempo de trabajo, que puede ser 1.000, 2.000 ó 3.000 horas, según sean las circunstancias de trabajo y de necesidad. (Colorbar, 2012, pp. 13-15)

Las radiaciones uv según los efectos que produce.

UV-A: Su emisión va desde los 320 nm hasta 400 nm.

Esta radiación es capaz de penetrar nuestra piel o cualquier sustrato y se usa frecuentemente en la industria en procesos de "curado en profundidad".

UV-B: Es la radiación comprendida entre los 280 y 320 nm.

Tiene una mayor energía que los UVA pero no penetra tan profundamente, produciendo un curado más rápido. La radiación UVB 'quema'.

UV-C: Es el tramo comprendido entre los 200 y 280 nm.

Esta radiación tiene una alta energía que cae tan pronto incide contra cualquier superficie. En la industria se usa para el "curado superficial". También se utiliza ampliamente en aplicaciones germicidas eliminando eficazmente virus y bacterias. (Colorbar, 2012, pp. 3-4)

Reflectores

Prácticamente la radiación ultravioleta que proviene directamente de la lámpara ultravioleta representa tan solo un tercio de toda la energía ultravioleta que recibe el soporte. Los reflectores parabólicos permiten recobrar los dos tercios restantes.

Se suele conocer que la energía primaria es aquella que directamente emite la lámpara ultravioleta dentro de un ángulo de 120° aproximadamente. La energía secundaria es la reflectada por la parábola, y representa los tercios mencionados anteriormente, del total ángulo de 240° . Entonces la función de los reflectores es restituir más del 60% de la energía ultravioleta disponible.

De tal manera esto justifica considerablemente el gran interés de los productores de secadores UV en suministrar materiales y componentes con una superficie muy reflectante. Uno de ellos es el aluminio el cual es uno de los materiales más reflectantes existentes además de esto es de fácil adquisición, con un porcentaje del 90% de luz ultravioleta reflectada, no así con el acero inoxidable que representa el 60%, y alrededor del 0% de un espejo de vidrio común. Siendo muy sensible a la temperatura, la superficie del aluminio debe ser debidamente tratada.

Los reflectores parabólicos reflectan los rayos ultravioleta paralelamente. Estos son muy eficaces y eficientes en el curing de impresiones con película de tinta depositada continuamente; para aplicaciones con película de tinta elevada, la concentración de rayos no es siempre suficiente para garantizar el tratamiento requerido.

Los reflectores elípticos focalizan todos los rayos ultravioleta sobre el soporte en una banda lo más estrecha posible. El proceso de curing se optimiza de esta forma en el punto más cercano al focal.

Los reflectores de geometría variable son comúnmente utilizados para poder compensar la falta de curing, debido a las pinzas de la máquina que transportan el papel. El espacio que ocupa la pinza para sostener el papel es generalmente del orden de 12 mm. Este espacio se puede reducir algún centímetro según el tipo de máquina que se esté utilizando. En el proceso de la impresión offset el espacio que ocupa la pinza impide un correcto curing ultravioleta. Las máquinas modernas están equipadas con un sistema de transporte que limita ésta zona.

La eficacia y eficiencia de los rayos ultravioleta depende considerablemente del espesor de película de tinta Ultravioleta o barniz UV. El proceso de curing completo y correcto es más erróneo al aumentar la película de tinta, en muchos casos un exagerad grosor de película de tinta puede causar problemas de curing. (Colorbar, 2012, pp. 13-15)

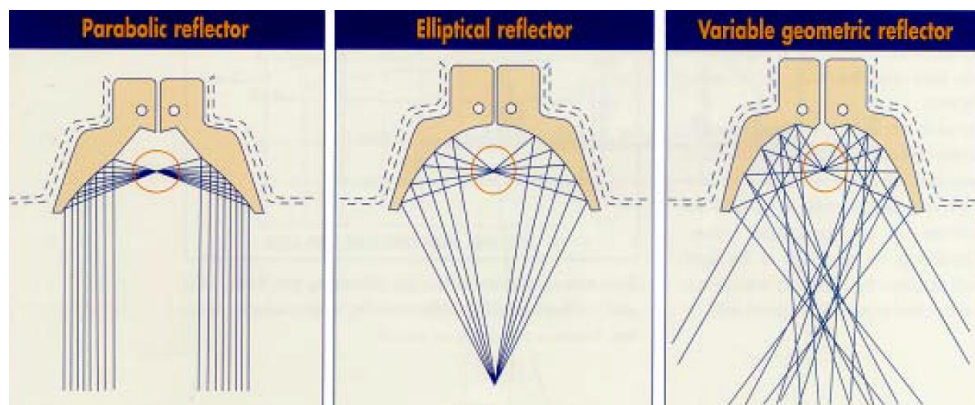


Figura 2-8 Reflectores

Fuente: www.colorbar.es

Sistema de refrigeración

Absolutamente todos los emisores comúnmente utilizados en los sistemas de curing ultravioleta producen calor. El proceso de curing ultravioleta consigue su correcto

funcionamiento en un rango de largo de onda alrededor de entre los 180 y 380 nm. Esto solamente se puede conseguir calentando el vapor de mercurio hasta que se convierta en un plasma de alta temperatura.

Para poder obtener correctamente un plasma estable, el cuerpo de la lámpara debe estar prácticamente caliente, puede ser con una temperatura superficial de la lámpara alrededor de 600-800 °C.

Particularmente de la temperatura que resiste el cuerpo de la lámpara de luz ultravioleta, las partes principales y la temperatura de la máquina se deben mantener a niveles totalmente tolerables, para evitar daños secundarios y del sistema de sobrecalentamiento de las piezas y del soporte.

La calidad de funcionamiento del sistema de refrigeración es de suma importancia, y por ello es necesario guardar un correcto equilibrio para la máxima eficacia de curing. Existen varias técnicas de refrigeramiento, y algunas de estas no mantienen la justa temperatura, reduciendo la eficacia del curing y acortando la vida de la lámpara UV. (Colorbar, 2012, pp. 13-15)

2.4.4.1 Tipos de lámparas Ultravioleta

Las lámparas ultravioleta se pueden clasificar según el gas utilizado ya sean de vapor de mercurio o sodio, o la presión a la que este se encuentre ya sea media o baja presión. Las propiedades de estas lámparas varían mucho de unas a otras y esto las hace adecuadas para diferentes usos.



Figura 2-9 Variedad de Lámparas UV

Fuente: <http://www.lamparasultravioleta.es>

Lámparas ultravioleta de vapor de mercurio y yoduro de galio

Hay que tener en cuenta si la presión interna del tubo es baja, son simplemente lámparas fluorescentes, si la presión es media, su uso es industrial, utilizado para curado de tintas UV u otros productos. Su espectro de emisión es muy concentrado y suele estar en las frecuencias de 100nm, 260 nm para las de vapor de mercurio y de 300 nm y 380 nm para las de yoduro de galio. Las potencias que emiten estas lámparas van desde 0,1 Kw hasta 25 Kw y con longitudes de 2,5 mts y una vida útil aproximada de 1500 horas. (EneMaq, 2012, p. 1)

Sus elementos característicos son

Los electrodos, bien de tungsteno o wolframio, que dejan pasar la corriente eléctrica prácticamente sin pérdidas para crear el arco de radiación UV. La ampolla o cuerpo exterior, generalmente fabricada en cuarzo y rellena de gases inertes (argón y nitrógeno).

El diámetro de la ampolla oscila entre los 20 y 35 mm y el campo de secaje va desde los 100mm a los 2000mm. Las potencias que se obtienen van desde los 20 hasta los 200 Watios por centímetro lineal.

La durabilidad de la lámpara de vapor de mercurio es menor en diferencia de la lámpara de vapor de yoduro de galio, 1000 a 1500 para la primera y de 1000 a 2000 horas para la segunda, de igual manera su costo varía notablemente, un costo mayor para las de vapor de yoduro de galio. (EneMaq, 2012, p. 1)

2.4.4.2 Bandas transportadoras

Es uno de los sistemas de transporte continuo más utilizados en la industria, tanto para el transporte de cargas aisladas o bultos, como para materiales a granel. El procedimiento consiste en una cinta sin fin más o menos flexible, accionada por un

motor, sobre la que se transportan las cargas tanto horizontalmente como con cierta inclinación.

Bandas de malla metálica / teflón

Fabricadas en distintos metales y aleaciones, generalmente están constituidas por espiras de alambre unidas entre sí por varillas onduladas o rectas.

Permiten su utilización en aplicaciones extremas de temperatura (de -180°C a 1200°C), corrosión química o donde se requiera una superficie libre determinada. Tanto por los materiales empleados como por los tipos de banda, las posibilidades de fabricación son infinitas y las aplicaciones más usuales son: Congelación, enfriamiento; Hornos; Sinterizado; Filtrado; Lavado.

Las bandas de malla de teflón se fabrican con refuerzos laterales para evitar su desgarre, así como protección en la unión. El uso más común de estas bandas de malla de teflón es en hornos de serigrafía, hornos de secado, hornos de termoencojido, entre muchas otras aplicaciones más. (Luaces, 2008, p.1)

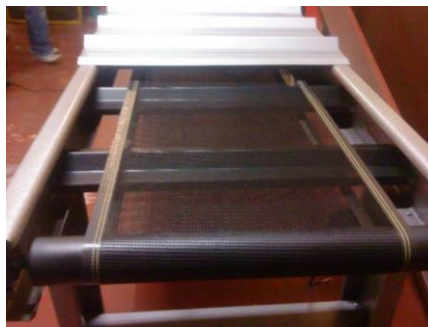


Figura 2-10 Banda de malla de teflón

Fuente: <http://www.comercioindustrial.net>

Bandas de Caucho y Lona

Son las que con más frecuencia se usan. Su construcción, es por diversas capas de tejidos engomados, separadas entre sí por una capa de goma que ayuda a ser más

flexible, así como una buena adherencia, recubiertas por varias capas de goma de grueso y calidad según sea el trabajo a realizar y sobre todo el tipo de material a transportar.

Los tejidos usados en la fabricación de bandas textiles son formados por fibras de poliéster o nylon. Este tipo de tejido permite tener una gran flexibilidad y peso reducido a la banda.

Características de las bandas a base de caucho natural o similar.

Posee buena resistencia a la rotura, impacto, corte, temperatura, alta flexibilidad, resistente a la humedad, no interfiere con sistemas de detección de metales. Dado que este tipo de tejido no es afectado por la humedad, estas bandas pueden ser utilizadas también con los cantos cortados en cualquier aplicación, con el consiguiente ahorro de coste y la absoluta garantía de un buen funcionamiento. (Provecuador, 2014)



Figura 2-11 Banda de caucho y Lona

Fuente: <http://provecuador.com.ec>

Bandas Sintéticas

Este tipo de banda son más adaptable, por su revestimiento y precisión son flexibles, rastreadable, y resistente al desgaste. Además, una de sus características principales es que posee una base de fibra de vidrio tejida, revestida en una o ambas caras con caucho de silicona, dando como resultado una banda con estabilidad dimensional, resistencia, durabilidad excelente tracción y alargamiento bajo.

Estas bandas proporcionan una buena fricción superficial mucho mayor que las superficies de una banda revestida con teflón, aún retienen las características de liberación comparables. De hecho, algunos productos que pueden adherirse a las telas revestidas de teflón no pueden adherirse a las superficies recubiertas de silicona.

La superficie de las bandas sintéticas puede ser de color tintado o blanco gracias a las propiedades de la silicona. Es compatible con la FDA para su uso en procesamiento de alimentos, embalaje y manipulación. Utilizado en los túneles de encogimiento, transportadores ligeramente inclinados u otras aplicaciones donde se desean una superficie de agarre fuerte y las características excelentes de liberación. (Provecuador, 2014)

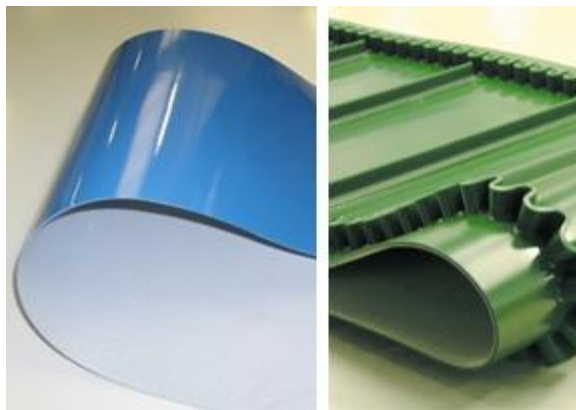


Figura 2-12 Bandas Sintéticas

Fuente: <http://provecuador.com.ec>

Bandas Modulares

Los materiales de fabricación de bandas transportadoras modulares son de Polipropileno, Polietileno y Acetal, tanto para el sector alimentario como para el industrial. Con una buena resistencia mecánica, un rango de temperaturas de entre -40 °C a +104 °C y una gran variedad de peso, tiene una excelente flotabilidad en el agua.

Muy resistente frente a la penetración de microorganismos. La excelente resistencia química que tiene a casi todos los ácidos, bases concentradas, sales y detergentes, le hacen indispensable en ambientes de trabajo corrosivos.

Las características del Polietileno son de excelente tenacidad al impacto, flexibilidad y resistencia a la fatiga. Su bajo coeficiente de fricción le confiere unas excelentes propiedades deslizantes, con una mínima adherencia y absorción.

Los acetales que posee este tipo de bandas le hacen tener una mayor resistencia a ser rayados y una elevada carga de rotura. Esto le confiere la capacidad de transportar cargas pesadas y ser utilizado en aquellas aplicaciones en las que se manipule con objetos punzantes encima de la banda. Debido a ello, es el material utilizado en acumuladores de todo tipo de envases, evitando daños en la superficie de los mismos y aplastamiento por presión. (Provecuador, 2014)

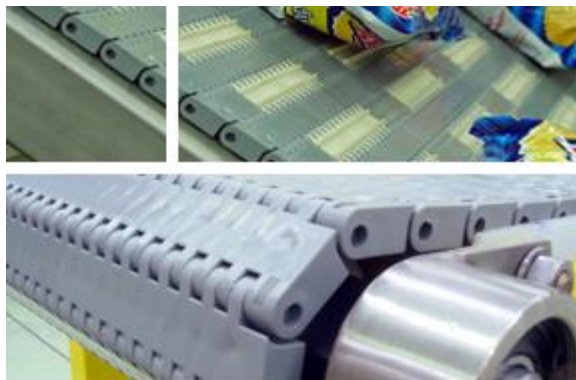


Figura 2-13 Bandas Modulares

Fuente: <http://provecuador.com.ec>

2.4.4.3 Tipos de papeles más utilizados

Papel Couche

Papel el cual consta de una capa externa de compuesto inorgánico para optimizar su acabado dándole mayor flexibilidad y blancura. Su textura y acabado puede ser brillante, satinada o mate.

Su principal ventaja es que su acabado es liso y menos absorbente que el de los papeles no estucados permite mejor definición de los detalles y un rango cromático más amplio. Además, los acabados estucados suelen proteger los papeles y dibujos de la radiación ultravioleta y proporcionarle mayor resistencia al desgaste.

El estucado se suele realizar con compuestos derivados del caolín y del yeso. Como papel cubierto, su acabado satinado es primordial en una impresión profesional, ya que sus colores se ven más luminosos y brillantes. (Prezi, 2015)

Cartulina plegable

Es aquella cartulina que, al ser debidamente rayada o grafada, puede doblarse por la línea antes dicha con un ángulo de 180° , sin mostrar fisuras apreciables en todo el largo la misma. Producto multicapas de color marrón fabricado con fibras recicladas, la cartulina plegable es generalmente más grueso y más resistente que el papel normal de impresión, pero más flexible y liviano que un cartón, una de sus caras es más brillante que la otra. (Prezi, 2015)

2.4.5 SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL INDUSTRIAL

Instrumento o sistema de medición.

Es uno o más dispositivos de medición conectados de forma tal de poder realizar una medición completa. Un dispositivo de medición consta de uno o más elementos básicos, además de otros componentes, para conformar una unidad encargada de ejecutar una o más operaciones de medición.

Sistema de control.

Es aquel sistema en el cual el efecto deseado es logrado operando sobre una o más variables de entrada, hasta que la salida, la cual es una medida del efecto deseado, cae dentro de un rango de valores aceptables. Los instrumentos de medición son

parte integral de un sistema de control, por lo que al conjunto se le suele llamar sistema de medición y control.

Instrumentos en un sistema de control.

Normalmente un sistema de control opera formando un lazo o bucle en el que se mide el valor de una variable, se compara con un punto de consigna o valor deseado (set point, SP) y se toma una acción de corrección de acuerdo con la desviación o error existente. A este esquema de control se le llama sistema de control por realimentación, o simplemente control a lazo cerrado.

El lazo de control puede ser abierto o cerrado. En un esquema de control de lazo abierto, no hay comparación entre el punto de consigna y la variable a controlar, o por lo menos no se realiza continuamente. En el esquema de control a lazo cerrado (ver Fig. 2.7), la diferencia entre el punto de consigna y la variable medida, genera un error el cual alimenta a un controlador que se encarga de minimizar el mismo manipulando la variable de control. (Calderón, 2004, pp. 6-9)

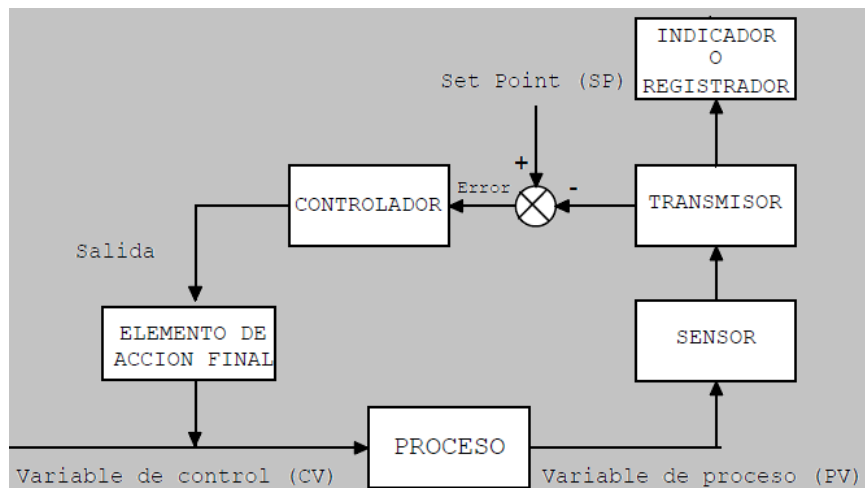


Figura 2-14 Esquema de control a lazo cerrado

Fuente: <http://www.slideshare.net/dmcuenca4/mediciones-e-instrumentacionindustrial#>

El estado actual de la tecnología es utilizar controladores digitales los cuales están en capacidad de ejecutar cientos de lazos de control. La mayoría de estos controladores tienen la capacidad de ser programados por los usuarios, e incorporan bloques de control y de cálculo previamente construidos por el fabricante del controlador, los cuales pueden ser configurados por el usuario para implantar una gran variedad de estrategias de control. Existen también los denominados instrumentos “inteligentes”, los cuales están en capacidad de ejecutar algoritmos básicos de control, tales como bloques PID entre otros. Estos instrumentos se comunican unos con otros a través de los “Buses de campo”, eliminando la necesidad de utilizar controladores independientes. (Calderón, 2004, pp. 6-9)

Clases de instrumentos

Se consideran dos clasificaciones básicas:

Relacionada con la variable del proceso: Esta clasificación corresponde específicamente al tipo de las señales medidas siendo independiente del sistema empleado en la conversión de la señal de proceso. Los instrumentos se dividen en instrumentos de caudal, nivel, presión, temperatura, densidad y peso específico, humedad y punto de rocío, viscosidad, posición, velocidad, pH, conductividad, frecuencia, fuerza, turbidez, etc.

Relacionada con la función del instrumento: Esta clasificación corresponde a la función que cumple el instrumento sin tomar en cuenta la señal medida, es decir, un indicador puede mostrar una señal de presión, temperatura, voltaje, etc., pero su clasificación funcional es como indicador. (Calderón, 2004, pp. 6-9)

2.4.6 AUTOMATIZACIÓN

La automatización es un sistema donde se transfieren tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos. Un sistema automatizado consta de dos partes principales:

- Parte de Mando
- Parte Operativa

La Parte Operativa

Es la parte que actúa directamente sobre la máquina. Son los elementos que hacen que la máquina se mueva y realice la operación deseada. Los elementos que forman la parte operativa son los accionadores de las máquinas como motores, cilindros, compresores y los captadores como fotodiodos, finales de carrera, etc.

La Parte de Mando

Suele ser un autómatas programable (tecnología programada), aunque hasta ahora se utilizaban relés electromagnéticos, tarjetas electrónicas o módulos lógicos neumáticos (tecnología cableada). En un sistema de fabricación automatizado el autómatas programable está en el centro del sistema. Este debe ser capaz de comunicarse con todos los constituyentes de sistema automatizado.

Objetivos de la automatización

- Mejorar la productividad de la empresa, reduciendo los costes de la producción y mejorando la calidad de la misma.
- Mejorar las condiciones de trabajo del personal, suprimiendo los trabajos penosos e incrementando la seguridad.
- Realizar las operaciones imposibles de controlar intelectual o manualmente.
- Mejorar la disponibilidad de los productos, pudiendo proveer las cantidades necesarias en el momento preciso.
- Simplificar el mantenimiento de forma que el operario no requiera grandes conocimientos para la manipulación del proceso productivo.
- Integrar la gestión y producción.

Un sistema de automatización consiste en cinco niveles y comprende la estructura entera de una industria o empresa. Sin embargo, los niveles que se explicarán a continuación, se referirán únicamente a tres. (Gómez, 2012, pp. 4-6)

Nivel de mando

Está compuesta por lo general por ordenadores industriales, para la supervisión y control de maquinaria industrial de forma remota. Uno de los sistemas que están orientados a este tipo de mando, es el SCADA.

Nivel de control

Está compuesta por los Autómatas Programables- PLCs, y las diferentes clases de interfaces hombre-máquina, para el control de las maquinas industriales, aunque todavía este nivel está compuesta principalmente por la lógica de relés. Actualmente, existe una extensa variedad de autómatas Programables de distintos fabricantes, como la SIEMENS, MOELLER, OMRON, ALLEN BRADLEY, etc.

Nivel de campo

Es el nivel más bajo de la jerarquía y están compuestos por los sensores (termocuplas, tacómetros, detectores de proximidad, etc.) y actuadores (motores, electroválvulas, etc). El grado de automatización deseado va a ser fundamental para trazar dicho plan. Se suelen distinguir como cuatro categorías: (Gómez, 2012, pp. 4-6)

Automatización fija.- Se utiliza cuando el volumen de producción es muy alto y, por tanto, se puede justificar económicamente el alto costo del diseño de equipo especializado para procesar el producto, con un rendimiento alto y tasas de producción elevadas.

Automatización programable.- Se emplea cuando el volumen de producción es relativamente bajo y hay una diversidad de productos a obtener. En este caso el equipo de producción es diseñado para adaptarse a las variaciones de configuración del producto y esta adaptación se realiza por medio de Software.

Automatización flexible.- Es más adecuada para un rango de producción medio. Los sistemas flexibles poseen características de la automatización fija y de la automatización programada. Suelen estar constituidos por una serie de estaciones de trabajo interconectadas entre sí por sistemas de almacenamiento y manipulación de materiales, controlados en su conjunto por una computadora.

Automatización total.- de la producción, en la que, idealmente, la fabricación se realizaría sin intervención humana. (Gómez, 2012, pp. 4-6)

2.4.7 VARIADOR DE FRECUENCIA

Se trata de dispositivos electrónicos, que permiten el control completo de motores eléctricos de inducción; los hay de C.C. (variación de la tensión), y de C.A. (variación de la frecuencia); los más utilizados son los de motor trifásico de inducción y rotor sin bobinar (jaula inversores (inverter) o variadores de velocidad. (Martí, 2011, pp. 3-5)



Figura 2-15 Variador de Frecuencia

Fuente: <http://diagramas.diagramasde.com>

Principales funciones de los variadores de velocidad electrónicos

Aceleración controlada

La aceleración del motor se controla mediante una rampa de aceleración lineal. Generalmente, esta rampa es controlable y permite por tanto elegir el tiempo de aceleración adecuado para la aplicación.

Variación de velocidad

Un variador de velocidad puede no ser al mismo tiempo un regulador. En este caso se trata de un sistema dotado de un control con amplificación de potencia. La velocidad del motor queda determinada por una magnitud de entrada (tensión o corriente) denominada consigna o referencia.

Regulador de velocidad

Un regulador de velocidad es un variador con seguimiento de velocidad. Dispone de un sistema de control con amplificación de potencia. La regulación permite que la velocidad sea prácticamente insensible a las perturbaciones. Generalmente la precisión de un regulador se expresa en % del valor nominal de la magnitud regulada. (Marti, 2011, pp. 3-5)

Deceleración controlada.

Cuando se desconecta un motor, su deceleración se debe únicamente al par resistente de la máquina (deceleración natural). Los arrancadores y variadores electrónicos permiten controlar la deceleración mediante una rampa lineal, generalmente independiente de la rampa de aceleración.

Esta rampa puede ajustarse de manera que se consiga un tiempo para pasar de la velocidad de régimen fijada a una velocidad intermedia o nula: Si la deceleración

deseada es más rápida que la natural, el motor debe de desarrollar un par resistente que se debe de sumar al par resistente de la máquina; se habla entonces de frenado eléctrico, que puede efectuarse reenviando energía a la red de alimentación, o disipándola en una resistencia de frenado. Si la deceleración deseada es más lenta que la natural, el motor debe desarrollar un par motor superior al par resistente de la máquina y continuar arrastrando la carga hasta su parada. (Marti, 2011, pp. 3-5)

Inversión del sentido de giro

La mayoría de los variadores actuales tienen implementada esta función. La inversión de la secuencia de fases de alimentación del motor se realiza automáticamente o por inversión de la consigna de entrada, o por una orden lógica en un borne, o por la información transmitida mediante una red.

Frenado

Este frenado consiste en parar un motor pero sin controlar la rampa de desaceleración.

Con, los arrancadores y variadores de velocidad para motores asíncronos, esta función se realiza de forma económica inyectando una corriente continua en el motor, haciendo funcionar de forma especial la etapa de potencia. Toda la energía mecánica se disipa en el rotor de la máquina y, por tanto, este frenado sólo puede ser intermitente. En el caso de un variador para motor de corriente continua, esta función se realiza conectando una resistencia en bornes del inducido.

Protecciones integradas

Los variadores modernos aseguran tanto la protección térmica de los motores como su propia protección. A partir de la medida de la corriente y de una información sobre la velocidad (si la ventilación del motor depende de su velocidad de rotación), un microprocesador calcula la elevación de temperatura de un motor y suministra

una señal de alarma o de desconexión en caso de calentamiento excesivo. Además, los variadores, y especialmente los convertidores de frecuencia, están dotados de protecciones contra: (Marti, 2011, p. 6)

- Cortocircuitos entre fases y entre fase y tierra,
- Sobretensiones y las caídas de tensión,
- Desequilibrios de fases,
- Funcionamiento en monofásico.

2.4.8 TRANSFORMADORES DE VOLTAJE

2.4.8.1 Transformador de voltaje constante

Las lámparas ultravioleta funcionan a voltajes, frecuencia e intensidades especiales, que dependen del tipo de lámpara y de la aplicación para la cual va a ser utilizado el sistema. Los transformadores para lámparas ultravioletas están pensados para crear un circuito de vatios constantes específico para el control de las lámparas UV, además de esto llevan un juego de condensadores cuidadosamente ajustados. La ventaja de los sistemas de voltaje constante es que para una variación de tensión de +/-20% se consigue una variación de la potencia de salida de sólo el 5%. Así se mantiene el rendimiento de la lámpara y se garantiza la máxima eficacia de los UV en todo momento.

Los transformadores de voltaje constante gastan menos energía, son más eficaces y se calientan menos, y tienen menos vibraciones que cualquier otro transformador para del mercado. Con la combinación de lámpara y transformador se consigue un 90% más de eficacia de potencia. Son muy fiables y precisan muy poco mantenimiento durante muchos años.

Las bobinas de los transformadores están devanadas con hilo de cobre esmaltado con poliéster de doble capa. Cada capa de bobina está además protegida con aislamiento de clase H para una mayor fiabilidad. (Primarcuv, 2006)

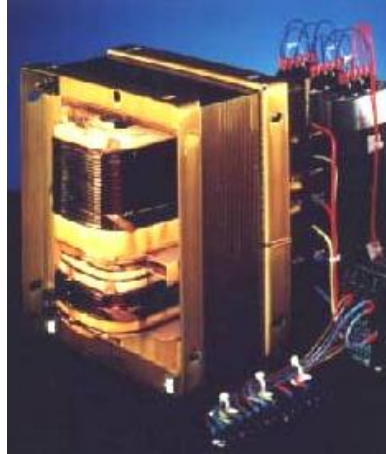


Figura 2-16 Transformador de voltaje constante

Fuente: <http://www.primarcuv.com>

2.4.8.2 Autotransformador

Los autotransformadores por sus características técnicas se usan principalmente, cuando se desea transformar una tensión y la relación de vueltas entre la bobina primaria y la bobina secundaria es casi 1. Pero también se suele emplear para los arranques de motores y para regular las líneas de transmisión.

Entre sus ventajas se tiene, que es de bajo precio económico frente a un transformador normal con idénticas especificaciones técnicas, en cuanto al rendimiento propiamente dicho, hay que reseñar las siguientes ventajas.

Menos corriente: el autotransformador necesita menos cantidad de corriente para generar el flujo en el núcleo.

La potencia: el autotransformador genera más potencia que un transformador normal de especificaciones similares.

Eficiencia: el autotransformador es más eficiente es decir mejor rendimiento que un transformador normal con potencias parecidas.

En cuanto a los inconvenientes, cabe reseñar la pérdida de aislamiento eléctrico entre la tensión del primario y la tensión del secundario. Los autotransformadores se pueden utilizar del mismo modo que los transformadores convencionales o de dos bobinas se pueden convertir en autotransformadores si se conectan de determinadas formas. (Nichese, 2010)

2.4.9 EL CONTACTOR Y RELÉ TÉRMICO

Es un mecanismo cuya misión es la de cerrar unos contactos, para permitir el paso de la corriente a través de ellos. Esto ocurre cuando la bobina del contactor recibe corriente eléctrica, comportándose como electroimán y atrayendo dichos contactos. (Vilches, 2013, pp. 1-4)

Partes de que está compuesto:

- Contactos principales: 1-2, 3-4, 5-6.

Tienen por finalidad abrir o cerrar el circuito de fuerza o potencia.

- Contactos auxiliares: 13-14 (NO)

Se emplean en el circuito de mando o maniobras. Por este motivo soportarán menos intensidad que los principales. El contactor de la figura solo tiene uno que es normalmente abierto.

- Circuito electromagnético:

Consta de tres partes.-

1. El núcleo, en forma de E. Parte fija.
2. La bobina: A1-A2.
3. La armadura. Parte móvil.

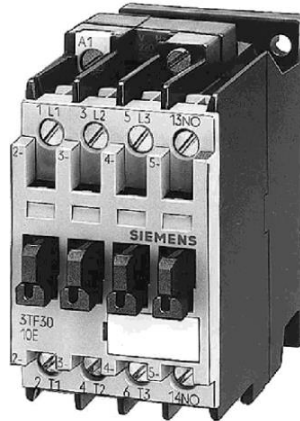


Figura 2-17 Contactor

Fuente: <http://centros.edu.xunta.es>

Elección del Contactor

Cuando se va a elegir un Contactor hay que tener en cuenta, entre otros factores, lo siguiente:

- Tensión de alimentación de la bobina: Esta puede ser continua o alterna, siendo esta última la más habitual, y con tensiones de 12 V, 24 V o 220 V.
- Número de veces que el circuito electromagnético va a abrir y cerrar. Podemos necesitar un Contactor que cierre una o dos veces al día, o quizás otro que esté continuamente abriendo y cerrando sus contactos. Hay que tener en cuenta el arco eléctrico que se produce cada vez que esto ocurre y el consiguiente deterioro.
- Corriente que consume el motor de forma permanente (corriente de servicio).

2.4.9.1 El relé de sobrecarga térmico

Es un mecanismo que sirve como elemento de protección del motor. Su misión consiste en desconectar el circuito cuando la intensidad consumida por el motor, supera durante un tiempo corto, a la permitida por este, evitando que el bobinado se queme. Esto ocurre gracias a que consta de tres láminas bimetálicas con sus correspondientes bobinas calefactoras que cuando son recorridas por una

determinada intensidad, provocan el calentamiento del bimetálico y la apertura del relé. (Vilches, 2013, pp. 1-4)



Figura 2-18 Relé Térmico

Fuente: <http://centros.edu.xunta.es>

Elección del Relé Térmico

Para la elección de este mecanismo hay que tener en cuenta el tiempo máximo que puede soportar una sobreintensidad no admisible, y asegurarnos de que la intensidad del receptor esté comprendida dentro del margen de regulación de la intensidad del relé. (Vilches, 2013, pp. 1-4)

2.4.9.2 El interruptor automático magnetotérmico

Su misión es la de proteger a la instalación y al motor, abriendo el circuito en los siguientes casos:

- Cortocircuito: En cualquier punto de la instalación.
- Sobrecarga: Cuando la intensidad consumida en un instante, supera la intensidad a la que está calibrada el magnetotérmico.



Figura 2-19 Interruptor Magnetotérmico

Fuente: <http://centros.edu.xunta.es>

Elección del interruptor automático magnetotérmico

Se deberán seguir los siguientes pasos:

- Hay que seleccionar el tipo de curva de disparo.
- Elegir el calibre o intensidad nominal, cuyo valor será inferior o igual a la que consume el receptor de forma permanente.

Curva de disparo	Corriente magnética	Calibre	Aplicaciones
B	5	2 3	Protección de Generadores
C	10	4 6	Protección General
D	20	10 16	Protección de receptores
Z	3.6	20 25	Protección de circuitos eléctrico

Tabla 2-1 Curva de disparo

Fuente: <http://centros.edu.xunta.es>

2.4.10 CONTROL DE LA PRODUCCIÓN

Las funciones del sistema de planificación y control de fabricación, MPC (Manufacturing Planning and Control) se refiere a la planificación y control de los procesos de fabricación incluyendo materiales, máquinas, personal y proveedores,

los cuales están diseñados para seguir los dictados del mercado y apoyar la estrategia corporativa de la empresa.

El sistema MPC da información para administrar eficientemente el flujo de materiales, manejar al personal y utilizar el equipo eficazmente, coordinar las actividades internas con las de los proveedores, y comunicarse con los clientes para tratar sobre las necesidades del mercado. El sistema MPC da la información necesaria a los directivos de la Empresa para que se tomen las decisiones inteligentes y oportunas. (Briones, 2009, pp. 2-3)

2.4.10.1 Productividad

Productividad puede definirse como la relación entre la cantidad de bienes y servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados. En la fabricación, la productividad sirve para evaluar el rendimiento de los talleres, las máquinas, los equipos de trabajo y los empleados.

Productividad en términos de empleados es sinónimo de rendimiento. En un enfoque sistemático decimos que algo o alguien es productivo cuando con una cantidad de recursos (Insumos) en un periodo de tiempo dado obtiene el máximo de productos.

La productividad en las máquinas y equipos está dada como parte de sus características técnicas. No así con el recurso humano o los trabajadores. Deben de considerarse factores que influyen. Además de la relación de cantidad producida por recursos utilizados, en la productividad entran a juego otros aspectos muy importantes como:

Calidad: Velocidad a la cual los bienes y servicios se producen especialmente por unidad de labor o trabajo.

Productividad = Salida/Entradas

Entradas: Mano de Obra, Materia prima, Maquinaria, Energía, Capital.

Salidas: Productos.

- Misma entrada, salida más grande
- Entrada más pequeña misma salida
- Incrementar salida disminuir entrada
- Incrementar salida más rápido que la entrada
- Disminuir la salida en forma menor que la entrada.

En las empresas que miden su productividad, la fórmula que se utiliza con más frecuencia es:

Productividad:

Número de unidades producidas

Insumos empleados

Este modelo se aplica muy bien a una empresa que produzca un conjunto homogéneo de productos. Sin embargo, muchas empresas modernas manufacturan una gran variedad de productos. Estas últimas son heterogéneas tanto en valor como en volumen de producción, debido a su complejidad tecnológica puede presentar grandes diferencias.

En estas empresas la productividad global se mide basándose en un número definido de "centros de utilidades" que representan en forma adecuada la actividad real de la empresa.

La fórmula se convierte entonces en:

Productividad:

Producción Producto A + Producción Producto B + Producción Producto N.

Insumos empleados

Finalmente, otras empresas miden su productividad en función del valor comercial de los productos.

Productividad:

Ventas netas de la empresa

Salarios pagados

Todas estas medidas son cuantitativas y no se considera en ellas el aspecto cualitativo de la producción (un producto debería ser bien hecho la primera vez y responder a las especificaciones de producción) .Todo costo adicional (re-inicios, re-fabricación, reemplazo reparación después de la venta) debería ser incluido en la medida de la productividad.

Un buen producto nos permite desarrollar la confianza y fidelidad de los clientes. El costo relacionado con la imagen de la empresa y la calidad debería estar incluido en la medida de la productividad con el fin de medir el progreso de la productividad, generalmente se emplea el Índice de Productividad (P) como punto de comparación: (Business Solutions, 2010, pp. 2-5)

$$P = 100 * (\text{Productividad Observada}) / (\text{Estándar de Productividad})$$

La productividad observada es la productividad medida durante un periodo definido (día, semana, mes, año) en un sistema conocido (taller, empresa, sector económico, departamento, mano de obra, energía, país) El estándar de productividad es la productividad base o anterior que sirve de referencia (Período Base).

Con lo anterior vemos que podemos obtener diferentes medidas de productividad, evaluar diferentes sistemas, departamentos, empresas, recursos como materias primas, energía, entre otros. Pero lo más importante es la capacidad de definir la tendencia por medio del uso de índices de productividad a través del tiempo dentro de las empresas, realizar las correcciones necesarias con el fin de aumentar la eficiencia y ser más rentables día a día. (Business Solutions, 2010, pp. 2-5)

Otro elemento importante a considerar para aumentar la productividad de la empresa es el capital humano, en cuanto a la inversión realizada por la organización para capacitarlos y formarlos.

Factores internos y externos que afectan la productividad

Factores Externos:

- Disponibilidad de materiales o materias primas.
- Mano de obra calificada
- Políticas estatales relativas a tributación y aranceles
- Infraestructura existente

Factores Internos:

- Terrenos y edificios
- Materiales
- Energía
- Máquinas y equipo
- Recurso humano

2.5 HIPÓTESIS

El proceso de curado de barniz sobre papel incidirá sobre la productividad de la Imprenta Offset Jesús del Gran Poder de la ciudad de Puyo.

2.6 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES

2.6.1 VARIABLE INDEPENDIENTE

Proceso de curado de barniz sobre papel.

2.6.2 VARIABLE DEPENDIENTE

Productividad de la Imprenta Offset Jesús del Gran Poder de la ciudad de Puyo.

CAPÍTULO 3

METODOLOGÍA

3.1 ENFOQUE

La presente investigación está orientada hacia el paradigma cuantitativo esto en base al problema que radica en la empresa.

El estudio básicamente se basó en la información de experiencia del personal así como en internet y datos obtenidos de la empresa con respecto a la productividad de la misma, etc. Estas fuentes facilitaron información de primera mano, buscando la comprensión de las variables para orientarse hacia la formación de la hipótesis que permiten solucionar el problema de esta investigación. Enfoque es cuantitativo porque en base a especificaciones y parámetros se buscará la mejor alternativa para la selección del correcto funcionamiento y semiautomatización de un horno de curado UV.

3.2 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación fue de campo y experimental así como bibliográfica, de campo porque ésta modalidad toma contacto en forma directa con la realidad, para obtener información de acuerdo al objetivo de la investigación, además para la ejecución del proceso de barnizado se debe estar en contacto directo con la máquina barnizadora y verificar cada uno de los pasos a llevar para obtener un barnizado de calidad para su posterior secado.

La modalidad experimental se utilizó debido a que la investigación necesariamente requiere el manejo de las dos variables como son la dependiente y la independiente para de esta manera poder demostrar la hipótesis planteada además porque experimentalmente se podrán determinar los parámetros para el dimensionado y

selección de los elementos de control para el sistema semiautomático de curado de barniz UV.

Bibliográfica ya que la presente investigación se realizó basándose en información obtenida especialmente de Catálogos, libros de Ingeniería, tesis, páginas web e información dotada por la empresa, etc. La cual servirá de aporte teórico e ideológico para el desarrollo de la investigación.

3.3 TIPO DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación es de un nivel exploratorio, puesto que se reconoció variables de interés investigativo, como la temática de la calidad del producto offset impreso y su productividad, se fundamentará en el análisis de sistemas de curado de barniz con similares características debido a que no se cuenta con una idea clara y precisa para realizar este tipo de estudio.

Esta investigación tiene un segundo nivel descriptivo debido a que se realizaron preguntas directrices, y se analizaron variables en la parte de red de categorías, describiendo las características de cada variable como es el estudio de un sistema para el proceso de curado de barniz y un análisis de la empresa para conocer la productividad que demanda.

Además se utilizó este nivel de investigación debido a que se va a detallar los pasos primordiales a seguir utilizando criterios sistemáticos que se van a presentar durante la investigación.

El nivel explicativo es primordial para la investigación ya que permitirá la afirmación y explicación de la hipótesis establecida en la presente investigación de una manera clara.

El nivel correlacional permitirá relacionar las variables tanto independiente como dependiente durante el proceso de la investigación o a su vez evaluar el

comportamiento de una variable en función de los cambios de la otra, este tipo de nivel puede contribuir indicios sobre las posibles causas de un fenómeno.

3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

En la ciudad de Puyo actualmente existen medianas empresas dedicadas al arte gráfico, razón por la cual la población es un poco extensa es por esto que se considerará para el análisis de la población, la misma que será objeto de investigación a la Imprenta interesada en el estudio la cual consta con la siguiente población.

DETALLE	CANTIDAD
Gerente	1
Sub Gerente	1
Área de Diseño	1
Clientes	2
Total	5

Tomando en cuenta que se está realizando un estudio únicamente para la empresa, se tomará en consideración una muestra de 200 unidades de producto impreso a full color en doble oficio para efectos de ensayo del curado de barniz UV.

Teniendo en cuenta que la demanda del producto full color impreso varia constantemente ya sea en cantidades desde 500 hasta 5000 unidades incluso hasta en mayores montos según el cliente lo necesite.

3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

3.5.1 VARIABLE INDEPENDIENTE

Proceso de curado de barniz sobre papel.

CONCEPTUALIZACIÓN	CATEGORÍAS	INDICADORES	ÍTEMS	HERRAMIENTAS
Proceso de curado de barniz es el proceso mediante el cual el barniz pasa de un estado líquido a sólido de forma inmediata mediante la utilización de lámparas ultravioletas de gran intensidad curando así el barniz sobre la superficie del papel y dando de esta manera un producto de óptima calidad.	Procesos de curado	Qué tipo de procesos se utilizan para el curado de barniz.	-Manual -Semiautomático	Bibliográfico Observación directa
	Papel	Cuál es la radiación uv adecuada para el curado del barniz uv	Uv-A(320nm-400nm) Uv-B(280nm-320nm) Uv-C(200nm-280nm)	Bibliográfico
		Qué tipo de papel se deberá emplear	-Couche -Cartulina Plegable	Bibliográfico

Tabla 3.1 Operacionalización de variable Independiente

Fuente: Autor

3.5.2 VARIABLE DEPENDIENTE

Productividad de la Imprenta Offset Jesús del Gran Poder de la ciudad de Puyo.

CONCEPTUALIZACIÓN	CATEGORÍAS	INDICADORES	ÍTEMS	HERRAMIENTAS
La productividad es la cantidad de producción de una unidad de producto o servicio por insumo de cada factor utilizado por unidad de tiempo del producto impreso sirve para evaluar el rendimiento de los talleres, las máquinas, los equipos de trabajo y los empleados.	Cantidad de producción	¿Cuál es la cantidad de producción que puede suministrar la máquina barnizadora?	-1000 a 1500 imp/h -1500 a 2000 imp/h	Observación directa
	Producto Impreso	¿De qué calidad se desea obtener el barnizado sobre el papel?	-Brillante -Mate	Bibliográfico Entrevista
		¿Qué tipo de barniz es el adecuado para el barnizado del producto impreso?	-Barniz UV -Barniz UV con pigmentos metálicos	Bibliográfico

Tabla 3.2 Operacionalización de variable Dependiente

Fuente: Autor

3.6 PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Para la presente investigación se utilizó técnicas de recolección de información como es la observación y la entrevista en vista que para el proceso de la investigación se utilizó cuadernos de notas y una guía de entrevista para con ello plantear preguntas específicas a las personas que están involucrados directamente con la calidad de los productos offset impresos, de la misma manera a personas encargadas de la administración de la empresa y mediante la observación directa recoger información sobre el mecanismo adecuado para el sistema de curado de barniz que poseen otras empresas, por medio de folletos, registros de la productividad de la empresa de años anteriores e internet y lógicamente estar en contacto directo con el problema que tiene hoy en día la empresa para así establecer la productividad actual de la misma.

3.7 PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

En gran parte el proceso de la información se lo realizó en la Imprenta Offset Jesús del Gran Poder mediante análisis y control de la máquina barnizadora mediante lo establecido en folletos, registros y sugerencias de los operarios.

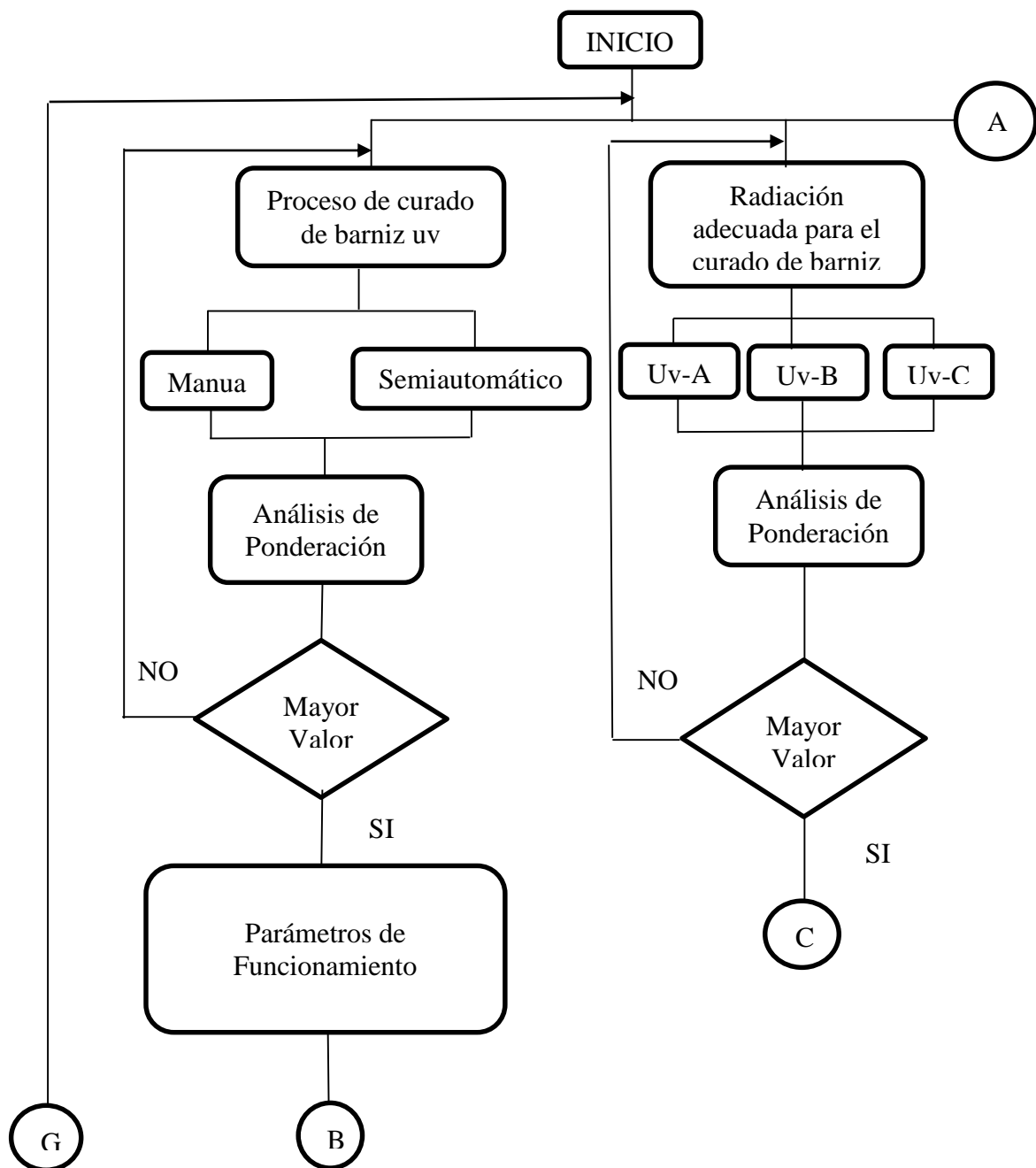
Además se realizó una revisión crítica de la información recogida, es decir desechar la información incorrecta, incomprensible, incompatible, incompleta y no pertinente con el objeto de estudio, etc.

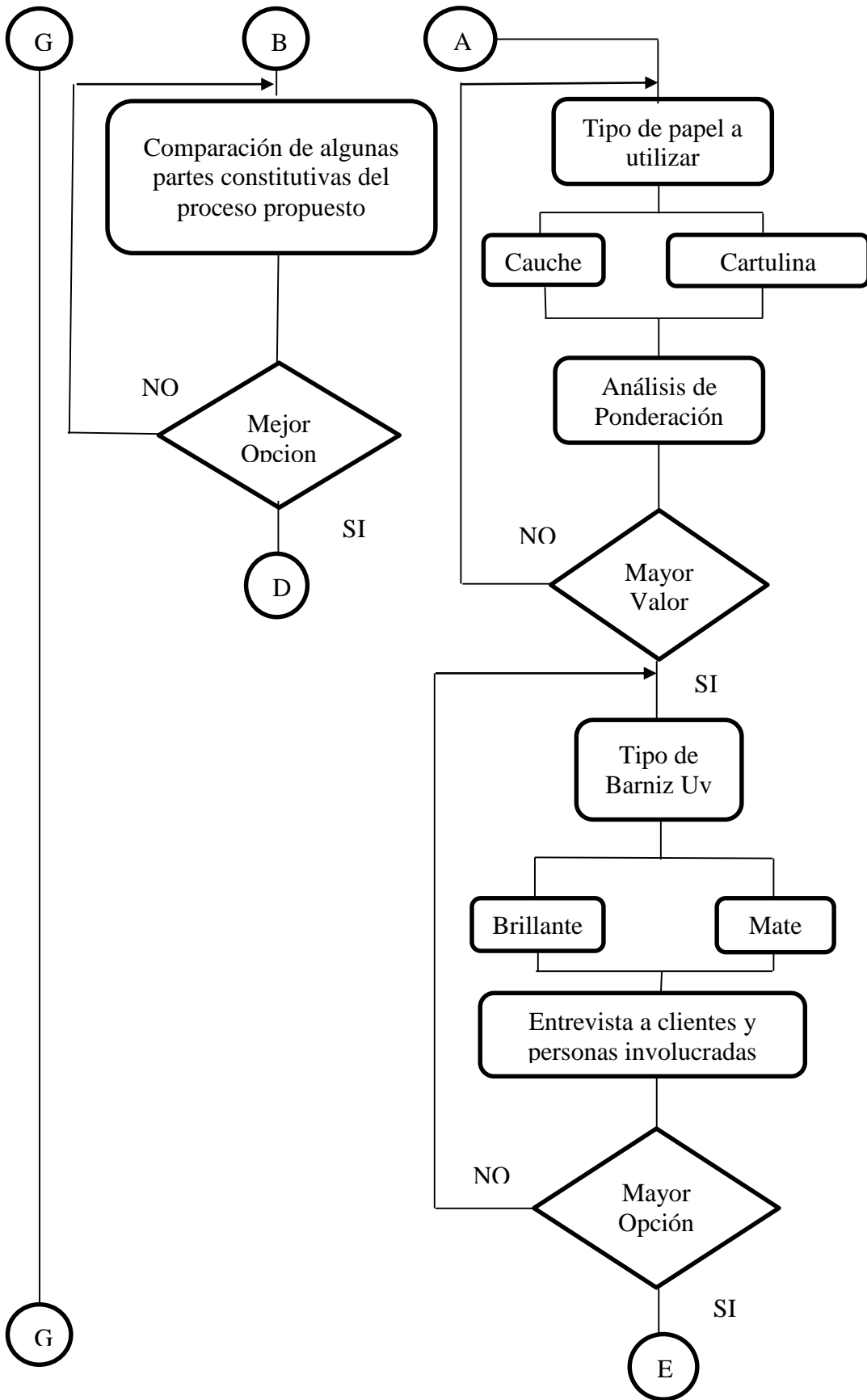
Aparte de esto se realizó un análisis de posibles soluciones así como tabulación o representación gráfica de datos y resultados de ser necesario, manejo de información de forma clara y precisa con el fin de que no haya contratiempos ya en el desarrollo de la investigación.

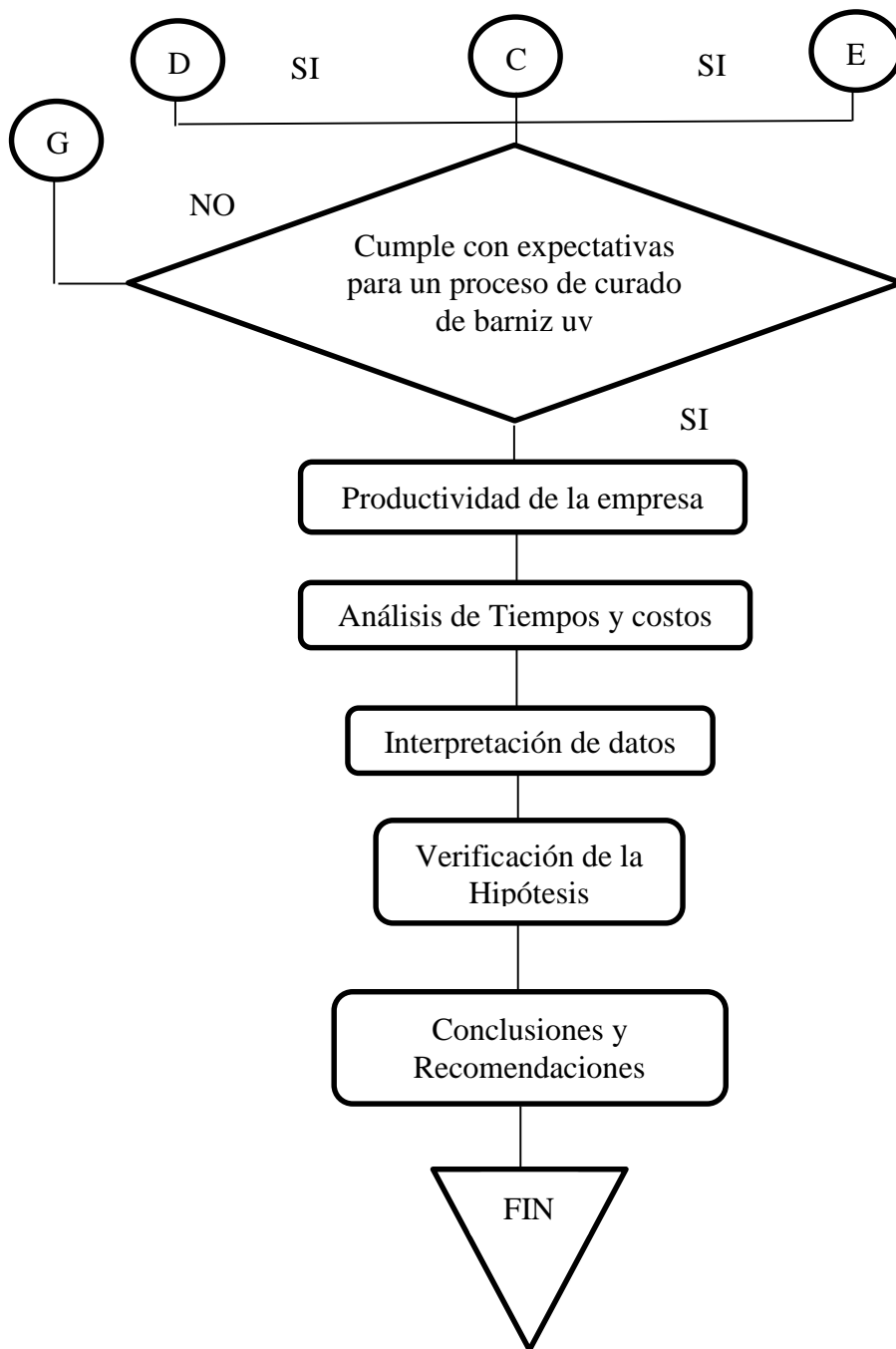
CAPÍTULO 4

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS







4.1.1 PROCESO DE CURADO DE BARNIZ

El proceso de curado de barniz uv, se lo puede realizar de dos maneras ya sea manual o semiautomático pero para este proyecto de investigación se debe seleccionar uno de los dos procesos propuestos para esto se realiza una análisis de ponderación, con información obtenida mediante citas bibliográficas y la

observación directa que se realizó en diferentes empresas que obtienen este tipo de proceso, de la siguiente manera.

Malo: 1

Bueno: 2

Excelente: 3

Tipo de proceso para el curado de barniz uv	Parámetros			Total
	Costo	Tiempo	Producción	
Manual	3	1	1	5
Semiautomático	1	3	3	7

Tabla 4-1 Tipo de proceso para el curado de barniz uv

Fuente: Autor

Una vez realizado el análisis de los tipos de procesos para el curado de barniz uv se selecciona un proceso semiautomático, dicho proceso es de más confiabilidad, además el tiempo de producción es mucho más rápido que el manual y por ende la producción será de mayor cantidad. Los datos de producción manual y automático fueron proporcionados por la empresa que dispone de este tipo de proceso, es así que para un proceso manual es de 1 unidad por minuto y para un proceso semiautomático es de 17 unidades por minuto.

4.1.1.1 PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO

El proceso para el curado de barniz seleccionado en el apartado anterior debe satisfacer las necesidades de un túnel de curado de barniz uv

Parámetros de diseño:

Este parámetro parte de las especificaciones y de los requerimientos necesarios para un túnel de curado de barniz uv. Por lo que, el proceso propuesto y de acuerdo al espacio disponible en la empresa debe manejarse bajo los siguientes parámetros:

- Tener capacidad de producción entre: 17 unid/min a 40 unid/min
- Altura de la máquina: 0.575 m
- Ancho de la máquina: 0.85 m
- Longitud de la máquina: 3.55 m

Parámetros Funcionales

El proceso de curado de barniz uv propuesto debe cumplir todas las exigencias para las que fue desarrollada y que se detallan a continuación:

- La máquina debe trabajar en forma continua
- Velocidad máxima de 36 m/min
- El proceso propuesto debe ser de fácil manejo, montaje y mantenimiento para curar barniz de forma instantánea y eficaz
- Tipo de la fuente de alimentación
- Tensión máxima para el funcionamiento de la lámpara uv: 1200 V

Todos estos datos fueron proporcionados por la empresa que presta el servicio de barniz uv y por la empresa interesada en este proyecto.

4.1.1.2 COMPARACIÓN DE PARTES CONSTITUTIVAS PARA UN PROCESO DE CURADO DE BARNIZ UV SEMIAUTOMÁTICO.

Comparación de características para la selección de la lámpara uv

En el mercado existen dos tipos de lámparas de descargas, la de vapor de mercurio y la de vapor de sodio, de acuerdo a esto se seleccionarán la mejor alternativa mediante un análisis de ponderación.

Malo: 1

Bueno: 2

Excelente: 3

	Lámpara de descarga	
	Vapor de mercurio	Vapor de sodio
Duración	2	3
Efectividad en el curado	2	3
Costo	3	1
Facilidad de adquisición	3	1
TOTAL	10	8

Tabla 4-2 Selección de la lámpara para el curado de barniz uv

Fuente: Autor

De los resultados obtenidos del análisis de ponderación proporcionada por la investigación bibliográfica (ver apartado 2.4.4.1 de este proyecto) se selecciona una lámpara de descarga de vapor de mercurio porque, principalmente es la que con más facilidad se logra adquirir en el mercado Ecuatoriano y es de mucho menor costo, además porque con esta lámpara se logra obtener la intensidad de emisiones de rayos ultravioleta requerido para el curado del barniz uv. (EneMaq, 2012, p. 1)

Comparación de características para la selección de la banda transportadora

Para la selección de la mejor alternativa se tomó en cuenta las diferentes características que cada una de ellas posee mediante un análisis de ponderación.

Ponderación:

Malo: 1

Bueno: 2

Excelente: 3

	Tipo de Cinta Transportadora			
	Caucho y lona	Sintéticas	Modulares	Malla de Teflón
Flexibilidad	3	3	2	3
Temperatura	1	1	1	3
Resistencia a la rotura	3	3	3	3
Costo	3	3	3	2
TOTAL	10	10	9	11

Tabla 4-3 Selección de banda transportadora

Fuente: Autor

Luego de haber culminado el análisis de ponderación, mediante los resultados obtenidos de la investigación bibliográfica (ver apartado 2.4.4.2 de este proyecto) se selecciona una banda transportadora de malla de teflón, principalmente por la capacidad de resistencia a altas temperaturas, además de cumplir con muchas otras características necesarias para transportar papel con barniz UV y posteriormente curarlo. (Provecuador, 2014)

Comparación de características para la selección de la fuente de voltaje para la lámpara uv

Para la selección de la mejor alternativa se tomó en cuenta las diferentes características que cada una de ellas posee mediante un análisis de ponderación.

Ponderación:

Malo: 1

Bueno: 2

Excelente: 3

	Trasformador de voltaje constante	Autotransformador
Capacidad de voltaje constante	3	1
Rendimiento	3	2
Costo	2	3
Existencia en Ecuador	2	3
Eficacia de potencia	3	2
TOTAL	13	11

Tabla 4-4 Fuente de voltaje

Fuente: Autor

Luego de haber culminado el análisis de ponderación, mediante los resultados obtenidos de la investigación bibliográfica (ver apartado 2.4.8 de este proyecto), se selecciona un transformador de voltaje constante debido a que las lámparas ultravioleta funcionan a voltajes, frecuencia e intensidades especiales, que dependen del tipo de lámpara y de la aplicación para la cual va a ser utilizado el sistema.

Este tipo de transformador seleccionado está diseñado para crear un circuito de vatios constantes específico para el control de las lámparas UV, la principal ventaja de este tipo de transformador es la variación que existe en la entrada y la salida teniendo así un +/-20% de variación en la entrada se consigue una variación de la potencia de salida de sólo el 5%. Así se mantiene el rendimiento de la lámpara y se garantiza la máxima eficacia de los UV en todo momento.

4.1.2 RADIACIÓN UV ADECUADA PARA EL CURADO DE BARNIZ

La radiación uv viene dada en tres diferentes rangos que son la UV-A (320nm-400nm), UV-B (280nm-320nm) y la UV-C (200nm-280nm), para este proyecto de investigación se seleccionó solo una mediante un análisis de ponderación, con información obtenida en páginas web (ver apartado 2.4.4 de este proyecto) y

sugerencias de técnicos especializados en este tipo de lámparas uv, de la siguiente manera. (Colorbar, 2012, pp. 3-4)

Ponderación:

Malo: 1

Bueno: 2

Excelente: 3

Radiación Uv	Características					Total
	Rango radiación	Daños a la salud	Existencia mercado nacional	Profundidad de secado	Eficacia del secado	
UV-A	3	1	1	3	3	11
UV-B	2	1	1	2	3	9
UV-C	1	3	3	2	3	12

Tabla 4-5 Radiación Uv

Fuente: Autor

Una vez realizado el análisis de cada uno de los rangos de radiación se tiene que el rango más óptimo es la radiación UV-C, además este tipo de radiación es mucho más bajo en cuanto en daño a la salud del operario se refiere, este tipo de radiación se encuentra con facilidad presentes en las lámparas uv de vapor de mercurio y existentes en el mercado nacional es así que se selecciona una radiación óptima para el curado de barniz uv.

4.1.3 SELECCIÓN DEL TIPO DE PAPEL A EMPLEAR

En el mercado Ecuatoriano existen una diversidad de tipos de papel entre ellos los más usados en la impresión a full color para trabajos que exigen alta calidad y durabilidad son el papel couché y la cartulina plegable.

Ponderación:

Malo: 1

Bueno: 2

Excelente: 3

	Tipo de papel	
	Couché (300 gr)	Plegable
Resistencia	2	3
Costo	3	2
Estética del producto impreso	3	3
Existencia en el mercado	3	3
Demanda por el cliente	3	2
Flexibilidad	3	1
TOTAL	17	14

Tabla 4-6 Selección del tipo de papel

Fuente: Autor

Mediante los resultados obtenidos del análisis de ponderación los cuales fueron obtenidos de la investigación bibliográfica (ver apartado 2.4.4.3 de este proyecto), se selecciona el papel cauche en vista a que con este tipo de papel se logra tener una diversidad de impresiones ya sea en una sola cara o en las dos debido a su característica principal de poseer brillo en ambas caras, además de ser de mayor requerimiento por el cliente. (Prezi, 2015)

4.1.3.1 TIPO DE BARNIZ UV A UTILIZAR

Para la selección del tipo de barniz uv se realizó una entrevista a personas involucradas directa e indirectamente al objeto de estudio es así que la entrevista se lo realizó a los clientes y personal administrativo de la empresa. Ver anexo C

¿Qué tipo de barniz da mejor apariencia superficial brillante o mate?

Apariencia Superficial del Barniz uv		
Personas involucradas	Brillante	Mate
Gerente	✓	
Subgerente	✓	
Diseñador	✓	
Clientes	✓	✓
Total	4	1

Tabla 4-7 Apariencia del barniz Uv

Fuente: Autor

El 80 % de las personas entrevistadas mencionaron que el barniz uv brillante es de mejor calidad y de mayor demanda por el cliente, mientras tanto el 20 % mencionaron lo contrario.

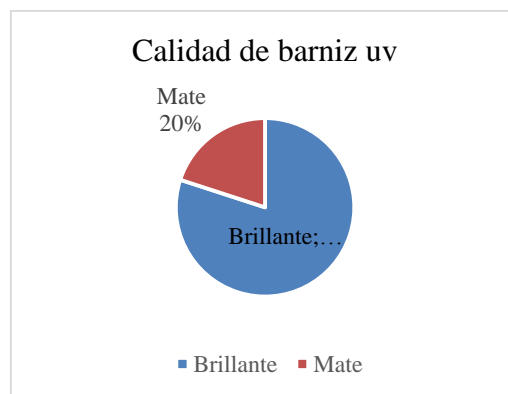


Gráfico 4-1 Apariencia del barniz UV

Fuente: Autor

4.2 PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA

Para determinar la producción de la empresa se tomó datos de meses pasados tales como Octubre, Noviembre y Diciembre del 2014, datos sobre productos impresos que se realizaron en el periodo antes mencionado.

Producto	Cantidad de Producto Impreso (Unidades)			Total (U)
	Octubre 2014	Noviembre 2014	Diciembre 2014	
Afiches tamaño 60cm x 40cm	5000	5000	1000	11000
Afiches tamaño 32.5cm x 45cm	3000	6000	-	9000
Trípticos	2000	5500	3000	10500
Carpetas	-	-	1000	1000
Calendarios	-	-	10000	10000
TOTAL	10000	16500	15000	41500

Tabla 4-8 Producción de los tres últimos meses del año 2014

Fuente: Imprenta Offset Jesús del Gran Poder

Una vez analizado los datos, los cuales fueron proporcionados por la empresa Imprenta Offset Jesús del Gran Poder, la producción en el mes de octubre de productos como Afiches, Trípticos, Carpetas y Calendarios es de 10000 unidades, así también para el mes de Noviembre con una producción de 16500 unidades impresas y del mismo modo para el mes de diciembre con un total de producción de 15000 unidades, dando un total de 41500 unidades impresas durante los tres últimos meses del año 2014.

Para tener una visión más clara en la misma tabla me muestra la producción de acuerdo a cada producto, para afiches en tamaño de 60 cm x 40 cm durante los tres meses ya mencionados es de 11000 unidades de producto impreso, para afiches de 32.5 cm x 45 cm una producción de 9000 unidades, trípticos una producción de 10500 unidades, para carpetas un total de 1000 unidades y finalmente la producción en producto como calendarios un total de 10000 unidades, todo esto durante los meses de Octubre, Noviembre y Diciembre dando un total de producción de 41500 unidades impresas.

4.2.1 ANÁLISIS DE COSTOS

Para el análisis de los costos que toma el enviar el producto impreso para la realización del proceso de barnizado uv a otra empresa se tomó en consideración la producción total de acuerdo a cada producto impreso de mediante la tabla (4.8)

La cantidad se expresa en unidades de producto impreso y el costo en dólares, cabe recalcar que el valor total de cada producto se calcula según el tamaño y un valor por millar que establece la empresa a donde se envía, además a todo esto se le suma el precio del envío del producto. Costo por millar = valor que cobra la empresa a donde se envía

Donde:

Vt: Valor Total [USD]

Cm: Costo por millar [USD] dato empresa

Tp: Total de producción

Ce: Costo envío [USD] dato de empresa

$Vt = Tp \times Cm$ [USD] (Ec. 4-1)

Tamaño de papel	Costo por millar [USD]
32.5cm x 45cm	25
60cm x 40cm	30

Tabla 4-9 Costo por millar según el tamaño de papel

Fuente: Empresa que presta el servicio de uv (Imprenta Galaxia)

	Tp	Cm	Vt [USD]
Afiches tamaño 60cm x 40cm	11000	30	330.00
Afiches tamaño 32.5cm x 45cm	9000	25	225.00
Trípticos	10500	25	262.50

Carpetas	1000	25	25.00
Calendarios	10000	19.50	195.00
Sub total			1037.50
Iva 12 %			124.50
Ce			245.00
Total			1407.00

Tabla 4-10 Costos totales por producto

Fuente: Autor

Una vez realizado el análisis de costos de acuerdo a cada producto impreso durante el lapso de los tres últimos meses del año 2014 se tiene como valor total **1407.00 USD**, costo que se pagó por la realización del proceso de curado de barniz uv.

4.2.2 ANÁLISIS DE TIEMPO QUE TOMA ENVIAR A REALIZAR EL PROCESO DE BARNIZADO UV A LA EMPRESA QUE DISPONE DE ESTE TIPO DE PROCESO.

Para la realización del análisis de tiempos que toma el enviar el producto impreso a la empresa que dispone de este tipo de proceso, se procedió a tomar el tiempo que se demora el enviar una cierta cantidad y el tiempo que la empresa reenvíe el producto.

Además de los tiempos de envío y reenvío se consideró los tiempos del proceso de curado uv, el tiempo de espera para dicho proceso y el tiempo de retiro del producto impreso, tanto a la empresa que realiza el proceso y a la empresa que envió el producto.

Por motivo de obtener un tiempo exacto para la realización del proceso de curado uv, se tomó una hora promedio de envío la cual fue proporcionada por parte de la empresa interesada del proyecto, además se consideró que de acuerdo a la cantidad de trabajo o producto impreso para realizar el proceso de curado uv, es el tiempo de demora para la entrega del producto.

La hora promedio de envío del producto es a las 4:00 pm, dato proporcionado por la empresa interesada del proyecto.

Para el tiempo de envío se determinó de la siguiente manera:

El producto una vez terminado la impresión offset es embalado y enviado a la empresa de transporte para que lleve el producto a su destino, la hora de envío es a las 4 pm y es llevada por el transporte a las 5 pm hacia la ciudad de Ambato alrededor de 3 horas, para el tiempo del reenvío es de la misma manera.

Para el tiempo de entrega del producto se determinó a partir de la hora de llegada hasta el siguiente día, 8 am hora en la que retira la empresa para realizar el proceso. El tiempo del proceso de curado depende de la cantidad a realizar este tipo de proceso.

Producción máquina de la empresa que presta el servicio de uv.

17 unidades x min [Dato empresa que prestaba el servicio de uv]

Año 2014	Total producción	Tiempo [min]	Tiempo [horas]
Octubre	10000	588.23	9 h y 48 min
Noviembre	16500	970.6	16 h y 12 min
Diciembre	15000	882.4	14 h y 42 min

Tabla 4-11 Tiempos de producción

Fuente: Autor

Todos los tiempos fueron proporcionados por parte de la empresa interesada y de la empresa que presta el servicio para realizar el proceso de curado de barniz uv, el tiempo que se demora para realizar éste proceso es de acuerdo a la cantidad y van desde 24 horas hasta 72 horas por cada envío.

Donde:

Rp: Retiro del producto

ERC: Espera a realizar el proceso de curado uv

Pc: Proceso de curado

R: Reenvió

Ee: Entrega al emisor

Mes	Tiempos (horas)						Tiempo Total
	Envío	Rp	ERC	Pc	R	Ee	
Oct	12	42	36	9.48	27	6	132 h y 48 min
Nov	18	63	54	16.12	41	9	201 h y 12 min
Dic	10	35	30	14.42	23	5	117 h y 42 min
Total	40	140	120	40.42	91	20	451h y 42 min

Tabla 4-12 Tiempo de demora para la entrega del producto

Fuente: Empresa que presta el servicio de uv (Imprenta Galaxia)

Terminado el análisis de Tiempos se tuvo como resultado final un total de **451 h y 42 min**, tiempo promedio que se demoró la realización del trabajo esto es así para tres últimos meses del año 2014.

Mes	Tiempo Útil	Tiempo muerto
Octubre	9 h y 48 min	123 h
Noviembre	16 h y 12 min	185 h
Diciembre	14 h y 42 min	103 h
Total	40 h y 42 min	411 h

Tabla 4-13 Tiempos útil y muerto

Fuente: Autor

Como se puede observar en la tabla [4.13] el tiempo muerto es mucho mayor que el tiempo útil esto debido a que el proceso de curado como antes ya se mencionó se realizó en otra empresa.

El tiempo muerto se determinó con la sumatoria de: Tiempo de envío, tiempo de entrega del producto a la empresa que va a realizar el proceso de curado de barniz uv o tiempo que la empresa que presta el servicio de uv se demora en retirar el producto, tiempo de espera para realizar el trabajo de servicio uv, tiempo de reenvío del trabajo y el tiempo de entrega al emisor o tiempo que se demora en ir a retirar el trabajo ya terminado.

4.3 ANÁLISIS DE TIEMPOS CON EL PROCESO DE CURADO DE BARNIZ PROPUESTO

Para este análisis se realizó una tabla comparativa entre el tiempo que tomaba el enviar el producto impreso a otra empresa y el tiempo con el proceso de curado de barniz uv propuesto

#	Proceso	Tiempos (h)	
		Sin Máquina	Con máquina
1	Envío del producto	40	-
2	Retiro del producto	140	-
3	Espera para el servicio de uv	120	-
4	Barnizado uv	40h y 42min	40h y 42min
5	Reenvío del producto	91	-
6	Entrega del producto	20	-
	TOTAL	451h y 42min	40h y 42 min

Tabla 4-14 Comparación de tiempos antes y después de la implementación del proceso de curado uv

Fuente: Autor

4.4 ANÁLISIS DE COSTOS CON EL PROCESO DE CURADO DE BARNIZ PROPUESTO

Para este análisis se comparó el costo antes de la implementación y el costo ya con el proceso propuesto implementado, para esto se procederá con los datos de producción obtenidos durante los tres últimos meses del año 2014.

Para esto el costo por millar que cobrará la Imprenta Offset Jesús del Gran Poder es según el tamaño del papel de la siguiente manera, para tamaños de 32.5 cm x 45 cm un costo de 22 USD y para tamaños de 60 cm x 40 cm a 26 USD el millar.

Vt: Valor Total [USD]

Cm: Costo por millar [USD] dato empresa

Tp: Total de producción

Ce: Costo envío [USD] dato de empresa

Producto	Costo sin máquina		Costo con máquina	
	Tp x Cm	V. Total	Tp x Cm	V. Total
Afiches 60cm x 40cm	11000 x 30	330.00	11000 x 26	286
Afiches 32.5cmx45cm	9000 x 25	225.00	9000 x 22	198
Trípticos	10500 x 25	262.50	10500 x 22	231
Carpetas	1000 x 25	25.00	1000 x 22	22
Calendarios	10000 x 19.50	195.00	10000 x 22	220
Sub total		1037.50		957
Iva 12%		124.50		114.84
Ce		245.00		-
Total		1407.00 USD		1071.84 USD

Tabla 4-15 Comparación de costos antes y después de la implementación del procesos de curado uv

Fuente: Autor

4.5 INTERPRETACIÓN DE DATOS

Los resultados obtenidos a través del análisis ponderado ayudaron notablemente para seleccionar el proceso de curado de barniz uv adecuado que cumpla con las exigencias requeridas, así como algunas de sus partes constitutivas de dicho proceso. A continuación se muestra una tabla comparativa entre los dos procesos existentes manual y semiautomático, con datos de producción de la empresa interesada mostrados en la tabla [4.8]. Para calcular el tiempo se toma datos dotados por la empresa que presta el servicio de barnizado uv, es así que:

Proceso	Producción (unidades)	Capacidad de producción	Tiempo (min)
Semiautomático	41500	17 unidades x min	2441.17
Manual	41500	1 unidad x minuto	41500

Tabla 4-16 Comparación de tiempos entre dos procesos manual y semiautomático

Fuente: Autor

Es notable el tiempo que se demora en un proceso manual que en un proceso semiautomático es así que se propone un proceso semiautomático para el curado de barniz uv, en el siguiente gráfico se aprecia de mejor manera la diferencia entre estos dos procesos, con una producción de 41500 unidades impresas durante los tres últimos meses del año 2014, ver tabla [4.8].

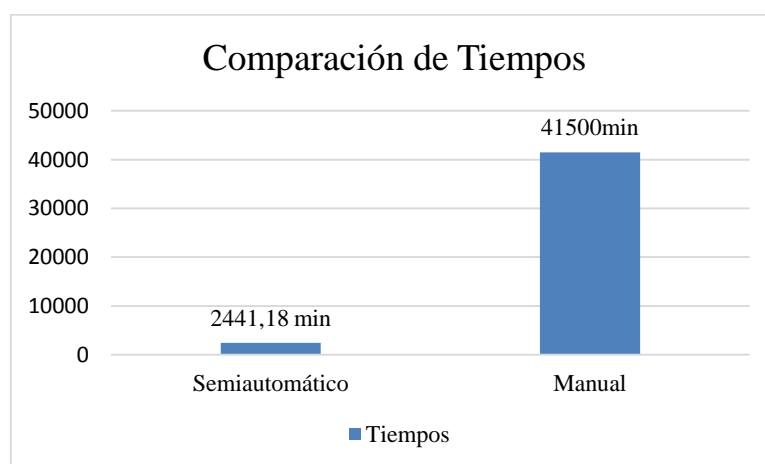


Gráfico 4-2 Comparación de tiempos entre dos procesos manual y semi automático

Fuente: Autor

4.5.1 Comparación de tiempos con el proceso de curado de barniz propuesto

Como se puede observar en la tabla [4.14], el tiempo antes de la implementación fue de 451h y 42min, tiempo de los envíos de productos impresos durante los tres últimos meses del año 2014, y el tiempo con el proceso instalado, si se tuviera la misma producción es de 40h y 42min, teniendo de tal manera una reducción del 92% del tiempo antes de la implementación del proceso.

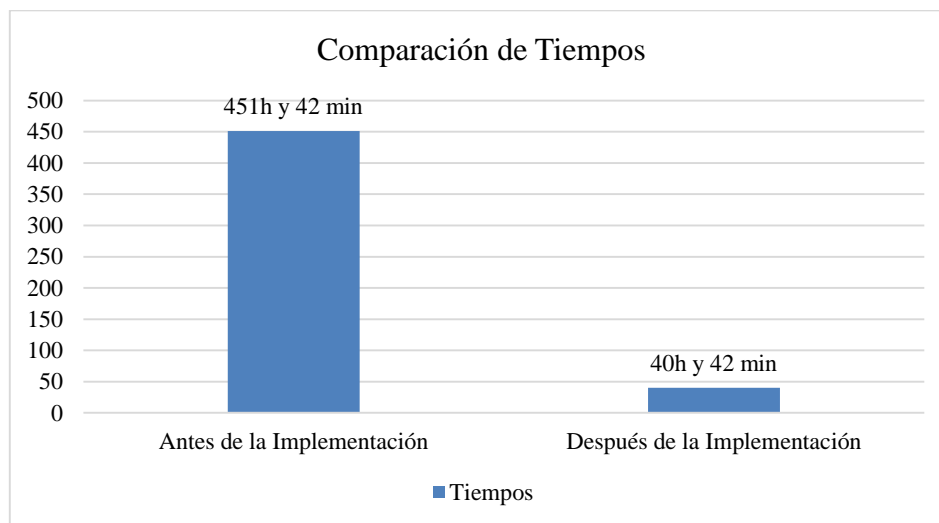


Gráfico 4-3 Comparación de tiempos antes y después de la implementación del proceso de curado de barniz uv

Fuente: Autor

Dando así una optimización de la producción aproximadamente 11.16 veces más que la anterior, este valor de producción es variable dado que la producción no es constante en la empresa, pero para tener datos aproximados de productividad es de gran importancia, este valor se obtuvo al dividir el valor total del tiempo anterior a la implementación sobre el tiempo total de con la implementación del proceso.

4.5.2 Comparación de costos con el proceso de curado de barniz propuesto

Una vez realizado el análisis comparativo de costos con los nuevos valores de costo por millar propuestos por la Imprenta Offset Jesús del Gran poder se obtiene que antes de la implementación hay un valor total de los tres últimos meses del año 2014 de **1407.00 USD** costo por la realización del proceso de curado de barniz uv, con

los nuevos valores de costo por millar se obtuvo un costo total de **1071.84 USD**, teniendo una reducción aproximadamente del **24%**, tal reducción de costo es de gran beneficio para el cliente y lógicamente para la empresa.

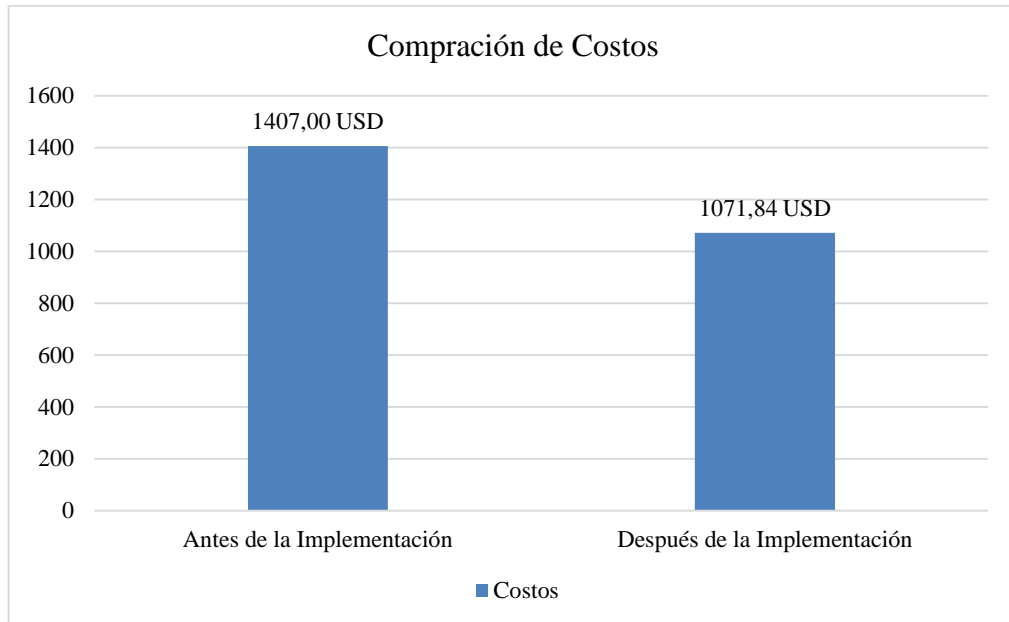


Gráfico 4-4 Comparación de costos antes y después de la implementación del proceso de curado de barniz uv

Fuente: Autor

4.6 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS

La verificación de la hipótesis que se planteó en el presente proyecto está basada con datos obtenidos antes y después de la implementación del proceso de curado de barniz uv propuesto.

La reducción de tiempos, costos así como un aumento aproximado de la producción es un punto muy importante para la verificación de la hipótesis planteada, la implementación del proceso de curado de barniz uv propuesto en la Imprenta Offset Jesús del Gran Poder reducirá tiempos en un porcentaje de 92% antes de la implementación, tales tiempos se muestran en la tabla 4.14.

Del mismo modo la reducción de costos es un factor muy importante a considerar para la verificación de la hipótesis teniendo una reducción aproximada de 0.24% con el proceso propuesto ya implementado, y lógicamente aumentando la producción al reducir los tiempos.

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- El proceso que conllevará el curado de barniz uv es un proceso semiautomático con el cual se obtiene una reducción de 92% en tiempos de producción.
- Los parámetros establecidos en el subíndice 4.1.1.1 sirvieron de gran aporte para seleccionar el proceso de curado de barniz, debido a que son parámetros que sirven para cumplir con los requerimientos necesarios para un túnel de curado de barniz uv.
- La productividad de la empresa durante los tres últimos meses del año 2014 fue de 41500 unidades impresas con diferentes tipos de productos mostrados en la tabla 4.8.
- Mediante la reducción de tiempos se obtiene una optimización de la producción aproximadamente 11.16 veces más antes de la implementación del proceso de curado de barniz uv.
- Con la implementación del proceso de curado de barniz uv se logra una reducción del 24% de costos por envío del producto impreso a realizar dicho proceso en otra empresa.
- La lámpara de descarga de media presión para llevar acabo dicho proceso sin problemas es una lámpara de vapor de mercurio de 28 pulgadas.

- Para este tipo de proceso se trabajará con una banda de malla de teflón debido a sus buenas características resaltado una de ellas la cual es su buena resistencia a altas temperaturas.
- La implementación del proceso de curado uv será de gran ayuda y beneficio para los operarios ya que algunos de aquellos desconocían de este tipo de proceso.
- La ventilación de toda la campana de protección de la lámpara se realiza mediante ventiladores axiales para retirar el aire caliente.

5.2 RECOMENDACIONES

- Diseñar y construir una máquina para que lleve a cabo el proceso de curado de barniz uv teniendo muy en cuenta que no existan fugas de los rayos ultravioletas que emite la lámpara.
- Seleccionar correctamente el transformador de voltaje a utilizar de modo que este sea el adecuado para el buen funcionamiento de la lámpara de uv.
- Al trabajar directamente con los rayos ultravioleta el operario debe usar protección adecuada.
- Verificar las tensiones y cableados eléctricos de trabajo de los equipos instalados para posteriormente no tener pérdidas por falla de alguno de estos.
- Revisar el voltaje de trabajo de la lámpara uv ya que si este es muy elevado causaría fallas en la misma.
- La lámpara uv nunca debe sujetarse con presión o que quede inmóvil en los casquillos de los extremos ya que la lámpara al cargarse en su totalidad se dilata y esto impediría su dilatación y posteriormente se rompa.

CAPÍTULO 6

PROPUESTA

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN TÚNEL DE CURADO DE BARNIZ UV MEDIANTE RAYOS ULTRAVIOLETA PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA IMPRENTA OFFSET JESÚS DEL GRAN PODER DE LA CIUDAD DE PUYO.”

6.1 DATOS INFORMATIVOS

6.1.1 TÍTULO

Diseño y construcción de un túnel de curado de barniz uv mediante rayos ultravioleta para mejorar la productividad en la Imprenta Offset Jesús del Gran Poder de la ciudad de Puyo.

6.1.2 BENEFICIARIOS

Empresa Imprenta Offset Jesús del Gran Poder

6.1.3 UBICACIÓN

Provincia de Pastaza, cantón Pastaza, ciudad de Puyo.

6.1.4 EQUIPO TÉCNICO RESPONSABLE

- Investigador
- Tutor

6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

En la empresa Imprenta Offset Jesús del Gran Poder el proceso de curado de barniz uv que se le da a la superficie de un producto impreso se lo realizaba en una empresa que dispone de este tipo de procesos la cual está ubicada en la ciudad de Ambato, por lo que se perdía tiempos y costos, lo cual da una productividad ineficiente, por tal razón se construye y una túnel de curado de barniz uv el mismo que ayudará a ser eficiente el proceso y eliminar así tiempos muertos y reducir costos.

Debido a la gran demanda de productos que contengan una película fina de barniz uv sobre la superficie de un producto impreso que permita dar brillo y mayor durabilidad de estos productos, algunas empresas dedicadas al arte gráfico han presentado un problema en la presentación del producto final es por esto que realiza el presente proyecto teniendo una investigación de un proyecto encontrado relacionado con el mismo problema de estudio es así que se encontró que: En la Universidad Politécnica Salesiana sede Quito se construyó un túnel de secado de barniz mediante lámparas ultravioletas realizado por los Sres. Morales Flores Jorge Andrés y Rodríguez Chávez Daniel Paúl, constituido de algunos los elementos principales como: Banda transportadora de malla de teflón, Una lámpara Ultravioleta, Un motor, Un transformador de voltaje, Contactores y Relés, Ventiladores y Extractor, entre otros equipos para el buen funcionamiento de este proceso.

6.3 JUSTIFICACIÓN

La importancia de mejorar la calidad superficial de los productos impresos, disminuir tiempos de entrega del producto así como reducir costos y por ende incrementar la producción justifica el desarrollo de este proyecto, además de ofrecer un nuevo servicio como es el curado uv, siendo la primera empresa en la región Amazónica en implementar este tipo de maquinaria en sus instalaciones.

6.4 OBJETIVOS

6.4.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar y construir un túnel de curado de barniz uv mediante rayos ultravioleta para mejorar la productividad en la Imprenta Offset Jesús del Gran Poder de la ciudad de Puyo.

6.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el mecanismo para llevar a cabo el proceso de curado de barniz uv.
- Seleccionar los equipos y materiales adecuados para la construcción del túnel de curado de barniz uv
- Diseñar los sistemas estructural, térmico y de transmisión de movimiento.
- Realizar planos para la construcción del túnel de curado de barniz uv.

6.5 ANÁLISIS DE LA FACTIBILIDAD

El diseño y construcción de un túnel de curado de barniz es factible realizarlo debido a que existen en la actualidad mecanismos similares que serán de gran ayuda para tener conocimiento de los principales componentes y principios de funcionamiento de este tipo de maquinarias gráficas.

Además es factible ya que se dispone de los recursos económicos necesarios otorgados por la empresa facilitadora del proyecto, del mismo modo la mayor parte de equipos y materiales se encuentran con facilidad en el mercado nacional, se cuenta con la ayuda y colaboración del personal técnico de la empresa, así como personal especializado en la instalación de este tipo de maquinaria.

6.6 FUNDAMENTACIÓN

6.6.1 SISTEMAS CONSTITUYENTES DEL TÚNEL DE CURADO DE BARNIZ UV.

Sistema de transporte

Es el encargado de transportar el papel desde la salida de la máquina barnizadora hasta pasar por debajo de la lámpara uv y finalmente caer en la salida de la banda transportadora sobre una mesa instalada al final, el cual es accionado por un motor y éste a su vez es controlado por un variador de frecuencia.

Sistema de curado de barniz uv

La misión de este sistema es curar o secar instantáneamente el barniz que se encuentra impreso en la superficie del papel mediante la reacción de los rayos ultravioleta con el barniz uv.

Sistema de enfriamiento

En este sistema también se encuentra el disipador de calor de aluminio el cual es el encargado de disipar el calor que emite la lámpara hacia los exteriores de la campana de protección de la lámpara, además de esto se encuentra los ventiladores que ayudan a mantener a una temperatura adecuada a la lámpara y a todo la campana de protección

Sistema eléctrico y de control

La misión de este sistema es de accionar y controlar todos los sistemas constituidos en el túnel de curado de barniz uv.

6.6.2 CÁLCULO DEL PERFIL PARA LA ESTRUCTURA DE LA BANDA TRANSPORTADORA

Para el cálculo del perfil primeramente se calculará la carga que éste va a soportar.

6.6.2.1 Cálculo del peso de la campana de protección de la lámpara ultravioleta

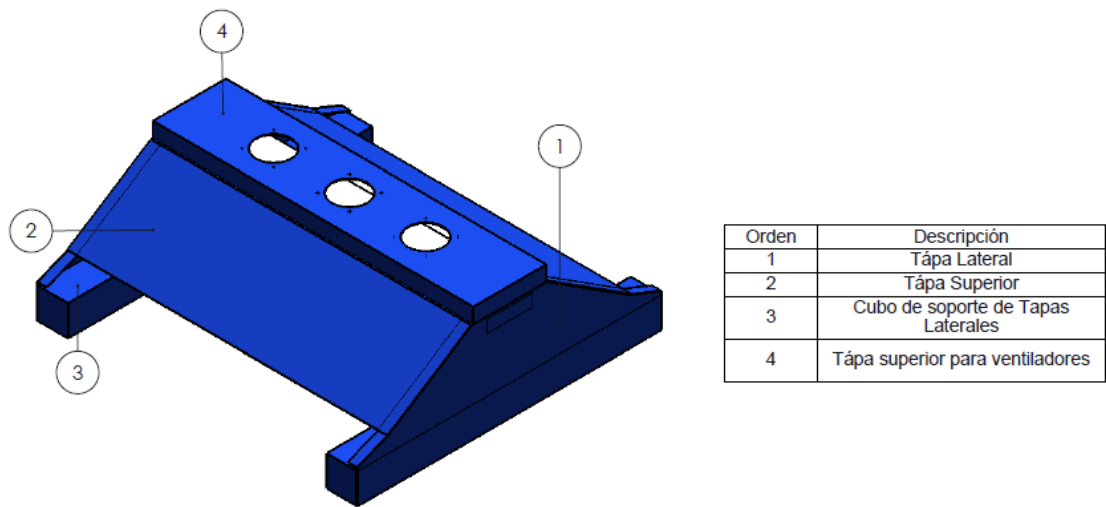


Figura 6-1 Campana de protección de la lámpara uv

Fuente: Autor

Cálculo de área y volumen tapa lateral

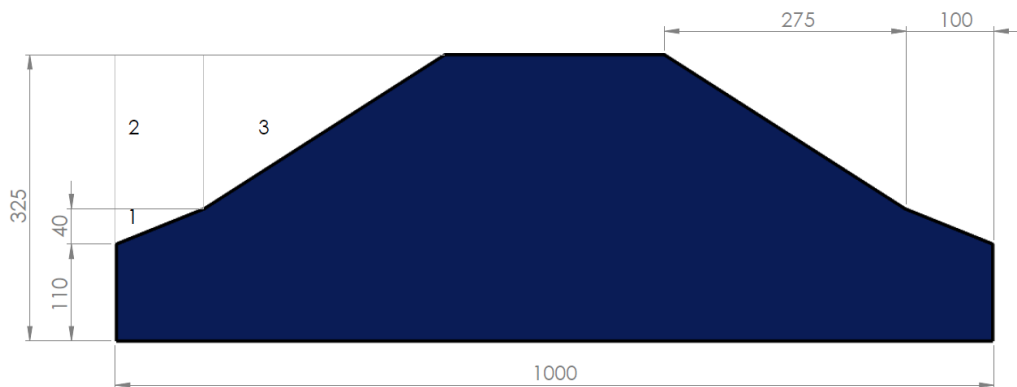


Figura 6-2 Tapa lateral de la campana de protección de la lámpara uv

Fuente: Autor

$$A = b * h \quad (\text{Ec. 6-1})$$

$$A_t = 1000(325) = 325000 \text{ mm}^2$$

$$A_1 = \frac{100 * 40}{2} * 2 = 4000 \text{ mm}^2$$

$$A_2 = 100(175) * 2 = 35000 \text{ mm}^2$$

$$A_3 = \frac{275 * 175}{2} * 2 = 48125 \text{ mm}^2$$

$$A_{T1} = A_t - A_1 - A_2 - A_3 = 237875 \text{ mm}^2$$

$$V_{T1} = A_{T1} * h = 356812.5 \text{ mm}^3 \quad (\text{Ec. 6-2})$$

Cálculo de área y volumen tapa superior

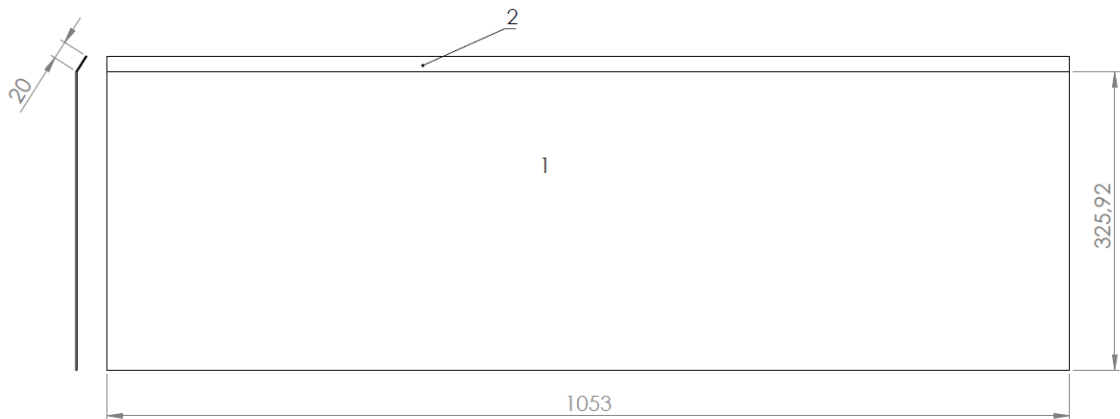


Figura 6-3 Tapa superior de la campana de protección de la lámpara uv

Fuente: Autor

$$A = b * h$$

$$A_1 = 325.92(1053) = 343193.76 \text{ mm}^2$$

$$A_2 = 20(1053) = 21060 \text{ mm}^2$$

$$A_{T2} = A_1 + A_2 = 364253.76 \text{ mm}^2$$

$$V_{T2} = A_{T2} * h = 546380.64 \text{ mm}^3$$

Cálculo de área y volumen cubo de soporte de la tapa lateral

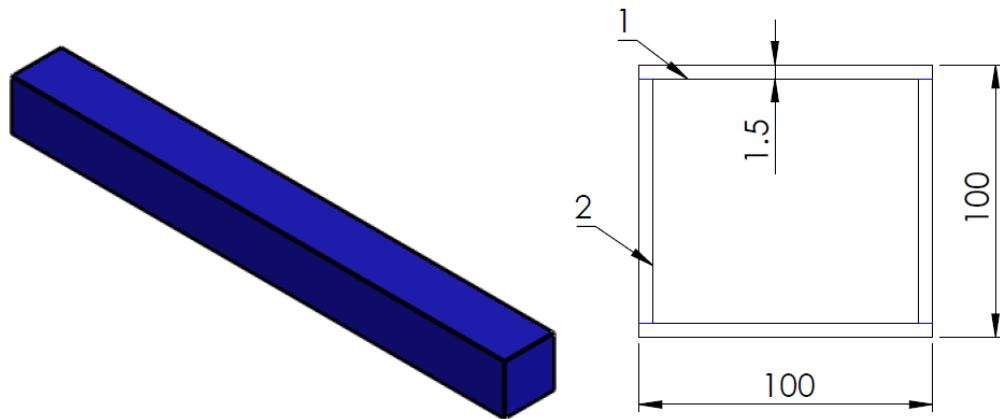


Figura 6-4 Cubo de soporte de la tapa lateral

Fuente: Autor

$$A = b * h$$

$$A_1 = 100(1.5) * 2 = 300 \text{ mm}^2$$

$$A_2 = 97(1.5) * 2 = 291 \text{ mm}^2$$

$$A_{T3} = A_1 + A_2 = 591 \text{ mm}^2$$

$$V_{T3} = A_{T3} * h = 591000 \text{ mm}^3$$

Cálculo de área y volumen tapa superior para ventiladores

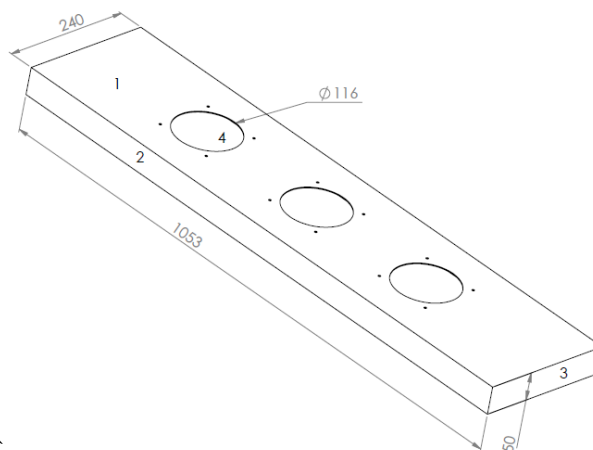


Figura 6-5 Tapa superior para ventiladores

Fuente: Autor

$$A_2 = 50(1053) * 2 = 105300 \text{ mm}^2$$

$$A_3 = 240(50) * 2 = 24000 \text{ mm}^2$$

$$A_4 = \frac{\pi * 116^2}{4} * 3 = 31704.95 \text{ mm}^2$$

$$A_1 = 252720 - 31704.95 = 221015.05 \text{ mm}^2$$

$$A_{T4} = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 = 350315.05 \text{ mm}^2$$

$$V_{T4} = A_{T4} * h = 525472.58 \text{ mm}^3$$

Cálculo de área y volumen platinas de soporte de toda la campana de protección

Platinas para soporte de la campana: espesor 4mm

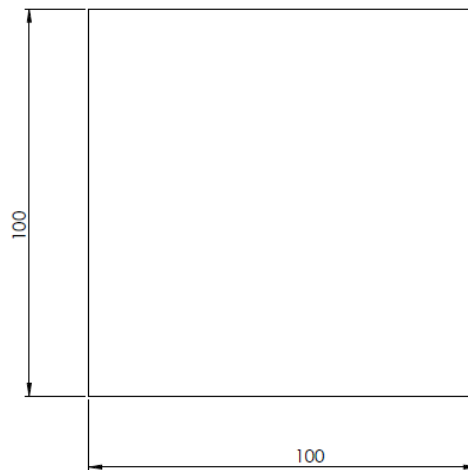


Figura 6-6 Platina para soporte de la campana

Fuente: Autor

$$A = b * h$$

$$A_{T5} = 100(100) = 10000 \text{ mm}^2$$

$$V_{T5} = A_{T5} * h = 40000 \text{ mm}^3$$

Cálculo del volumen total del peso de la campana de protección de la lámpara

$$V_T = 2V_{T1} + 2V_{T2} + 2V_{T3} + V_{T4} + 8V_{T5}$$

$$V_T = 3833858.86 \text{ mm}^3$$

$$V_T = 0.00383 \text{ m}^3$$

Peso de la campana

$$\gamma = \rho * g \quad (\text{Ec. 6-3})$$

Donde

ρ = Densidad del acero

g = gravedad

$$\gamma = 7850 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$\gamma = 77008.5 \frac{\text{N}}{\text{m}^3}$$

$$P = \gamma * V_T \quad (\text{Ec. 6-4})$$

Donde

γ = Peso específico

V_T = Volumen total

$$P = 294.943 \text{ N}$$

$$P = 30.096 \text{ kg}$$

Cálculo del peso del armazón de la campana de protección de la lámpara uv

Tubo rectangular de 25*50*1.5. Leído anexo A1

Peso: 1.71 kg/m

Total de tubo rectangular utilizado para el armazón de la campana, 2 pedazos de 85 cm. Longitud total = LT = 85*2 = 170 cm

1m ----- 1.71 kg

1.7m----- X

$$X = 2.907 \text{ kg}$$

Tubo cuadrado de 20*20*1.5. Leído anexo A2

Peso: 0.890 kg/m

Se utilizó 4 pedazos de 1.053m y 2 de 1.5m, Total de tubo utilizado = LT = 7.212 m

1m-----0.890 kg

7.212m----- X

X = 6.419 kg

Peso de la banda transportadora

6.96 lb = 3.157 kg (dato obtenido por balanza)

Carga total Ct

Para determinar la carga total se tomará en cuenta el peso en kg de la campana de protección, los tubos para el armazón de la campana, el peso de la cinta transportadora de malla de teflón, el peso del papel couche de 300 gr/m.

Peso de la campana = 30.096 kg

Peso del armazón de la campana = 2.907 kg + 6.419 kg = 9.326 kg

Peso de la banda = 3.157 kg [dato obtenido por balanza]

Peso del papel = 0.6850 kg

Ct = 30.096 kg+9.326 kg+3.157 kg+0.6850 kg = 43.264 kg = 95.381 lb

Ct= 95.381 lb =417.29 N

6.6.2.2 SELECCIÓN DEL PERFIL ESTRUCTURAL

Para esto se consideró un perfil de tipo G de acero A36, de las medidas que muestra en la figura 6-7 de modo que cumpla con las características y necesidades de la estructura de un túnel de curado de barniz uv.

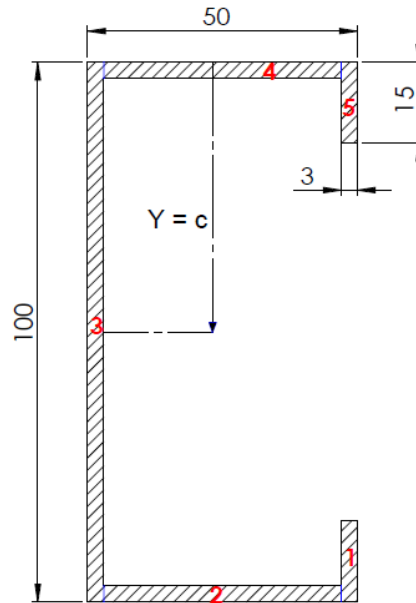


Figura 6-7 Perfil tipo G

Fuente: Autor

Cálculo de centroides

$$\bar{X} = \frac{\sum \bar{x} A}{\sum A} \quad (\text{Ec. 6-5})$$

$$\bar{X} = \frac{11415 \text{ mm}}{654 \text{ mm}^2}$$

$$\bar{X} = 17.45 \text{ mm} = 0.017454 \text{ m}$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum \bar{y} A}{\sum A} \quad (\text{Ec. 6-6})$$

$$\bar{Y} = \frac{32700}{654}$$

$$\bar{Y} = 50 \text{ mm} = 0.05 \text{ m}$$

Cálculo de los momentos de Inercia

$$I_x = \sum I_{xc} + Ad_1^2 \quad (\text{Ec. 6-7})$$

$$I_{xc} = \frac{bh^3}{12}$$

$$I_x = 251885.5 + 783556.5$$

$$I_x = 1035442 \text{ mm}^4 = 1.035442 \times 10^{-6} \text{ m}^4$$

$$I_y = \sum I_{yc} + Ad_2^2 \quad (\text{Ec. 6-8})$$

$$I_{yc} = \frac{hb^3}{12}$$

$$I_y = 42884.5 + 177999.0225$$

$$I_y = 220883.522 \text{ mm}^4 = 2.2088 \times 10^{-7} \text{ m}^4$$

Diagrama de cuerpo libre

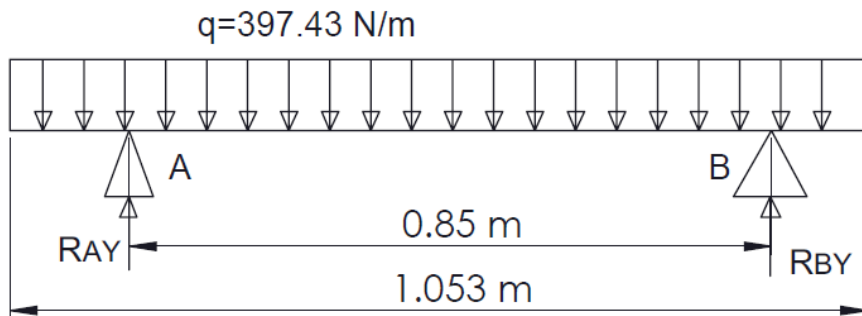


Figura 6-8 Diagrama de cuerpo libre vista frontal de máquina

Fuente: Autor

Cálculo de reacciones

$$\sum M_A = 0$$

$$-397.43(1.053)(0.5265) + R_{BY}(1.053) = 0$$

$$R_{BY} = 209.24 \text{ N}$$

$$\sum Fy = 0$$

$$R_{AY} - 397.43(1.053) + 209.24 = 0$$

$$R_{AY} = 209.24 \text{ N}$$

Cálculo de la fuerza cortante en los apoyos

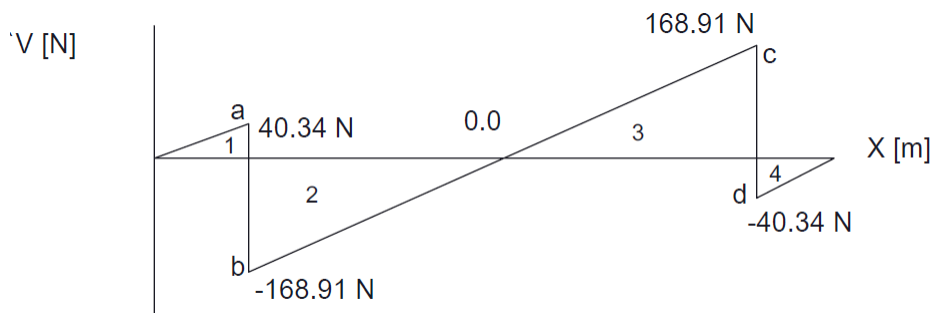


Figura 6-9 Diagrama de fuerza cortante

Fuente: Autor

$$V_a = 397.43(0.1015)$$

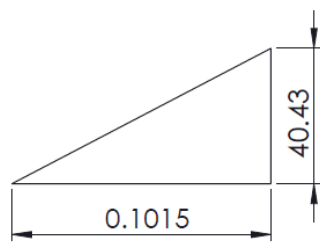
$$V_a = 40.34 \text{ N}$$

$$V_b = 209.24 - 40.34$$

$$V_b = 168.9 \text{ N} \quad (-)$$

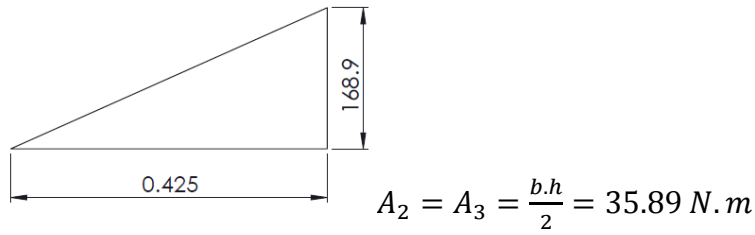
Cálculo del momento flector máximo

Cálculo de área 1 y área 4 (ver diagrama de momento flector)



$$A_1 = A_4 = \frac{b \cdot h}{2} = 2.05 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Cálculo de área 2 y área 3 (ver diagrama de momento flector)



Momento máximo

$$M_{max} = 35.89 - 2.05 = 33.85 \text{ N.m}$$

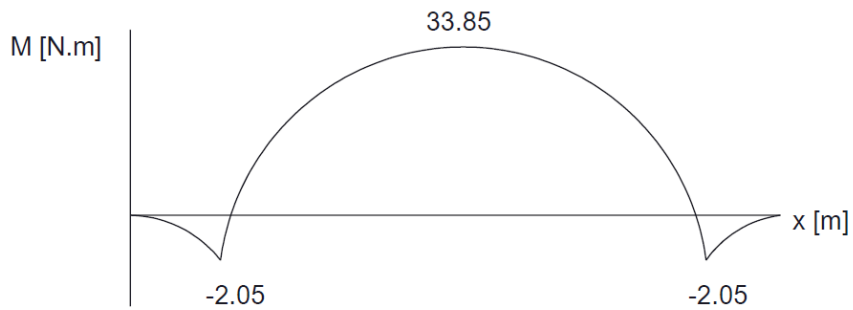


Figura 6-10 Diagrama de momento flector máximo

Fuente: Autor

Cálculo del módulo de sección

$$S = \frac{I_y}{c} \tag{Ec. 6-9}$$

Donde

I: Momento de Inercia

c: Distancia al centro de gravedad respecto al eje y

$$S = \frac{2.2088 \times 10^{-7} \text{ m}^4}{0.05 \text{ m}} = 4.42 \times 10^{-6} \text{ m}^3 \text{ (requerido)}$$

$$S_{tablas} = 0.378 \text{ pul}^3 = 6.19 \times 10^{-6} \text{ m}^3 \text{ ver anexo (A33 y A34)}$$

Entonces: $S_{requerido} < S_{tablas}$ por lo cual el perfil propuesto cumple con las características requeridas.

$$fb = \frac{M}{S} \quad (\text{Ec. 6-10})$$

Donde

M= Momento máximo

S= Módulo de sección

$$fb = \frac{33.85}{4.42 \times 10^{-6}} = 12460 \text{ kPa}$$

Cálculo del esfuerzo permisible

$$F_b = 0.66 F_y \quad (\text{Ec. 6-11})$$

$$F_b = 0.66 (36 \text{ Kpsi})$$

$$F_b = 23.76 \text{ kpsi} = 163819.42 \text{ kpa}$$

Condición de diseño $12460 \text{ kpsi} \leq 163819.42 \text{ kpsi}$

Si la condición de diseño $fb \leq Fb$ el perfil tipo G seleccionado resiste las condiciones de cargas es decir resiste una carga de 209.24 N.

Con el valor calculado de carga permisible se determina que el perfil seleccionado cumple con las condiciones y características requeridas es así se selecciona un perfil tipo G de 100 x 50 x 1.5 x 3 mm, se selecciona este perfil por razones de que se necesita acoplar otros elementos al mismo, como por ejemplo la chumacera.

Factor de seguridad

$$n = \frac{S_y}{F_b}$$

$$n = \frac{36 \text{ kpsi}}{23.76 \text{ kpsi}} = 1.51$$

6.6.3 DISEÑO DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE LA BANDA TRANSPORTADORA

El sistema de transporte por medio de la banda transportadora es el encargado de llevar el papel desde la salida de la máquina barnizadora hacia la salida del túnel de curado uv, pasando por la lámpara ultravioleta de vapor de mercurio. Por lo tanto nos enfocaremos en el diseño del sistema de transportación para la máquina de curado de barniz uv.

Para el diseño de la banda transportadora se ha considerado los siguientes parámetros:

Tamaño máximo del papel a transportar

El papel a utilizar es caucho el de mayor gramaje que es de 300 gr/m² de las siguientes medidas: cuyas medidas es el tamaño máximo de impresión de la maquina barnizadora.

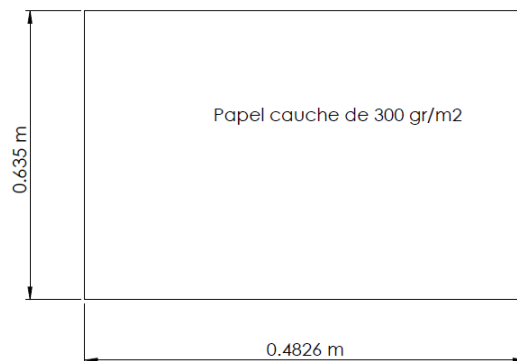


Figura 6-11 Tamaño máximo del papel a transportar

Fuente: Autor

Longitud de transporte

La longitud total es de 3.60 m de acuerdo al espacio disponible en la empresa, y requerida para este tipo de máquinas.

Velocidad de Transportación

La velocidad recomendada para curar barniz uv en las industrias gráficas debe ser menor o igual a 36 m/min, dato proporcionado por empresas que disponen de esta maquinaria e investigaciones realizadas. Partiendo de esto se procede con el diseño y selección de los elementos constitutivos de la banda transportadora

$$36 \frac{m}{min} = 0.6 \frac{m}{s}$$

Cálculo de la velocidad angular ω

Permite determinar a qué velocidad angular va a girar el rodillo motriz como el de cola estos dos rodillos deben girar a la misma velocidad, debido a que son del mismo diámetro.

$$\omega = \frac{v}{r} \quad (\text{Ec. 6-12})$$

Donde

v = velocidad lineal en m/s

r = radio del eje

$$\omega = \frac{0.6 \text{ m/s}}{0.0127 \text{ m}}$$

$$\omega = \frac{0.6 \text{ m/s}}{0.0127 \text{ m}} = 47.244 \frac{rad}{s} = 2834.646 \frac{rad}{min}$$

$$\omega = 451.148 \text{ rpm}$$

Para esto se considera una velocidad angular de 450 rpm

Cálculo del peso del papel

Para calcular el peso del papel con las medidas ya antes indicadas en la figura 6-11
Primeramente se procederá a calcular el área del papel.

Área del pliego de papel

$$A = 0.3065 \text{ m}^2$$

Peso del papel

$$300\text{gr} \text{ ----- } 1\text{m}^2$$

$$X \text{ ----- } 0.3065 \text{ m}^2$$

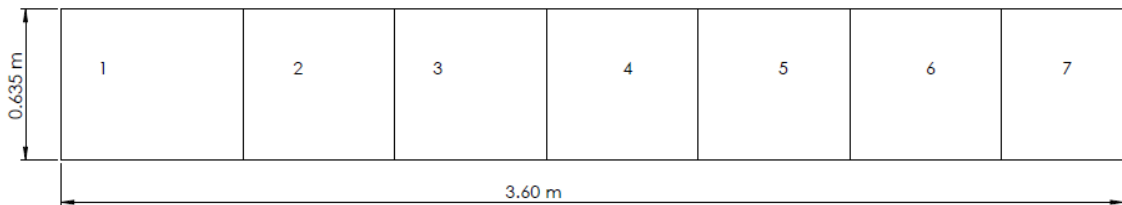
$$x = 91.95 \text{ gr}$$

Cada pliego tiene peso de 91.95 gr, la máquina tiene una longitud total de 3.60 m.

Número de pliegos que ingresa en la máquina

$$\#pliegos = \frac{L \text{ máquina}}{L \text{ pliego}}$$

$$\#pliegos = 7.45 \cong 7 \text{ pliegos}$$



Carga total de pliegos (Ctp) = peso del pliego x N° de pliegos

$$Ctp = 643.65 \text{ gr} = 0.6437 \text{ kg}$$

Peso de la banda = 6.96 lb = 3.157 kg (peso obtenido por balanza)

Carga total = carga total de pliegos + peso de la banda

$$\text{Carga total} = 3.8 \text{ kg}$$

Se considera la carga de 3.8 kg como una carga puntual en el punto más crítico para el cálculo del eje motriz de la banda transportadora.

Cálculo de la capacidad de transporte

Tiene la finalidad de determinar la capacidad máxima de pliegos de papel que va a transportar hacia la lámpara uv y pasar por debajo de ella. Por datos obtenidos de diferentes fuentes en especial por la empresa que dispone de este tipo de maquinaria, estableció que la capacidad de producción es de 40 pliegos/min, es decir 2400 pliegos/h

Como anteriormente ya se indicó el peso de un pliego de papel cauche es de 91.95 gr, es decir 0.09195 kg, entonces tenemos que:

$$\begin{array}{l} 1 \text{ pliego} \text{ -----} 0.09195 \text{ kg} \\ 2400 \text{ pliegos} \text{ -----} x \end{array}$$

$$x = 220.68 \frac{kg}{h}$$

$$\text{Capacidad maxima de transporte (Q)} = 0.22068 \frac{\text{ton}}{h}$$

Peso de la banda P_B

Para el cálculo del peso de los elementos móviles, se considera el peso de la banda obtenido mediante una balanza, teniendo en cuenta la longitud total de la misma.

Longitud de la banda: 7.5 m

$$P_B = \frac{3.157 \text{ kg}}{7.5 \text{ m}} = 0.4209 \frac{kg}{m}$$

Peso del rodillo motriz P_{RM}

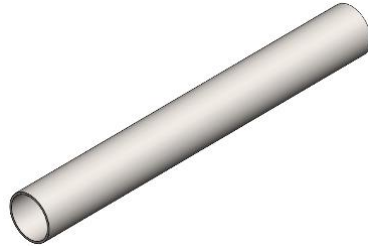


Figura 6-12 Rodillo Motriz

Fuente: Autor

$$D = 3.5 \text{ plg} = 88.90 \text{ mm} = 0.0889 \text{ m}$$

$$d = 80.90 \text{ mm} = 0.0809 \text{ m}$$

$$h = 720 \text{ mm} = 0.72 \text{ m}$$

Volumen de un cilindro hueco

$$v = \pi h(R^2 - r^2)$$

$$v = \pi 0.72(0.04445^2 - 0.04045^2)$$

$$v = 7.682 * 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$\gamma = \rho * g$$

$$\gamma = 7850 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$\gamma = 77008.5 \frac{\text{N}}{\text{m}^3}$$

$$P = \gamma * v$$

$$P = 59.158 \text{ N}$$

$$P = 6.037 \text{ kg}$$

$$P_{RM} = 8.38 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

El rodillo de cola o impulsado tiene las mismas características que el rodillo motriz es así que su peso es igual.

$$P_{RC} = 8.38 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

Peso del eje motriz P_{em}

$$D = 25.4 \text{ mm} = 0.0254 \text{ m}$$

$$h = 892 \text{ mm} = 0.892 \text{ m}$$

Volumen de un cilindro

$$v = \pi hr^2$$

$$v = \pi(0.892)(0.0127)^2$$

$$v = 4.519 * 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$\gamma = \rho * g$$

$$\gamma = 7850 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$\gamma = 77008.5 \frac{\text{N}}{\text{m}^3}$$

$$P = \gamma * v$$

$$P = 34.807 \text{ N}$$

$$P = 3.55 \text{ kg}$$

$$P_{em} = 3.9798 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

Peso del eje impulsado o de cola P_{ec}

$$D = 25.4 \text{ mm} = 0.0254 \text{ m}$$

$$h = 833 \text{ mm} = 0.833 \text{ m}$$

Volumen de un cilindro

$$v = \pi hr^2$$

$$v = \pi(0.833)(0.0127)^2$$

$$v = 4.221 * 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$\gamma = \rho * g$$

$$\gamma = 7850 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$\gamma = 77008.5 \frac{\text{N}}{\text{m}^3}$$

$$P = \gamma * v$$

$$P = 32.504 \text{ N}$$

$$P = 3.32 \text{ kg}$$

$$P_{ec} = 3.986 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

Peso de elementos móviles P_{EM}

$$P_{EM} = 2 * P_B \text{Cos}(\gamma) + P_{RM} + P_{RC} + P_{em} + P_{ec} \quad (\text{Ec. 6-13})$$

Donde:

$$P_{EM} = \text{Peso de elementos móviles} \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}} \right]$$

$$P_B = \text{Peso de la banda} \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}} \right]$$

$$P_{RM} = \text{Peso del rodillo motriz} \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}} \right]$$

$$P_{RC} = \text{Peso del rodillo de cola} \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}} \right]$$

$$P_{em} = \text{Peso del eje motriz} \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}} \right]$$

$$P_{ec} = \text{Peso del eje de cola} \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}} \right]$$

γ = Ángulo de inclinación de la banda

$$P_{EM} = 2 * 0.4209 \frac{\text{kg}}{\text{m}} * \text{Cos}(0) + 8.38 \frac{\text{kg}}{\text{m}} + 8.38 \frac{\text{kg}}{\text{m}} + 3.9798 \frac{\text{kg}}{\text{m}} + 3.986 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$P_{EM} = 25.5676 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

Cálculo de la potencia de accionamiento

$$N_a = \left(\frac{C \cdot f \cdot L}{270} \right) (3.6 * P_{EM} * V + Q) + N_s \quad (\text{Ec. 6-14})$$

Donde:

Na: Potencia de accionamiento (HP)

C: Coeficiente de Resistencia a la Flexión

f: Coeficiente de Rozamiento de los Rodillos

PEM: Peso de los Elementos Móviles [kg/m]

V: Velocidad de la Banda [m/s]

Q: Capacidad de la Banda Transportadora [ton/h]

Ns: Potencia Suplementaria

C = 4.35, de acuerdo a la distancia entre centros de los tambores. Leído anexo A4

La potencia suplementaria (Ns) se determina en función del Ancho de la Banda y de la Velocidad de la Banda. Leído anexo A5.

$$N_s = 1V \quad (\text{Ec. 6-15})$$

$$N_s = 1(0.6 \text{ m/s})$$

$$N_s = 0.6 \text{ Hp}$$

$$N_a = \left(\frac{4.35 * 0.025 * 3.60}{270} \right) \left(3.6 * 25.5676 \frac{\text{kg}}{\text{m}} * 0.6 \frac{\text{m}}{\text{s}} + 0.22068 \frac{\text{ton}}{\text{h}} \right) + 0.6 \text{ hp}$$

$$N_a = 0.681 \text{ hp}$$

Cálculo de la Potencia por guiado de la Cinta Transportadora

$$N_g = 0.01 * L \quad (\text{Ec. 6-16})$$

Donde

L = Longitud de transporte

$$N_g = 0.01(3.60\text{m})$$

$$N_g = 0.036 \text{ Hp}$$

Cálculo de la Potencia Total Consumida por la Banda (N)

$$N = N_a + N_g \quad (\text{Ec. 6-17})$$

$$N = 0.681 \text{ Hp} + 0.036 \text{ Hp}$$

$$N = 0.717 \text{ hp}$$

Cálculo de la Potencia del Motor P

Para determinar esta potencia se debe considerar lo siguiente:

- Banda transportadora mal tensada.
- Vibraciones excesivas del motor por mal acople.
- Malas instalaciones eléctricas.
- Elementos móviles en mal estado.
- Por tal razón para el diseño se recomienda un factor de servicio de 1.5 y un rendimiento del motor del 80 %.

$$P = N * f_s \quad (\text{Ec. 6-18})$$

Donde

P = Potencia requerida del motor.

Fs = Factor de servicio

N = Potencia total consumida por la banda

$$P = 0.717 \text{ Hp} * 1.5$$

$$P = 1.08 \text{ Hp}$$

$$P_{motor} = \frac{P}{n} = \frac{1.08 \text{ hp}}{0.80}$$

$$P_{motor} = 1.34 \text{ Hp}$$

Una vez determinada la potencia necesaria nos como resultado una potencia de 1.34 Hp es por tal razón que se selecciona un motor trifásico de 1800 rpm de 1.5 Hp, el cual va hacer controlado con un variador de frecuencia para obtener las revoluciones deseadas.

Cálculo de Tensiones de la Banda Transportadora

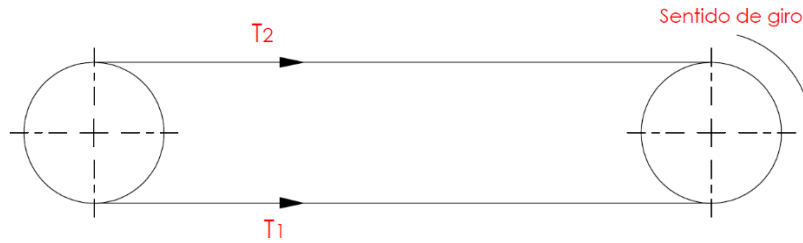


Figura 6-13 Disposición de tensiones en la banda

Fuente: Autor

Fuerza de accionamiento

Fuerza necesaria para accionar el eje motriz

$$F = \frac{75 * N}{v} \quad (\text{Ec. 6-19})$$

$$F = \frac{75 * 0.717 \text{ Hp}}{0.6 \text{ m/s}}$$

$$F = 89.625 \text{ kg}$$

Cálculo de la tensión mayor (T1)

Tensión de entrada del eje motriz

$$T_1 = F \left(1 + \frac{1}{e^{\mu\alpha} - 1} \right) \quad (\text{Ec. 6-20})$$

Donde

F = Fuerza de accionamiento

u = coeficiente de rozamiento entre la banda y el tambor motriz, 0.1 para funcionamiento en seco.

α = Ángulo del tambor motriz abrazado por la banda

$$T_1 = 89.625 \text{ kg} \left(1 + \frac{1}{e^{0.1\pi} - 1} \right)$$

$$T_1 = 332.44 \text{ kg}$$

Cálculo de la tensión menor (T2)

Tensión de salida del eje motriz

$$T_2 = F \left(\frac{1}{e^{\mu\alpha} - 1} \right) \quad (\text{Ec. 6-21})$$

$$T_2 = 89.625 \text{ kg} \left(\frac{1}{e^{0.1\pi} - 1} \right)$$

$$T_2 = 242.82 \text{ kg}$$

6.6.4 DISEÑO DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN

Consideraciones

Polea mayor: $D=5 \text{ plg} = n = 450 \text{ rpm}$ (velocidad requerida)

Polea menor: $d=3 \text{ plg} = n = 750 \text{ rpm}$

Se asumirá una banda tipo A26. Ver anexo A6

Cálculo de tensiones en el sistema de poleas y selección de banda

Sistema de poleas donde la polea motriz tiene un diámetro de 3 pulgadas y las polea conducida un diámetro de 5 pulgadas, con 750 rpm y 450 rpm respectivamente.

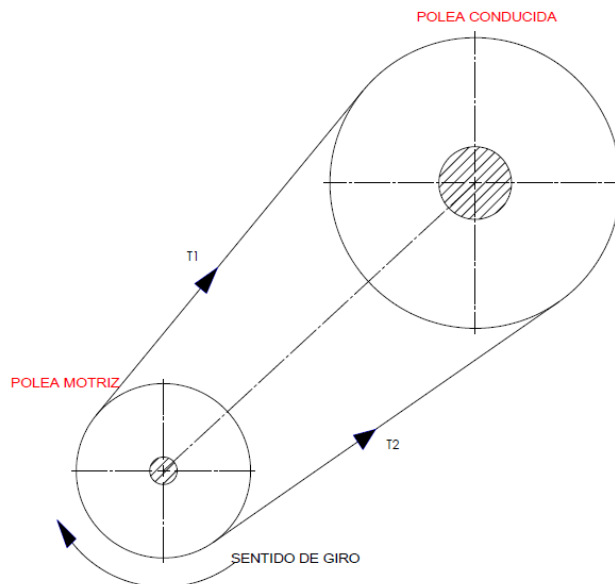


Figura 6-14 Disposición de tensiones en la banda

Fuente: Autor

Velocidad periférica de la banda

$$v = \frac{\pi dn}{12} \quad (\text{Ec. 6-22})$$

Donde

d = diámetro de la polea motriz

n = velocidad de la polea motriz en rpm

$$v = \frac{\pi(5)450}{12} = 589.049 \frac{\text{pies}}{\text{min}}$$

Longitud de paso

$$L_p = L + L_c \quad (\text{Ec. 6-23})$$

Donde

L_p: Longitud de paso [pulg.]

L: Longitud interior de la banda [pulg.]. Según el tipo de banda Anexo A7

L_c: Dimensión de Conversión de longitud. 1.3 leído Anexo A8

$$L_p = 26 + 1.3 = 27.3 \text{ plg}$$

Distancia entre centros C

$$C = 0.25 \left\{ \left[L_p - \frac{\pi}{2}(D + d) \right] + \sqrt{\left[L_p - \frac{\pi}{2}(D + d) \right]^2 - 2(D - d)^2} \right\} \quad (\text{Ec. 6-24})$$

Donde

L_p: Longitud de paso [pulg.]

D: Polea mayor [pulg.]

d: Polea menor [pulg.]

$$C = 7.298 \text{ plg} = 18.54 \text{ cm}$$

Cálculos de los ángulos tanto para la polea menor como para la polea mayor

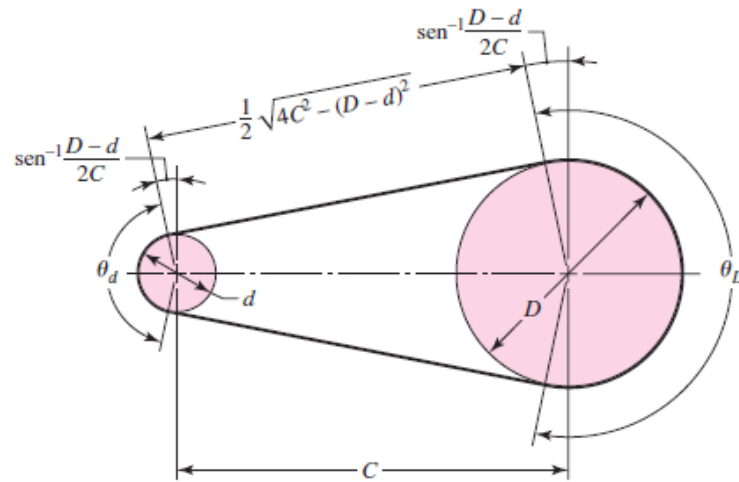


Figura 6-15 Geometría de transmisión de bandas

Fuente: RICHARD G. (2005), Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley, 8va Edición, México

Ángulo de contacto polea menor

$$\theta_d = \pi - 2 \operatorname{sen}^{-1} \frac{D-d}{2C} \quad (\text{Ec. 6-25})$$

Donde

θ_d : Ángulo de Contacto Polea Menor

C: Distancia entre centros [pulg.]

D: Polea mayor [pulg.]

d: Polea menor [pulg.]

$$\theta_d = 2.866 \text{ rad} = 164.209^\circ$$

$$\exp[0.5123(\theta)] = 4.342$$

Ángulo de contacto polea mayor θ_D

$$\theta_D = \pi + 2 \operatorname{sen}^{-1} \frac{D-d}{2C} \quad (\text{Ec. 6-26})$$

$$\theta_D = 3.416 \text{ rad} = 195.72^\circ$$

Longitud de la banda

$$L = \sqrt{4C^2 - (D - d)^2} + \frac{1}{2}(D\theta_D + d\theta_d) \quad (\text{Ec. 6-27})$$

Donde

θ_D : Ángulo de Contacto Polea Mayor

θ_d : Ángulo de Contacto Polea Menor

C: Distancia entre centros [pulg.]

D: Polea mayor [pulg.]

d: Polea menor [pulg.]

$$L = 27.297 \text{ plg} \cong 28 \text{ plg}$$

Una vez terminado el cálculo de la longitud de la banda de transmisión nos da como resultado una longitud de 27.297 plg, la cual se aproxima a una medida comercial que es de 28 plg.

Factor de corrección del ángulo de cobertura

$$\frac{D - d}{C} = 0.274$$

Con el valor calculado en el Anexo A9 obtenemos el valor de K1, interpolado se obtiene que:

$$K_1 = 0.7874$$

Factor de corrección de longitud de la banda

Para esto se conoce la longitud de la banda y el tipo de banda asumido, de tal manera se tiene que: Anexo A10

$$K_2 = 0.85$$

Potencia permitida por banda

$$H_a = K_1 K_2 H_{tab} \quad (\text{Ec. 6-28})$$

H_{tab} = potencia de tablas, obtenido con dato del diámetro de la polea menor y la velocidad periférica. Leído Anexo A11

Donde

H_a : Potencia permitida [HP]

K_1 : Factor de corrección del ángulo de contacto

K_2 : Factor de corrección de longitud de banda

$$H_{tab} = 0.5162$$

$$H_a = 0.3455 H_p$$

Potencia de diseño

Factor de servicio K_s : 1.2. Leído Anexo A12

$$H_d = H_{nom} K_s n_d \quad (\text{Ec. 6-29})$$

Donde

H_d : Potencia de diseño [HP]

K_s : Factor de Servicio

H_{nom} : Potencia del motor [HP]

n_d = factor de diseño

$$H_d = 0.6 H_p$$

Número de bandas N_b

$$N_b = \frac{H_d}{H_a} \quad (\text{Ec. 6-30})$$

Donde

H_d : Potencia de diseño [HP]

H_a : Potencia Permitida [HP]

$$N_b = \frac{0.6}{0.3455} = 1.7$$

Tensión centrífuga F_c

$$F_c = K_c \left(\frac{v}{1000} \right)^2 \quad (\text{Ec. 6-31})$$

K_c : Parámetro según el tipo de banda

V : Velocidad Periférica [pies/min]

Parámetro de banda en v , en función al tipo de banda $k_c=0.561$. Leído Anexo A13

$$F_c = 0.561 \left(\frac{589.049}{1000} \right)^2 = 0.1967 \text{ lb}$$

Potencia que se transmite por banda

$$\Delta F = \frac{63025 H_d / N_b}{n(d/2)} \quad (\text{Ec. 6-32})$$

Donde

H_d : Potencia de Diseño [HP]

N_b : Número de Bandas

d : Diámetro de la polea Motriz [pulg]

n : Velocidad de la Polea Motriz [rpm]

$$\Delta F = 20.596 \text{ lb}$$

Tensión Mayor

$$F_1 = F_c + \frac{\Delta F \exp(f\phi)}{\exp(f\phi) - 1} \quad (\text{Ec. 6-33})$$

$$F_1 = 26.955 \text{ lb}$$

Tensión Menor

$$F_2 = F_1 - \Delta F \quad (\text{Ec. 6-34})$$

$$F_2 = 6.359 \text{ lb}$$

Tensión Inicial

$$F_i = \frac{F_1 + F_2}{2} - F_c \quad (\text{Ec. 6-35})$$

$$F_i = 16.4603 \text{ lb}$$

Factor de seguridad

$$n_{fs} = \frac{H_a N_b}{H_{nom} K_s} \quad (\text{Ec. 6-36})$$

$$n_{fs} = 1$$

Luego de haber culminado con este cálculo, nos da como resultado que la banda tipo A26 asumida cumple con las condiciones de funcionamiento necesarias, teniendo así un factor de seguridad satisfactorio.

6.6.5 DISEÑO DEL EJE MOTRIZ DE LA BANDA TRANSPORTADORA

En este eje se encuentra acoplado la polea conducida que da movimiento a la banda transportadora, además este eje tiene dos apoyos en sus extremos.

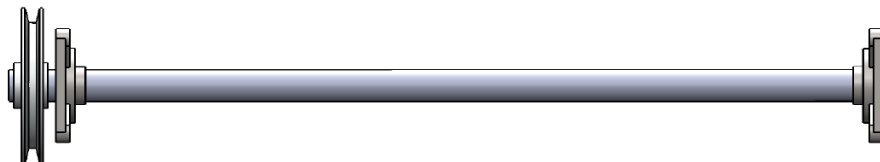


Figura 6-16 Eje motriz de la banda Transportadora

Fuente: Autor

Posicionamiento de los ejes y poleas

El posicionamiento nos permite determinar cómo se encuentran ubicados los ejes tanto del motor como el eje motriz de la banda transportadora, así como las poleas la primera de 5 plg y la segunda de 3 plg y a su vez conocer la ubicación de las tensiones existentes, tal como se muestra en la figura.

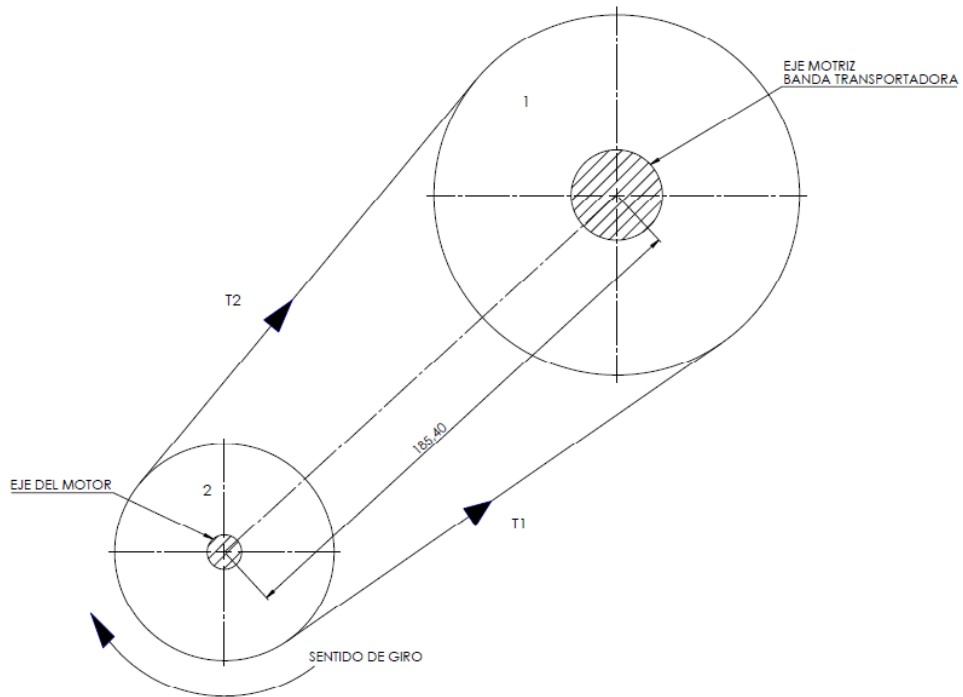


Figura 6-17 Disposición de tensiones en la banda

Fuente: Autor

El posicionamiento de los ejes permitirá determinar el ángulo que se encuentra ubicado las tensiones de la banda, determinado de la siguiente manera.

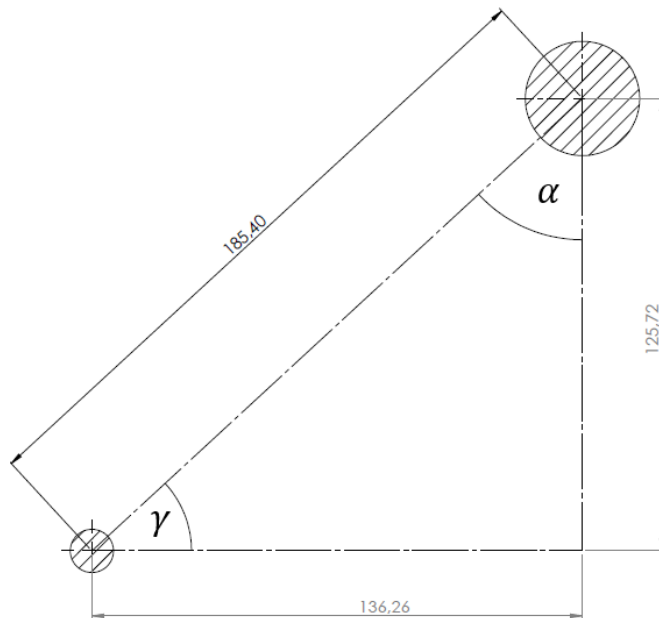


Figura 6-18 Posicionamiento de ejes de la banda y del motor

Fuente: Autor

$$\text{sen}\alpha = \frac{136.26}{185.40}; \quad \alpha = 47.303^\circ \cong 47^\circ$$

Cálculo del momento torsor

El momento torsor se genera de la siguiente manera.

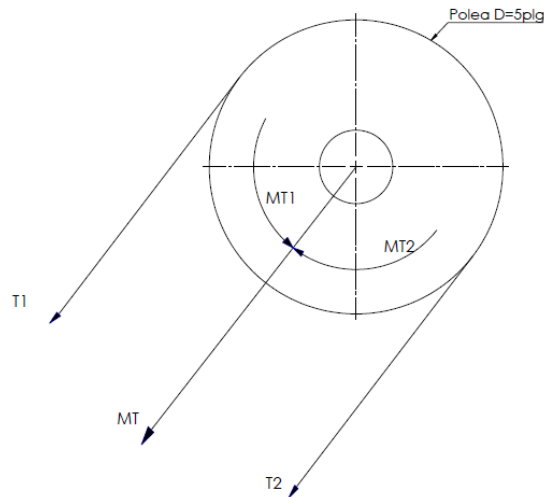


Figura 6-19 Generación del momento torsor

Fuente: Autor

T1 y T2 tensiones obtenidas anteriormente

$$T_1 = 26.955 \text{ lb} = 12.25 \text{ kg}$$

$$T_2 = 6.359 \text{ lb} = 2.89 \text{ kg}$$

$$M_{T1} = T_1 * r = 12.25 \text{ kg}(0.0635 \text{ m}) = 0.778 \text{ kg.m}$$

$$M_{T2} = T_2 * r = 2.89 \text{ kg}(0.0635 \text{ m}) = 0.184 \text{ kg.m}$$

$$M_T = M_{T1} - M_{T2} = 0.778 - 0.184 = 0.594 \text{ kg.m} = 5.821 \text{ N.m}$$

Descomposición de las tensiones de la banda

A continuación se realiza la descomposición de las tensiones para determinar en qué planos se encuentran actuando.

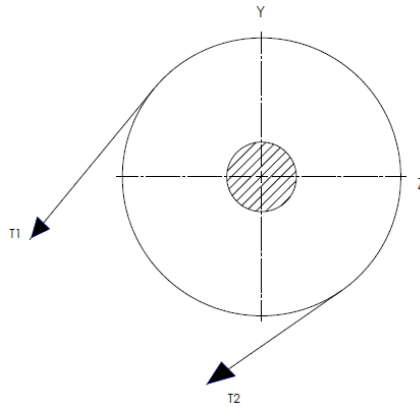


Figura 6-20 Descomposición de tensiones

Fuente: Autor

$$F = T_1 + T_2$$

$$F = 12.25 \text{ kg} + 2.89 \text{ kg} = 15.14 \text{ kg}$$

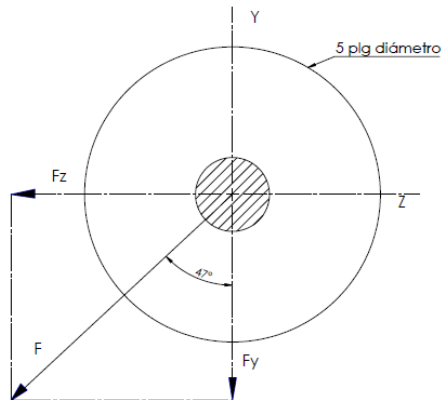


Figura 6-21 Descomposición de la fuerza

Fuente: Autor

$$\text{sen}47^\circ = \frac{F_z}{F}$$

$$F_z = \text{sen}47^\circ(15.14) = 11.073 \text{ kg} = 108.515$$

$$\text{cos}47^\circ = \frac{F_y}{F}$$

$$F_y = \text{cos}47^\circ(15.14) = 10.325 \text{ kg} = 101.185 \text{ N}$$

6.6.5.1 Cálculo de Reacciones y Diagramas de Fuerza Cortante y Momento Flector

Plano (x-y)

Diagrama de cuerpo libre

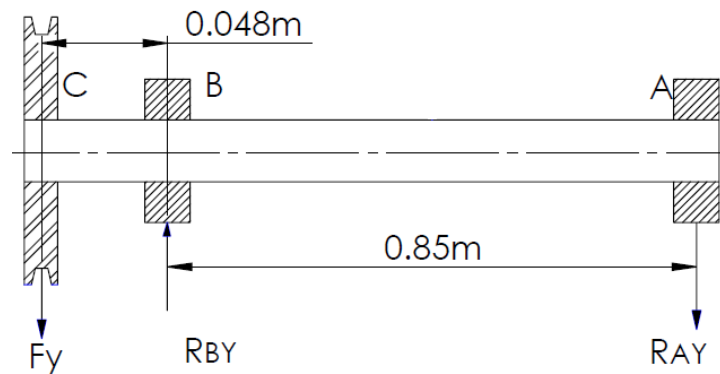


Figura 6-22 Diagrama de cuerpo libre del eje motriz en el plano x-y

Fuente: Autor

Cálculo de reacciones

$$\sum M_A = 0$$

$$-R_{BY}(0.85) + F_Y(0.898) = 0$$

$$-R_{BY}(0.85m) + 10.325kg(0.898m) = 0$$

$$R_{BY} = 10.908 \text{ kg} = 106.898 \text{ N}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$-F_Y + R_{BY} - R_{AY} = 0$$

$$-10.325 + 10.908 - R_{AY} = 0$$

$$R_{AY} = 0.583 \text{ kg} = 5.713 \text{ N}$$

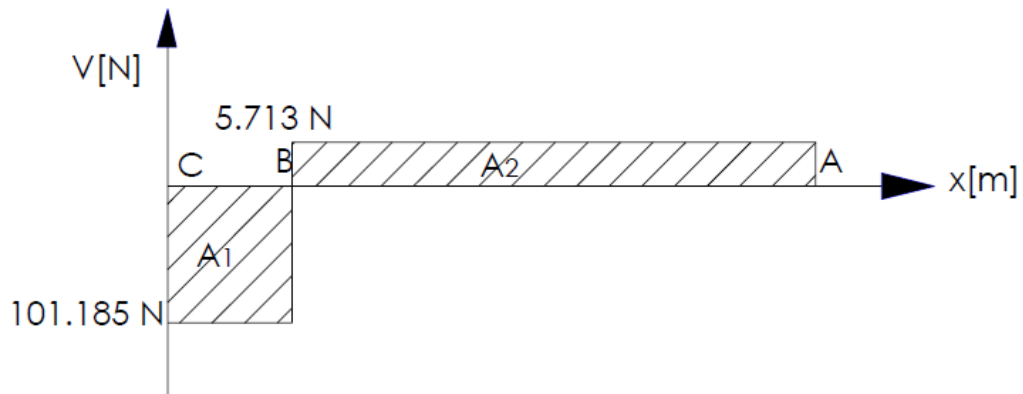


Figura 6-23 Diagrama de fuerza cortante del eje de la polea conducida plano (x-y)

Fuente: Autor

Cálculo de momentos

Para el diagrama de momento flector se calculará los momentos de acuerdo con el método de las áreas de la siguiente manera.

$$A_1 = 10.325(0.048) = 0.4956$$

$$A_2 = 0.583(0.85) = 0.4956$$

$$M_C = 0 \text{ kg.m}$$

$$M_B = 0 \text{ kg.m} - 0.4956 \text{ kg.m} = -0.4956 \text{ kg.m} = 4.856 \text{ N}$$

$$M_A = -0.4956 \text{ kg.m} + 0.4956 \text{ kg.m} = 0 \text{ kg.m}$$

Se determina un momento en otro punto para lo cual se aplica la relación de triángulos.

$$\frac{-0.4956 \text{ kg.m}}{0.85 \text{ m}} = \frac{M_D}{0.425 \text{ m}}$$

$$M_D = -0.2478 \text{ kg.m} = 2.428 \text{ N.m}$$

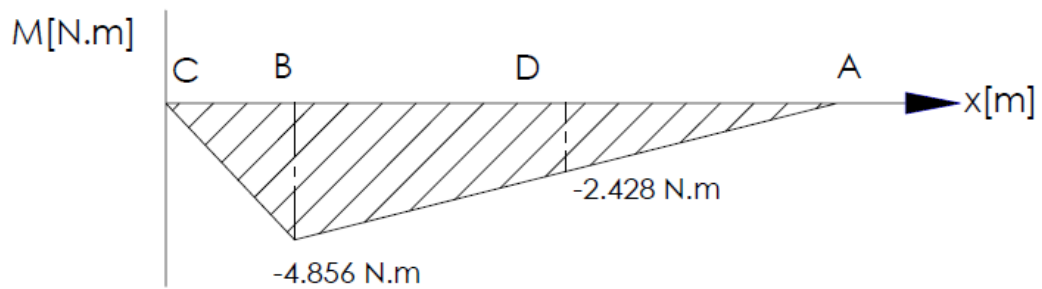


Figura 6-24 Diagrama de momento flector para el eje motriz plano x-y

Fuente: Autor

Plano (x-z)

Se utiliza como carga puntual la carga calculada en el anterior apartado 6.6.3, en el punto más crítico del eje por motivo de seguridad.

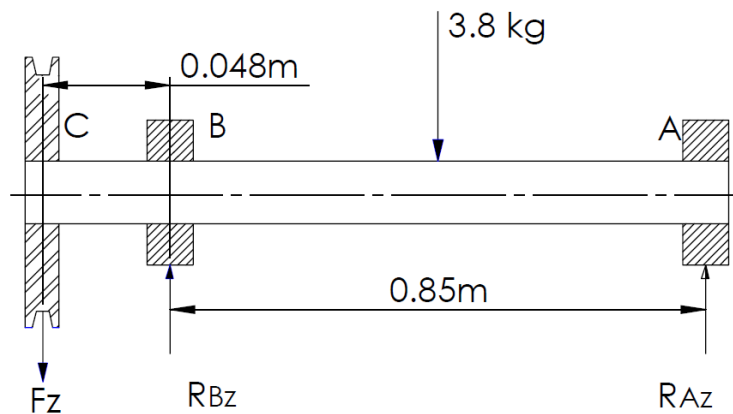


Figura 6-25 Diagrama de cuerpo libre del eje motriz en el plano x-z

Fuente: Autor

Cálculo de reacciones

$$\sum M_A = 0$$

$$-R_{Bz}(0.85) + F_z(0.898) + 3.8kg(0.425) = 0$$

$$-R_{Bz}(0.85m) + 11.073kg(0.898m) + 3.8kg(0.425m) = 0$$

$$R_{Bz} = 13.598 \text{ kg} = 133.26 \text{ N}$$

$$\sum F = 0$$

$$-F_z + R_{Bz} - 3.8kg + R_{Az} = 0$$

$$-11.073kg + 13.598kg - 3.8kg + R_{Az} = 0$$

$$R_{Az} = 1.275 kg = 12.495 N$$

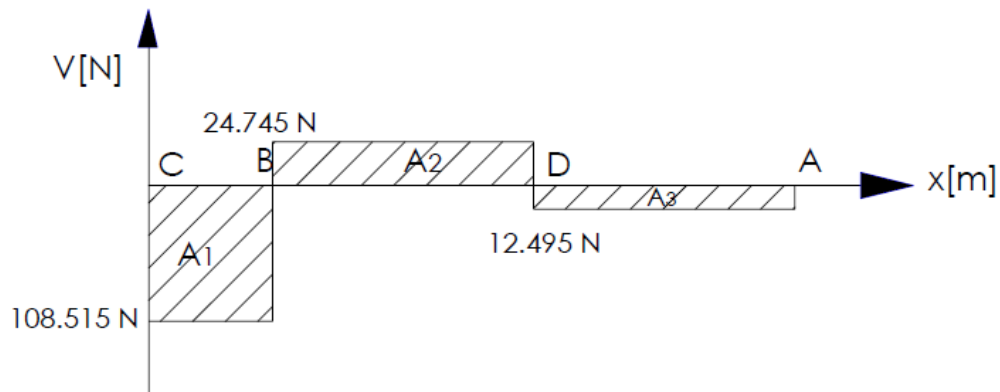


Figura 6-26 Diagrama de fuerza cortante del eje de la polea conducida plano (x-z)

Fuente: Autor

Cálculo de momentos

Para el diagrama de momento flector los momentos se calcularán de acuerdo con el método de las áreas.

$$A_1 = 11.073(0.048) = 0.531$$

$$A_2 = 2.525(0.425) = 1.073$$

$$A_3 = 1.275(0.425) = 0.542$$

$$M_C = 0 kg.m$$

$$M_B = 0 kg.m - 0.531 kg.m = -0.531 kg.m = -5.204 N$$

$$M_D = -0.531 kg.m + 1.073 kg.m = 0.542 kg.m = 5.3116 N$$

$$M_A = 0.542 kg.m - 0.542 kg.m = 0 kg.m$$

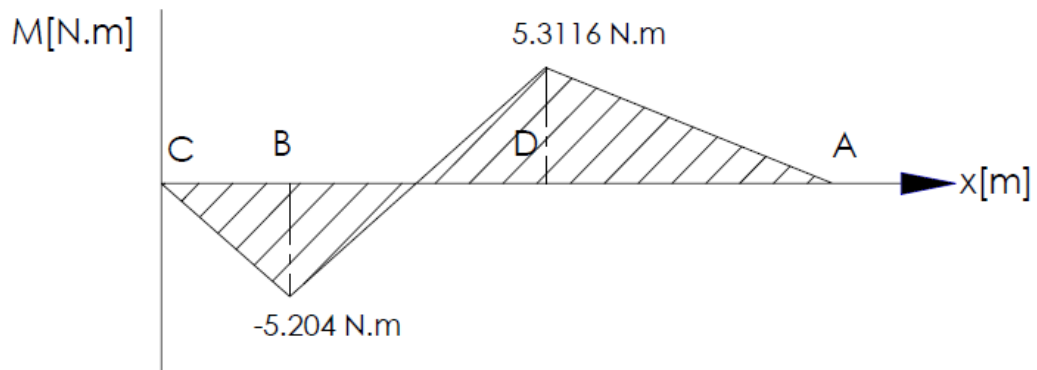


Figura 6-27 Diagrama de momento flector para el eje motriz plano x-z

Fuente: Autor

6.6.5.2 Cálculo del momento máximo

$$\vec{M}_A = 0\vec{i} + 0\vec{j} + 0\vec{k}$$

$$\vec{M}_B = 0\vec{i} - 0.4956\vec{j} - 0.531\vec{k}$$

$$\vec{M}_C = 0\vec{i} + 0\vec{j} + 0\vec{k}$$

$$\vec{M}_D = 0\vec{i} - 0.2478\vec{j} + 0.542\vec{k}$$

$$M_A = 0 \text{ kg.m}$$

$$M_B = 0.7263 \text{ kg.m}$$

$$M_C = 0 \text{ kg.m}$$

$$M_D = 0.5959 \text{ kg.m}$$

$$M_{max} = 0.7263 \text{ kg.m} = 7.118 \text{ N.m}$$

,

6.6.5.3 Diseño estático

Para realizar el diseño se considera los siguientes parámetros:

Material AISI 1020, debido a que se puede encontrar con facilidad en el mercado nacional, de fácil mecanizado y buena soldabilidad, factor de seguridad de 2.5, para determinar el diámetro del eje se utilizará una teoría de falla como es la teoría de

Von Misses debido a que es la más utilizada para materiales dúctiles y recomendada para este tipo de diseños.

Propiedades mecánicas del AISI 1020. Anexo A14

$S_{ut} = 380 \text{ Mpa}$

$S_y = 210 \text{ Mpa}$

Esfuerzo máximo por flexión

$$\sigma_x = \frac{32M}{\pi d^3} \quad (\text{Ec. 6-37})$$

Donde

σ_x = Esfuerzo máximo por flexión

M = Momento máximo

d = diámetro

$$\sigma_x = \frac{32(7.118 \text{ N.m})}{\pi d^3}$$

$$\sigma_x = \frac{72.5033 \text{ N.m}}{d^3}$$

Esfuerzo máximo por torsión

$$\tau_{xy} = \frac{16T}{\pi d^3} \quad (\text{Ec. 6-38})$$

Donde

τ_{xy} = Esfuerzo máximo por torsión

T = Torque

d = Diámetro

$$\tau_{xy} = \frac{16(5.821 \text{ N.m})}{\pi d^3}$$

$$\tau_{xy} = \frac{29.646 \text{ N.m}}{d^3}$$

Teoría de Von Mises

Se aplica esta teoría ya que es la más empleada e idónea para un buen diseño de materiales dúctiles.

$$\sigma' = \sqrt{\sigma_x^2 + 3\tau_{xy}^2} \quad (\text{Ec. 6-39})$$

Donde

σ' : Esfuerzo de Von Mises [MPa]

σ_x : Esfuerzo por Flexión Máximo [MPa]

τ_{xy} : Esfuerzo por Torsión Máximo [MPa]

$$\sigma' = \sqrt{\left(\frac{72.5033 \text{ N.m}}{d^3}\right)^2 + 3\left(\frac{29.646 \text{ N.m}}{d^3}\right)^2}$$
$$\sigma' = \frac{88.84 \text{ N.m}}{d^3}$$

$$n = \frac{S_y}{\sigma'} \quad (\text{Ec. 6-40})$$

Donde

σ' : Esfuerzo de Von Mises [MPa]

S_y : Resistencia del Material [MPa]

Reemplazo de Ec. 6-39 en Ec. 6.40, se obtiene el diámetro.

$$2.5 = \frac{210 \times 10^6 \text{ N/m}^2}{\frac{88.84 \text{ N.m}}{d^3}}$$

$$d^3 = \frac{88.84 \text{ N.m} (2.5)}{210 \times 10^6 \text{ N/m}^2}$$

$$d = 0.01019 \text{ m} = 10.19 \text{ mm}$$

6.6.5.4 Diseño dinámico

Consideraciones:

Material AISI 1020

Sut: 380 Mpa. Anexo A14

Velocidad angular: 450 rpm

Números de ciclos: 648000, considerando que trabaja 24 horas diarias

Factor de seguridad de 2.5

$k_a k_b k_c k_d k_e k_f \cong 0.3$ Debido a que no se conoce el diámetro.

Límite de resistencia a la fatiga en viga rotatoria

Para $S_{ut} \leq 200 \text{ kpsi}$ (1400 Mpa)

$$S_e' = 0.5 sut \quad (\text{Ec. 6-41})$$

$$S_e' = 0.5 (380 \text{ Mpa}) = 190 \text{ Mpa}$$

Límite de resistencia a la fatiga en la ubicación crítica de una parte de máquina en la geometría y condición de uso.

$$S_e = 0.3 * S_e' \quad (\text{Ec. 6-42})$$

$$S_e = 0.3(190 \text{ Mpa}) = 57 \text{ Mpa}$$

Resistencia a la fatiga

$f = 0.9$ valor obtenido de tabla. Leído Anexo A15

$$S_f = aN^b \quad (\text{Ec. 6-43})$$

$$a = \frac{(f sut)^2}{S_e} = 2052 \text{ Mpa} \quad (\text{Ec. 6-44})$$

$$b = -\frac{1}{3} \log \left(\frac{f Sut}{S_e} \right) = -0.259 \quad (\text{Ec. 6-45})$$

$$S_f = 64.118 \text{ Mpa}$$

$$n = \frac{S_f}{\sigma} \quad (\text{Ec. 6-46})$$

Cálculo del diámetro del eje por resistencia a la fatiga

Se reemplaza en Ec. 6-46, la Ec. 6.37 y se obtiene el diámetro.

$$d = \left[\frac{32nM}{\pi S_f} \right]^{\frac{1}{3}}$$

$$d = \left[\frac{32(2.5)7.118 \text{ N} \cdot \text{m}}{\pi(64.118 * 10^6 \text{ N/m}^2)} \right]^{\frac{1}{3}}$$

$$d = 0.0141 \text{ m} = 14.1 \text{ mm}$$

6.6.5.5 Refinamiento del cálculo

Factores que modifican el límite de resistencia a la fatiga

Factor de modificación de la condición superficial

De acuerdo al acabado superficial del eje se obtiene a y b, en el Anexo A16, para este caso el acabado superficial es, maquinado o laminado en frío.

$$a = 4.51 \text{ y } b = -0.265$$

$$k_a = a Sut^b \quad (\text{Ec. 6-47})$$

$$k_a = 4.51 (380)^{-0.265} = 0.934$$

Factor de modificación del tamaño

De acuerdo a Shigley pág. 280, para $2.79 \leq d \leq 51 \text{ mm}$

$$k_b = (d/7.62)^{-0.107} = 1.24d^{-0.107} \quad (\text{Ec. 6-48})$$

$$k_b = 0.9363$$

Factor de modificación de la carga

De acuerdo a Shigley pág. 282

$$k_c = 1$$

Factor de modificación de la temperatura

Este factor se determina de acuerdo a la temperatura de operación del eje motriz.

Para trabajo a la temperatura ambiente a 20°C es: Leído Anexo A17

$$k_d = 1$$

Factor de confiabilidad

Para un valor de confiabilidad del 90% se tiene: Leído Anexo A18

$$k_e = 0.897$$

Factor de modificación de efectos varios

Eje de sección uniforme entonces:

$$k_f = 1$$

Límite de resistencia a la fatiga en la ubicación crítica de una parte de la máquina en la geometría y condición de uso.

$$S_e = k_a k_b k_c k_d k_e k_f S_e' \quad (\text{Ec. 6-49})$$

$$S_e = 149.042 \text{ Mpa}$$

Resistencia a la fatiga

De la Ec. 6.42

$$S_f = aN^b$$

$$a = \frac{(f_{sut})^2}{S_e} = 784.77 \text{ Mpa}$$

$$b = -\frac{1}{3} \log\left(\frac{f_{sut}}{S_e}\right) = -0.120$$

$$S_f = 157.526 \text{ Mpa}$$

Factor de seguridad

Reemplazamos la Ec. 6.37 en la Ec. 6.46 y obtenemos el factor de seguridad

$$n = \frac{S_f}{\sigma}$$

$$\sigma_x = \frac{32M}{\pi d^3} = \frac{32(7.118)}{\pi 0.0141^3} = 25.86 \text{ Mpa}$$

$$n = \frac{S_f}{\sigma_x} = \frac{157.526 \text{ Mpa}}{25.86 \text{ Mpa}} = 6.09$$

Aplicando la teoría de falla por fatiga como es el Criterio de Goodman Modificado, para evaluar las condiciones del material seleccionado.

$$\text{Esfuerzo medio } \sigma_m = \sqrt{3\tau_{xy}} = \sqrt{3(10.575 \text{ Mpa})} = 5.63 \text{ Mpa}$$

$$\text{Esfuerzo alternante } \sigma_a = \sigma_x = 25.86 \text{ Mpa}$$

Factor de seguridad

$$n_f = \frac{1}{\frac{\sigma_a + \sigma_m}{s_e + S_{ut}}} \quad (\text{Ec. 6-50})$$

$$n_f = 5$$

Se selecciona un eje motriz de material AISI 1020 laminado en caliente, con diámetro de 1 pulgada para facilitar la construcción y estética de la máquina, además este diámetro sobrepasa el diámetro calculado anteriormente, por tal razón no existirá fallas en el mismo.

6.6.6 DISEÑO DEL EJE IMPULSADO DE LA BANDA TRANSPORTADORA



Figura 6-28 Eje Impulsado

Fuente: Autor

Se indica que para el diseño del eje actúa una carga puntual en el punto más crítico por motivo de seguridad.

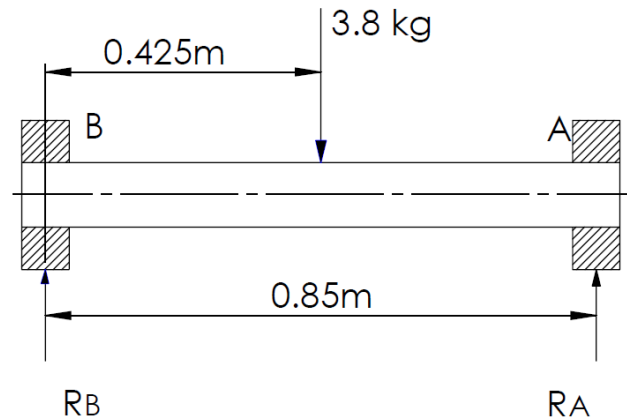


Figura 6-29 Diagrama de cuerpo libre del eje impulsado

Fuente: Autor

Cálculo de Reacciones

$$\sum M_A = 0$$

$$-R_B(0.85) + 3.8kg(0.425) = 0$$

$$R_B(0.85m) = 1.615 \text{ kg} \cdot m$$

$$R_B = 1.9 \text{ kg} = 18.62 \text{ N}$$

$$\sum F = 0$$

$$R_B - 3.8kg + R_A = 0$$

$$1.9 \text{ kg} - 3.8kg + R_A = 0$$

$$R_{Az} = 1.9 \text{ kg} = 18.62 \text{ N}$$

Cálculo del momento máximo

$$M_{max} = \frac{P * L}{4}$$

$$M_{max} = 0.8075 \text{ kg} \cdot m = 7.91 \text{ N} \cdot m$$

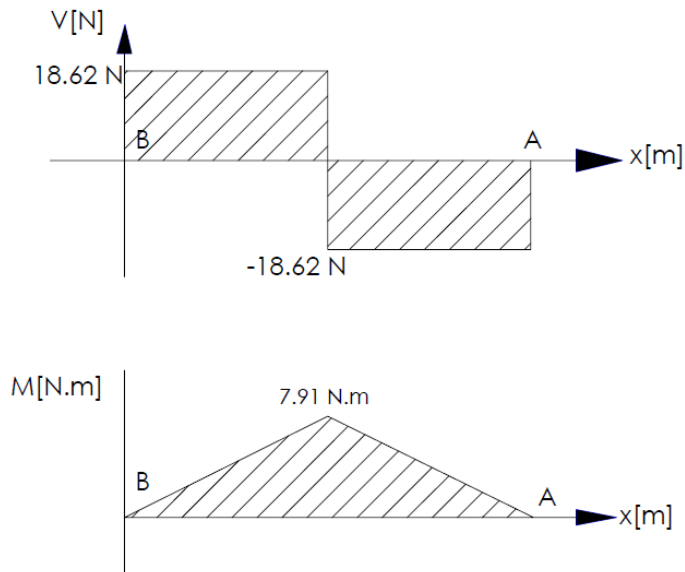


Figura 6-30 Diagrama de de fuerza cortante y momento flector del eje impulsado

Fuente: Autor

6.6.6.1 Diseño estático

Para realizar el diseño se considera los mismos parámetros con los que se calculó el diámetro para el eje motriz de la banda transportadora.

Esfuerzo máximo por flexión

De la Ec. 6-40 se reemplaza Ec. 6-37 para obtener el diámetro.

$$\sigma_x = \frac{32M}{\pi d^3} \sigma_x = \frac{32(7.91 \text{ N.m})}{\pi d^3}$$

$$\sigma_x = \frac{80.571 \text{ N.m}}{d^3}$$

$$n = \frac{S_y}{\sigma}; \text{ Ec. 6-40}$$

$$2.5 = \frac{210 \times 10^6 \text{ N/m}^2}{\frac{80.571 \text{ N.m}}{d^3}}$$

$$d^3 = \frac{80.571 \text{ N.m} (2.5)}{210 \times 10^6 \text{ N/m}^2}$$

$$d = 0.00986 \text{ m} = 9.86 \text{ mm}$$

6.6.6.2 Diseño dinámico

De igual manera se consideran los mismos parámetros funcionales que se establecieron para el diseño del eje motriz de la banda transportadora, debido a que los dos ejes funcionan a velocidades angulares iguales.

Límite de resistencia a la fatiga en viga rotatoria

Para $S_{ut} \leq 200 \text{ kpsi}$ (1400 Mpa)

$$S_e' = 0.5 \text{ sut}$$

$$S_e' = 0.5 (380 \text{ Mpa}) = 190 \text{ Mpa}$$

Límite de resistencia a la fatiga en la ubicación crítica de una parte de máquina en la geometría y condición de uso.

$$S_e = 0.3 * S_e'$$

$$S_e = 0.3(190 \text{ Mpa}) = 57 \text{ Mpa}$$

Resistencia a la fatiga

$f = 0.9$ valor obtenido de tabla: Anexo A15

$$S_f = aN^b$$

$$a = \frac{(f sut)^2}{S_e} = 2052 \text{ Mpa}$$

$$b = -\frac{1}{3} \log\left(\frac{f Sut}{S_e}\right) = -0.259$$

$$S_f = 64.118 \text{ Mpa}$$

$$n = \frac{S_f}{\sigma}$$

Cálculo del diámetro del eje por resistencia a la fatiga

Se reemplaza en Ec. 6-46, la Ec. 6.37 y se obtiene el diámetro.

$$d = \left[\frac{32nM}{\pi S_f} \right]^{\frac{1}{3}}$$

$$d = \left[\frac{32(2.5)7.91 \text{ N.m}}{\pi(64.118 * 10^6 \text{ N/m}^2)} \right]^{\frac{1}{3}}$$

$$d = 0.0146 \text{ m} = 14.6 \text{ mm}$$

6.6.6.3 Refinamiento del cálculo

Factores que modifican el límite de resistencia a la fatiga

Factor de modificación de la condición superficial

Acabado superficial, maquinado o laminado en frío a y b, Anexo A16.

$$a = 4.51 \text{ y } b = -0.265$$

$$k_a = a S_{ut}^b$$

$$k_a = 4.51 (380)^{-0.265} = 0.934$$

Factor de modificación del tamaño

De acuerdo a Shigley pág. 280. Para $2.79 \leq d \leq 51 \text{ mm}$

$$k_b = (d/7.62)^{-0.107} = 1.24d^{-0.107}$$

$$k_b = 0.9328$$

Factor de modificación de la carga

De acuerdo a Shigley pág. 282

$$k_c = 1$$

Factor de modificación de la temperatura

Este factor se determina de acuerdo a la temperatura de operación del eje motriz.

Para trabajo a la temperatura ambiente a 20°C es: Anexo A17

$$k_d = 1$$

Factor de confiabilidad

Para un valor de confiabilidad del 90% se tiene: Anexo A18

$$k_e = 0.897$$

Factor de modificación de efectos varios

Eje de sección uniforme entonces:

$$k_f = 1$$

Límite de resistencia a la fatiga en la ubicación crítica de una parte de la máquina en la geometría y condición de uso.

$$S_e = k_a k_b k_c k_d k_e k_f S_e'$$

$$S_e = 148.485 \text{ Mpa}$$

Resistencia a la fatiga

$$S_f = aN^b$$

$$a = \frac{(f_{sut})^2}{S_e} = 787.715 \text{ Mpa}$$

$$b = -\frac{1}{3} \log\left(\frac{f_{sut}}{S_e}\right) = -0.121$$

$$S_f = 156.016 \text{ Mpa}$$

Factor de seguridad

Reemplazamos la Ec. 6.37 en la Ec. 6.46 y obtenemos el factor de seguridad

$$n = \frac{S_f}{\sigma}$$

$$\sigma_x = \frac{32M}{\pi d^3} = \frac{32(7.91)}{\pi 0.0146^3} = 25.89 \text{ Mpa}$$

$$n = \frac{S_f}{\sigma_x} = \frac{156.016 \text{ Mpa}}{25.89 \text{ Mpa}} = 6.03$$

Luego de haber realizado el diseño por resistencia estática y dinámica se obtuvo un diámetro de 14.6 mm, pero para la construcción, estética de la máquina y porque no existe un rodamiento con ese diámetro se consideró: diámetro de 1 plg material un AISI 1020 laminado en caliente, material comercializable en nuestro medio.

6.6.7 SELECCIÓN DE RODAMIENTOS

La banda transportadora está conformada por un eje motriz y un eje impulsado o de cola los rodamientos permiten el giro de estos ejes para transportar el pliego de papel. Para esto se ha considerado los siguientes parámetros funcionales.

- Los ejes giran a 450 rpm con una confiabilidad del 95 %
- Funcionan suavemente sin vibración a una Temperatura de funcionamiento de 50°C

Eje Motriz

Los rodamientos a seleccionar deben soportar solo cargas radiales como se ilustra en la siguiente figura.

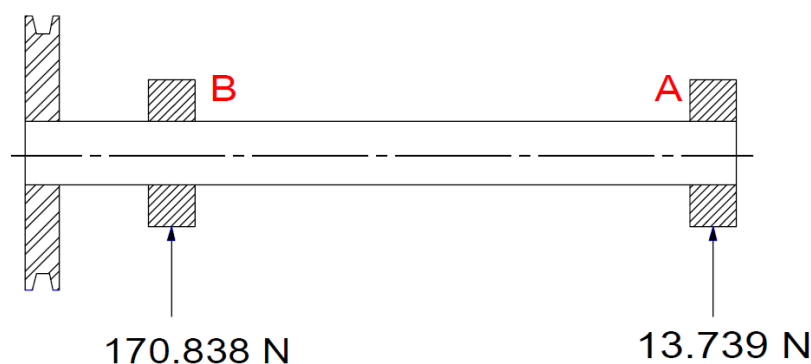


Figura 6-31 Diagrama de fuerzas radiales actuantes en el eje motriz

Fuente: Autor

6.6.7.1 Análisis para la selección del Rodamiento en el punto B

Carga Estática Equivalente

$P_o = F_r$; Por ser carga radial pura.

$$C_o = f_s * P_o \quad (\text{Ec. 6-51})$$

Donde

f_s = Factor de esfuerzos estáticos = 0.7: Anexo A19

$$C_o = 0.7(170.838 \text{ N})$$

$$C_o = 119.59 \text{ N}$$

CARGA DINÁMICA EQUIVALENTE (C)

$$C = P^p \sqrt{\frac{L_h * n * 60}{1000000 * a_1 * a_{23}}} \quad (\text{Ec. 6-52})$$

$p = 3$ para rodamiento de bolas ; Catálogo Fag. Pág. 31

$a_{23} = 1.8$ valor asumido

$a_1 = 0.62$; con probabilidad de fallo del 5%; Anexo A20

Cálculo de la vida nominal L_h

$$L_h = f_L^p * 500 \quad (\text{Ec. 6-53})$$

Donde: f_L = Factor de esfuerzos dinámicos = 4 – 4.5 Leído Anexo A21

$$L_h = 4.5^3 * 500$$

$$L_h = 45562.5 \text{ horas}$$

$$C = 170.838 * \sqrt[3]{\frac{45562.5 * 450 * 60}{1000000 * 0.62 * 1.8}}$$

$$C = 1764.77 \text{ N}$$

Con la carga dinámica calculada se seleccionó un rodamiento rígido de bolas con las siguientes características. Anexo A22

Rodamiento rígido de bolas 6205 (d = 25 mm; D = 52 mm; B; 15)

Comprobación

$$d_m = \frac{52+25}{2} = 38.5 \text{ mm} \quad (\text{Ec. 6-54})$$

Viscosidad relativa v_1 ; Leído Anexo A23

$$v_1 = 48 \frac{\text{mm}^2}{\text{s}} ; \text{leída en función del } d_m \text{ y la velocidad del eje.}$$

Viscosidad de servicio v

Para esto nos imponemos el aceite ISO VG 100 y con la temperatura de servicio de 50°C.

$$v = 60 \frac{\text{mm}^2}{\text{s}} ; \text{Anexo A24}$$

Ratio de viscosidad k

$$k = \frac{v}{v_1} \quad (\text{Ec. 6-55})$$

$$k = \frac{60 \text{ mm}^2/\text{s}}{48 \text{ mm}^2/\text{s}} = 1.25$$

$$K = K_1 + K_2$$

K_1 y $K_2 = 0$; por ser rodamientos de bolas

$K = 0$; con K y k encontramos a_{23} . Anexo A25

$$a_{23} = 1.8$$

$$C = 170.838 * \sqrt[3]{\frac{45562.5 * 450 * 60}{1000000 * 0.62 * 1.8}}$$

$$C = 1764.77 \text{ N}$$

Se selecciona un Rodamiento Rígido de Bolas 6205 de la FAG. Anexo A22

En el punto B que existe mayor carga seleccionamos un rodamiento rígido de bolas 6205 y como en el punto A las cargas son mínimas seleccionamos un rodamiento de las mismas características que en el punto B esto por factor de seguridad y diseño.

Para esto se selecciona también un soporte brida de fundición F205 según catálogo de la FAG. Anexo A26

Eje impulsado

Los rodamientos a seleccionar deben soportar solo cargas radiales como se ilustra en la siguiente figura, como los rodamientos a seleccionar soportan las mismas cargas radiales se realizará un solo análisis para los dos puntos.

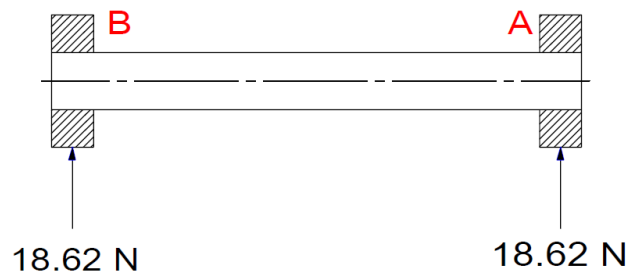


Figura 6-32 Diagrama de fuerzas radiales actuantes en el eje impulsado

6.6.7.2 Análisis para la selección del Rodamiento Puntos A y B, eje impulsado

Carga Estática Equivalente

$P_o = F_r$; Por ser carga radial pura.

De Ec. 6-51

$$C_o = f_s * P_o$$

Donde

$f_s =$ Factor de esfuerzos estáticos = 0.7. Anexo A19

$$C_o = 0.7(18.62 N)$$

$$C_o = 13.034 N$$

Carga dinámica equivalente (C)

De la Ec. 6-52, se calcula C

$$C = P \sqrt[p]{\frac{L_h * n * 60}{1000000 * a_1 * a_{23}}}$$

$p = 3$ para rodamiento de bolas ; Catálogo Fag. Pág. 31

$a_{23} = 1.8$ valor asumido

$a_1 = 0.62$; con probabilidad de fallo del 5%; Anexo A20

Cálculo de la vida nominal L_h

A partir de la Ec. 6.53, se calcula L_h

$$L_h = f_L^p * 500$$

Donde: $f_L =$ Factor de esfuerzos dinámicos = 4 ... 4.5 Anexo A21

$$L_h = 4.5^3 * 500$$

$$L_h = 45562.5 \text{ horas}$$

$$C = 18.62 * \sqrt[3]{\frac{45562.5 * 450 * 60}{1000000 * 0.62 * 1.8}}$$

$$C = 192.35 N$$

Con la carga dinámica calculada se selecciono un rodamiento rígido de bolas con las siguientes características. Anexo A22

Rodamiento rígido de bolas 6205 (d = 25 mm; D = 52 mm; B; 15)

Comprobación

Diámetro medio se calcula a partir de la Ec. 6-54

$$d_m = \frac{52 + 25}{2} = 38.5 \text{ mm}$$

Viscosidad relativa v_1 ; Anexo A23

$$v_1 = 48 \frac{\text{mm}^2}{\text{s}} ; \text{leída en función del } d_m \text{ y la velocidad del eje.}$$

Viscosidad de servicio v

Para esto nos imponemos el aceite ISO VG 100 y con la temperatura de servicio de 50°C.

$$v = 60 \frac{\text{mm}^2}{\text{s}} ; \text{Anexo A24}$$

Ratio de viscosidad k a partir de la Ec. 6-55

$$k = \frac{60 \text{ mm}^2/\text{s}}{48 \text{ mm}^2/\text{s}} = 1.25$$

$$K = K_1 + K_2$$

K_1 y $K_2 = 0$; por ser rodamientos de bolas

$K = 0$; con K y k encontramos a_{23} . Anexo A25

$$a_{23} = 1.8$$

$$C = 18.62 * \sqrt[3]{\frac{45562.5 * 450 * 60}{1000000 * 0.62 * 1.8}}$$

$$C = 192.35 \text{ N}$$

Se selecciona para los dos puntos A y B un Rodamiento Rígido de Bolas 6205 de la FAG. Anexo A22

Para esto se selecciona también un soporte brida de fundición F205 según catálogo de la FAG. Anexo A26

6.6.8 TRANSFERENCIA DE CALOR

Cálculo del calor emitido por la lámpara

Para el cálculo del calor emitido por la lámpara ultravioleta la cual emite radiaciones ultravioletas por tal razón se toma a ésta como un dispositivo que transfiere calor por radiación. De acuerdo a datos del fabricante de la lámpara uv la temperatura de superficie es de 600-800 °C, por razones de seguridad se selecciona la mayor temperatura que es 800 °C.

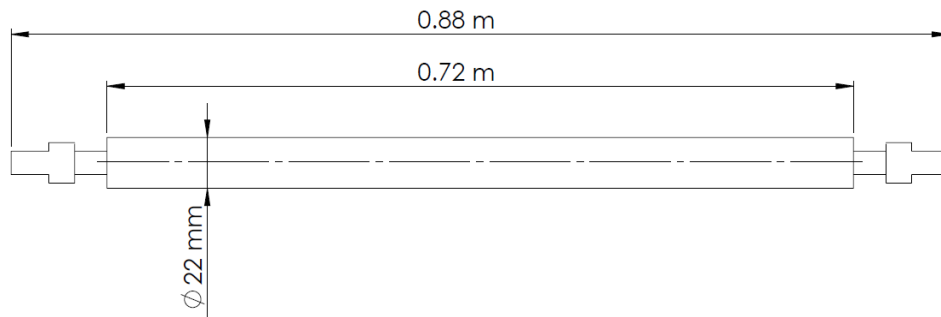


Figura 6-33 Dimensiones lámpara ultravioleta

Fuente: Autor

$$\dot{Q}_{rad} = \varepsilon \sigma A_s (T_s^4 - T_{alred}^4) \quad (\text{Ec. 6-56})$$

Donde

ε = emisividad de la superficie = 0.94; Anexo A27

σ = constante de Stefan – Boltzmann = $5.67 * 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$

T_s = Temperatura de la Superficie de la lámpara = 800°C

T_{alred} = Temperatura de alrededor = 25°C, temperatura ambiente

$$\dot{Q}_{rad} = \varepsilon \sigma A_s (T_s^4 - T_{alred}^4)$$

$$\dot{Q}_{rad} = 0.94 \left(5.67 * 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \cdot \text{K}^4 \right) 0.0158 \text{ m}^2 (1073^4 - 298^4) \text{ K}$$

$$\dot{Q}_{rad} = 1112.43 \text{ W}$$

6.6.8.1 Cálculo de temperatura en el reflector y tapa superior de la campana de protección

Se determina la temperatura en la tapa superior de la campana debido a que esta parte va a estar expuesta para los operarios, por lo que pueden sufrir quemaduras y así seleccionar la ventilación necesaria para mantener esta tapa a una temperatura adecuada.

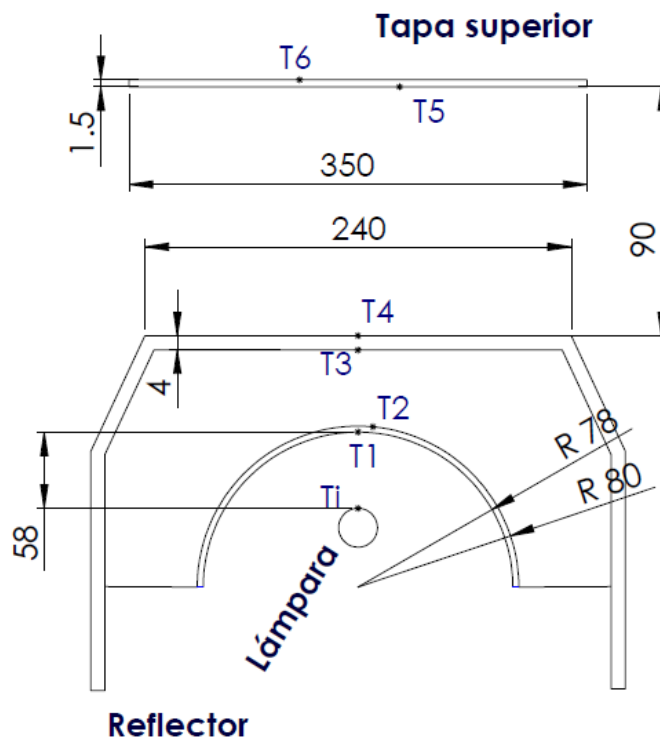


Figura 6-34 Tapa superior y reflector

Fuente: Autor

Cálculo de T1

Teniendo en cuenta que se toma al reflector como un cilindro hueco

$$Q = \frac{\Delta T}{R} \quad (\text{Ec. 6-57})$$

$$R = \frac{1}{h \cdot A_s} \quad (\text{Ec. 6-58})$$

Donde

Q = razón de flujo de calor, Btu/h ó W

T_i = temperatura en la superficie exterior de la lámpara uv

T_1 = temperatura en la superficie interior del reflector

h = coeficiente convectivo aire libre $15 \text{ w/m}^2 \text{ K}$

R = resistencia térmica

Diagrama de resistencia

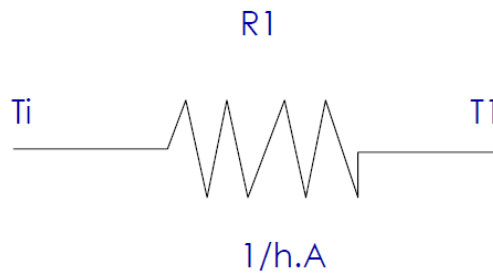


Figura 6-35 Diagrama de resistencia térmica entre T_i y T_1

Fuente: Autor

Partiendo de la Ec. 6-58, se reemplaza Ec. 6.59, para encontrar T_1

$$Q = \frac{\Delta T}{\frac{1}{h * A}}$$

$$1112.43 \text{ W} = \frac{(800 + 273)K - T_1}{\frac{1}{15 \text{ W/m}^2 \text{ K} * (2\pi * 0.078 * 0.85)}}$$

$$T_1 = 894.97 \text{ K}$$

$$T_1 = 621.97 \text{ }^\circ\text{C}$$

Cálculo de T2

Teniendo en cuenta que se toma al reflector como un cilindro hueco

Diagrama de resistencias

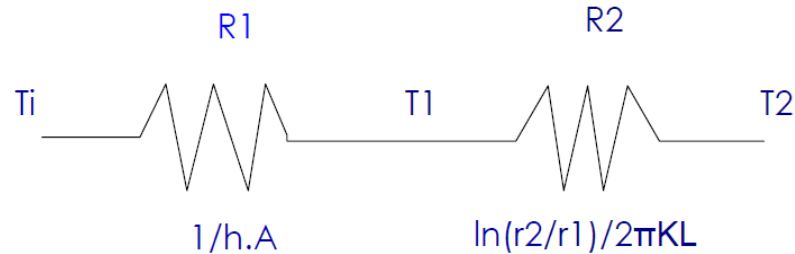


Figura 6-36 Diagrama de resistencia eléctrica entre T_i y T_2

Fuente: Autor

$$Q = \frac{\Delta T}{R}$$

$$R_{conv} = \frac{1}{h * A_s}$$

$$R_{cond} = \frac{\ln(r_2/r_1)}{2\pi KL} \quad (\text{Ec. 6-59})$$

Donde

Q = razón de flujo de calor, Btu/h ó W

T_i = temperatura en la superficie exterior de la lampara uv

T_2 = temperatura en la superficie superior del reflector parabólico

h = coeficiente convectivo aire libre $15 \text{ w/m}^2 \text{ K}$

R = resistencia térmica

K = coeficiente de conductividad térmica del aluminio. Anexo A28

$$Q = \frac{T_i - T_2}{\frac{1}{h * A_s} + \frac{\ln(r_2/r_1)}{2\pi KL}}$$

$$1112.43 \text{ W} = \frac{(800 + 273) - T_2}{\frac{1}{15 \text{ W/m}^2 \text{ K} * (2\pi * 0.078 * 0.85)} + \frac{\ln(0.08/0.078)}{2\pi(237)0.85}}$$

$$T_2 = 894.94 \text{ K}$$

$$T_2 = 621.94 \text{ }^\circ\text{C}$$

Cálculo de T3

Diagrama de resistencias térmicas

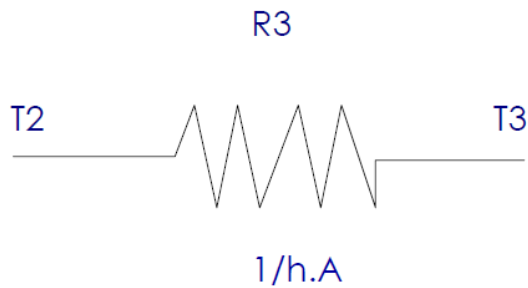


Figura 6-37 Diagrama de resistencia térmica entre T2 y T3

Fuente: Autor

$$Q = \frac{\Delta T}{R}$$

$$R = \frac{1}{h * A_s}$$

Donde

Q = razón de flujo de calor, Btu/h ó W

T₂ = temperatura en la superficie exterior del reflector parabólico

T₃ = temperatura en la superficie interior de la campana del reflector

h = coeficiente convectivo aire libre 15 w/m² K

R = resistencia térmica

K = coeficiente de conductividad térmica del aluminio. Anexo A28

$$Q = \frac{T_2 - T_3}{\frac{1}{h * A}}$$

$$1112.43 \text{ W} = \frac{621.94 - T_3}{\frac{1}{15 \text{ W/m}^2\text{K} * (0.25\text{m} * 0.85\text{m})}}$$

$$T_3 = 272.94 \text{ °C}$$

Cálculo T4

Diagrama de resistencias térmicas

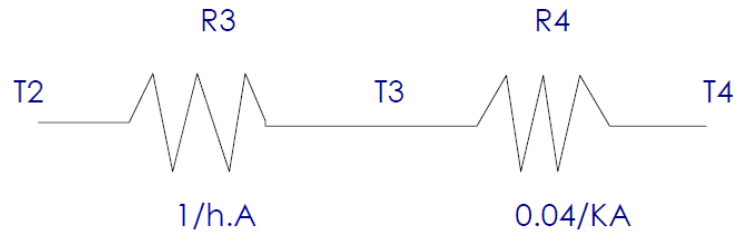


Figura 6-38 Diagrama de resistencia térmica entre T2 y T4

Fuente: Autor

$$Q = \frac{\Delta T}{R}$$

$$R_{conv} = \frac{1}{h * A_s}$$

$$R_{cond} = \frac{0.04}{KA}$$

(Ec. 6-60)

Donde

Q = razón de flujo de calor, Btu/h ó W

T₂ = temperatura en la superficie exterior del reflector

T₄ = temperatura en la superficie exterior de la campana del reflector

h = coeficiente convectivo aire libre 15 w/m² K

R = resistencia térmica

K = coeficiente de conductividad térmica del aluminio. Anexo A28

$$1112.43 \text{ W} = \frac{621.94 - T_4}{\frac{1}{15 \text{ W/m}^2\text{K} * (0.25\text{m} * 0.85\text{m})} + \frac{0.04}{237(0.25 * 0.85)}}$$

$$T_4 = 272.05 \text{ °C}$$

Cálculo de T5

Diagrama de resistencia térmica

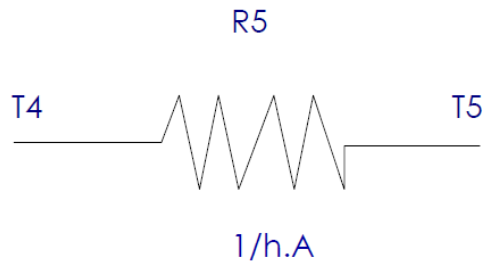


Figura 6-39 Diagrama de resistencia térmica entre T4 y T5

Fuente: Autor

$$Q = \frac{\Delta T}{R}$$

$$R = \frac{1}{h * A_s}$$

Donde

Q = razón de flujo de calor, Btu/h ó W

T₄ = temperatura en la superficie exterior de la campana del reflector

T₅ = temperatura en la superficie interior de la tapa superior

h = coeficiente convectivo aire libre 15 w/m² K

R = resistencia térmica

$$Q = \frac{T_4 - T_5}{\frac{1}{h * A}}$$

$$1112.43 \text{ W} = \frac{272.05 - T_5}{\frac{1}{15 \text{ W/m}^2 \text{ K} * (0.35 \text{ m} * 1.053 \text{ m})}}$$

$$T_5 = 70.82 \text{ °C}$$

Cálculo de T6

Diagrama de resistencias térmicas

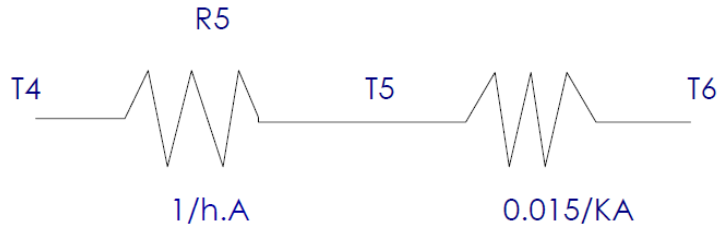


Figura 6-40 Diagrama de resistencia térmica entre T4 y T6

Fuente: Autor

$$Q = \frac{\Delta T}{R}$$

$$R_{conv} = \frac{1}{h * A_s}$$

$$R_{cond} = \frac{0.015}{KA}$$

Donde

Q = razón de flujo de calor, Btu/h ó W

T₄ = temperatura en la superficie exterior de la campana del reflector

T₆ = temperatura en la superficie exterior de la tapa superior

h = coeficiente convectivo aire libre 15 w/m² K

R = resistencia térmica

K = coeficiente de conductividad térmica del acero. 60.5 W/mK. Anexo A29

$$1112.43 \text{ W} = \frac{272.05 - T_6}{\frac{1}{15 \text{ W/m}^2\text{K} * (0.35\text{m} * 1.053\text{m})} + \frac{0.015}{60.5(0.35 * 1.053)}}$$

$$T_6 = 70.08 \text{ °C}$$

Se obtiene una temperatura de 70.08 °C en la superficie exterior de la campana de protección, tal temperatura esta expuesta y los operarios sufriran quemaduras, por tal razón con la ayuda de ventiladores se desea alcanzar una temperatura ambiente de 25°C, en el siguiente apartado se selecciona la cantidad de ventiladores necesarios para llegar a esa temperatura.

6.6.8.2 Selección de ventiladores

De acuerdo a lo anteriormente indicado se considera un ventilador axial de 120 x 120 x 38 mm, con los cálculos a realizarse se determinará si este ventilador es el correcto para poder alcanzar una temperatura ambiente.

Datos del ventilador seleccionado. Anexo A30

$$Rpm = 2600 \text{ rpm} = 272.27 \text{ rad/s}$$

$$\text{Caudal} = 86.3 \text{ CFM}$$

$$R = 60 \text{ mm}$$

Cálculo de la temperatura de película T_f

Para esto se tiene como datos la temperatura estandar de 25 °C y la temperatura promedio de la ciudad de Puyo que es de 20 °C.

$$T_f = \frac{T_s + T_\infty}{2} \quad (\text{Ec. 6-61})$$

Donde

T_s = Temperatura a la que desea alcanzar, de superficie

T_∞ = Temperatura de alrededor, temperatura promedio de la ciudad

$$T_f = \frac{25^\circ\text{C} + 20^\circ\text{C}}{2}$$

$$T_f = 22.5 \text{ }^\circ\text{C}$$

Con la temperatura calculada se lee los siguientes datos en la tabla del Anexo A31

Datos leídos

$$c_p = \text{calor específico} = 1\,007 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

$$K = \text{Conductividad térmica} = 0.025325 \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}}$$

$$\nu = \text{Viscosidad cinemática} = 1.539 * 10^{-5} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$$

$$Pr = \text{Número de Prandtl} = 0.73025$$

Con los datos leídos en la tabla del Anexo A31 se calcula el número de Reynolds.

$$Re_L = \frac{V * L}{\nu} \quad (\text{Ec. 6-62})$$

Donde

V= velocidad uniforme

L=Longitud de la tapa superior de la campana de protección de la lámpara.

Para esto primero calculamos la velocidad uniforme en m/s, despejando V de la Ec. 6-12

$$V = \omega \times R$$

$$V = 272.27 \frac{\text{rad}}{\text{s}} (0.06 \text{ m}) = 16.34 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Reemplazamos V en Ec. 6-63

$$Re_L = \frac{16.34 \frac{\text{m}}{\text{s}} (1.053 \text{ m})}{1.539 * 10^{-5} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}}$$

$$Re_L = 1118000$$

Cálculo del número de Nusselt promedio

Con el valor encontrado del número de Reynolds se dice que el flujo es turbulento.
Anexo A32.

$$Nu = 0.037Re_L^{0.8}Pr^{1/3} \quad (\text{Ec. 6-63})$$

Donde

Re_L = Número de Reynolds

Pr = Número de Prandtl

$$Nu = 0.037(1118000)^{0.8}0.73025^{1/3}$$

$$Nu = 2298.506$$

Cálculo del coeficiente de convección promedio h

$$Nu = \frac{hL}{K} \quad (\text{Ec. 6-64})$$

Datos

Nu = Número de Nusselt promedio

L = Longitud total de la tapa superior

K = Conductividad térmica Leído en el Anexo A31

h = Coeficiente de convección promedio

$$2298.506 = \frac{h (1.053m)}{0.025325 \frac{W}{m \cdot K}}$$

$$h = 55.27 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

Cálculo de la razón de la transferencia de calor Q

$$Q = hA_s(T_s - T_\infty) \quad (\text{Ec. 6-65})$$

Donde

A_s = Área de la superficie de la tapa superior de la campana de protección.

T_s = Temperatura a la que debe estar la superficie de la tapa superior de la campana.

T_{oo} = Temperatura de alrededor, temperatura promedio de la ciudad.

$$Q = 55.27 \frac{W}{m^2 \cdot K} (0.35m * 1.053m)((25 + 273) - (20 + 273))$$

$$Q = 101.85 W.$$

Con este dato calculado se selecciona un ventilador de tipo axial AC 120 x 120 x 38.5 mm, con potencia de 25.61 W, (Anexo A30) para poder mantener la tapa superior a temperatura de 25 °C, debe ubicar 3 ventiladores de la potencia ya antes indicada y así alcanzar la potencia requerida calculada.

6.6.9 DISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO Y DE CONTROL

6.6.9.1 Sistema eléctrico

Este sistema es el encargado y el responsable del funcionamiento del túnel de curado de barniz, es por eso que se utilizó equipos nuevos y modernos de fácil montaje y operación.

Variador de frecuencia

Es el que nos permite controlar la velocidad del motor de la banda transportadora por lo que se seleccionó un variador de frecuencia de acuerdo a la potencia anteriormente calculada. En la tabla siguiente se indica las características del variador de frecuencia seleccionado.

Modelo: SV004iE5 – 1C		
Peso	0.67 kg	
Temperatura de operación	-10 a 40°C	
Humedad relativa	90% o menor (Sin condensación)	
Cap. máx. del motor	1.1 kW	
Máxima frecuencia	60 Hz	
Salida nominal	Capacidad nominal	1.14 KVA
	Corriente nominal	3 A
	Frecuencia de salida	0-200Hz
	Tensión de salida	200-230 V Trifásica
Entrada nominal	Tensión aplicable	200-230V trif. y Mono
	Frecuencia entrada	50-60 Hz
	Corriente nominal	3.5 A
Condición de instalación	Ambiente libre de gas corrosivo, gas inflamable, vapor de aceite, polvo	

Tabla 6-1 Características del variador de frecuencia

Fuente: Convertidores de frecuencia LS

En figura 6.41 se indica el circuito de conexión del Variador de frecuencia para la banda transportadora.

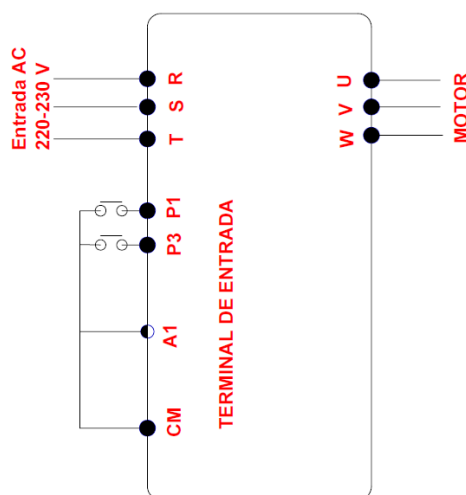


Figura 6-41 Diagrama para conexión del variador

Fuente: Autor

De la figura 6.41 se tiene que

Terminal de entrada	Función
P1	Marcha del motor
P3	Paro del motor
A1	Potenciómetro
CM	Terminal común 24 V

Tabla 6-2 Parámetros de funcionamiento del variador

Fuente: Autor

En la siguiente tabla se muestra las configuraciones que se le dio al variador para el funcionamiento adecuado de la banda transportadora.

Indicador en el display	Nombre	Dato de funcionamiento	
0.0	Consigna de Frecuencia	7.5 Hz	
Drv	Modo de avance	Fx	Comando de operación de avance y paro
ACC	Tiempo de aceleración	5 segundos	
Dec	Tiempo de desaceleración	10 segundos	
Frq	Modo de frecuencia	Analógico	entrada al borne A1
Drc	Selección de dirección de rotación del motor	F	operación de avance

Tabla 6-3 Configuración del variador

Fuente: Autor

6.6.9.2 Sistema de control

Descripción de funcionamiento

Para que todo el circuito se energice se debe permitir el paso de la corriente mediante el accionamiento del interruptor, luego pulsando el pulsador P1 se enclava

la bobina del contactor KM1 y se enciende el motor el cual es controlado por un variador de frecuencia, luego pulsando en P3 y enclavándose la bobina del contactor KM2 se encienden los ventiladores, y por ultimo pulsando en P5, y ya enclavadas las bobinas de los contactores KM1 y KM2, se enclava el contactor KM3, permitiendo así el paso de la corriente hacia el transformador y por consiguiente el encendido de la lámpara uv. Cabe recalcar que si se desenclava KM1 o KM2 la bobina de KM3 se desenclava automáticamente apagando así la lámpara Uv, esto por motivo de seguridad y proteger otros elementos constituyentes del túnel de curado de barniz uv como la banda de malla de teflón.

En la figura 6-42 se indica el diagrama de mando del túnel de curado de barniz uv.

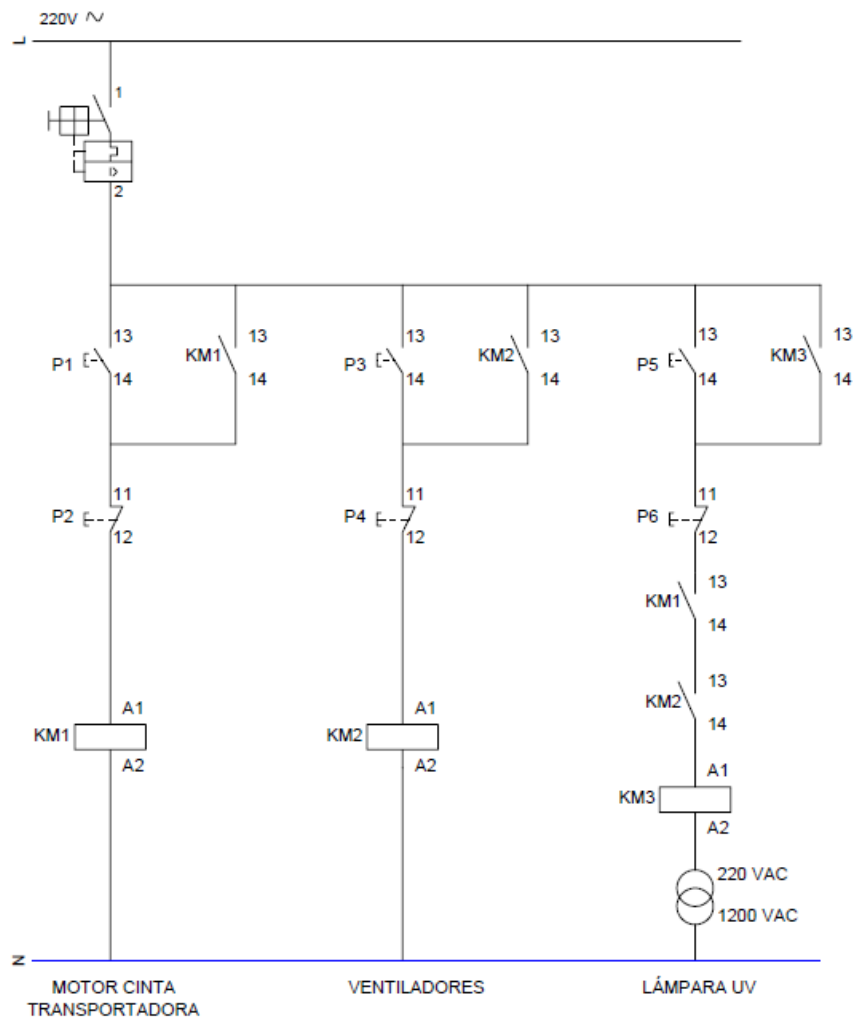


Figura 6-42 Circuito de mando de la máquina

Fuente: Autor

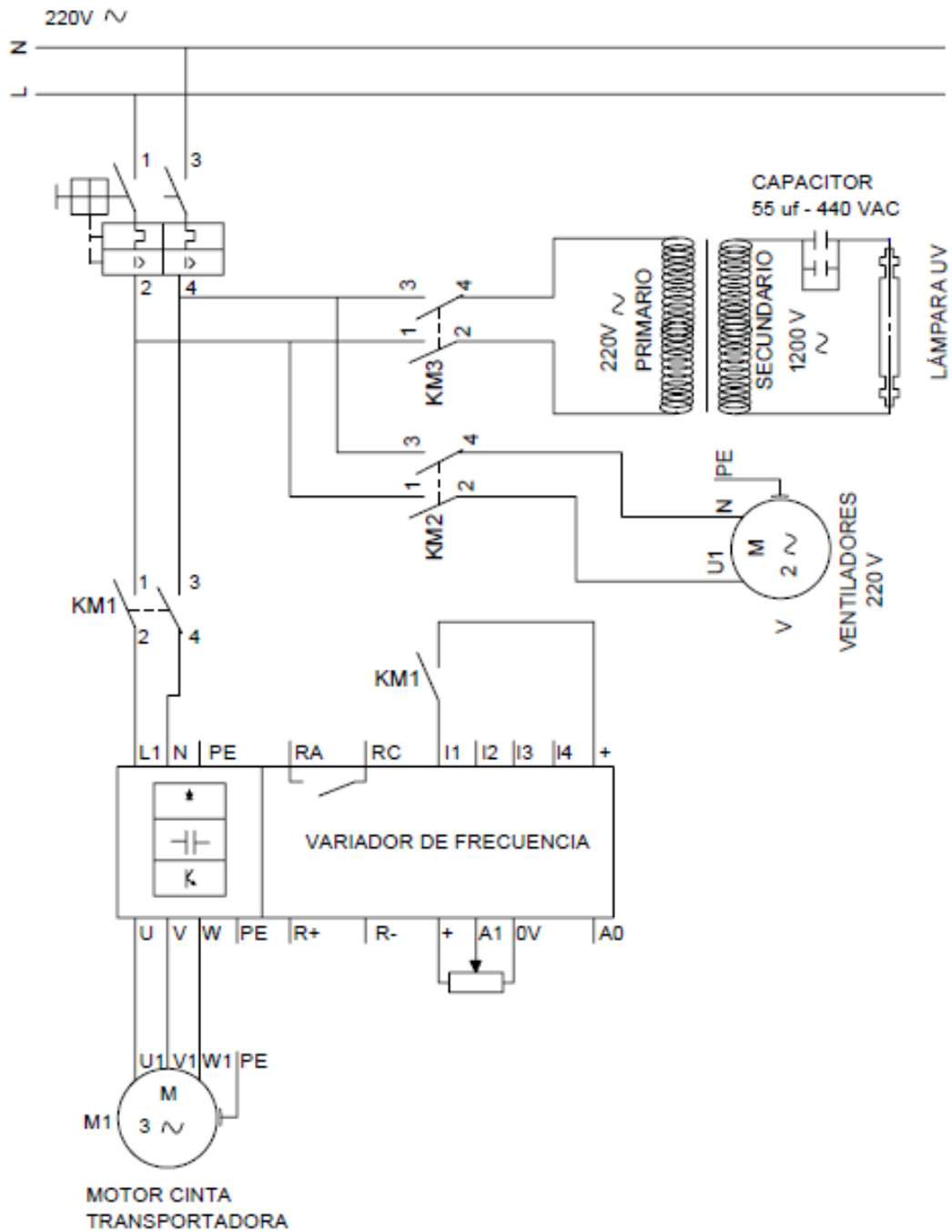
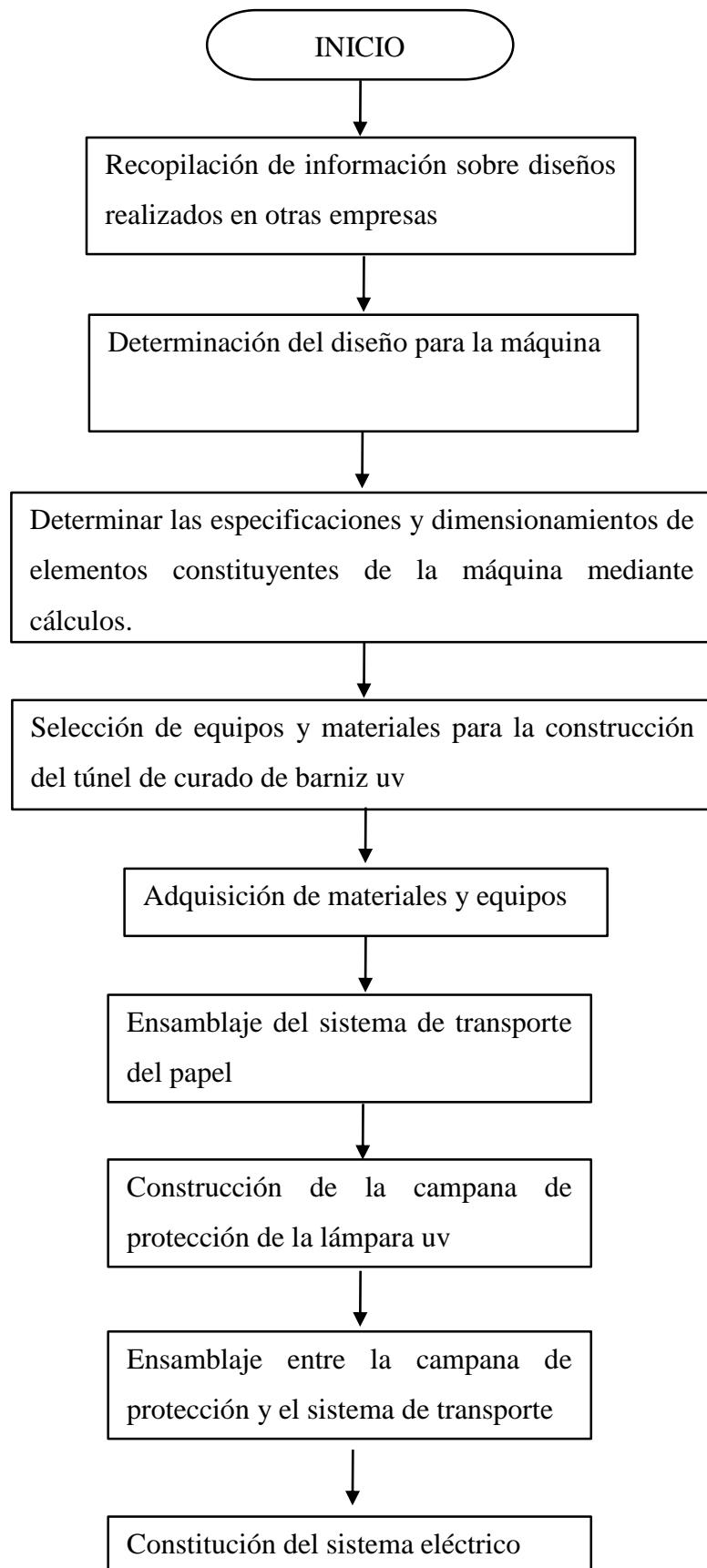


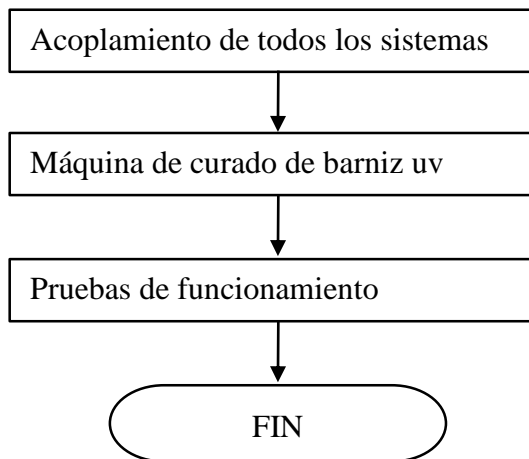
Figura 6-43 Circuito de Potencia de la máquina

Fuente: Autor

6.7 METODOLOGÍA

La metodología que se realizó para la construcción, ensamblaje y automatización del túnel de curado de barniz uv se describe a continuación.





6.7.1 Precauciones y seguridad

Para seguridad de la banda y de los operarios el sistema de control de la lámpara uv es consecutivo, es decir que la lámpara se enciende si solo si la banda, los ventiladores y el extractor ya están encendidos caso contrario esta no se enciende, y de igual manera si la máquina ya está en funcionamiento y se pulsa el botón de apagado de los ventiladores o de la banda, el contacto de la lámpara se desenclava y se apaga la lámpara.

1. Cuando la máquina esté en funcionamiento prohibido poner las manos o alguna parte de cuerpo sobre la campana de protección de la lámpara ya que esta se encuentra a temperaturas elevadas.
2. La cinta transportadora no puede estar apaga o detenerse cuando la lámpara este encendida.
3. El operario debe utilizar vestimenta y equipo adecuado, debido a que la lámpara emite rayos ultravioletas los cuales son dañinos para la salud.
4. Al revisar el estado de la lámpara uv no se debe tocar por ninguna manera con los dedos la parte del cristal.

5. Al estar en contacto con la caja eléctrica o el panel de control, evite el contacto con el transformador de alto voltaje.
6. Primero se debe sincronizar las velocidades de la banda con la velocidad de la máquina barnizadora antes de encender la lámpara, y dejarla con esa velocidad hasta culminar su funcionamiento.

6.8 ADMINISTRACIÓN

A continuación se contemplan los costos económicos que representan el diseño y la construcción de un túnel de curado de barniz uv, costos de la adquisición de materiales, maquinaria utilizada,

6.8.1 COSTOS DIRECTOS

Cantidad: C

Costo Unitario: C.U

Costo total: C.T

Costo de materiales y accesorios mecánicos				
Material	Unidad	C	C.U	C.T
Perfil estructural tipo G 100 x 50 x 3 mm	Unidad 6 m	2	28.82	57.64
Tubo rectangular 50 x 25 x 1.5 mm	Unidad 6 m	1	13.91	13.91
Tubo cuadrado 20 x 20 x 1.5 mm	Unidad 6 m	2	5.91	11.82
Tubo cuadrado 50 x 50 x 1.5 mm	Unidad 6 m	1	17.62	17.62
Plancha de tol galvanizado	unidad	3	19.96	59.88
Eje AISI 1020 de Φ 1 1/2 plg	cm	95	10.00	10.00
Eje AISI 1020 de Φ de 1/2 plg	cm	85	10.00	10.00
Platina de 100 x 100 x 4 mm	unidad	4	2.00	8.00

Platina de 300 x 300 x 4 mm	unidad	1	4.00	4.00
Rodillo motriz	unidad	1	201.60	201.60
Rodillo de cola	unidad	1	201.60	201.60
Templadores de banda	unidad	2	168.00	168.00
Varilla cuadrada 10 x 10	m	5	5.00	5.00
Banda de teflón	unidad	1	764.40	764.40
Refractor de aluminio	unidad	1	80.00	80.00
Polea Φ 5 plg	unidad	1	6.00	6.00
Polea Φ 3 plg	unidad	1	3.00	3.00
Banda de transmisión V	unidad	1	5.00	5.00
Chumacera de pared UCF208 1 ½ plg	unidad	4	12.50	50.00
Rodamiento rígido de bolas 16002	unidad	3	1.00	3.00
Ruedas de Φ 4 plg	unidad	6	0.95	5.70
Remaches 3/16 x ½	unidad	500	0.02	10.00
Bisagra de piano	metro	3.5	3.00	3.00
Perno de ½ plg x 1 1/2	unidad	8	0.55	4.40
Perno de ½ plg x 2	unidad	8	0.65	5.20
Perno de ¼ plg	unidad	4	0.20	0.80
Tuerca Acero G8 SAE UNC 1/2 pulg	unidad	16	0.15	2.40
Tuerca Acero G8 SAE UNC 1/4 pulg	unidad	4	0.06	0.24
Arandela de ½ plg	unidad	16	0.10	1.60
Arandela de ¼ plg	unidad	4	0.05	0.20
Electrodo E 6011	lb	7	2.25	15.75
Pintura	litros	3	4.80	14.40
Macilla	litros	1	6.70	6.70
TOTAL				\$ 1748.86

Tabla 6-4 Costo de materiales y accesorios mecánicos

Fuente: Autor

Costo de materiales y equipos eléctricos			
Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Costo total
Motor trifásico	1	119.51	119.51
Lámpara Uv de 28 plg	1	369.60	369.60
Transformador de alta tensión	1	1500.00	1500.00
Contactador de 220V	3	44.00	132.00
Relé térmico de 220V	2	20.00	40.00
Pulsadores marcha y paro	4	2.86	11.44
Potenciómetro	1	1.00	1.00
Ventilador axial 120x 120	3	15.00	45.00
Cable flexible #8	30m	0.65	19.50
Cable flexible #10	10m	0.45	4.50
Variador de frecuencia trifásico de ½ hp	1	157.14	157.14
Interruptor Termomagnético	1	8.25	8.25
TOTAL			\$ 2407.94

Tabla 6-5 Costo de materiales y accesorios eléctricos

Fuente: Autor

6.8.2 COSTOS INDIRECTOS

Costo de maquinaria y equipo utilizado			
Maquinaria	Tiempo uso	Costo/hora	Costo total
Soldadora eléctrica	15	5.00	75.00
Torno	2	5.00	10.00
Compresor	3	5.00	15.00
Esmeril	2	3.00	6.00
Amoladora	5	5.00	25.00
Taladro	3	3.00	9.00

Herramientas		10.00	10.00
TOTAL			\$ 150.00

Tabla 6-6 Costo de maquinaria y equipo utilizado

Fuente: Autor

Costo mano de obra			
Descripción	Costo x hora	Horas elaboradas	Costo total
Maestro mecánico	2.50	80.00	200.00
Técnico eléctrico	50.00	20.00	1000.00
TOTAL			\$ 1200.00

Tabla 6-7 Costo por mano de obra

Fuente: Autor

Costo máquina	
Descripción	Costo
Materiales y Accesorios mecánicos	1748.86
Materiales eléctricos	2407.94
Maquinaria y equipo utilizado	150.00
Mano de Obra	1200.00
Costo Total	\$ 5506.8

Tabla 6-8 Costo total de la máquina

Fuente: Autor

6.9 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

6.9.1 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO Y RESULTADOS

Para garantizar el buen funcionamiento y eficiencia de la máquina se realizó pruebas de funcionamiento para así poder visualizar y obtener resultados reales de la misma.

6.9.1.1 Pruebas de funcionamiento

Para esto se procedió a verificar con cada una de las partes y equipos constitutivos de la máquina mostrados en la siguiente tabla, marcando con una X si cumple con su función o no.

Pruebas de Funcionamiento			
Partes Constitutivas		Verificación	
Descripción	Función	Cumple	No cumple
Variador de Frecuencia	Control de velocidad del motor de la banda transportadora	X	
Motor	Movimiento de avance del rodillo motriz de la banda transportadora	X	
Pulsador ON/OFF del motor	Encendido y apagado del motor	X	
Pulsador ON/OFF de los ventiladores	Encendido y apagado de los ventiladores	X	
Pulsador ON/OFF de la lámpara	Encendido y apagado de la lámpara	X	
Templadores de la banda	Tensionar la banda transportadora	X	
Ventiladores	Enfriar la campana de protección de la lámpara	X	
Lámpara	Curar el barniz uv	X	
Transformador	Elevar el voltaje para el funcionamiento de la lámpara	X	
Potenciómetro	Regula la velocidad del motor mediante el variador de frecuencia	X	
Eje-Rodillos	Movimiento de la banda transportadora	X	
Contactores	Controlar el paso y corte de la corriente eléctrica	X	

Tabla 6-9 Verificación de funcionamiento de las partes constitutivas de la máquina

Fuente: Autor

6.9.1.2 Resultados de eficiencia de trabajo de la máquina

Para esto se verificó la capacidad de trabajo de la máquina barnizadora, la cual su capacidad de producción es de 40 pliegos/min, dato obtenido mediante la observación directa en la empresa que se realizó el proyecto, cuya capacidad de producción es mucho mayor que la capacidad de producción de la empresa que prestaba el servicio de uv. En la tabla 6-10 se muestra resultados con trabajos reales realizados en la empresa.

Descripción	Cantidad	Tiempo de demora
Hojas volantes	10000	4 h y 10 min
Afiches	1000	25 min
Total	11000	4 h y 35 min

Tabla 6-10 Tiempo de demora para realizar el proceso de curado uv

Fuente: Autor

En la tabla 6-10 se mostró el tiempo total que se demora en realizar el proceso de curado de barniz uv, con una cierta cantidad de producto el cual fue de 4h y 35min, esto con el proceso instalado, en la tabla 6-11 se muestra los mismos productos, con la misma cantidad, el tiempo que se demoraba en enviar el producto a la empresa que prestaba el servicio de uv, para esto se considera tiempos como envío, tiempo que la empresa reciba el producto entre otros los cuales se muestran en la tabla 4-12, y se toma como tiempos muertos.

Descripción	Cantidad	Tiempos Muertos	Tiempo de demora en el proceso de curado uv	Tiempo total
Hojas volantes	10000	37 h y	9 h y 48 min	48 h
Afiches	1000	14 min	58 min	
Total				48 h

Tabla 6-11 Tiempo de demora sin el proceso instalado

Fuente: Autor

Se compara entre los dos resultados de las tablas 6-10 y 6-11 y se obtiene que el tiempo antes de la implementación es de 48h y el tiempo con la máquina ya implementada es de 4 h y 35 min, siendo así notable la reducción de tiempos para dicho proceso.

6.9.2 RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN

Para tener una visión clara sobre el tiempo en que se podrá recuperar la inversión en el presente proyecto se realiza un análisis de acuerdo a la producción que suministra la máquina ya instalada en la empresa para esto se toma los valores escritos en el apartado 6.9.1.2 y mostrados en las tablas 6.10 y 6.11.

La producción promedio que realiza la empresa es de 11000 unidades durante un mes, por lo tanto el tiempo antes de la implementación fue de 48 horas y con la máquina ya instalada existe un tiempo de 4 h y 35 min, por lo que existe una reducción de 43 y 25 min, es decir 43.417 horas.

Un empleado de la empresa gana 2.50 dólares la hora de servicio. (Dato proporcionado por la empresa interesada del proyecto).

Entonces lo que ahorraría la empresa es:

1 h -----2.50 dólares

43.417 h ----- x

x = 108.543 dólares

Esto quiere decir que al mes hay un ahorro de 108.543 dólares y un ahorro anual de 1302.516 dólares.

El costo total del proyecto es de 5506.8 dólares, entonces ésta inversión se la recupera en un tiempo estimado de 8 años de vida útil de la máquina.

Análisis del VAN

El valor del VAN se va a analizar con una tasa de descuento del 12% que es la tasa mínima bancaria.

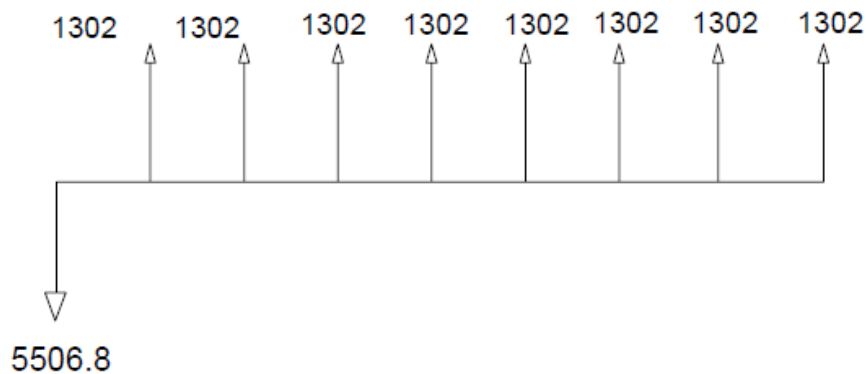


Figura 6-44 Flujo operativo

Fuente: Autor

$$VAN = -P + \frac{FE1}{(1+i)^1} + \frac{FE2}{(1+i)^2} + \frac{FE3}{(1+i)^3} + \frac{FE4}{(1+i)^4} + \frac{FE5}{(1+i)^5} + \frac{FE6}{(1+i)^6} \quad (\text{Ec. 6-66})$$

Donde:

VAN= valor actual neto

i= interés

Fe= flujo efectivo

$$VAN = -5506.8 + \frac{1302.516}{(1 + 0.12)^1} + \frac{1302.516}{(1 + 0.12)^2} + \frac{1302.516}{(1 + 0.12)^3} + \frac{1302.516}{(1 + 0.12)^4} + \frac{1302.516}{(1 + 0.12)^5} + \frac{1302.516}{(1 + 0.12)^6} + \frac{1302.516}{(1 + 0.12)^7} + \frac{1302.516}{(1 + 0.12)^8}$$

$$VAN = 963.63 \text{ USD}$$

Interpretación del VAN

El valor del VAN es de 963.63 USD, por lo que la inversión se recupera en el séptimo período.

6.9.3 Conclusiones

1. Con la implementación del túnel de curado de barniz en la empresa se redujo notablemente el tiempo del proceso de curado de barniz uv
2. El diseño de la máquina se adapta a las necesidades y exigencias establecidas para este tipo de maquinaria gráfica
3. Es más económico construir la maquinaria que comprar una de las mismas características.
4. La máquina puede trabajar a diferentes velocidades, es así que se puede sincronizar su velocidad con la velocidad de la máquina barnizadora.

6.9.4 Recomendaciones

1. Si la lámpara tuvo contacto con los dedos o la piel se debe limpiar con alcohol suavemente.
2. Revisar los tensores y que la banda de malla de teflón este con una tensión adecuada.
3. Retirar el papel que llega a la mesa de descarga al final de la banda transportadora cada momento que este se vaya acumulando.
4. Utilizar el equipo de protección adecuado al operar la máquina.

BIBLIOGRAFÍA

1. Andrade, M., y Rasgado, R. (2006). *Túnel de fotopolimerización para el curado de papel tamaño doble carta* (Tesis de Ingeniería). Instituto Politécnico Nacional. México D.F.
2. Betancourt, H., Manríquez, O., Guzman, A., & Meza, E. (20013). *Horno de curado para barniz UV*. México.
3. Bolton, W. (2006). *Sistemas de control electrónico en ingeniería mecánica y eléctrica*. México: Alfaomega.
4. Briones, R. (2009). *Control de producción*. Riobamba: Autor.
5. Business Solutions. (2010). *Productividad*. Rosario: Autor.
6. Calderón, J., & Sánchez, Y. (2004). *Mediciones e instrumentacion industrial*. Autor.
7. COLORBAR, s.a. (2010). *Todo sobre UV*. Barcelona: Colorgraf.
8. Díaz, M., y Saboyá, C. (2003). *Desarrollo de un barniz de secado por luz ultravioleta para el sector de las artes gráficas en Colombia* (Tesis de Ingeniería). Universidad Nacional de Colombia. Manizales.
9. Enemaq s.l. (2012). *Tipos de lamparas Ultravioletas*. Valencia: Autor.
10. Gomez, L. (2010). *Automatización Industrial*. Valencia: Autor.
11. Luaces, A. (2008). *Bandas de malla metálica/teflón*. México: Autor.

12. Marti, F. (2011). *Regulación de velocidad de motores asíncronos trifásicos*. I.E.S. Antonio Jose CavanillesS Alicante.
13. Morales, J., y Rodríguez, D. (2012). *Diseño y construcción de un túnel de secado de barniz mediante rayos ultravioleta* (Tesis de Ingeniería). Universidad Politécnica Salesiana. Quito.
14. Morales, O. (2011). *Eficiencia y seguridad de hornos de luz ultravioleta para curado de tintas en procesos litográficos* (Tesis de Ingeniería). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
15. QuimiNet. (2011). *El barniz UV*. México: Autor.
16. Reynoso, L. (2013). Oportunidades de crecimiento para los acabados de postimpresión. *Graphics of the Americas*, 3.
17. Ricard Casals Consultants, S.A. (2005). *Incorporacion del secado ultravioleta UV*. Bilbao: Euskadi.
18. Suárez, W., y Toscano, H. (2010). *Diseño e implementación de un sistema de control para repotenciar una máquina barnizadora de papel* (Tesis de ingeniería). Escuela Politécnica Nacional. Quito.
19. Tecpro. (2012). *Barniz alto brillo*. México D.F: Autor.
20. Vilches, E. (2013). *El contactor*. Buenos Aires: Autor.
21. RICHARD G. BUDYNAS y J. KEITH NISBETT (2005), *Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley*, Mc Graw Hill, México

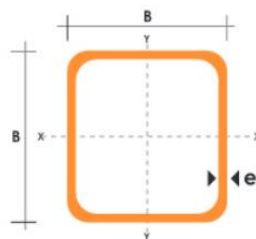
ANEXO A: DISEÑO MECÁNICO

Anexo A1: Peso tubo rectangular

DIMENSIONES				AREA	EJES X-X			EJES Y-Y		
A mm	B mm	ESPESOR mm	PESO Kg/m	AREA cm2	I cm4	W cm3	i cm	I cm4	W cm3	i cm
10	20	0,8	0,36	0,45	0,08	0,04	0,41	0,23	0,09	0,71
12	25	0,8	0,43	0,53	0,43	0,34	0,90	0,13	0,22	0,50
12	25	1,0	0,54	0,77	0,59	0,48	0,88	0,18	0,30	0,49
15	25	0,8	0,49	0,61	0,23	0,12	0,62	0,52	0,21	0,92
15	25	1,0	0,64	0,83	0,31	0,15	0,61	0,69	0,28	0,91
15	25	1,2	0,69	0,90	0,33	0,16	0,60	0,74	0,30	0,91
20	30	0,8	0,61	0,77	0,53	0,26	0,82	0,99	0,40	1,13
20	30	1,2	0,90	1,14	0,75	0,37	0,81	1,42	0,57	1,11
20	40	0,8	0,74	0,93	0,67	0,34	0,85	1,98	0,79	1,46
20	40	1,0	0,92	1,27	0,89	0,45	0,84	2,66	1,06	1,45
20	40	1,2	1,09	1,38	0,96	0,48	0,83	2,87	1,15	1,44
20	40	1,5	1,35	1,65	3,10	1,60	1,37	1,06	1,06	0,82
20	50	1,2	1,29	1,62	1,17	0,59	0,85	5,02	2,01	1,76
20	50	1,5	1,59	2,14	1,48	0,74	0,83	6,48	2,59	1,74
25	50	0,8	0,95	1,08	3,59	1,43	1,62	1,24	0,99	1,07
25	50	1,0	1,15	1,36	4,47	1,79	1,81	1,53	1,22	1,06
25	50	1,2	1,37	1,57	5,10	2,04	1,80	1,74	1,40	1,05
25	50	1,5	1,82	2,10	6,39	2,56	1,74	2,19	1,75	1,02
30	50	0,8	0,98	1,25	2,01	1,01	1,27	4,42	1,77	1,88
30	50	1,0	1,23	1,71	2,69	1,35	1,25	5,95	2,38	1,86
30	50	1,2	1,47	1,86	2,91	1,46	1,25	6,44	2,58	1,86
30	50	1,5	1,88	2,25	7,27	2,91	1,80	3,32	2,21	1,21

Anexo A2: Peso tubo cuadrado

DIMENSIONES			AREA	EJES X-Xe Y-Y		
A mm	ESPESOR mm	PESO Kg/m	AREA cm2	I cm4	W cm3	i cm
20	1,2	0,72	0,90	0,53	0,53	0,77
20	1,5	0,88	1,05	0,58	0,58	0,74
20	2,0	1,15	1,34	0,69	0,69	0,72
25	1,2	0,90	1,14	1,08	0,87	0,97
25	1,5	1,12	1,35	1,21	0,97	0,95
25	2,0	1,47	1,74	1,48	1,18	0,92
30	1,2	1,09	1,38	1,91	1,28	1,18
30	1,5	1,35	1,65	2,19	1,46	1,15
30	2,0	1,78	2,14	2,71	1,81	1,13
40	1,2	1,47	1,80	4,38	2,19	1,25
40	1,5	1,82	2,25	5,48	2,74	1,56
40	2,0	2,41	2,94	6,93	3,46	1,54
40	3,0	3,54	4,44	10,20	5,10	1,52
50	1,5	2,29	2,85	11,06	4,42	1,97
50	2,0	3,03	3,74	14,13	5,65	1,94
50	3,0	4,48	5,61	21,20	8,48	1,91
60	2,0	3,66	3,74	21,26	7,09	2,39
60	3,0	5,42	6,61	35,06	11,69	2,34
75	2,0	4,52	5,74	50,47	13,46	2,97
75	3,0	6,71	8,41	71,54	19,08	2,92
75	4,0	8,59	10,95	89,98	24,00	2,87
100	2,0	6,17	7,74	122,99	24,60	3,99
100	3,0	9,17	11,41	176,95	35,39	3,94
100	4,0	12,13	14,95	226,09	45,22	3,89
100	5,0	14,40	18,36	270,57	54,11	3,84



Anexo A3: Factor de longitud efectiva

Tabla 5.1 Valores aproximados del factor de longitud efectiva, K .						
Las líneas punteadas muestran la forma pandeada de la columna	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
Valor K teórico	0.5	0.7	1.0	1.0	2.0	2.0
Valores recomendados de diseño cuando las condiciones reales son aproximadas	0.65	0.80	1.2	1.0	2.10	2.0

Anexo A4: Distancia entre tambores

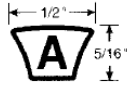
Ubicación	Distancia entre tambores (m)					
	50	100	200	300	400	500
C en superficie	2,1	1,8	1,4	1,21	1,18	1,1
C en interior	3,8	3,2	2,6	2,2	1,9	1,8

Anexo A5: Potencia suplementaria N_s

Ancho de banda B (mm)	Potencia suplementaria N_s (HP)
≤ 500	1.v
≤ 1000	2.v

Anexo A6: Tipo de banda

Bandas Hi-Power II



Sección A

Banda No.	Circunferencia Exterior (Pulg.)	Banda No.	Circunferencia Exterior (Pulg.)
A16	18	A65	67
A17	19	A66	68
A18	20	A67	69
A19	21	A68	70
A20	22	A69	71
A21	23	A70	72
A22	24	A71	73
A23	25	A72	74
A24	26	A73	75
A25	27	A74	76
A26	28	A75	77
A27	29	A76	78
A28	30	A77	79
A29	31	A78	80
A30	32	A79	81
A31	33	A80	82

Anexo A7: Longitud interior de la banda

Tabla 17-10

Circunferencias interiores de bandas en V estándar

Sección	Circunferencia, pulg
A	26, 31, 33, 35, 38, 42, 46, 48, 51, 53, 55, 57, 60, 62, 64, 66, 68, 71, 75, 78, 80, 85, 90, 96, 105, 112, 120, 128
B	35, 38, 42, 46, 48, 51, 53, 55, 57, 60, 62, 64, 65, 66, 68, 71, 75, 78, 79, 81, 83, 85, 90, 93, 97, 100, 103, 105, 112, 120, 128, 131, 136, 144, 158, 173, 180, 195, 210, 240, 270, 300
C	51, 60, 68, 75, 81, 85, 90, 96, 105, 112, 120, 128, 136, 144, 158, 162, 173, 180, 195, 210, 240, 270, 300, 330, 360, 390, 420
D	120, 128, 144, 158, 162, 173, 180, 195, 210, 240, 270, 300, 330, 360, 390, 420, 480, 540, 600, 660
E	180, 195, 210, 240, 270, 300, 330, 360, 390, 420, 480, 540, 600, 660

Anexo A8: Dimensiones de conversión de longitud

Tabla 17-11

Dimensiones de conversión de longitud. (Sume la cantidad que se muestra a la circunferencia interior para obtener la longitud de paso en pulgadas)

Sección de la banda	A	B	C	D	E
Cantidad a sumar	1.3	1.8	2.9	3.3	4.5

Anexo A9: Factor de corrección del ángulo de contacto K1

Tabla 17-13

Factor de corrección del ángulo de contacto K_1 para transmisiones de banda plana VV* y en V

$\frac{D-d}{C}$	θ , grados	VV	K_1 Plana en V
0.00	180	1.00	0.75
0.10	174.3	0.99	0.76
0.20	166.5	0.97	0.78
0.30	162.7	0.96	0.79
0.40	156.9	0.94	0.80
0.50	151.0	0.93	0.81
0.60	145.1	0.91	0.83
0.70	139.0	0.89	0.84
0.80	132.8	0.87	0.85
0.90	126.5	0.85	0.85
1.00	120.0	0.82	0.82
1.10	113.3	0.80	0.80
1.20	106.3	0.77	0.77
1.30	98.9	0.73	0.73
1.40	91.1	0.70	0.70
1.50	82.8	0.65	0.65

*Un ajuste de curva de la columna VV en términos de θ es
 $K_1 = 0.143\ 543 + 0.007\ 46\ 8\ \theta - 0.000\ 015\ 052\ \theta^2$
 en el intervalo de $90^\circ \leq \theta \leq 180^\circ$.

ANEXO A10: Factor de corrección de longitud de banda K2

Tabla 17-14

Factor de corrección de longitud de banda K_2 *

Factor de longitud	Longitud nominal de la banda, pulg				
	Bandas A	Bandas B	Bandas C	Bandas D	Bandas E
0.85	Hasta 35	Hasta 46	Hasta 75	Hasta 128	
0.90	38-46	48-60	81-96	144-162	Hasta 195
0.95	48-55	62-75	105-120	173-210	210-240
1.00	60-75	78-97	128-158	240	270-300
1.05	78-90	105-120	162-195	270-330	330-390
1.10	96-112	128-144	210-240	360-420	420-480
1.15	120 y mayor	158-180	270-300	480	540-600
1.20		195 y mayor	330 y mayor	540 y mayor	660

*Multiplique la potencia nominal de la banda por este factor para conseguir la potencia corregida.

ANEXO A11: Potencia nominal de bandas en V; Htab

Tabla 17-12

Potencias nominales de bandas en V estándar

Sección de la banda	Diámetro de paso de la polea, pulg	Velocidad de la banda, pie/min				
		1 000	2 000	3 000	4 000	5 000
A	2.6	0.47	0.62	0.53	0.15	
	3.0	0.66	1.01	1.12	0.93	0.38
	3.4	0.81	1.31	1.57	1.53	1.12
	3.8	0.93	1.55	1.92	2.00	1.71
	4.2	1.03	1.74	2.20	2.38	2.19
	4.6	1.11	1.89	2.44	2.69	2.58
B	5.0 y mayor	1.17	2.03	2.64	2.96	2.89
	4.2	1.07	1.58	1.68	1.26	0.22
	4.6	1.27	1.99	2.29	2.08	1.24
	5.0	1.44	2.33	2.80	2.76	2.10
	5.4	1.59	2.62	3.24	3.34	2.82
	5.8	1.72	2.87	3.61	3.85	3.45
C	6.2	1.82	3.09	3.94	4.28	4.00
	6.6	1.92	3.29	4.23	4.67	4.48
	7.0 y mayor	2.01	3.46	4.49	5.01	4.90
	6.0	1.84	2.66	2.72	1.87	
	7.0	2.48	3.94	4.64	4.44	3.12
	8.0	2.96	4.90	6.09	6.36	5.52
D	9.0	3.34	5.65	7.21	7.86	7.39
	10.0	3.64	6.25	8.11	9.06	8.89
	11.0	3.88	6.74	8.84	10.0	10.1
	12.0 y mayor	4.09	7.15	9.46	10.9	11.1
	10.0	4.14	6.13	6.55	5.09	1.35
	11.0	5.00	7.83	9.11	8.50	5.62
E	12.0	5.71	9.26	11.2	11.4	9.18
	13.0	6.31	10.5	13.0	13.8	12.2
	14.0	6.82	11.5	14.6	15.8	14.8
	15.0	7.27	12.4	15.9	17.6	17.0
	16.0	7.66	13.2	17.1	19.2	19.0
	17.0 y mayor	8.01	13.9	18.1	20.6	20.7
E	16.0	8.68	14.0	17.5	18.1	15.3
	18.0	9.92	16.7	21.2	23.0	21.5
	20.0	10.9	18.7	24.2	26.9	26.4
	22.0	11.7	20.3	26.6	30.2	30.5
	24.0	12.4	21.6	28.6	32.9	33.8
	26.0	13.0	22.8	30.3	35.1	36.7
28.0 y mayor	13.4	23.7	31.8	37.1	39.1	

ANEXO A12: Factor de servicio Ks

Tabla 17-15

Factores de servicio sugeridos K_s para transmisiones de banda en V

Maquinaria impulsada	Fuente de potencia	
	Características del par de torsión normal	Par de torsión alto o no uniforme
Uniforme	1.0 a 1.2	1.1 a 1.3
Impacto ligero	1.1 a 1.3	1.2 a 1.4
Impacto medio	1.2 a 1.4	1.4 a 1.6
Impacto pesado	1.3 a 1.5	1.5 a 1.8

Anexo A13: Parámetro para bandas en V

Tabla 17-16

Algunos parámetros de bandas en V*

Sección de la banda	K_b	K_c
A	220	0.561
B	576	0.965
C	1 600	1.716
D	5 680	3.498
E	10 850	5.041
3V	230	0.425
5V	1 098	1.217
8V	4 830	3.288

*Datos cortesía de Gates Rubber Co., Denver, Colo.

Anexo A14: Propiedades mecánicas de algunos materiales

Tabla A-20

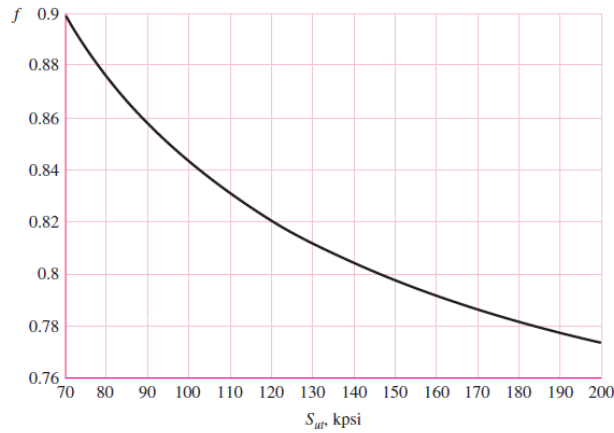
Resistencias mínimas determinísticas a la tensión y a la fluencia ASTM de algunos aceros laminados en caliente (HR) y estirados en frío (CD) [Las resistencias listadas son valores ASTM mínimos estimados en el intervalo de tamaños de 18 a 32 mm ($\frac{3}{4}$ a $1\frac{1}{2}$ pulg)]. Estas resistencias resultan adecuadas para usarse con el factor de diseño definido en la sección 1-10, a condición que los materiales se ajusten a los requisitos ASTM A6 o A568 o que se requieran en las especificaciones de compra. Recuerde que un sistema de numeración no es una especificación] Fuente: 1986 SAE Handbook, p. 2.15.

1	2	3	4		5	6	7	8
UNS núm.	SAE y/o AISI núm.	Procesamiento	Resistencia a la tensión, MPa (kpsi)	Resistencia a la fluencia, MPa (kpsi)	Elongación en 2 pulg, %	Reducción en área, %	Dureza Brinell	
G10060	1006	HR	300 (43)	170 (24)	30	55	86	
		CD	330 (48)	280 (41)	20	45	95	
G10100	1010	HR	320 (47)	180 (26)	28	50	95	
		CD	370 (53)	300 (44)	20	40	105	
G10150	1015	HR	340 (50)	190 (27.5)	28	50	101	
		CD	390 (56)	320 (47)	18	40	111	
G10180	1018	HR	400 (58)	220 (32)	25	50	116	
		CD	440 (64)	370 (54)	15	40	126	
G10200	1020	HR	380 (55)	210 (30)	25	50	111	
		CD	470 (68)	390 (57)	15	40	131	
G10300	1030	HR	470 (68)	260 (37.5)	20	42	137	
		CD	520 (76)	440 (64)	12	35	149	
G10350	1035	HR	500 (72)	270 (39.5)	18	40	143	
		CD	550 (80)	460 (67)	12	35	163	
G10400	1040	HR	520 (76)	290 (42)	18	40	149	
		CD	590 (85)	490 (71)	12	35	170	
G10450	1045	HR	570 (82)	310 (45)	16	40	163	
		CD	630 (91)	530 (77)	12	35	179	
G10500	1050	HR	620 (90)	340 (49.5)	15	35	179	
		CD	690 (100)	580 (84)	10	30	197	
G10600	1060	HR	680 (98)	370 (54)	12	30	201	
G10800	1080	HR	770 (112)	420 (61.5)	10	25	229	
G10950	1095	HR	830 (120)	460 (66)	10	25	248	

Anexo A15: Fracción de resistencia a la fatiga f.

Figura 6-18

Fracción de resistencia a la fatiga, f , de S_{ut} a los 10^3 ciclos para $S_a = S'_a = 0.5S_{ut}$.



Anexo A16: Factores de condición superficial a y b

Tabla 6-2

Parámetros en el factor de la condición superficial de Marin, ecuación (6-19)

Acabado superficial	Factor a		Exponente b
	S_{ut} kpsi	S_{ut} MPa	
Esmerilado	1.34	1.58	-0.085
Maquinado o laminado en frío	2.70	4.51	-0.265
Laminado en caliente	14.4	57.7	-0.718
Como sale de la forja	39.9	272.	-0.995

Anexo A17: Factor de modificación de temperatura

Tabla 6-4

Efecto de la temperatura de operación en la resistencia a la tensión del acero. * (S_T = resistencia a la tensión a la temperatura de operación; S_{RT} = resistencia a la tensión a temperatura ambiente; $0.099 \leq \hat{\sigma} \leq 0.110$)

Temperatura, °C	S_T/S_{RT}	Temperatura, °F	S_T/S_{RT}
20	1.000	70	1.000
50	1.010	100	1.008
100	1.020	200	1.020
150	1.025	300	1.024
200	1.020	400	1.018
250	1.000	500	0.995
300	0.975	600	0.963
350	0.943	700	0.927
400	0.900	800	0.872
450	0.843	900	0.797
500	0.768	1 000	0.698
550	0.672	1 100	0.567
600	0.549		

Anexo A18: Factor de confiabilidad

Tabla 6-5

	Confiabilidad, %	Variación de transformación z_o	Factor de confiabilidad k_o
Factores de confiabilidad k_o correspondientes a 8 desviaciones estándar porcentuales del límite de resistencia a la fatiga	50	0	1.000
	90	1.288	0.897
	95	1.645	0.868
	99	2.326	0.814
	99.9	3.091	0.753
	99.99	3.719	0.702
	99.999	4.265	0.659
	99.9999	4.753	0.620

Anexo A19: Factor de esfuerzos estáticos

$f_s = 1,5 \dots 2,5$ para exigencias elevadas
 $f_s = 1,0 \dots 1,5$ para exigencias normales
 $f_s = 0,7 \dots 1,0$ para exigencias reducidas

Fuente: Catálogo de rodamientos FAG. Pág. 30

Anexo A20: Factor a_1

▼ Factor a_1						
Probabilidad de fallo %	10	5	4	3	2	1
Vida a fatiga	L_{10}	L_5	L_4	L_3	L_2	L_1
Factor a_1	1	0,62	0,53	0,44	0,33	0,21

Fuente: Catálogo de rodamientos FAG. Pág. 40

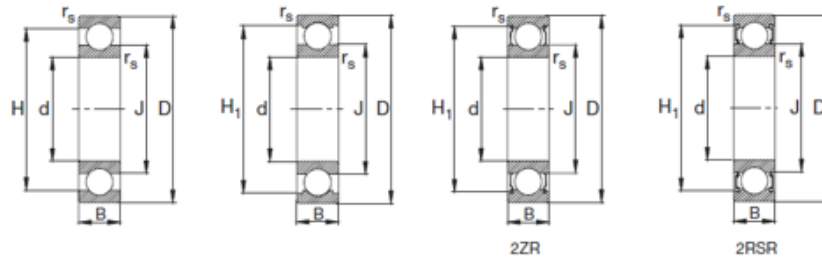
Anexo A21: Factor de esfuerzos dinámicos F_L

Lugar de aplicación	Valor f_L que debe alcanzarse	Valores usuales de cálculo
Máquinas de papel e imprenta		
Máquinas de papel, parte húmeda	5 ... 5,5	Tracción del tamiz, tracción de los fieltros, peso de los cilindros, esfuerzos de compresión; velocidad nominal
Máquinas de papel, parte de secado	5,5 ... 6,5	
Máquinas de papel, refino	5 ... 5,5	
Máquinas de papel, calandras	4,5 ... 5	
Máquinas de imprenta	4 ... 4,5	Peso de los cilindros, esfuerzos de compresión; velocidad nominal

Fuente: Catálogo de rodamientos FAG. Pág. 39

Anexo A22: Selección de rodamiento

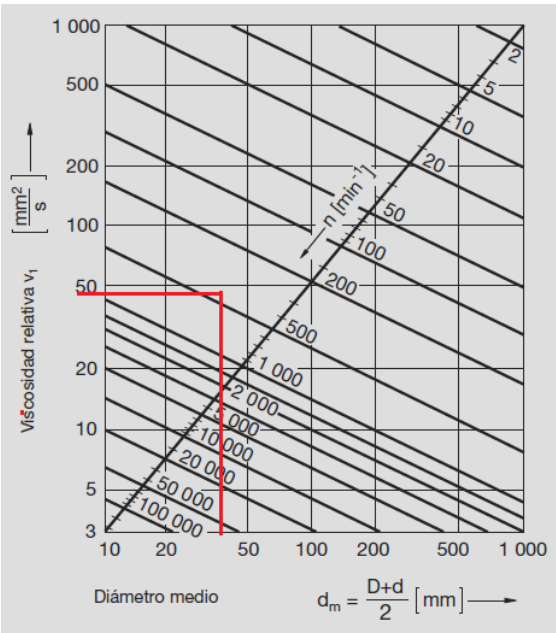
Rodamientos FAG rígidos de bolas de una hilera



Eje	Dimensiones				Capacidad de carga		Velocidad límite min ⁻¹	Velocidad de referencia	Denominación abreviada Rodamiento FAG
	d	D	B	r_s min	dyn. C	stat. C ₀			
25	25	47	8	0,3	7,2	4,65	19000	14000	16005
	25	47	12	0,6	10	5,85	36000	17000	6005
	25	47	12	0,6	10	5,85	36000	17000	S6005.W203B
	25	47	12	0,6	10	5,85	15000	17000	6005.2ZR
	25	47	12	0,6	10	5,85	10000		6005.2RSR
	25	47	12	0,6	10	5,85	10000		S6005.2RSR.W203B
	25	52	15	1	14	7,8	17000	17000	6205
	25	52	15	1	14	7,8	17000	17000	S6205.W203B
	25	52	15	1	14	7,8	14000	17000	6205.2ZR
	25	52	15	1	14	7,8	9000		6205.2RSR
	25	52	15	1	14	7,8	9000		S6205.2RSR.W203B
	25	52	18	1	14	7,8	9000		62205.2RSR
	25	62	17	1,1	22,4	11,4	28000	15000	6305
	25	62	17	1,1	22,4	11,4	28000	15000	S6305.W203B
25	62	17	1,1	22,4	11,4	11000	15000	6305.2ZR	
25	62	17	1,1	22,4	11,4	7500		6305.2RSR	
25	62	17	1,1	22,4	11,4	7500		S6305.2RSR.W203B	
25	62	24	1,1	22,4	11,4	7500		62305.2RSR	
25	80	21	1,5	36	19,3	22000	14000	6405	

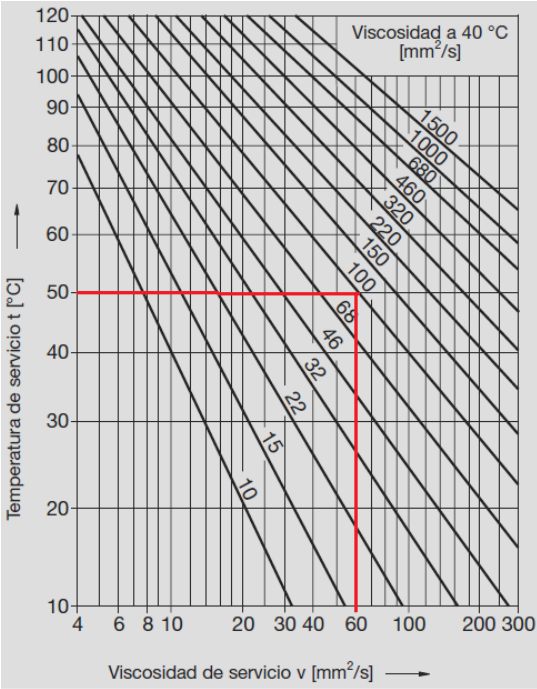
Fuente: Catálogo de rodamientos FAG. Pág. 159

Anexo A23: Viscosidad relativa V_1



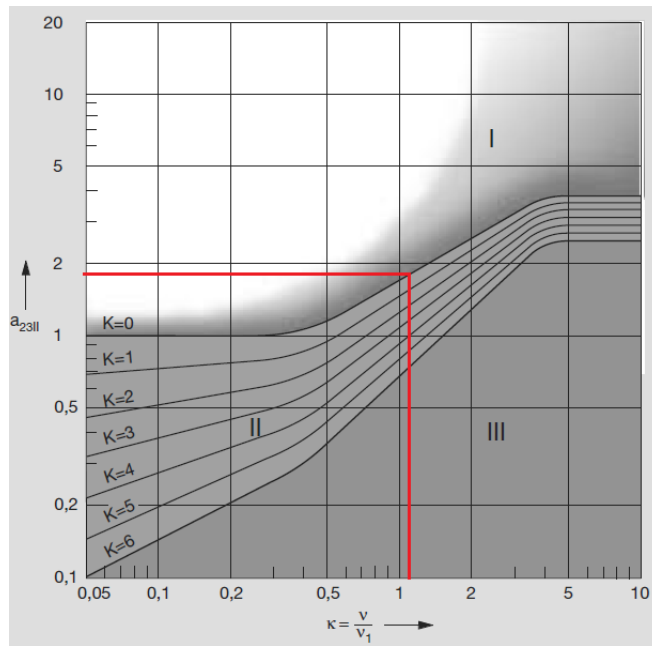
Fuente: Catálogo de rodamientos FAG. Pág. 43

Anexo A24: Viscosidad de servicio v



Fuente: Catálogo de rodamientos FAG. Pág. 43

Anexo A25: Factor básico a_{23}

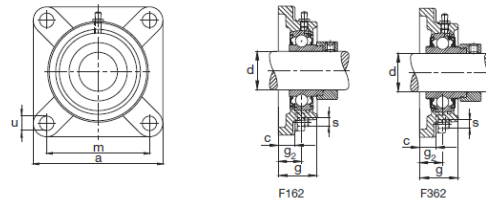


Fuente: Catálogo de rodamientos FAG. Pág. 45

Anexo A26: Selección de chumacera

Unidades FAG de rodamientos S

Series F162, F362, F562, F762...2RSR
Soporte brida de fundición gris



Eje	Dimensiones								Tornillos de fijación		Denominación abreviada		
	d	a	c	g	g_e	m	u	max	s		Unidad de soporte	Rodamiento con dispositivo de seguridad FAG	Soport
mm	in	mm					min		mm	in	FAG	FAG	FAG
1	25.4	93	13	30	19	70	11.5	12.5	M10	$f_{10}H8$	F16205.100	16205.100	F205
	25.4	93	13	30	19	70	11.5	12.5	M10	$f_{10}H8$	F36205.100	36205.100	F205
	25.4	93	13	30	19	70	11.5	12.5	M10	$f_{10}H8$	F56205.100	56205.100	F205

Fuente: Catálogo de rodamientos FAG. Pág. 529

Anexo A27: Emisividad de algunos materiales

TABLA A-18

Emisividades de las superficies (*conclusión*)
b) No metales

Material	Temperatura, K	Emisividad, ϵ	Material	Temperatura, K	Emisividad, ϵ
Alúmina	800-1 400	0.65-0.45	Papel blanco	300	0.90
Aluminio, óxido de	600-1 500	0.69-0.41	Revoque blanco	300	0.93
Asbesto	300	0.96	Porcelana vidriada	300	0.92
Asfalto, pavimento de	300	0.85-0.93	Cuarzo, áspero, vidrio	300	0.93
Ladrillo			Caucho		
Común	300	0.93-0.96	Duro	300	0.93
De arcilla refractaria	1 200	0.75	Suave	300	0.86
Carbono, filamento de	2 000	0.53	Arena	300	0.90
Tela	300	0.75-0.90	Silicio, carburo de	600-1 500	0.87-0.85
Concreto	300	0.88-0.94	Piel humana	300	0.95
Vidrio			Nieve	273	0.80-0.90
De ventana	300	0.90-0.95	Suelo, tierra	300	0.93-0.96
Pyrex	300-1 200	0.82-0.62	Hollín	300-500	0.95
Pyroceram	300-1 500	0.85-0.57	Teflón	300-500	0.85-0.92
Hielo	273	0.95-0.99	Agua profunda	273-373	0.95-0.96
Magnesio, óxido de	400-800	0.69-0.55	Madera		
Mampostería	300	0.80	Haya	300	0.94
			---	---	---

Fuente: Cengel, Y. (2007). Transferencia de calor y masa. Cuarta edición. Pág. 889

Anexo A28: Conductividad térmica K

TABLA 1-1

Conductividades térmicas de
algunos materiales a la temperatura
ambiente

Material	k , W/m · °C*
Diamante	2 300
Plata	429
Cobre	401
Oro	317
Aluminio	237
Hierro	80.2
Mercurio (l)	8.54
Vidrio	0.78
Ladrillo	0.72
Agua (l)	0.607
Piel humana	0.37
Madera (roble)	0.17
Helio (g)	0.152
Caucho suave	0.13
Fibra de vidrio	0.043
Aire (g)	0.026
Uretano, espuma rígida	0.026

Fuente: Cengel, Y. (2007). Transferencia de calor y masa. Cuarta edición. Pág. 20

Anexo A29: Coeficiente de conductividad térmica K

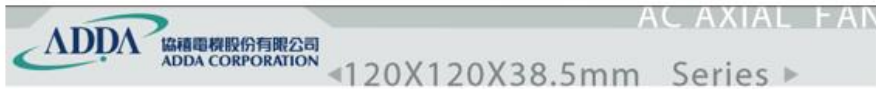
TABLA A-3

Propiedades de metales sólidos

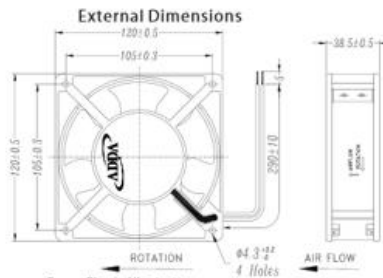
Composición	Punto de fusión, K	Propiedades a 300 K				Propiedades a varias temperaturas (K), $k(W/m \cdot K)/c_p(J/kg \cdot K)$					
		ρ kg/m ³	c_p J/kg · K	k W/m · K	$\alpha \times 10^6$ m ² /s	100	200	400	600	800	1000
Aluminio:											
Puro	933	2 702	903	237	97.1	302	237	240	231	218	
Aleación 2024-T6 (4.5% Cu, 1.5% Mg, 0.6% Mn)	775	2 770	875	177	73.0	482	798	949	1 033	1 146	
Aleación 195, fundido (4.5% Cu)		2 790	883	168	68.2	473	787	925	1 042	185	
Aceros al carbono:											
Simple al carbono (Mn ≤ 1%, Si ≤ 0.1%)		7 854	434	60.5	17.7			56.7	48.0	39.2	30.0
AISI 1010		7 832	434	63.9	18.8			487	559	685	1 169
Al carbono-silicio (Mn ≤ 1%, 0.1% < Si ≤ 0.6%)		7 817	446	51.9	14.9			58.7	48.8	39.2	31.3
								487	559	685	1 168
								49.8	44.0	37.4	29.3
								501	582	699	971

Fuente: Cengel, Y. (2007). Transferencia de calor y masa. Cuarta edición. Pág. 868

Anexo A30: Ventilador Axial Ac



Spot cooling, aiso suitable for small space requirements, laptops PC and notebook, etc.,



Frame: Plastic (UL-94v-0)
Impeller: Plastic (UL-94v-0)
Bearing: Hydro bearing
Lead wire: UL1430AWG22
OPERATING TEMP: -10C~70C
*: -10C~60C for fans with sleeve/ball combination bearings.

Specifications (Nominal)

*Noise is measured at the distance of one (1) meter from the axis of intake.

Frame size (mm)	Model No.	Bearing System Type	Rated Volt./f req (V)	Rated Current (A)	Rated Power (W)	Rated Speed (rpm)	Maximum Airflow		Maximum Pressure		Noise Level (dB(A))	Weight (g)
							(CMM)	(CFM)	(InAq)	(mmAq)		
120x120x38.5	AA1281DB-AT	••••	115/50	0.12	8.24	2300	2.117	74.7	0.139	3.478	39.2	550
			115/60	0.11	7.89	1650	1.481	52.3	0.057	1.426	30.5	
	AA1281HB-AT	••••	115/50	0.25	16.30	2600	2.446	86.3	0.261	6.534	42.2	
			115/60	0.20	14.20	2900	2.721	96.1	0.231	5.779	44.5	
	AA1281LB-AT	••••	115/50	0.14	9.21	2400	2.142	75.6	0.170	4.273	40.1	
			115/60	0.13	8.86	2100	1.887	66.6	0.083	2.088	37.9	
	AA1281MB-AT	••••	115/50	0.25	15.80	2500	2.268	80.0	0.211	5.280	40.0	
			115/60	0.21	13.70	2700	2.450	86.5	0.169	4.238	41.0	
	AA1282DB-AT	••••	230/50	0.06	8.00	2300	2.117	74.7	0.139	3.478	39.2	
			230/60	0.06	7.60	1650	1.481	52.3	0.057	1.426	30.5	
	AA1282HB-AT	••••	230/50	0.12	16.00	2600	2.446	86.3	0.261	6.534	42.2	
			230/60	0.10	14.00	2900	2.721	96.1	0.231	5.779	44.5	
	AA1282LB-AT	••••	230/50	0.07	9.90	2400	2.142	75.6	0.170	4.273	40.1	
			230/60	0.07	9.40	2100	1.887	66.6	0.083	2.088	37.9	
AA1282MB-AT	••••	230/50	0.10	13.70	2500	2.268	80.0	0.211	5.280	40.0		
		230/60	0.09	12.60	2700	2.450	86.5	0.169	4.238	41.0		

Anexo A31: Propiedades del aire

TABLA A-15

Propiedades del aire a la presión de 1 atm

Temp., $T, ^\circ\text{C}$	Densidad, $\rho, \text{kg/m}^3$	Calor específico, $c_p, \text{J/kg} \cdot \text{K}$	Conductividad térmica, $k, \text{W/m} \cdot \text{K}$	Difusividad térmica, $\alpha, \text{m}^2/\text{s}^2$	Viscosidad dinámica, $\mu, \text{kg/m} \cdot \text{s}$	Viscosidad cinemática, $\nu, \text{m}^2/\text{s}$	Número de Prandtl, Pr
-150	2.866	983	0.01171	4.158×10^{-6}	8.636×10^{-6}	3.013×10^{-6}	0.7246
-100	2.038	966	0.01582	8.036×10^{-6}	1.189×10^{-6}	5.837×10^{-6}	0.7263
-50	1.582	999	0.01979	1.252×10^{-5}	1.474×10^{-5}	9.319×10^{-6}	0.7440
-40	1.514	1 002	0.02057	1.356×10^{-5}	1.527×10^{-5}	1.008×10^{-5}	0.7436
-30	1.451	1 004	0.02134	1.465×10^{-5}	1.579×10^{-5}	1.087×10^{-5}	0.7425
-20	1.394	1 005	0.02211	1.578×10^{-5}	1.630×10^{-5}	1.169×10^{-5}	0.7408
-10	1.341	1 006	0.02288	1.696×10^{-5}	1.680×10^{-5}	1.252×10^{-5}	0.7387
0	1.292	1 006	0.02364	1.818×10^{-5}	1.729×10^{-5}	1.338×10^{-5}	0.7362
5	1.269	1 006	0.02401	1.880×10^{-5}	1.754×10^{-5}	1.382×10^{-5}	0.7350
10	1.246	1 006	0.02439	1.944×10^{-5}	1.778×10^{-5}	1.426×10^{-5}	0.7336
15	1.225	1 007	0.02476	2.009×10^{-5}	1.802×10^{-5}	1.470×10^{-5}	0.7323
20	1.204	1 007	0.02514	2.074×10^{-5}	1.825×10^{-5}	1.516×10^{-5}	0.7309
25	1.184	1 007	0.02551	2.141×10^{-5}	1.849×10^{-5}	1.562×10^{-5}	0.7296
30	1.164	1 007	0.02588	2.208×10^{-5}	1.872×10^{-5}	1.608×10^{-5}	0.7282
35	1.145	1 007	0.02625	2.277×10^{-5}	1.895×10^{-5}	1.655×10^{-5}	0.7268
40	1.127	1 007	0.02662	2.346×10^{-5}	1.918×10^{-5}	1.702×10^{-5}	0.7255
45	1.109	1 007	0.02699	2.416×10^{-5}	1.941×10^{-5}	1.750×10^{-5}	0.7241
50	1.092	1 007	0.02735	2.487×10^{-5}	1.963×10^{-5}	1.798×10^{-5}	0.7228

Fuente: Cengel, Y. (2007). Transferencia de calor y masa. Cuarta edición. Pág. 884

Anexo A32: Determinación de flujo laminar o turbulento

$$\text{Laminar: } \text{Nu} = \frac{hL}{k} = 0.664 \text{Re}_L^{0.5} \text{Pr}^{1/3} \quad \text{Re}_L < 5 \times 10^5, \text{Pr} > 0.6$$

$$\text{Turbulenta: } \text{Nu} = \frac{hL}{k} = 0.037 \text{Re}_L^{0.8} \text{Pr}^{1/3} \quad \begin{array}{l} 0.6 \leq \text{Pr} \leq 60 \\ 5 \times 10^5 \leq \text{Re}_L \leq 10^7 \end{array}$$

Fuente: Cengel, Y. (2007). Transferencia de calor y masa. Cuarta edición. Pág. 424

Anexo A33: propiedades de vigas

Area A	Depth d	Web		Flange				Distance		Grip	max. Fige. Fas- ten- er	
		Thickness t _w	$\frac{t_w}{2}$	Width b _f	Average thickness t _f		T	k				
In. ²	In.	In.	In.	In.	In.	In.	In.	In.	In.	In.	In.	
14.7	15.00	0.716	$\frac{1}{16}$	$\frac{3}{8}$	3.716	3 $\frac{3}{4}$	0.650	$\frac{5}{8}$	12 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{7}{16}$	$\frac{5}{8}$	1
11.8	15.00	0.520	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	3.520	3 $\frac{1}{2}$	0.650	$\frac{5}{8}$	12 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{7}{16}$	$\frac{5}{8}$	1
9.96	15.00	0.400	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{16}$	3.400	3 $\frac{3}{8}$	0.650	$\frac{5}{8}$	12 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{7}{16}$	$\frac{5}{8}$	1
8.82	12.00	0.510	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	3.170	3 $\frac{1}{8}$	0.501	$\frac{1}{2}$	9 $\frac{3}{4}$	1 $\frac{1}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{7}{8}$
7.35	12.00	0.387	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{16}$	3.047	3	0.501	$\frac{1}{2}$	9 $\frac{3}{4}$	1 $\frac{1}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{7}{8}$
6.09	12.00	0.282	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{8}$	2.942	3	0.501	$\frac{1}{2}$	9 $\frac{3}{4}$	1 $\frac{1}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{7}{8}$
8.82	10.00	0.673	$\frac{1}{16}$	$\frac{5}{16}$	3.033	3	0.436	$\frac{7}{16}$	8	1	$\frac{7}{16}$	$\frac{3}{4}$
7.35	10.00	0.526	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	2.886	2 $\frac{7}{8}$	0.436	$\frac{7}{16}$	8	1	$\frac{7}{16}$	$\frac{3}{4}$
5.88	10.00	0.379	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{16}$	2.739	2 $\frac{3}{4}$	0.436	$\frac{7}{16}$	8	1	$\frac{7}{16}$	$\frac{3}{4}$
4.49	10.00	0.240	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	2.600	2 $\frac{5}{8}$	0.436	$\frac{7}{16}$	8	1	$\frac{7}{16}$	$\frac{3}{4}$
5.88	9.00	0.448	$\frac{7}{16}$	$\frac{1}{4}$	2.648	2 $\frac{5}{8}$	0.413	$\frac{7}{16}$	7 $\frac{7}{8}$	1 $\frac{5}{16}$	$\frac{7}{16}$	$\frac{3}{4}$
4.41	9.00	0.285	$\frac{5}{16}$	$\frac{1}{8}$	2.485	2 $\frac{1}{2}$	0.413	$\frac{7}{16}$	7 $\frac{7}{8}$	1 $\frac{5}{16}$	$\frac{7}{16}$	$\frac{3}{4}$
3.94	9.00	0.233	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	2.433	2 $\frac{5}{8}$	0.413	$\frac{7}{16}$	7 $\frac{7}{8}$	1 $\frac{5}{16}$	$\frac{7}{16}$	$\frac{3}{4}$
5.51	8.00	0.487	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	2.527	2 $\frac{1}{2}$	0.390	$\frac{3}{8}$	6 $\frac{1}{8}$	1 $\frac{5}{16}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{4}$
4.04	8.00	0.303	$\frac{5}{16}$	$\frac{1}{8}$	2.343	2 $\frac{5}{8}$	0.390	$\frac{3}{8}$	6 $\frac{1}{8}$	1 $\frac{5}{16}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{4}$
3.38	8.00	0.220	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	2.260	2 $\frac{1}{4}$	0.390	$\frac{3}{8}$	6 $\frac{1}{8}$	1 $\frac{5}{16}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{4}$
4.33	7.00	0.419	$\frac{7}{16}$	$\frac{3}{16}$	2.299	2 $\frac{1}{4}$	0.366	$\frac{3}{8}$	5 $\frac{1}{4}$	$\frac{7}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{5}{8}$
3.60	7.00	0.314	$\frac{5}{16}$	$\frac{3}{16}$	2.194	2 $\frac{1}{4}$	0.366	$\frac{3}{8}$	5 $\frac{1}{4}$	$\frac{7}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{5}{8}$
2.87	7.00	0.210	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{8}$	2.090	2 $\frac{1}{8}$	0.366	$\frac{3}{8}$	5 $\frac{1}{4}$	$\frac{7}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{5}{8}$
3.83	6.00	0.437	$\frac{7}{16}$	$\frac{3}{16}$	2.157	2 $\frac{1}{8}$	0.343	$\frac{5}{16}$	4 $\frac{3}{8}$	1 $\frac{3}{16}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{5}{8}$
3.09	6.00	0.314	$\frac{5}{16}$	$\frac{3}{16}$	2.034	2	0.343	$\frac{5}{16}$	4 $\frac{3}{8}$	1 $\frac{3}{16}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{5}{8}$
2.40	6.00	0.200	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{8}$	1.920	1 $\frac{7}{8}$	0.343	$\frac{5}{16}$	4 $\frac{3}{8}$	1 $\frac{3}{16}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{5}{8}$
2.64	5.00	0.325	$\frac{5}{16}$	$\frac{3}{16}$	1.885	1 $\frac{7}{8}$	0.320	$\frac{5}{16}$	3 $\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{5}{8}$
1.97	5.00	0.190	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{8}$	1.750	1 $\frac{3}{4}$	0.320	$\frac{5}{16}$	3 $\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	—	—

Fuente: Manual ASD

Anexo A34: Propiedades de vigas

Nom- inal Wt. per Ft	\bar{x}	Shear Center Loca- tion e_o	$\frac{d}{A_r}$	Axis X-X			Axis Y-Y		
				I	S	r	I	S	r
Lb.	In.	In.		In. ⁴	In. ³	In.	In. ⁴	In. ³	In.
50	0.798	0.583	6.21	404	53.8	5.24	11.0	3.78	0.867
40	0.777	0.767	6.56	349	46.5	5.44	9.23	3.37	0.886
33.9	0.787	0.896	6.79	315	42.0	5.62	8.13	3.11	0.904
30	0.674	0.618	7.55	162	27.0	4.29	5.14	2.06	0.763
25	0.674	0.746	7.85	144	24.1	4.43	4.47	1.88	0.780
20.7	0.698	0.870	8.13	129	21.5	4.61	3.88	1.73	0.799
30	0.649	0.369	7.55	103	20.7	3.42	3.94	1.65	0.669
25	0.617	0.494	7.94	91.2	18.2	3.52	3.36	1.48	0.676
20	0.606	0.637	8.36	78.9	15.8	3.66	2.81	1.32	0.692
15.3	0.634	0.796	8.81	67.4	13.5	3.87	2.28	1.16	0.713
20	0.583	0.515	8.22	60.9	13.5	3.22	2.42	1.17	0.642
15	0.586	0.682	8.76	51.0	11.3	3.40	1.93	1.01	0.661
13.4	0.601	0.743	8.95	47.9	10.6	3.48	1.76	0.962	0.669
18.75	0.565	0.431	8.12	44.0	11.0	2.82	1.98	1.01	0.599
13.75	0.553	0.604	8.75	36.1	9.03	2.99	1.53	0.854	0.615
11.5	0.571	0.697	9.08	32.6	8.14	3.11	1.32	0.781	0.625
14.75	0.532	0.441	8.31	27.2	7.78	2.51	1.38	0.779	0.564
12.25	0.525	0.538	8.71	24.2	6.93	2.60	1.17	0.703	0.571
9.8	0.540	0.647	9.14	21.3	6.08	2.72	0.968	0.625	0.581
13	0.514	0.380	8.10	17.4	5.80	2.13	1.05	0.642	0.525
10.5	0.499	0.486	8.59	15.2	5.06	2.22	0.866	0.564	0.529
8.2	0.511	0.599	9.10	13.1	4.38	2.34	0.693	0.492	0.537
9	0.478	0.427	8.29	8.90	3.56	1.83	0.632	0.450	0.489
6.7	0.484	0.552	8.93	7.49	3.00	1.95	0.479	0.378	0.493

Fuente: Manual ASD

ANEXO B: FOTOGRAFÍAS DE CONSTRUCCIÓN DE LA MÁQUINA

Anexo B1: Construcción de la estructura para cinta transportadora



Anexo B2: Instalación del Motor



Anexo B3: Construcción de la campana de protección de la lámpara



Anexo B4: Construcción de la mesa de descarga del papel



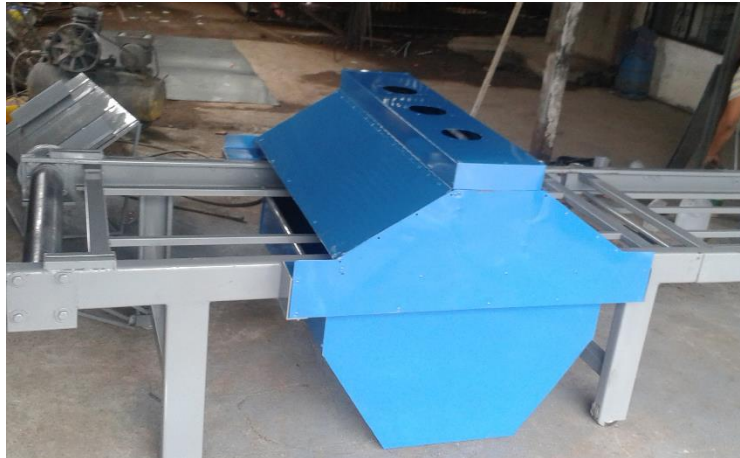
Anexo B5: Construcción de la tapa superior para ventiladores



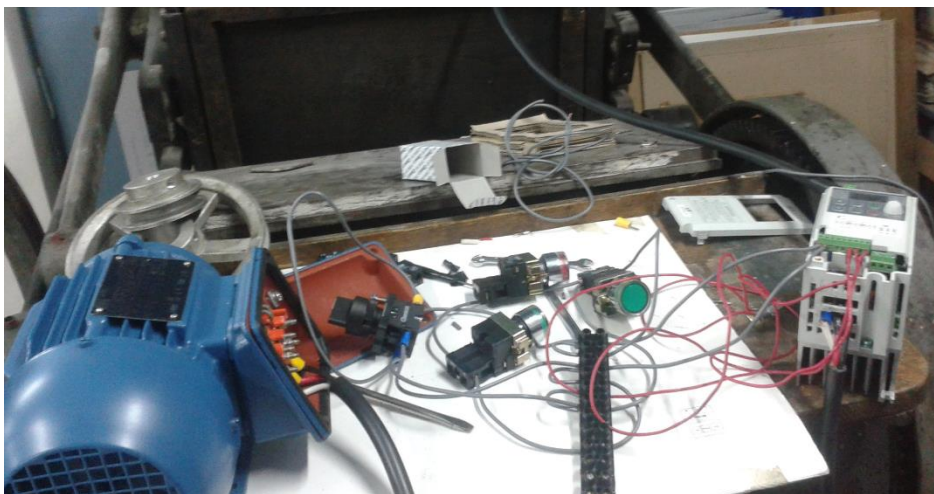
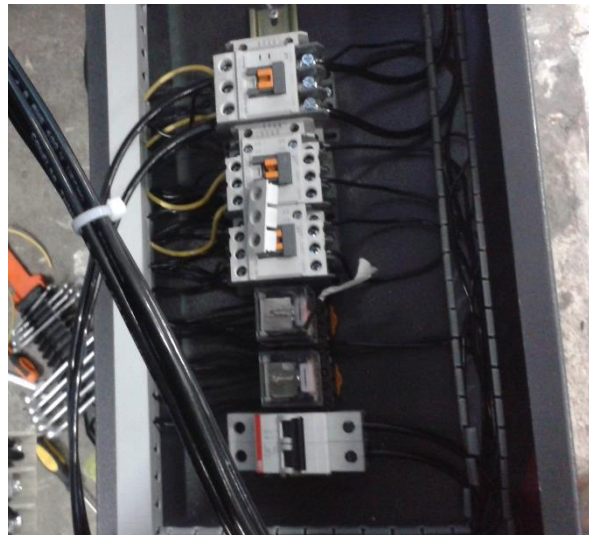
Anexo B6: Construcción de la tapa inferior protección de los rayos uv



Anexo B7: Fondeado y Pintado



Anexo B8: Instalaciones Electricas



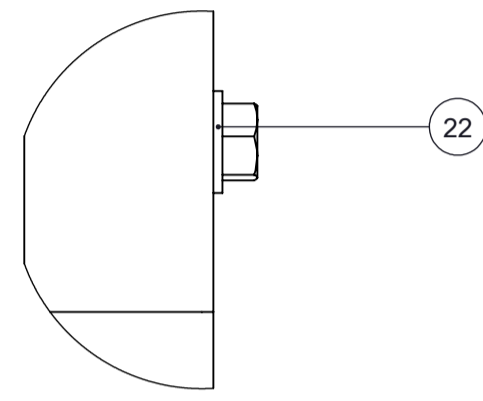
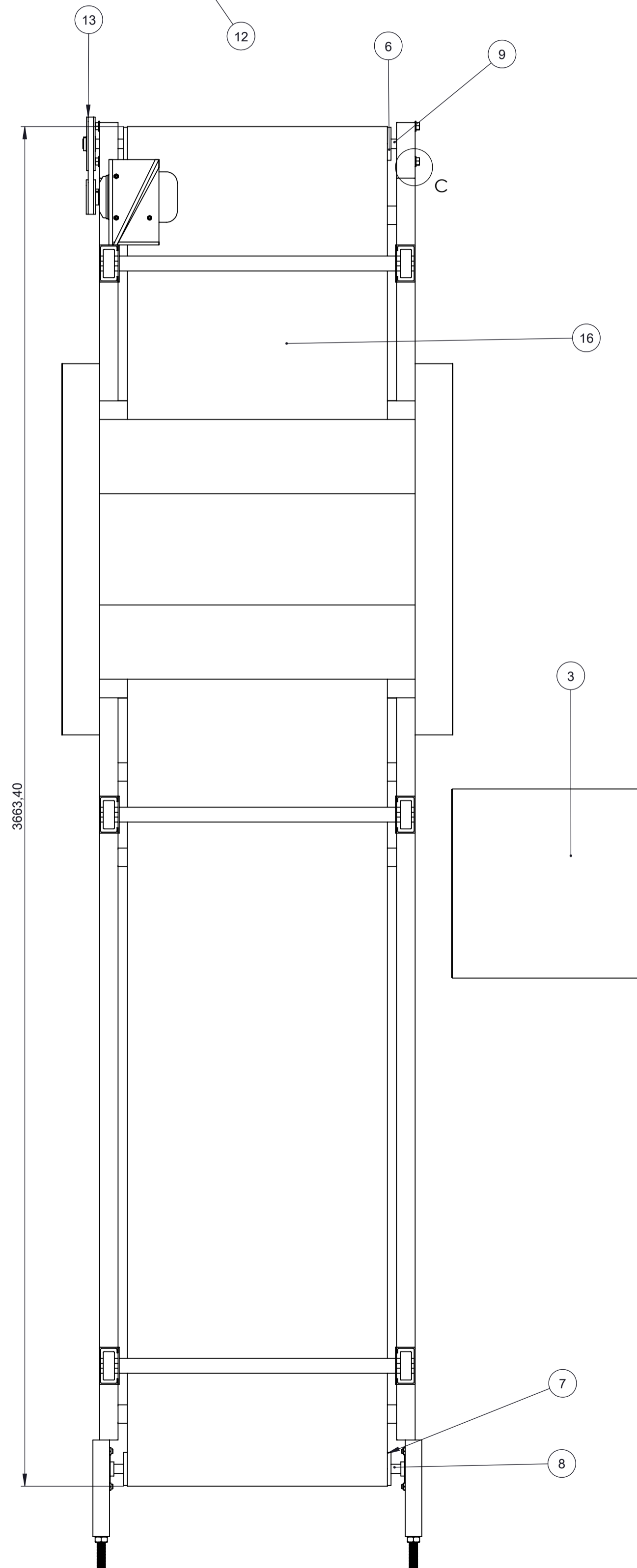
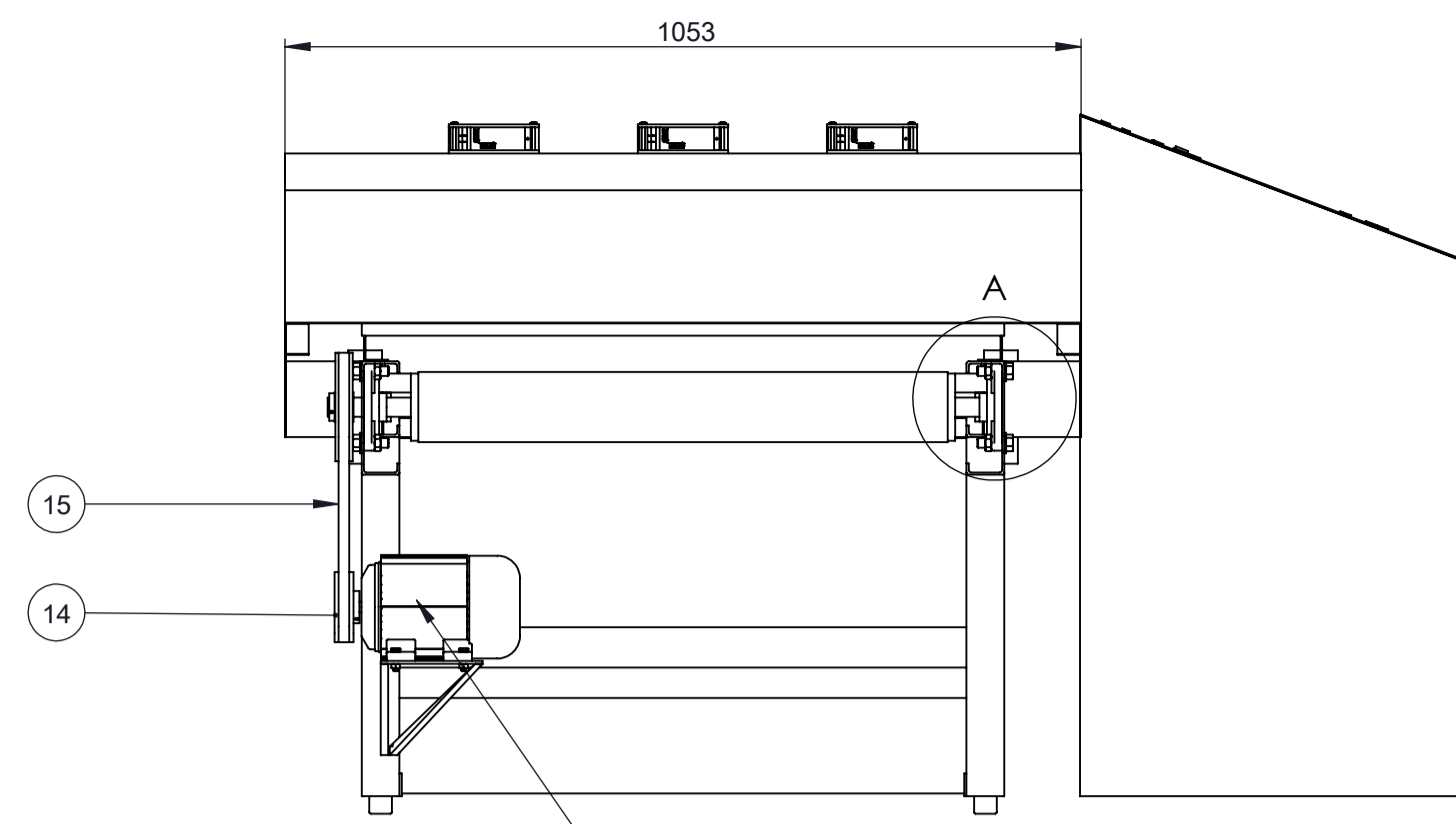


Anexo B9: Horno de curado de barniz Uv

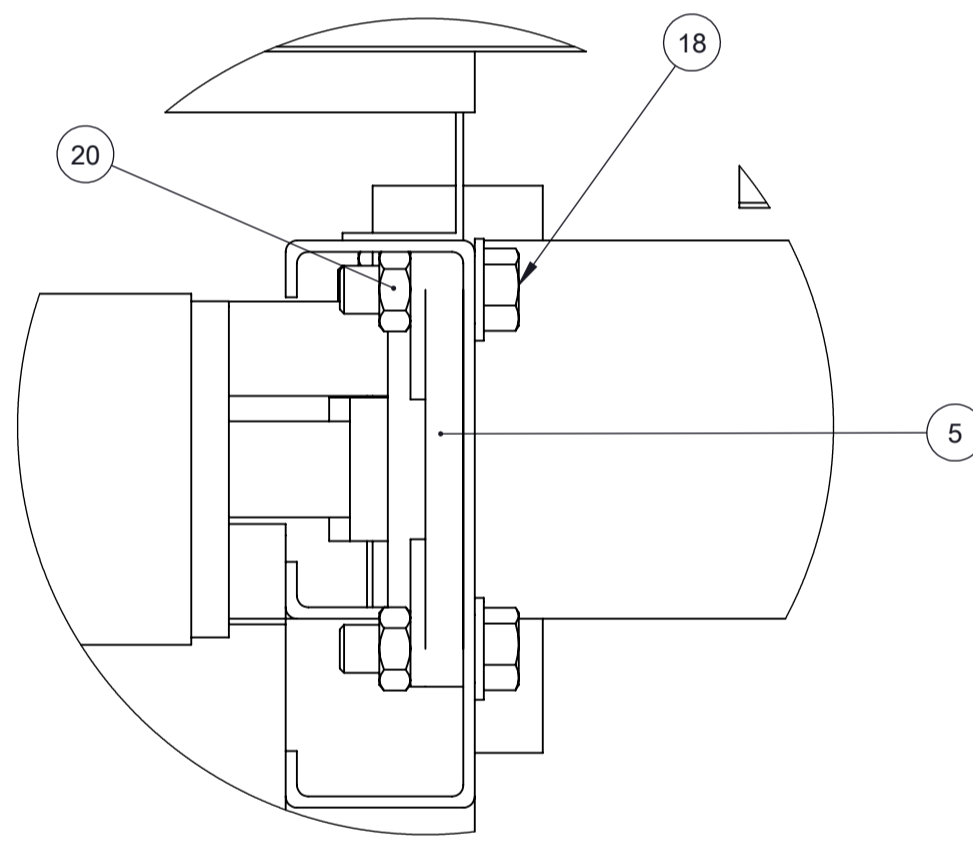


ANEXO C: FICHA PARA LA ENTREVISTA

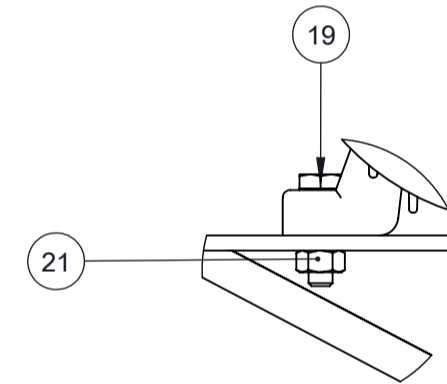
<p>EMPRESA: Imprenta Offset Jesús del Gran Poder</p> <p>ENTREVISTADO:</p> <p>ENTREVISTADOR: Wilfrido Lorenzo Flores Chimbo</p> <p>LUGAR Y FECHA:</p> <p>OBJETO DE ESTUDIO: Curado de barniz sobre papel</p>	
PREGUNTA	INTERPRETACIÓN VALORACIÓN
¿Qué tipo de barniz da mejor apariencia superficial brillante o mate?	



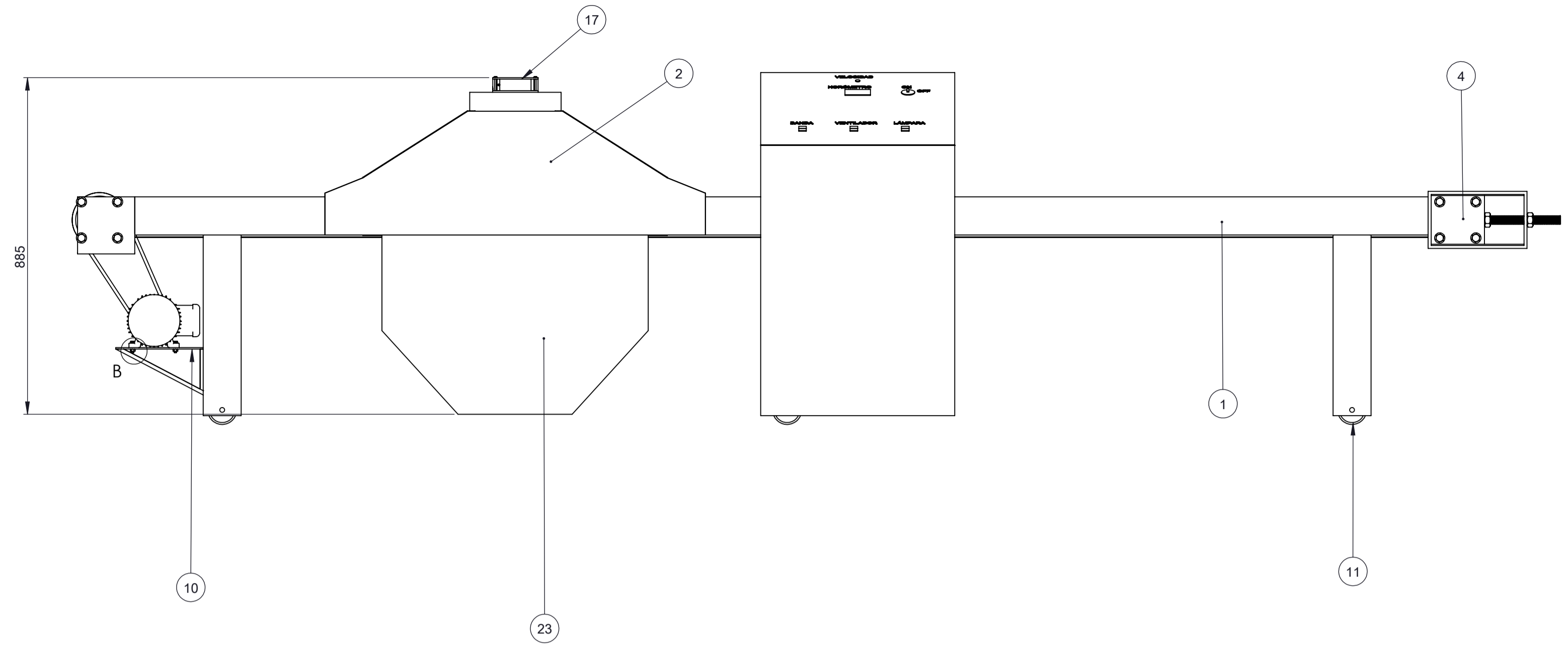
DETALLE C
ESCALA 1 : 2



DETALLE A
ESCALA 1 : 2

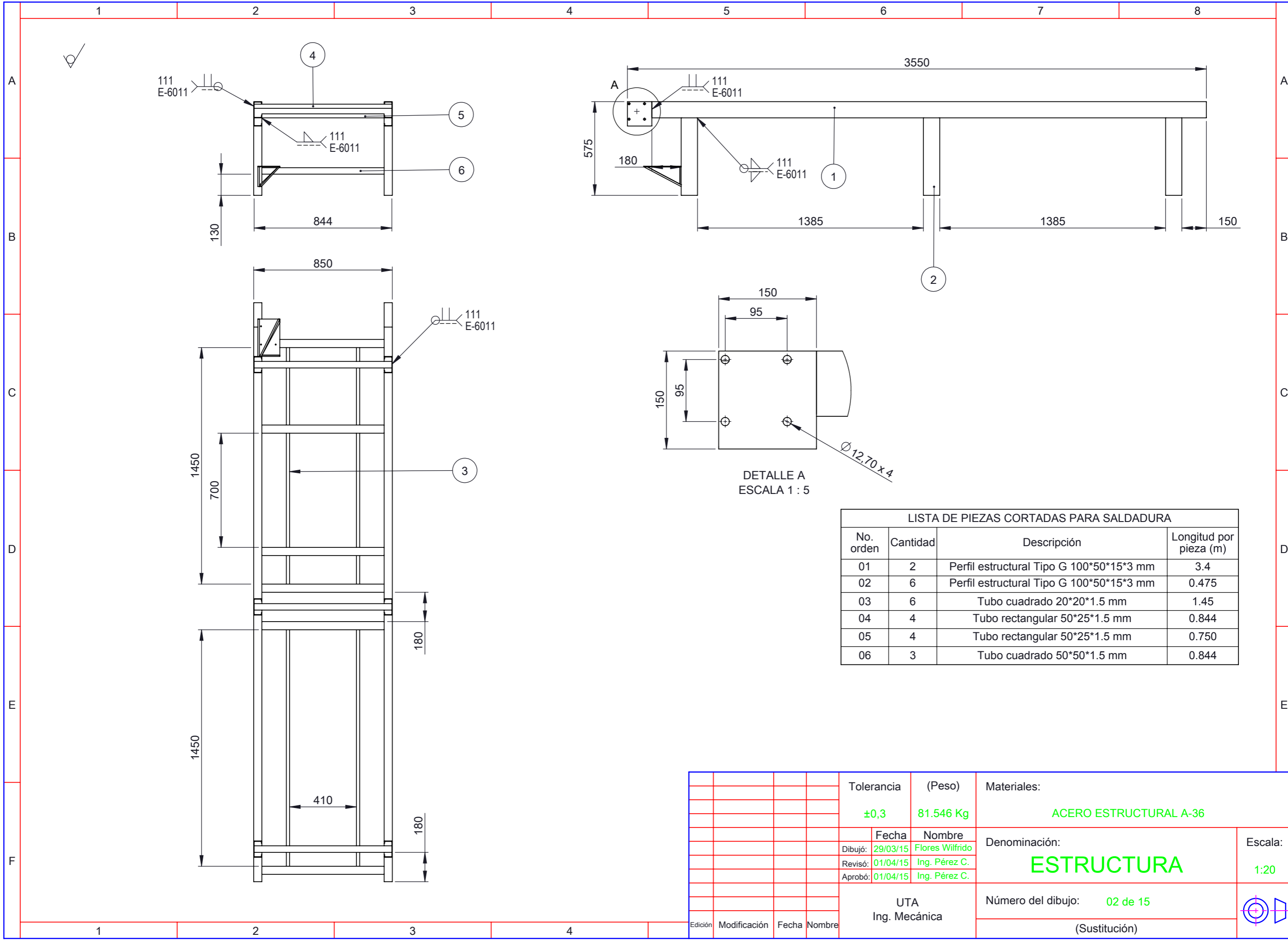


DETALLE B
ESCALA 1 : 2



No de pieza	Denominación	Material	No. de Orden	Peso Kg/pz	Observaciones
1	Tapa inferior de protección Uv	Acero Galvanizado	23	21.707	Cortado/doblado/remachado
16	Arandela plana 1/2 plg	Acero (DIN 125)	22		Comprado
4	Tuerca 1/4 plg	Acero G8 SAE	21		Comprado
16	Tuerca 1/2 plg	Acero G8 SAE	20		Comprado
4	Perno 1/4 plg x 1 plg	Acero G8 SAE	19		Comprado
16	Perno 1/2 plg x 1.5 plg	Acero G8 SAE	18		Comprado
3	Ventilador axial 120 x 120 x 38.5 mm		17	0.550	Comprado
1	Cinta transportadora	Malla de teflón	16	3.157	Comprado
1	Banda de transmisión de movimiento	Caucho	15		Comprado
1	Polea Motriz	Aluminio	14	0.358	Comprado/perforado
1	Polea Impulsada	Aluminio	13	0.626	Comprado/perforado
1	Motor Trifásico		12		Comprado
6	Ruedas		11		Comprado
1	Placa base motor	ASTM A-36	10	0.971	Cortado/perforado
1	Eje Motriz	AISI 1020	09	3.571	Cilindrado/refrentado
1	Eje Impulsado	AISI 1020	08	3.334	Cilindrado/refrentado
1	Rodillo de cola	ASTM A-36	07	6.321	Torneado
1	Rodillo Motriz	ASTM A-36	06	6.321	Torneado
4	Chumaceras de pared	Fundición Gris	05		Comprado
2	Templadores	ASTM A-36	04	5.531	Comprado
1	Armario de equipos eléctricos	Acero Galvanizado	03	32.202	Cortado/doblado/remachado
1	Campana de protección	Acero Galvanizado	02	34.208	Cortado/remachado
1	Estructura	ASTM A-36	01	81.546	Cortado/soldado

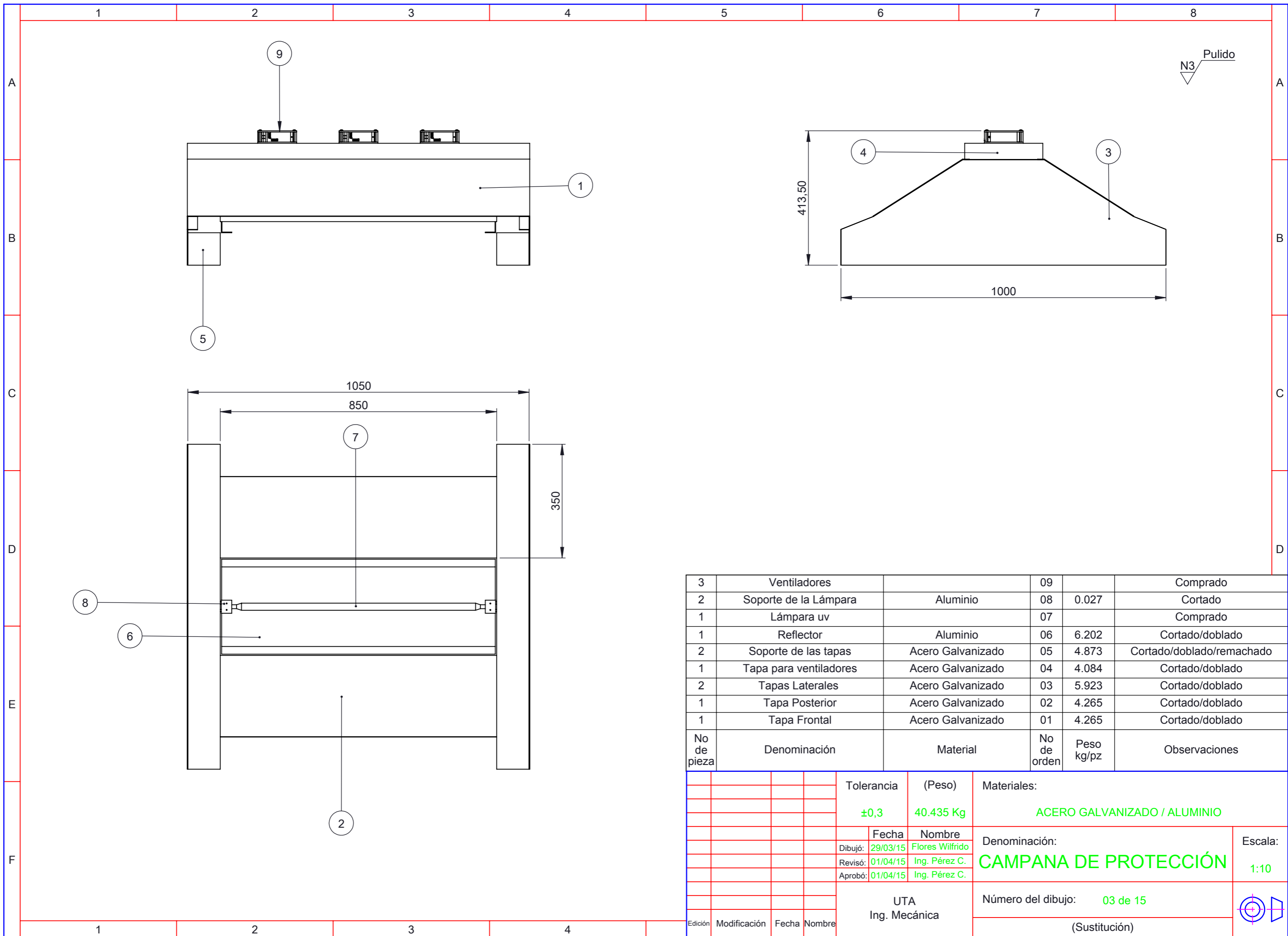
Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
±0,1	200.403 Kg	VARIOS	
Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
29/03/15	Flores Wilfrido	TÚNEL DE CURADO DE BARNIZ UV	1:10
Revisó:	Ing. Pérez C.	Número del dibujo:	01 de 15
Aprobó:	Ing. Pérez C.	(Sustitución)	
Edición		Modificación	
Fecha		Nombre	
UTA		Ing. Mecánica	



DETALLE A
ESCALA 1 : 5

LISTA DE PIEZAS CORTADAS PARA SALDADURA			
No. orden	Cantidad	Descripción	Longitud por pieza (m)
01	2	Perfil estructural Tipo G 100*50*15*3 mm	3.4
02	6	Perfil estructural Tipo G 100*50*15*3 mm	0.475
03	6	Tubo cuadrado 20*20*1.5 mm	1.45
04	4	Tubo rectangular 50*25*1.5 mm	0.844
05	4	Tubo rectangular 50*25*1.5 mm	0.750
06	3	Tubo cuadrado 50*50*1.5 mm	0.844

				Tolerancia	(Peso)	Materiales:			
				±0,3	81.546 Kg	ACERO ESTRUCTURAL A-36			
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:		
				Dibujó: 29/03/15	Flores Wilfrido			ESTRUCTURA	1:20
				Revisó: 01/04/15	Ing. Pérez C.				
				Aprobó: 01/04/15	Ing. Pérez C.				
				UTA Ing. Mecánica		Número del dibujo: 02 de 15			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)			



3	Ventiladores		09		Comprado
2	Soporte de la Lámpara	Aluminio	08	0.027	Cortado
1	Lámpara uv		07		Comprado
1	Reflector	Aluminio	06	6.202	Cortado/doblado
2	Soporte de las tapas	Acero Galvanizado	05	4.873	Cortado/doblado/remachado
1	Tapa para ventiladores	Acero Galvanizado	04	4.084	Cortado/doblado
2	Tapas Laterales	Acero Galvanizado	03	5.923	Cortado/doblado
1	Tapa Posterior	Acero Galvanizado	02	4.265	Cortado/doblado
1	Tapa Frontal	Acero Galvanizado	01	4.265	Cortado/doblado
No de pieza	Denominación	Material	No de orden	Peso kg/pz	Observaciones

				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,3	40.435 Kg	ACERO GALVANIZADO / ALUMINIO	
				Fecha	Nombre	Denominación:	
				Dibujó: 29/03/15	Flores Wilfrido	CAMPANA DE PROTECCIÓN	
				Revisó: 01/04/15	Ing. Pérez C.	Escala:	
				Aprobó: 01/04/15	Ing. Pérez C.	1:10	
				UTA		Número del dibujo: 03 de 15	
				Ing. Mecánica		(Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				

1

2

3

4

N3 Pulido

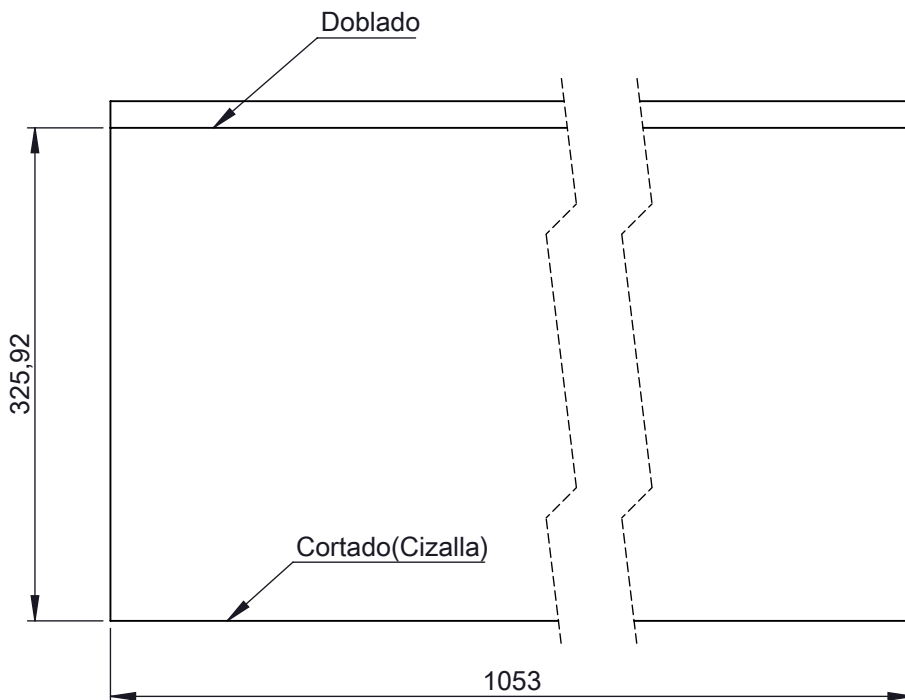
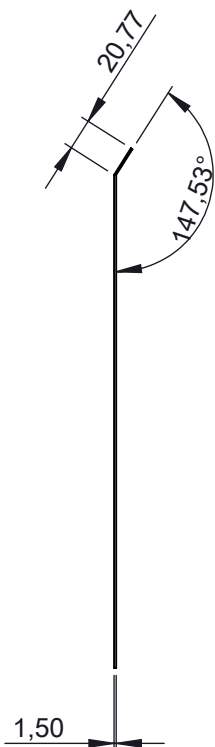
A

B

C

D

E



				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,3	4.265 Kg	PLANCHA DE ACERO GALVANIZADO 1.5 mm de Espesor	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
				Dibujó: 29/03/15	Flores Wilfrido	TAPA FRONTAL Y POSTERIOR	1:5
				Revisó: 01/04/15	Ing. Pérez C.		
				Aprobó: 01/04/15	Ing. Pérez C.		
				UTA Ing. Mecánica		Número del dibujo: 04 de 15	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	

1

2

3

4

A

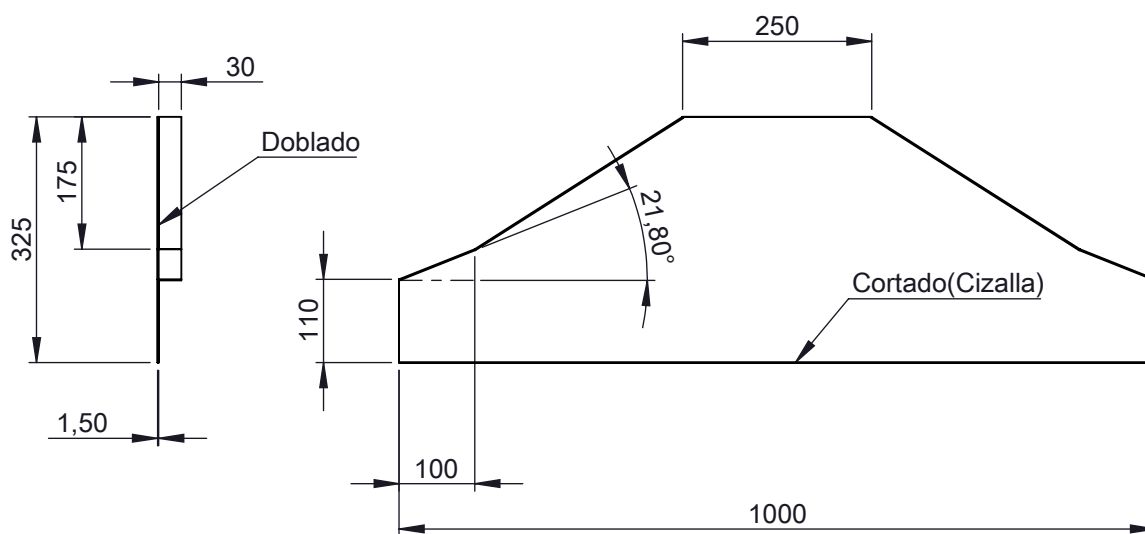
N3 Pulido

B

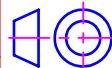
C

D

E



				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,3	5.923 Kg	PLANCHA DE ACERO GALVANIZADO 1.5 mm de Espesor	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
				Dibujó: 29/03/15	Flores Wilfrido		
				Revisó: 01/04/15	Ing. Pérez C.		
				Aprobó: 01/04/15	Ing. Pérez C.	<h1 style="text-align: center; color: green;">TAPA LATERAL</h1>	1:10
				UTA Ing. Mecánica			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



1

2

3

4

N3 Pulido

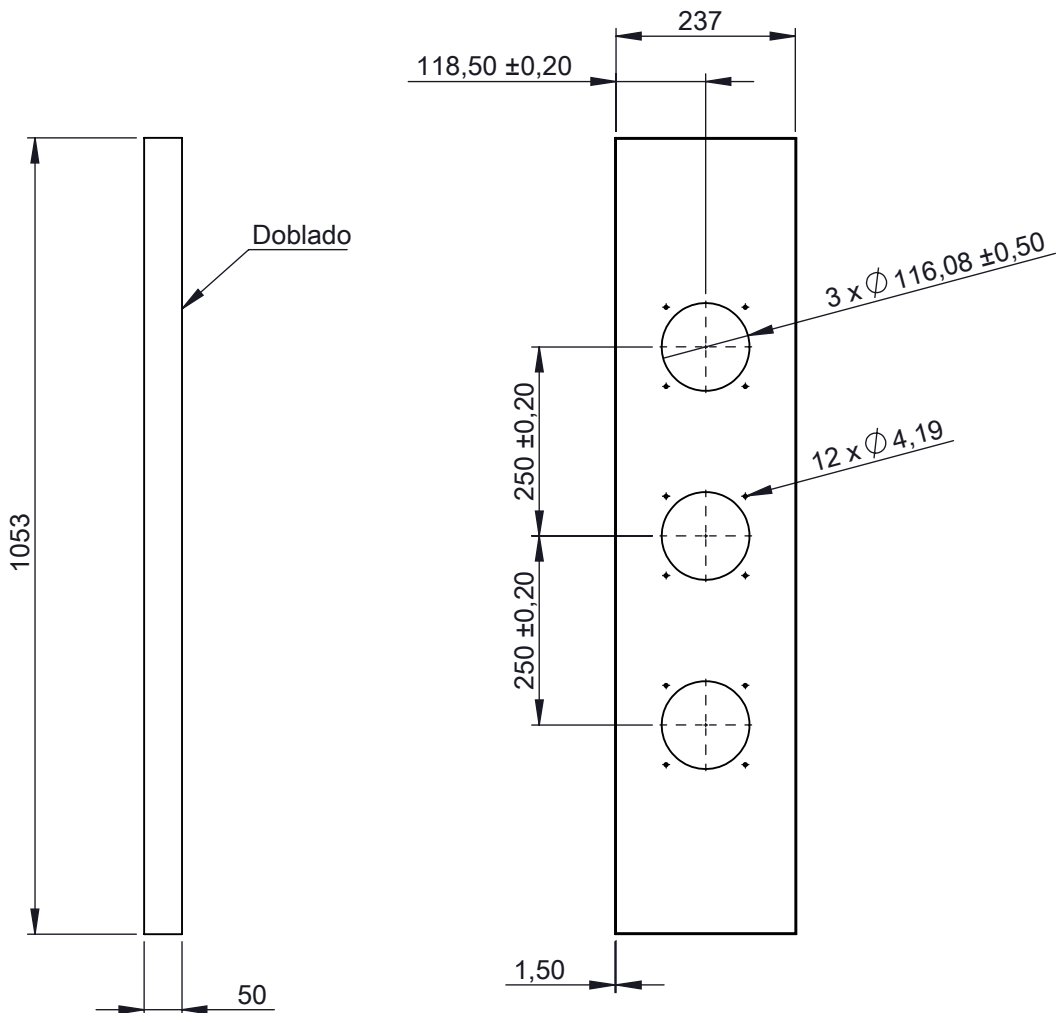
A

B

C

D

E



Tolerancia

(Peso)

Materiales:

 $\pm 0,3$

4.084 Kg

PLANCHA DE ACERO GALVANIZADO 1.5 mm de Espesor

Fecha

Nombre

Denominación:

Escala:

Dibujó: 29/03/15 Flores Wilfrido

Revisó: 01/04/15 Ing. Pérez C.

Aprobó: 01/04/15 Ing. Pérez C.

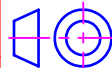
TAPA VENTILADORES

1:10

UTA
Ing. Mecánica

Número del dibujo: 06 de 15

(Sustitución)



Edición	Modificación	Fecha	Nombre

1

2

3

4

A

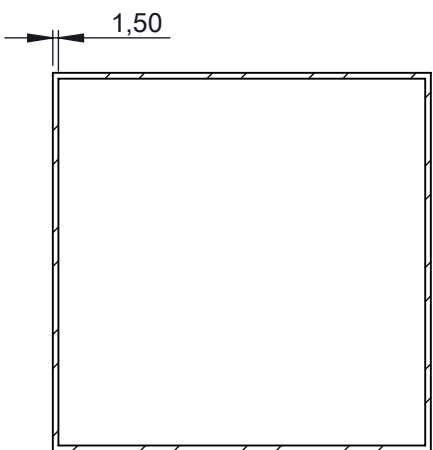
N3 Pulido

B

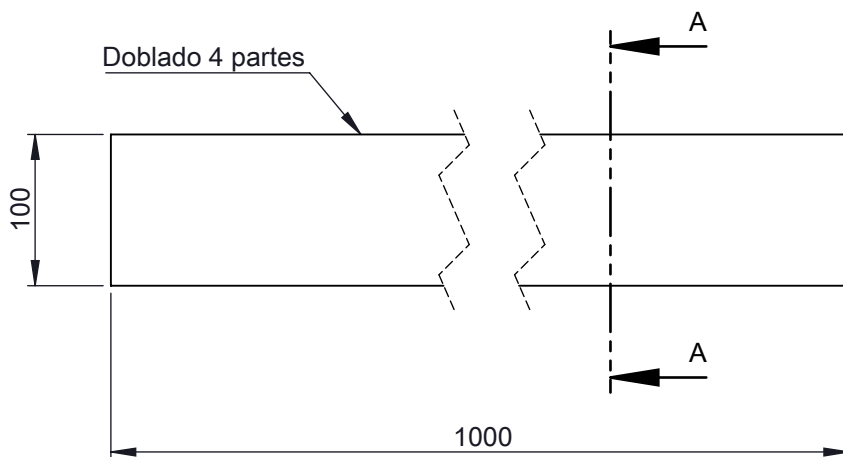
C

D

E



SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 2



				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,3	4.873 Kg	PLANCHA DE ACERO GALVANIZADO 1.5 mm de Espesor	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
				Dibujó: 29/03/15	Flores Wilfrido	SOPORTE DE TAPAS	1:5
				Revisó: 01/04/15	Ing. Pérez C.		
				Aprobó: 01/04/15	Ing. Pérez C.		
				UTA Ing. Mecánica		Número del dibujo: 07 de 15	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	

1

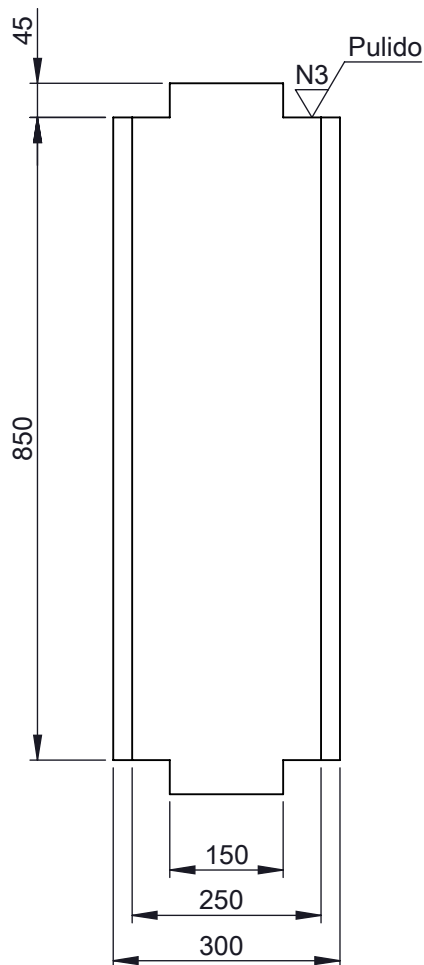
2

3

4



A

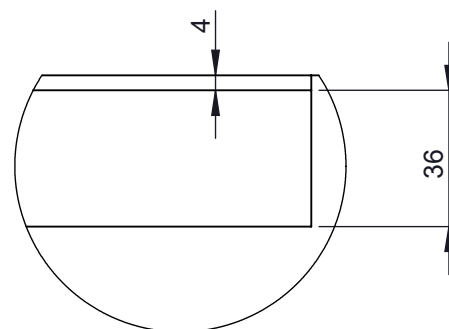


B

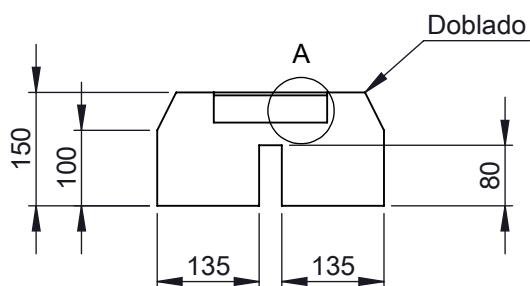
C

D

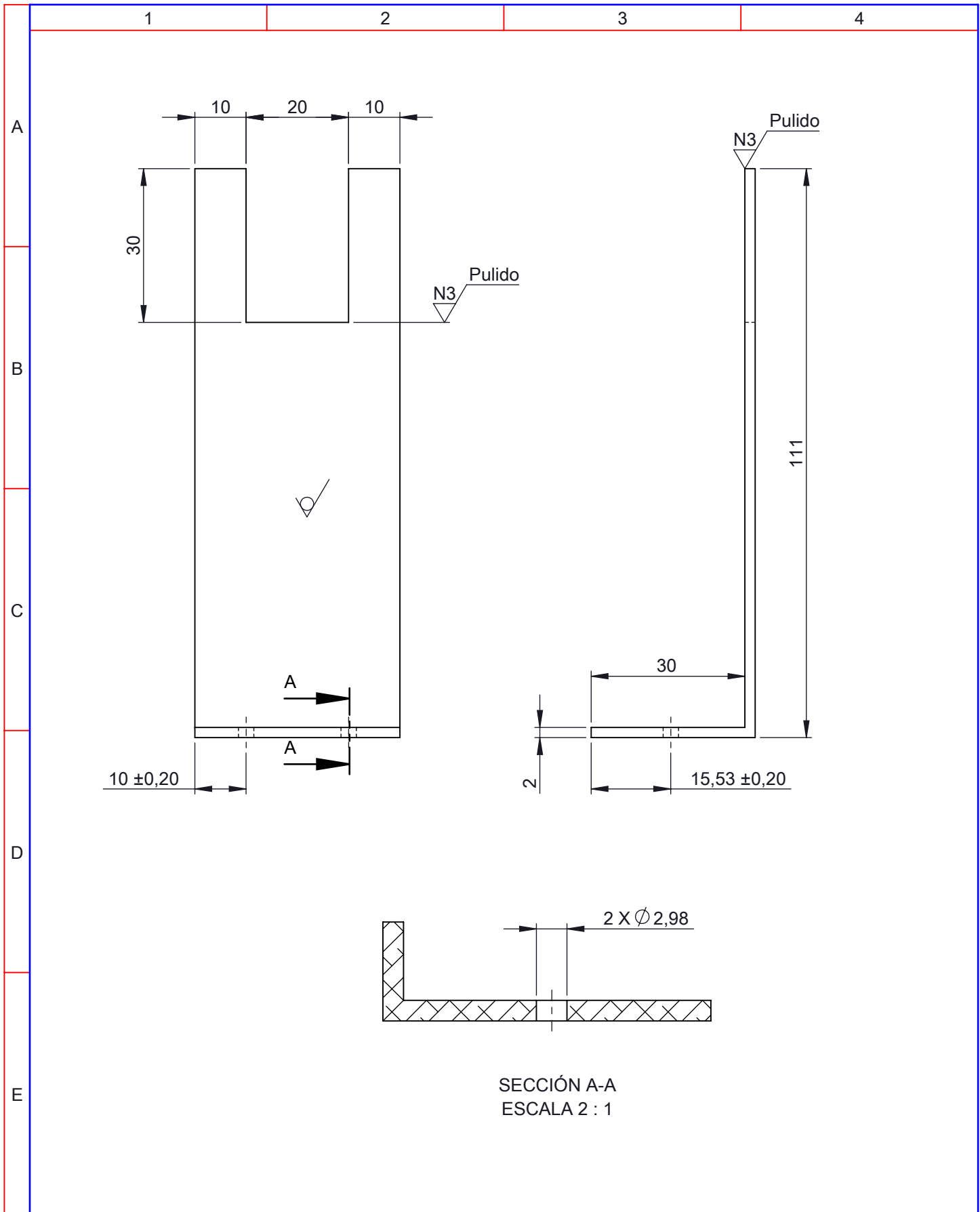
E



DETALLE A
ESCALA 1 : 2



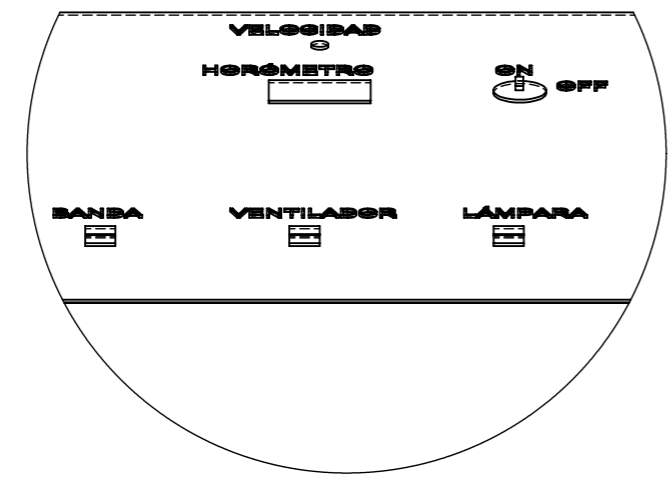
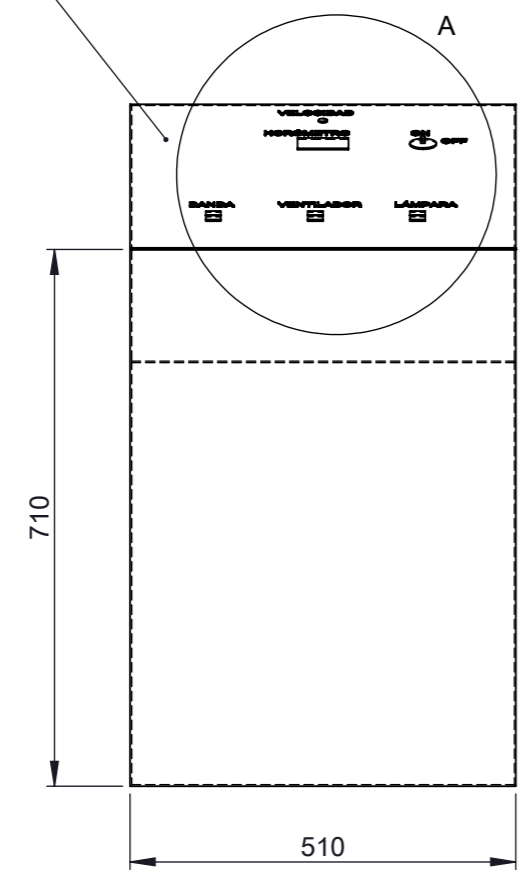
				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,3	6.202 Kg	PLANCHA DE ALUMINIO DE 4 mm de Espesor	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
				Dibujó: 29/03/15	Flores Wilfrido	REFLECTOR	1:10
				Revisó: 01/04/15	Ing. Pérez C.		
				Aprobó: 01/04/15	Ing. Pérez C.		
				UTA Ing. Mecánica		Número del dibujo: 08 de 15	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



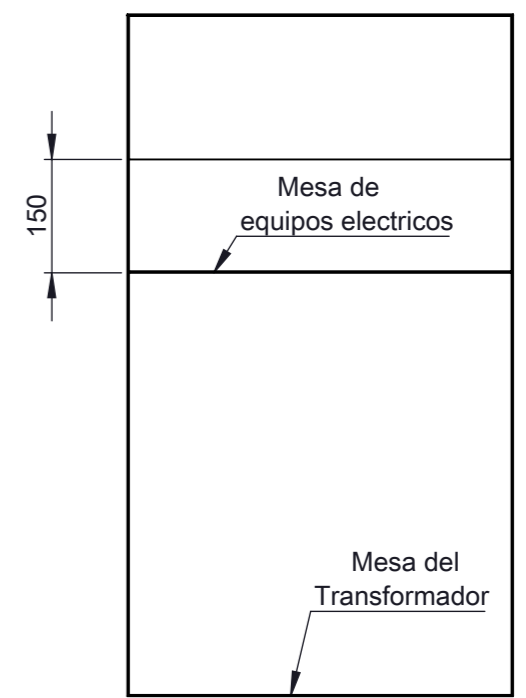
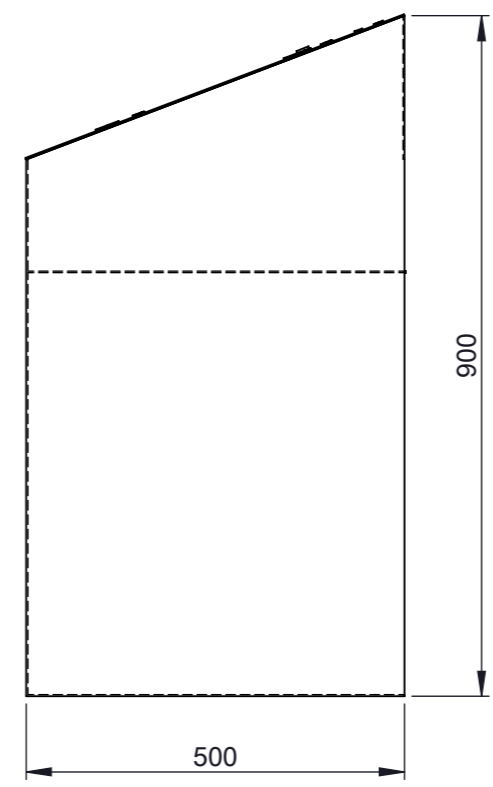
SECCIÓN A-A
ESCALA 2 : 1

				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,2	0.027 Kg	ALUMINIO	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
				Dibujó: 29/03/15	Flores Wilfrido.	SOPORTE LÁMPARA	1:1
				Revisó: 01/04/15	Ing. Pérez C		
				Aprobó: 01/04/15	Ing. Pérez C.		
				UTA Ing. Mecánica		Número del dibujo: 09 de 15	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	

TABLERO DE CONTROL

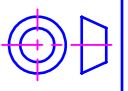


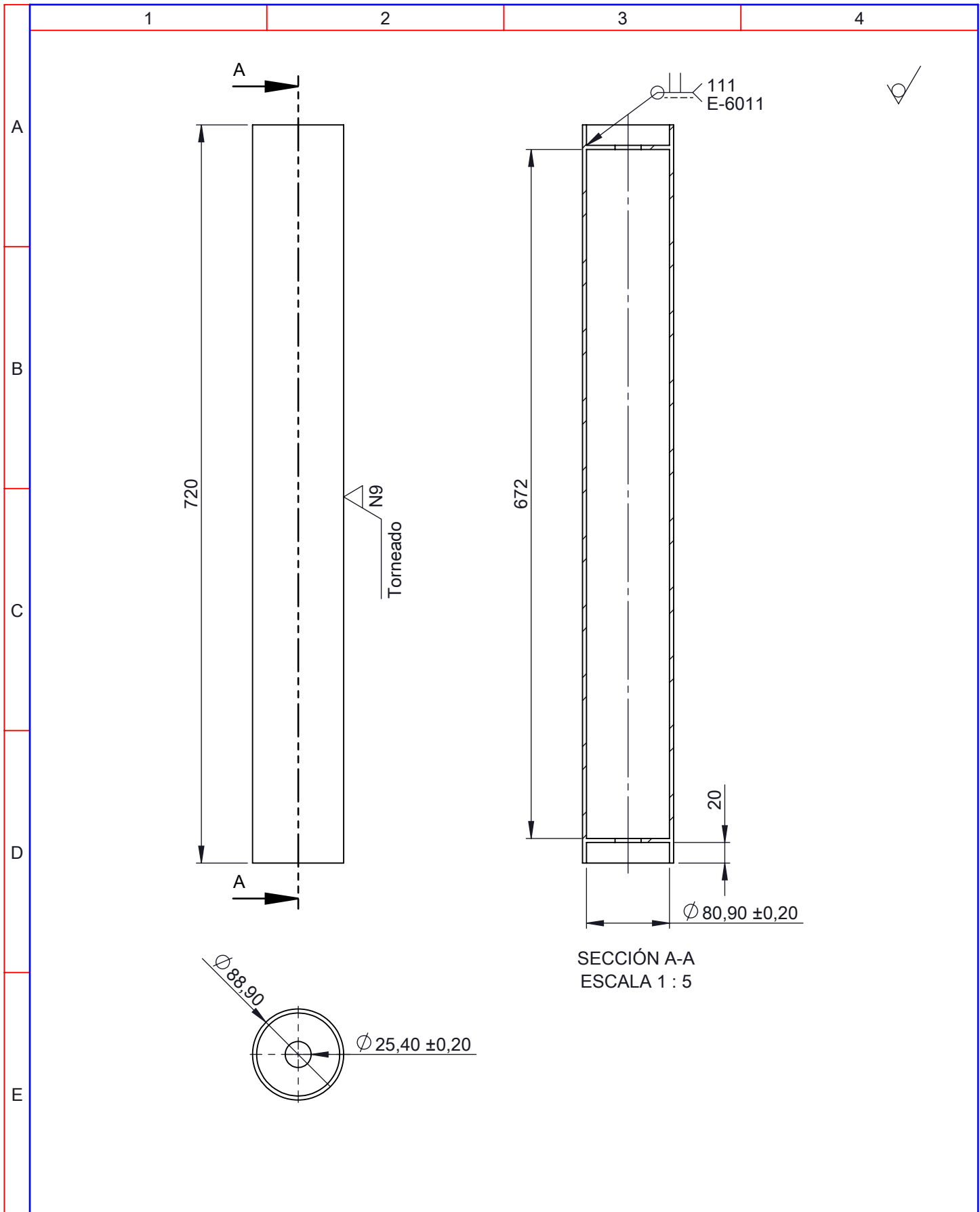
DETALLE A
ESCALA 1 : 5



N3 Pulido

				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,3	32.202 Kg	ACERO GALVANIZADO	
					Fecha	Nombre	Denominación: ARMARIO DE EQUIPOS ELECTRICOS
				Dibujó:	29/03/15	Flores Wilfrido	
				Revisó:	01/04/15	Ing. Pérez C.	
				Aprobó:	01/04/15	Ing. Pérez C.	Número del dibujo: 10 de 15 (Sustitución)
				UTA Ing. Mecánica			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Escala: 1:10	





SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 5

				Tolerancia	(Peso)	Materiales:		
				$\pm 0,2$	6.321 Kg	ACERO ASTM A-36		
				Fecha	Nombre	Denominación:		
				Dibujó: 29/03/15	Flores Wilfrido	RODILLO MOTRIZ		
				Revisó: 01/04/15	Ing. Pérez C.			
				Aprobó: 01/04/15	Ing. Pérez C.			
				UTA Ing. Mecánica		Número del dibujo: 11 de 15		
						(Sustitución)		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre					Escala: 1:5

1

2

3

4

A

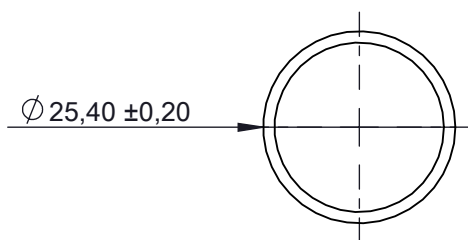
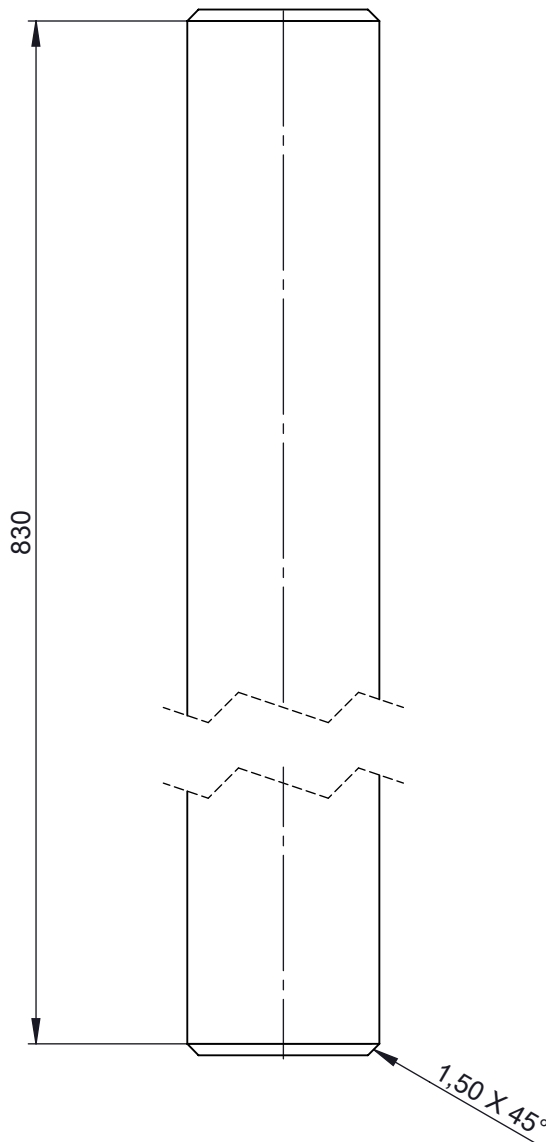
B

C

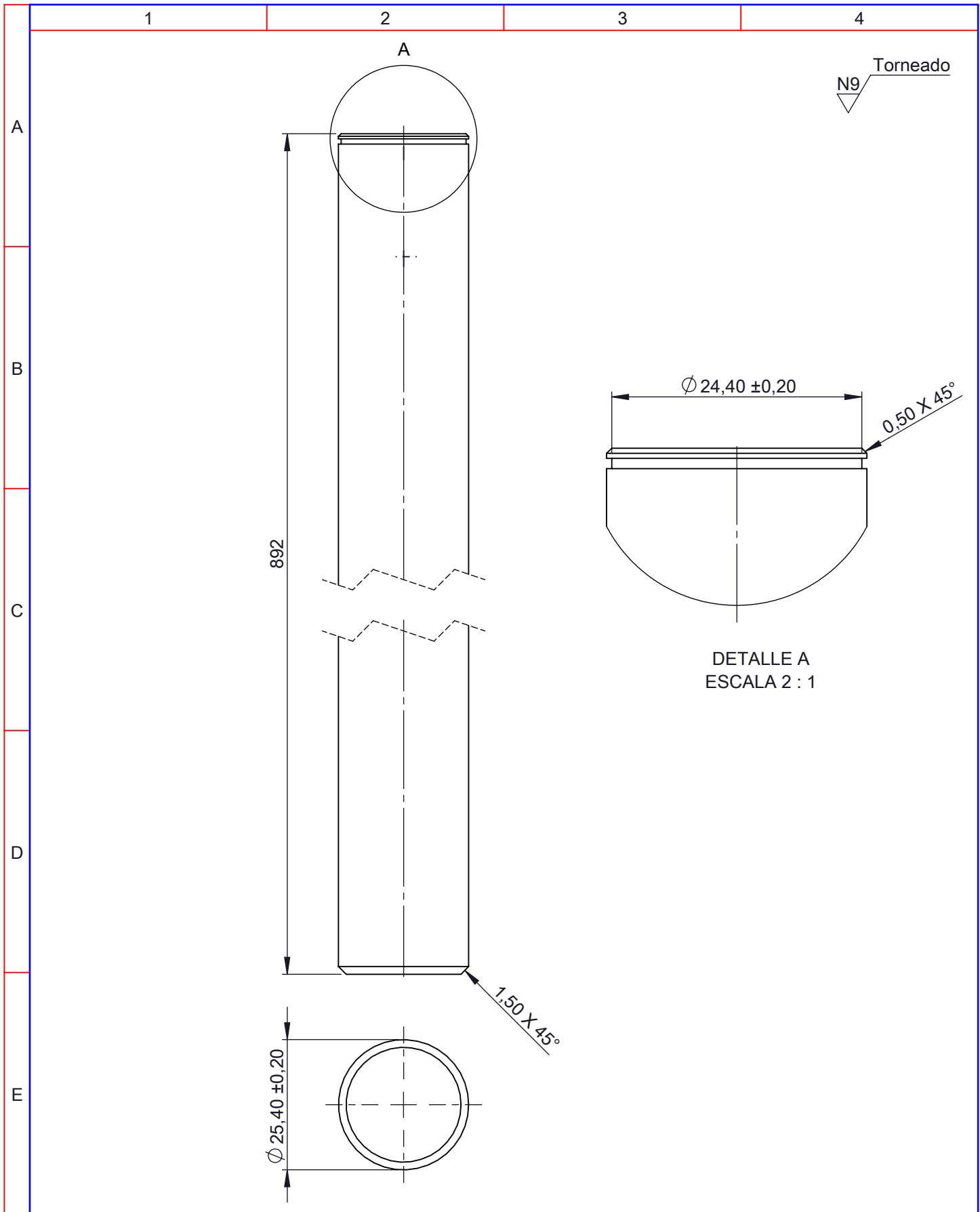
D

E

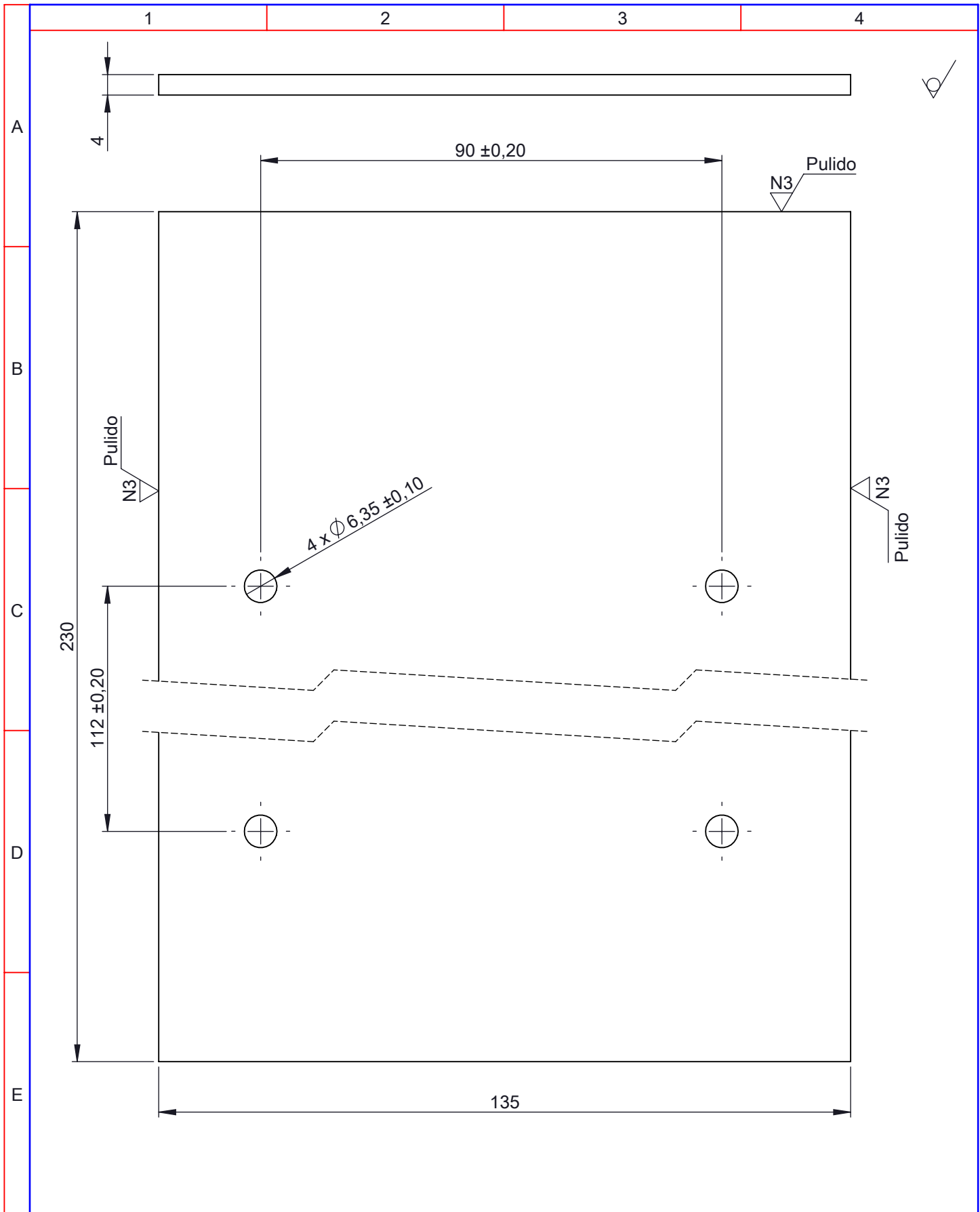
N9 Torneado



				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,2	3.334 Kg	AISI 1020	
				Fecha	Nombre	Denominación:	
				Dibujó: 29/03/15	Flores Wilfrido	EJE IMPULSADO	
				Revisó: 01/04/15	Ing. Pérez C.		
				Aprobó: 01/04/15	Ing. Pérez C.		
				UTA		Número del dibujo:	12 de 15
				Ing. Mecánica		(Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Escala:	
						1:1	



				Tolerancia	(Peso)	Materiales:		
				±0,1	3.569 Kg	AISI 1020		
				Fecha	Nombre	Denominación:		
				Dibujó: 29/03/15	Flores Wilfrido	EJE MOTRIZ		
				Revisó: 01/04/15	Ing. Pérez C.			
				Aprobó: 01/04/15	Ing. Pérez C.			
				UTA Ing. Mecánica		Número del dibujo: 13 de 15		
						(Sustitución)		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre					Escala: 1:1



				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,2	0.971 Kg	PLANCHA DE ACERO ASTM A-36 DE 4 mm de Espesor	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
				Dibujó: 29/03/15	Flores Wilfrido		
				Revisó: 01/04/15	Ing. Pérez C.		
				Aprobó: 01/04/15	Ing. Pérez C.	<h1 style="color: green; margin: 0;">PLACA BASE MOTOR</h1>	1:1
				UTA Ing. Mecánica			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	

1

2

3

4

N7 Pulido

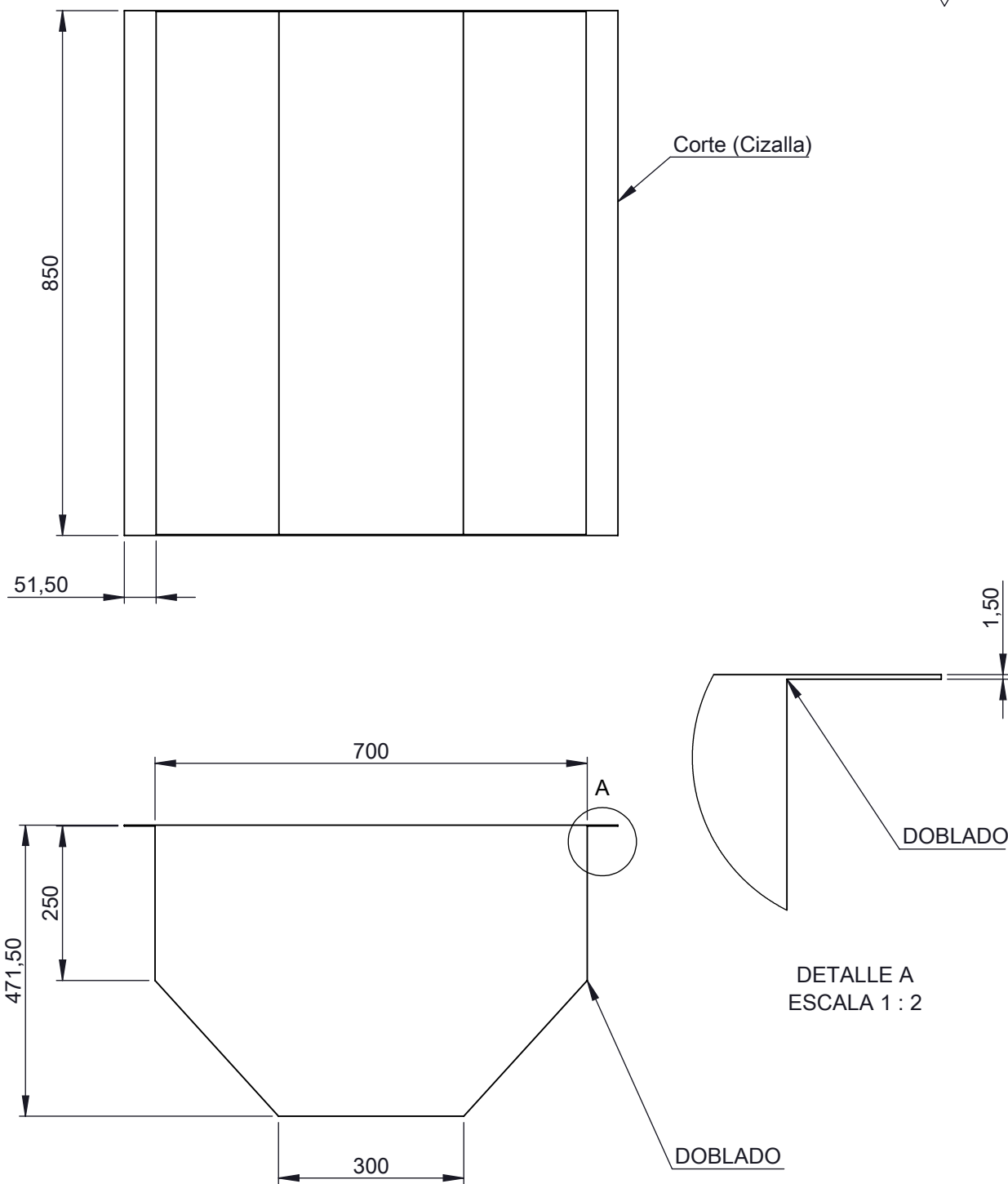
A

B

C

D

E



				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,2	21.707 Kg	PLANCHA DE ACERO GALVANIZADO 1.5 mm de Espesor	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
				Dibujó: 29/03/15	Flores Wilfrido	TAPA INFERIOR	1:10
				Revisó: 01/04/15	Ing. Pérez C.		
				Aprobó: 01/04/15	Ing. Pérez C.		
				UTA Ing. Mecánica		Número del dibujo: 15 de 15	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	