



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

Tesis de Grado Modalidad Tutoría Previo a la Obtención del Título de

INGENIERA MECÁNICA

TEMA:

**“IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA ACAMPANADORA PARA
MINIMIZAR TIEMPOS DE PRODUCCIÓN EN LA ELABORACIÓN DE
JUNTAS EN TUBERÍA PVC DE LA EMPRESA HOLVIPLAS S.A”**

AUTOR:

Egda. Magaly Elizabeth Caiza López

TUTOR:

Ing. Mauricio Carrillo

Ambato-Ecuador

Diciembre, 2010

AUTORÍA

Yo, MAGALY ELIZABETH CAIZA LOPEZ con C.I: 180364540-5, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Que los criterios emitidos en el trabajo de investigación, contenidos, ideas, análisis, conclusiones y propuesta son de exclusiva responsabilidad de mi persona, como autora del presente trabajo de grado.

Ambato, diciembre del 2010

.....

Magaly Elizabeth Caiza López

CI: 180364540-5

Autora

DEDICATORIA

A Dios y la Virgen María por ser quienes han guiado mis pasos y darme la fe y esperanza de un mejor mañana.

Con todo el amor del mundo a mi mami Georgina, por guiarme y ser el apoyo fundamental en mi crecimiento como ser humano, a mis hermanos Vinicio, Edwin y Ángel por ser los pilares fundamentales de mi vida, quienes confiaron en mí y me ayudaron a ser posible la culminación de mi carrera.

A mi cuñada Silvia por el apoyo incondicional brindado en los momentos difíciles mi vida. A mis adorados sobrinos Alexander y Nicole quienes con su inocencia y ternura alegran mi vida y la llenan de amor y cariño.

A mis familiares quienes han anhelados este momento más importante de mi vida.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar quiero agradecer a Dios y la virgen María por permitirme llegar a la meta anhelada, por darme la vida e inteligencia para el desarrollo este proyecto.

Agradezco a la Facultad De Ingeniería Civil y Mecánica por abrirme las pruebas de la institución. Y, a cada uno de los docentes quienes impartieron vuestros conocimientos para realizarme como ser humano y profesional.

Mis más sinceros agradecimientos para mi madre y hermanos quienes me brindaron todo su apoyo en cada instante de mi vida.

Un agradecimiento a HOLVIPLAS S.A por el apoyo brindado y la confianza depositada para la realización de mi tesis, de manera especial al ingeniero Mauricio Carrillo quien fue mi guía, para el feliz término del presente trabajo.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

A. PÁGINAS PRELIMINARES

TÍTULO.....	i
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA DE LA TESIS.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTOS.....	v
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	vi
ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS.....	x
DEFINICIÓN DE TÉRMINOS.....	xv
RESUMEN EJECUTIVO.....	xvii

B. TEXTO INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I

1.1 TEMA.....	1
1.2 PLANTEAMIENTO EL PROBLEMA.....	1
1.2.1 CONTEXTUALIZACIÓN.....	1
1.2.2 ANÁLISIS CRÍTICO.....	2
1.2.3 PROGNOSIS.....	3
1.2.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.2.5 INTERROGANTES.....	4
1.2.6 DELIMITACIÓN DEL OBJETO A INVESTIGAR.....	4
1.2.6.1 CONTENIDOS.....	4
1.2.6.2 ESPACIAL.....	4
1.2.6.3 TEMPORAL.....	4
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	4

1.4 OBJETIVOS.....	6
1.4.1 OBJETIVO GENERAL.....	6
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	6

CAPÍTULO II

2 MARCO TEÓRICO.....	7
2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	7
2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA.....	7
2.3 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	7
2.3.1 TUBERÍA PVC.....	8
2.3.2 CLASIFICACIÓN DE LA TUBERÍA PVC.....	9
2.3.2.1 SISTEMA DE DIMENSIONAMIENTO.....	9
2.3.2.2 LA PRESIÓN DE TRABAJO (PT).....	10
2.3.3 TIPOS DE UNIÓN	10
2.3.4 TIPOS DE TUBERÍA PVC	13
2.3.5 PROCESO DE FABRICACIÓN DE TUBERÍA PVC.....	13
2.3.6 DESCRIPCIÓN DE LAS MÁQUINAS EMPLEADAS PARA LA PRODUCCIÓN DE UNIONES ACAMPANADAS	15
2.3.6.1. ACAMPANADORA MANUAL	16
2.3.6.2. ACAMPANADORA SEMIAUTOMÁTICA	19
2.3.7 REPOTENCIACIÓN	27
2.3.8 AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL	27
2.3.9 PANTALLA TÁCTIL (TOUCHSCREEN)	35
2.4 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES	38
2.5 HIPÓTESIS	38
2.6 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES	39

CAPÍTULO III

3	METODOLOGÍA.....	40
3.1	ENFOQUE.....	40
3.2	MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	40
3.2.1	INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	40
3.2.2	INVESTIGACIÓN DE CAMPO.....	41
3.2.3	INVESTIGACIÓN HISTÓRICA.....	41
3.2.4	INVESTIGACIÓN ORIENTADA A LA COMPROBACIÓN.....	41
3.3	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	41
3.3.1	INVESTIGACIÓN DESCRIPTIVA.....	41
3.3.2	INVESTIGACIÓN APLICADA.....	42
3.3.3	INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL.....	42
3.4	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	42
3.5	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	42
3.6	RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	46
3.7	PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS.....	46

CAPÍTULO IV

4	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	47
4.1	ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA ENTREVISTA Y ENCUESTA REALIZADA EN LA EMPRESA HOLVIPLAS S.A.....	47
4.2	INTERPRETACIÓN DE DATOS DE LA ENCUESTA REALIZADA.....	54
4.3	ANÁLISIS DEL FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA ACAMPANADORA.....	56
4.4	RESULTADO DE TENER LA MÁQUINA ACAMPANADORA EN LA MISMA LÍNEA.....	58
4.5	VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	59

CAPÍTULO V

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	60
5.1 CONCLUSIONES.....	60
5.2 RECOMENDACIONES.....	63

CAPÍTULO VI

6 PROPUESTA.....	64
6.1 DATOS INFORMATIVOS.....	64
6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA	65
6.3 JUSTIFICACIÓN.....	65
6.4 OBJETIVOS.....	66
6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD.....	66
6.6 FUNDAMENTACIÓN.....	67
6.6.1 CÁLCULOS DE DISEÑO.....	67
6.6.2 DESCRIPCIÓN DEL PLC DL06.....	91
6.6.3 DESCRIPCIONN DEL SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN DirectSOFT5.....	95
6.6.4 DESCRIPCIÓN DE LA PANTALLA DE VISUALIZACIÓN REDLION G306 Y DEL SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN CRIMSON 2.0.....	104
6.6.5 DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA.....	112
6.6.6 DESCRIPCIÓN DE LAS PANTALLAS EMPLEADAS PARA EL FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA ACAMPANADORA.....	119
6.6.7 DISEÑO DE LA MATRIZ DE MOLDEO PARA LA JUNTA (PINES).....	127
6.7 ADMINISTRACIÓN.....	128
6.7.1 COSTOS DIRECTOS.....	128

6.7.2 COSTOS INDIRECTOS.....	130
6.7.3 COSTO TOTAL DE LA INVERSIÓN.....	130
6.7.4 FINANCIAMIENTO.....	130
6.7.5 COSTOS DE RECUPERACIÓN.....	131
6.7.6 ANÁLISIS DE COSTOS SIN LA MÁQUINA ACAMPANADORA.....	131
6.7.7 ANÁLISIS DE COSTOS CON LA MÁQUINA ACAMPANADORA.....	132
6.7.8 CÁLCULO DEL TMAR.....	133
6.7.9 CÁLCULO DEL VAN Y TIR.....	133
6.8 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN.....	134
6.8.1 MANTENIMIENTO PREVENTIVO QUE SE REALIZA A LA MÁQUINA ACAMPANADORA.....	134
6.8.2 MANTENIMIENTO QUE SE REALIZA AL SISTEMA DE HARDWARE.....	135

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

TABLAS

TABLA 2.1 EQUIVALENCIAS DE RD VS PRESIONES.....	10
TABLA 6.1 SIGNIFICADO DE INDICADORES PLC DL06.....	93
TABLA 6.2 CAMBIO DE MODOS PLC DL06.....	94
TABLA 6.3 VARIABLES DE PROGRAMACION PLC DL06.....	100
TABLA 6.4 ESTADOS DE PANTALLA.....	106
TABLA 6.5 COSTOS DE MATERIALES UTILIZADOS EN MÁQUINA ACAMPANADORA.....	128
TABLA 6.6 COSTOS DE MANO DE OBRA EN LA MÁQUINA ACAMPANADORA.....	130
TABLA 6.7 COSTO TOTAL.....	130
TABLA 6.8 COSTO DE PRODUCCIÓN SIN MÁQUINA EN LA LÍNEA.....	132

TABLA 6.9 COSTO DE PRODUCCIÓN CON ACAMPANADORA EN
LA MISMA LÍNEA.....

FIGURAS

FIGURA 2.1 TUBERÍA Y SUS PARTES PRINCIPALES.....	9
FIGURA 2.2 UNIÓN TIPO ANGER.....	11
FIGURA 2.3 UNIÓN CEMENTADA.....	11
FIGURA 2.4 UNIÓN BRIDADA.....	12
FIGURA 2.5 DETALLE DE LA UNIÓN ROSCADA.....	12
FIGURA 2.6 HORNO DE CALENTAMIENTO Y PANEL DE CONTROL.....	17
FIGURA 2.7 MATRIZ DE MOLDEO.....	17
FIGURA 2.8 TANQUE DE ENFRIAMIENTO.....	17
FIGURA 2.9 ABLANDAMIENTO DE LA TUBERÍA.....	18
FIGURA 2.10 FORMACIÓN DE LA UNIÓN CEMENTADA.....	18
FIGURA 2.11 ENFRIAMIENTO DE LA TUBERÍA.....	19
FIGURA 2.12 ABLANDAMIENTO DE TUBERÍA.....	24
FIGURA 2.13 SUJECIÓN DE LA TUBERÍA PARA EVITAR DESLIZAMIENTO.....	24
FIGURA 2.14 ENFRIAMIENTO DE LA TUBERÍA.....	25
FIGURA 2.15 POSICIONAMIENTO DEL SELLO ELASTOMÉRICO.....	26
FIGURA 2.16 COLOCACIÓN DEL SELLO EN EL MANDRIL.....	26
FIGURA 2.18 ESTRUCTURA FÍSICA DE UN PLC.....	29
FIGURA 2.19 COMPONENTES DE ESCALA LÓGICA BÁSICA.....	35
FIGURA 2.20 PANTALLA POR INFRARROJOS.....	36
FIGURA 2.21 PANTALLA RESISTIVAS.....	37
FIGURA 2.22 TOUCHPAD CAPACITIVOS.....	38
FIGURA 2.21 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES.....	38
FIGURA 4.1 EVALUACIÓN DE PREGUNTA 1.....	48
FIGURA 4.2 EVALUACIÓN DE PREGUNTA 2.....	49

FIGURA 4.3 EVALUACIÓN DE PREGUNTA 3.....	49
FIGURA 4.4 EVALUACIÓN DE PREGUNTA 4.....	50
FIGURA 4.5 EVALUACIÓN DE PREGUNTA 5.....	50
FIGURA 4.6 EVALUACIÓN DE PREGUNTA 6.....	51
FIGURA 4.7 EVALUACIÓN DE PREGUNTA 7.....	51
FIGURA 4.8 EVALUACIÓN DE PREGUNTA 8.....	52
FIGURA 4.9 EVALUACIÓN DE PREGUNTA 9.....	52
FIGURA 4.10 EVALUACIÓN DE PREGUNTA 10.....	53
FIGURA 4.11 EVALUACIÓN DE PREGUNTA 11.....	53
FIGURA 4.12 DIAGRAMAS DE COMPARACIÓN CON LAS MÁQUINAS.....	58
FIGURA 4.13 TUBERÍA EN PROCESO.....	57
FIGURA 4.14 COMPARACIÓN DE PRODUCCIONES.....	59
FIGURA 6.1 ESQUEMA DE POSICIÓN DE LA TUBERÍA.....	67
FIGURA 6.2 DIAGRAMA DE FUERZAS PRESENTES EN EL EJE.....	68
FIGURA 6.3 CONEXIÓN ENTRE POLEAS.....	69
FIGURA 6.4 CONEXIÓN POLEA MOTOR.....	73
FIGURA 6.5 CONJUNTO MÓVIL MANDRIL.....	75
FIGURA 6.6 DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE.....	76
FIGURA 6.7 FUERZA CORTANTE.....	77
FIGURA 6.8 MOMENTO MÁXIMO.....	77
FIGURA 6.9 DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE PLANO XY.....	80
FIGURA 6.10 DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE PLANO XZ.....	82
FIGURA 6.11 MONTAJE DE LOS PERNOS.....	89
FIGURA 6.12 ESQUEMA DEL PLC DL06.....	91
FIGURA 6.13 PANEL FRONTAL DEL PLC DL06.....	92
FIGURA 6.14 ESTADOS DEL PLC DL06.....	95
FIGURA 6.15 BARRAS DE ESTADO DE PROGRAMACION KOYO.....	96
FIGURA 6.16 PASOS PARA CREAR UN NUEVO PROYECTO.....	97
FIGURA 6.17 LADDER PALETTE.....	97
FIGURA 6.18 CIRCULACIÓN DE LA CORRIENTE.....	100

FIGURA 6.19 PUNTOS DE ENTRADAS.....	101
FIGURA 6.20 GRUPO COMÚN.....	101
FIGURA 6.21 ESQUEMA DE CONEXIÓN COMPUTADOR PLC.....	104
FIGURA 6.22 ESQUEMA FRONTAL.....	104
FIGURA 6.23 ESQUEMA FRONTAL DIMENSIONES.....	106
FIGURA 6.24 MENÚ DE PANTALLA CRIMSON.....	107
FIGURA 6.25 PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN.....	107
FIGURA 6.26 ETIQUETAS DE DATOS.....	108
FIGURA 6.27 INTERFAZ DE USUARIO.....	109
FIGURA 6.28 CAJA DE HERRAMIENTAS.....	109
FIGURA 6.29 DECLARACIÓN DE LA FORMA DE TRABAJO.....	110
FIGURA 6.30 DEFINIR ESTADOS ON/OFF.....	110
FIGURA 6.31 ICONO DE PROGRAMACIÓN.....	111
FIGURA 6.32 DATOS PARA GRÁFICOS.....	111
FIGURA 6.33 SERVIDOR WEB.....	111
FIGURA 6.34 DIAGRAMA PRINCIPAL QUE CONTROLA EL FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA.....	113
FIGURA 6.35 DIAGRAMA DE INICIO DEL CICLO DE LA MÁQUINA.....	114
FIGURA 6.36 DIAGRAMA DE CALENTAMIENTO DE LA MÁQUINA.....	115
FIGURA 6.37 DIAGRAMA DE TRASPASO A ESTACIÓN DE CONFORMADO..	116
FIGURA 6.38 DIAGRAMA DE ACAMPANADO EN LA TUBERÍA.....	117
FIGURA 6.39 DIAGRAMA DE INCRUSTACIÓN DE SELLO ELASTOMÈRICO..	118
FIGURA 6.40 PORTADA.....	119
FIGURA 6.41 CICLO MANUAL/SEMIAUTOMÁTICO.....	120
FIGURA 6.42 LONGITUD DE TUBO.....	120
FIGURA 6.43 ESPIGA O SELLADO.....	120
FIGURA 6.44 PARÁMETROS DE TRABAJO.....	121
FIGURA 6.45 VISUALIZACIÓN DE PARÁMETROS.....	121
FIGURA 6.46 VOLTEO.....	122
FIGURA 6.47 LIMPIEZA.....	122

FIGURA 6.48 DESPLAZAMIENTO.....	123
FIGURA 6.49 MOTOR.....	123
FIGURA 6.50 HORNO.....	124
FIGURA 6.51 MORDAZAS.....	124
FIGURA 6.52 MANDRIL.....	125
FIGURA 6.53 EXPLULSORES.....	125
FIGURA 6.54 DESCARGA.....	126
FIGURA 6.55 PORTA SELLOS.....	126
FIGURA 6.56 GUILLOTINA.....	127
FIGURA 6.57 DIMENSIONES ESPIGA-CAMPANA.....	128
FIGURA 6.58 DIMENSIONES SELLADO-ELASTOMÉRICO.....	128

C. MATERIALES DE REFERENCIA

1. BIBLIOGRAFÍA

2. ANEXOS

PARÁMETROS DE DISEÑO MÁQUINA ACAMPANADORA

PROGRAMACIÓN MÁQUINA ACAMPANADORA

FOTOS MÁQUINA ACAMPANADORA

DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

Campana Terminal.- parte agrandada en un extremo del tubo o accesorio, que se usa en el acoplamiento de dos piezas.

Cemento Solvente.- un adhesivo hecho por disolución de una resina plástica o compuesto en un solvente o mezcla de solventes adecuados.

Cementado por solvente.- unión de tubos y accesorios por medio de cemento solvente.

Diámetro Nominal.- Diámetro exterior del tubo, sin considerar su tolerancia, que servirá de referencia en la identificación de los diversos accesorios y uniones de una instalación.

Elastómero.- Un material macromolecular que retorna aproximadamente a su forma y dimensiones iniciales, en un periodo corto de tiempo, luego de la extinción de la tensión a la que a sido solicitado.

Espiga.- parte terminal de un tubo y/o accesorio que se acopla con la campana.

Extrusión.- Proceso por el cual un plástico es forzado a través de un orificio de moldeo, para formar una pieza de forma continua.

Fuga.- transmisión del fluido de ensayo a través de grietas, perforaciones del cuerpo de la probeta con la consecuente pérdida de la presión suministrada.

Junta.- localización de la unión de dos piezas de tubo, o de un tubo y un accesorio. La unión puede hacerse por adhesivo, por cemento solvente, por calor, por procedimientos mecánicos, fileteado o sellado elástico.

Longitud nominal.- longitud efectiva del tubo sin considerar campanas o enchufles terminales.

Lote.- una colección de unidades de producto manufacturado bajo condiciones uniformes de fabricación.

Presión nominal.- es el valor expresado en MPa, que corresponde a la presión interna máxima admisible para uso continuo del tubo transportando agua a 20°C de temperatura.

RESUMEN EJECUTIVO

Las innovaciones realizadas en las uniones de tubería PVC ha conseguido desarrollar la unión por sellado elastomérico, el cual consiste básicamente en un acampanado especial de los tubos, donde se incorpora un empaque metálico revestido de hule, esto permite el acople entre tubos sin necesidad de pegamento para PVC.

Las máquinas que posee HOLVIPLAS S.A. no abastecen la producción de estas uniones, lo que ha generado retrasos en la producción, haciendo que el cliente tenga que esperar más días de lo estipulado.

Para solucionar este problema la empresa ha considerado implementar máquinas capaces de realizar la unión de sellado elastomérico, pero la adquisición de esta significa una inversión de 150.00 dólares, por lo cual, se optó por repotenciar una máquina acampanadora que ya cumplió su vida útil; es decir, realizar la recuperación de vida de los componentes del equipo y por consecuencia la prolongación de grandes beneficios para la institución.

Para realizar la conversión de esta máquina se empleó principalmente un PLC marca Koyo y una pantalla táctil Crimson, entre otros componentes; además de ello se realiza un rediseño de la máquina.

Mediante la pantalla táctil se realiza el diseño de los iconos que comandarán el funcionamiento; estos iconos representan los elementos que constituyen la máquina acampanadora, además el operador tendrá la facilidad de ingresar los tiempos de trabajo para el calentamiento, traslado, conformado y enfriamiento de la tubería.

Con la implementación de ésta se consigue minimizar los días de producción que **lleva hacer un** lote de tubería, es así como; requiere de producir un lote de tubería de 110 por 0,8 MPa al implementar la maquina acampanadora un lote de tubería llevo culminar 17 días, con la utilización de esta máquina se consiguió reducir a 3 días que es el tiempo que se requiere para la elaboración de estos tubos. En el capítulo 4 se realiza en análisis detallado del tiempo que se invierte.

Cabe detallar que las uniones que se realizan, cumplen con las normas de calidad INEN 1330 para unión espiga-campana y la 1331 para sellado elastomérico, en estas se especifica la profundidad de campana y el diámetro interno que deben tener. Esta máquina garantiza en cumplimiento de estas normas.

En el capítulo 6 se analiza el beneficio económico que la máquina acampanadora brinda; para la repotenciación del equipo se empleó 6011,38 dólares.

El hecho de no poseer suficientes máquinas que realicen las uniones acampanadas ha generado que los campaneros trabajen horas extras, representando un costo adicional de 372 dólares para la institución.

Al poseer la máquina acampanadora se produce un ahorro de 372 dólares mensuales, que representan 4464 dólares al año, de esta manera la recuperación de la inversión se consigue en el segundo año con una ganancia de 271,27 dólares.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 TEMA

“Estudio e implementación de una máquina acampanadora para minimizar tiempos de producción en la elaboración de juntas en tubería PVC de la empresa HOLVIPLAS S.A”

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1 CONTEXTUALIZACIÓN

Dentro de un mundo competitivo en el cual nos encontramos, los sectores productivos y de negocio, no pueden quedar al margen de la competencia, ya que la existencia de estos sectores dedicados a la producción de tubería PVC, son los que obligan a realizar un producto de calidad, ser mejores con los producto que la empresa realiza y abastecer el mercado del consumo, brindando la satisfacción del cliente.

Siendo la tubería de PVC uno de los productos de mayor consumo sea dentro del sector industrial, agrícola, construcción, etc. Empresas dedicadas a realizar esta producción se encuentran en la necesidad de realizar un mejoramiento continuo y ofertar tubería con facilidad de anclaje, además garantizar que el tipo de unión que se realice en la tubería sea confiable.

Empresas que producen tubería PVC en el Continente Americano, se encuentra que la mayoría de estas empresas utilizan maquinaria con tecnología de alto nivel como son las máquinas semiautomáticas que realizan las campanas de los tubos, también estas realizan la unión sellado elastomérico (tubos que por un lado tienen una campana conformada con una cavidad donde se aloja un anillo o empaque de material elastomérico), entregando así un excelente acabado en los tubos, y con la facilidad que estos pueden ser juntados de manera eficaz, evitando así el consumo de pegamentos o solventes. Además la utilización de estas máquinas a ayudado a optimizar el tiempo de producción, mano de obra, consumo de recursos energéticos, mejorando de esta manera su producción e inversión.

Empresas como Plastigama, Tigre, Rival, etc. Se encuentran ofertando al país tubería que cumple con las normas de calidad INEN, proporcionando al mercado los diferentes tipos de uniones de manera inmediata. Estas empresas poseen máquinas capaces de realizar la unión de tubos PVC por sellado elastomérico, que representa una tecnología orientada a brindar soluciones profesionales y económicamente razonables en la instalación de sistemas hidráulicos, dejando atrás la utilización de pegas y cementos, así como cualquier otro tipo de unión. Dichas empresas utilizan máquinas automáticas que garantiza una campana de calidad en la tubería.

En la provincia Tungurahua se determina la existencia de una sola empresa que produce tubería PVC, siendo esta institución HOLVIPLAS S.A ubicada en el sector ex Coca Cola; la tubería que produce es conocida con el nombre de MAKROTUBO para lo que es ventilación y HOLVIPLAS tubería de presión, desagüe y ducto telefónico. Esta empresa produce la unión espiga-campana y la unión por sellado elastomérico pero la realización de estos tipos de uniones se ha convertido en un proceso que requiere gran inversión de tiempo y recursos provocando un retraso en la producción, debido a la falta de maquinaria capaz de realizar estas uniones; sin embargo dicha empresa desea incrementar una máquina que realice este trabajo.

1.2.2 ANÁLISIS CRÍTICO

Mientras que en la empresa no se incrementa maquinaria, que realice las uniones, ésta seguirá teniendo retrasos en la producción, con lo cual no estaría en capacidad de ofertar al mercado los distintos tipos de uniones que requiere, ésta puede verse afectada ya que no se podría competir con otras empresas y tampoco abastecer las necesidades del cliente, teniendo en cuenta que la mayoría de usuarios realizan sus compras en lugares donde puedan encontrar todo lo necesario para la realización de los distintos trabajos.

1.2.3 PROGNOSIS

La empresa HOLVIPLAS S.A al no poseer máquinas que realicen los diversos tipos de acampanado existentes en el país se puede encontrar en desventaja con respecto a las industrias de la competencia, ocasionando que las ventas del producto vayan decayendo y con ello provocar una inestabilidad económica dentro de la empresa; haciendo que el acampanado de los tubos se convierta en un procedimiento que exija grandes inversiones de recursos, con lo cual la tubería tendría que ser vendida a precios elevados de esta manera se estaría dando paso a que otras empresas realicen una mejor comercialización dentro del país. La falta de maquinaria que realice el sellado elastomérico dentro de la empresa es un factor que afectará gravemente la posición que la empresa ha logrado conseguir durante el tiempo que se encuentra operando dentro de la provincia.

1.2.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál es el factor que ocasiona el retraso en el acampanado de tubería PVC de la empresa HOLVIPLAS S.A.?

1.2.5 INTERROGANTES

¿La maquinaria que actualmente utiliza la empresa es la óptima?

¿Por qué es indispensable realizar las uniones en la tubería?

¿Cuánto tiempo se invierte en elaboración de las campanas?

1.2.6 DELIMITACIÓN DEL OBJETO A INVESTIGAR

1.2.6.1 CONTENIDOS

Las asignaturas que se contemplan para la realización del proyecto son: Control Industrial I y II, Instalaciones Eléctricas, Electrónica, Taller Básico, CAD, Diseño de elementos de máquinas.

1.2.6.2 ESPACIAL

La mayor parte del desarrollo de proyecto se realizará dentro de las instalaciones de empresa HOLVIPLAS S.A.

1.2.6.3 TEMPORAL

Se estima 6 meses para la culminación del proyecto.

1.3 JUSTIFICACIÓN

El desarrollo de los diversos métodos de uniones en la tubería ha generado que las empresas inviertan en maquinaria de gran tecnología. Con ello han conseguido mejorar la calidad de la tubería y entregar a los usuarios facilidades de anclaje y evitar la inversión de elementos secundarios. La existencia de estos tipos de uniones

hace que la empresa se vea en la necesidad de implementar dentro de la planta máquinas que realicen estos trabajos.

Al momento la empresa realiza las uniones mediante la acampanadora manual, pero solo se puede hacer la unión espiga-campana, con lo cual se produce una gran inversión de tiempo en la producción, pero con ésta no se logra realizar el sellado elastomérico. Mientras que la unión por sellado elastomérico requiere maquinaria automática o semiautomática, debido a que en ella se realizan diversos procedimientos, que la anterior no puede hacer, es así como HOLVIPLAS S.A. crea la necesidad de añadir o repotenciar máquinas capaces de realizar este tipo de trabajo, que permitan abastecer de manera eficiente al consumidor y con ello optimizar la inversión de recursos.

HOLVIPLAS S.A. al ser todavía una empresa que poco a poco va creciendo encuentra ciertas limitaciones para adquirir el equipo acampanador, puesto que la adquisición de esta máquina implica una inversión de alrededor de 150.000 dólares, por este motivo la empresa ha tomado la decisión de repotenciar maquinaria que hace más de quince años cumplió su vida útil en los Estados Unidos, esta fue comprada como chatarra al precio de 2.000 dólares.

Como investigadores y conocedores de las nuevas técnicas con que las empresas se encuentran trabajando se hace posible la repotenciación de maquinaria, es decir, realizar una renovación sea total o parcial de acuerdo al estudio que en lo posterior se llevará a cabo, esto se realizará mediante la formación profesional recibida en el transcurso de estos años, para de esta manera aplicar y enriquecer conocimientos, adquiriendo nuevas experiencias.

La implementación de esta máquina en la empresa constituye un adelanto ya que estaría en condiciones de competir con empresas similares, además reducir los costos de producción que su elaboración implica. Con ello estar en capacidad de ofertar

productos de calidad tanto dentro de la provincia como del país y satisfacer las necesidades del cliente, el logro de éstas expectativas tendrá impacto sobre los resultados de la organización, tales como ingresos y disminución del tiempo empleado para la producción. Por tal motivo debe estar a la vanguardia en el desarrollo del producto preparándose para responder al mercado cambiante.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Estudiar el proceso de acampanado así como los componentes de la máquina y determinar los elementos necesarios para la implementación de ésta, en la producción de uniones en la tubería PVC de la empresa HOLVIPLAS S.A ubicada en el sector ex Coca Cola de la provincia Tungurahua”

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar el proceso de acampanado que se emplea dentro de la empresa.
- Determinar el estado que se encuentra la máquina
- Rediseñar y repotenciar la máquina acampanadora.
- Analizar los costos para determinar la factibilidad de repotenciar la máquina.
- Comparar los tiempos que se emplea para realizar la campana en los tubos de PVC.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

En HOLVIPLAS S.A. existe una máquina, que realiza los diferentes tipos de uniones acampanadas, la misma que servirá de guía para el desarrollo del proyecto. Dicha máquina se encuentran compuesta por tres tableros eléctricos y por un sin número de botoneras que comandan los distintos procedimientos para la elaboración de las uniones.

Empresas como Plastigama, Tigre, Rival, entre otras, se encuentran realizando de manera eficiente las uniones espiga-campana y sellado elastomérico, HOLVIPLAS S.A, aspira poseer máquinas capaces de realizar los distintos tipos de uniones para incrementar su producción y cubrir las necesidades del consumidor.

2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA

El estudio de los métodos utilizados en el proceso de acampanado de la tubería PVC orienta a determinar que método es aplicable, para poder situarse al nivel de la competencia, además reducir los costos de producción que su elaboración implica. Con ello poder entregar al cliente un producto de calidad y a un precio accesible. Con el desarrollo de esta investigación ayudará a conocer que arreglos se debe realizar a la máquina.

2.3 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.3.1 TUBERÍA PVC

El Policloruro de Vinilo (PVC) es un moderno, importante y conocido miembro de la familia de los termoplásticos, es decir, que bajo la acción del calor se reblandece, y puede así moldearse fácilmente; al enfriarse recupera la consistencia inicial y conserva la nueva forma. Es un polímero obtenido de dos materias primas naturales cloruro de sodio o sal común (ClNa) (57%) y petróleo o gas natural (43%), siendo por lo tanto menos dependiente de recursos no renovables que otros plásticos.

El PVC en un artículo terminado no es polímero puro. Estas resinas deben mezclarse con diversos aditivos para convertirse en lo que se denomina compuesto de PVC, material que de esta forma, incorpora todas las propiedades requeridas para poder ser transformado en productos útiles.

El PVC se utiliza en aplicaciones muy variadas, la mayoría de ellas con una larga vida. Es un material durable, económico, procesable por todas las técnicas para plásticos y reciclable, con una gama de propiedades y ventajas que lo han mantenido como el material líder en diversas industrias. Las propiedades de los plásticos de PVC dependen del tipo de aditivos y de su cantidad. Dentro de las propiedades químicas tenemos la resistencia a humos, líquidos corrosivos, soluciones ácidas, salinas; solventes y productos químicos. Como se sabe el PVC es el más versátil de los plásticos ya que se adapta a la mayoría de procesos para su transformación así como ser un material económico en cuanto a su relación calidad-precio. Otra gran propiedad tecnológica es la facilidad de reciclaje, lo que hace que pueda mezclarse parte de éste material reciclado con material virgen para ser aprovechado nuevamente en un proceso.

La tubería es el medio utilizado para transportar fluidos (líquidos y gases) a presiones significativas que causan esfuerzos de trabajo sobre las paredes. La tubería PVC pertenece a la clasificación de tuberías semi-rígidas las cuales poseen cierta capacidad de deformarse, lo cual es útil en su instalación y mantenimiento.

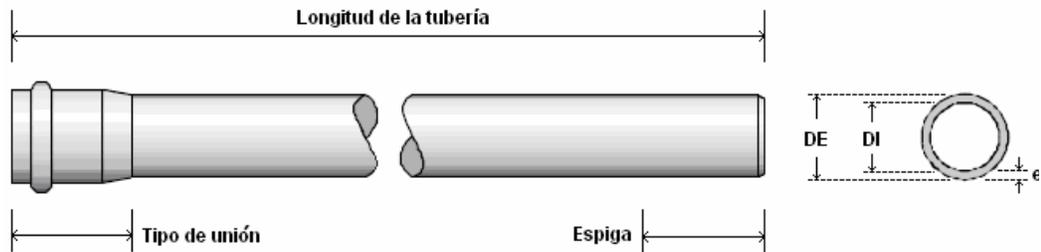


FIGURA 2.1 TUBERÍA Y SUS PARTES PRINCIPALES (FUENTE: RUBIN, IRVIN I)

2.3.2 CLASIFICACIÓN DE LA TUBERÍA PVC

La tubería PVC se puede clasificar según el sistema de dimensionamiento, la presión de trabajo y el tipo de unión a utilizar.

2.3.2.1 SISTEMA DE DIMENSIONAMIENTO

La base de esta clasificación depende del sistema a utilizar, puede ser serie inglesa o serie métrica.

- **Serie inglesa (SI).**- Se basa en tuberías cuyas especificaciones son de EE.UU. normalmente de la Asociación Americana para Pruebas de Materiales, ASTM. Una característica importante es que el diámetro nominal no corresponde al diámetro externo, ni al diámetro interno. Mantiene constante el diámetro externo para los diferentes espesores de pared, por lo que el diseño del tubo se basa en esta característica. Se mide en pulgadas.

- **Serie métrica (SM).**- Las especificaciones originales para este tipo de tubería proceden de la Organización Internacional de Normas, ISO. En este caso el diámetro nominal corresponde al diámetro externo. Al igual que la tubería de serie inglesa mantiene constante el diámetro externo a diferentes espesores de pared. Se mide en milímetros.

2.3.2.2 LA PRESIÓN DE TRABAJO (PT)

Es el valor máximo de la presión que el agua puede ejercer continuamente sobre las paredes del tubo, con un alto grado de seguridad para que no presenten fallas. La relación entre el diámetro y el espesor se llama RD y le da al tubo en forma inversamente proporcional mayor o menor resistencia a la presión interna. Dependiendo de la presión de trabajo a la cual se vaya a someter la tubería se debe elegir el RD correspondiente, para este fin; se proporciona la siguiente tabla:

TABLA 2.1 EQUIVALENCIAS DE RD VS PRESIONES (FUENTE: RUBIN, IRVIN I)

RD	PRESIÓN MÁXIMA DE TRABAJO kg/cm ²	PRESIÓN MÍNIMA DE REVENTÓN kg/cm ² *
13.5	21.7	69.0
17	17.2	55.0
21	13.7	43.0
26	11.0	35.0
32.5	8.6	28.0
41	6.9	22.0

2.3.3 TIPOS DE UNIÓN

Esta clasificación está basada en los tipos de unión mayormente usados en tubería de PVC.

A. UNIÓN ANGER (SELLADO ELASTOMÉRICO)

Los tubos por un lado tienen una campana conformada con una cavidad donde se aloja un anillo o empaque de material elastomérico, el cual hace el sello hermético; por el otro lado tiene la espiga.

Este tipo de unión permite un acoplamiento rápido y seguro. Debido a que no necesita pegamento, (solamente un lubricante para acoplar) permite absorber dilataciones y contracciones producidas por cambios de temperatura o movimientos de tierra del entorno de la instalación.

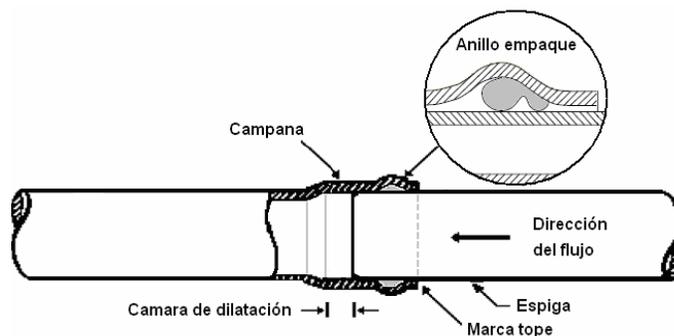


FIGURA 2.2 UNIÓN TIPO ANGER (FUENTE: RUBIN, IRVIN I)

B. UNIÓN CEMENTADA (ESPIGA-CAMPANA)

Es una unión monolítica de la tubería con otras tuberías (abocinadas) y/o con conexiones usando una sustancia cementante, cuya reacción química con el PVC provoca que las dos piezas cementadas se puedan soldar entre sí.

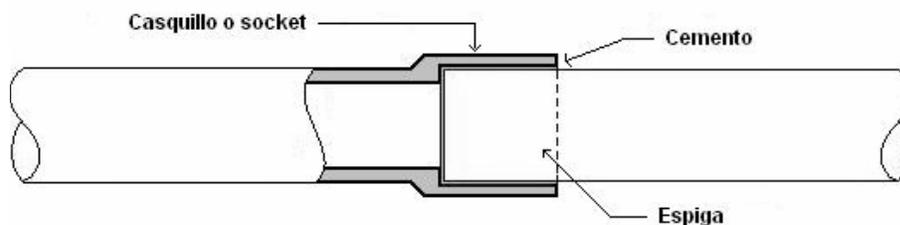


FIGURA 2.3 UNIÓN CEMENTADA (FUENTE: RUBIN, IRVIN I)

C. UNIÓN BRIDADA

Es utilizada principalmente para hacer uniones con piezas de hierro fundido, válvulas de compuerta, medidores de flujo y bombas de agua. Consiste de piezas unidas a bridas de PVC con dimensiones estándares.

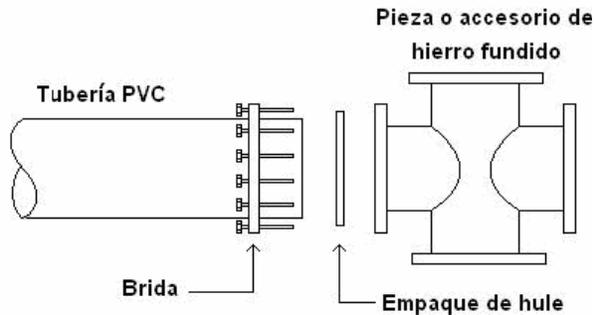


FIGURA 2.4 UNIÓN BRIDADA (FUENTE: RUBIN, IRVIN I)

D. UNIÓN ROSCADA

Utilizada para unir PVC con hierro galvanizado, válvulas roscadas, válvulas de aire, liberadoras de presión, etc. Regularmente a la tubería se le cementa o pega, un adaptador macho o hembra roscado.

Para tubería cédula 40, 80 y 120, puede ser roscada con "terraja" de igual manera que los tubos de hierro galvanizado, sobre todo los diámetros pequeños.

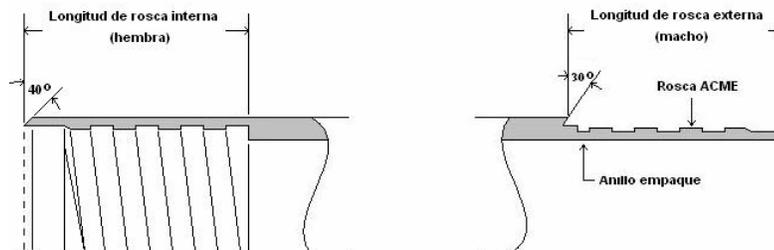


FIGURA 2.5 DETALLE DE LA UNIÓN ROSCADA (FUENTE: RUBIN, IRVIN I)

2.3.4 TIPOS DE TUBERÍA PVC

Actualmente se fabrican varios tipos de tuberías PVC, para distintas aplicaciones; las cuales pueden agruparse fácilmente en tres tipos que son:

- **La tubería PVC hidráulica**, utilizada en instalaciones de fluidos a presión, especialmente en la conducción de agua potable; los tipos de unión más comunes en este tipo de tubería son, la unión Anger y la unión cementada.
- **La tubería PVC sanitaria**, este tipo de tubería tiene su mayor aplicación en drenajes y redes de alcantarillado, así como en aplicaciones donde no exista presión alguna; el tipo de unión utilizada en este tipo de tubería es la unión cementada; y
- **La tubería PVC conduit**, denominada también como tubería ducto eléctrico, su aplicación es la protección de conductores eléctricos. Por el tipo de instalación se han dividido en uso normal para construcción media; en uso pesado, para edificios, industria, centros comerciales y lugares de alta contaminación. También se encuentran las de uso subterráneo, para zonas industriales, cableado telefónico, alumbrado público etc.

2.3.5 PROCESO DE FABRICACIÓN DE TUBERÍA PVC

Para obtener los diversos tipos de tubería PVC el material debe pasar por los siguientes procesos: mezclado, extrusión, enfriamiento, impresión, jalado (estiramiento), corte, formado de juntas, reciclaje.

A. MEZCLADO

El proceso de mezclado consiste en introducir una parte de resina en un recipiente que recibe el nombre de **hot mixer**, poco a poco se va incorporando los aditivos los

cuales son mezclados con un rotor de paletas alojado en el interior del recipiente. La rotación incrementa la temperatura del compuesto en formación (aproximadamente a 100°C). Luego este es recibido en un segundo recipiente encargado de disminuir la temperatura del compuesto (**cold mixer**).

Este también cuenta con un rotor de paletas las cuales giran a diferencia de las del **hot mixer**, a una velocidad baja. Con la disminución de temperatura (de 25 a 30°C aproximadamente) el compuesto es almacenado en sacos o silos, donde reposa 24 horas para lo cual está listo a ser utilizado en el proceso.

B. EXTRUSIÓN

La extrusión se realiza mediante un equipo de transformación, responsable del transporte, compactación, fusión, mezclado, homogeneización, plastificación y el conformado de las resinas plásticas en él procesadas. En el cual se realiza el procesamiento de la resina de PVC, generalmente en estado sólido (polvo, granos), la cual es alimentada a través de una tolva y posteriormente transportada a lo largo de un tornillo donde lentamente resulta compactada, fundida, mezclada y homogeneizada para finalmente ser dosificada a través de una boquilla conformadora responsable de proporcionarle, de manera continua, el perfil y/o la forma deseada en el producto final.

C. ENFRIAMIENTO

Mediante un tanque de agua se enfría y solidifica la tubería. Este proceso consiste en una cámara en cuyo interior se disponen en toda su longitud una serie de boquillas encargadas de disminuir la temperatura por medio de aspersión de agua con lo cual finalmente se logra solidificar el extruido.

D. IMPRESIÓN

La unidad de impresión utilizada es aquella controlada electrónicamente, las cuales son diseñadas exclusivamente para tubería y se conocen como impresoras jet. Estas unidades realizan la marcación parecida a un spray y son de alta precisión, con estas máquinas se puede imprimir la fecha, hora, lote, dimensiones. Tienen la capacidad de almacenar datos para posterior se utilizados.

E. JALADO (ESTIRAMIENTO)

El equipo empleado para el jalado, es por lo general un caterpillar con dos bandas (arriba y abajo) que ejerce una pequeña presión sobre la tubería; consiste en una larga mesa con cintas transportables de velocidad variable que recibe el material expulsado. El movimiento relativo entre la cinta de velocidad variable y el ritmo de expulsión requiere una coordinación ajustada, de forma que ejerza una ligera tensión en el material expulsado.

F. CORTE

Unidad utilizada en el equipo lineal de extrusión de tubería encargada de cortar en diferentes longitudes las tuberías. Esta unidad es activada mediante un sensor de posición.

G. FORMADO DE JUNTA

Último proceso que se realiza a la tubería, esta máquina se encuentra en el final de la línea de extrusión de tubería, que se encarga de fabricar la boquilla o unión de las tuberías ya sean para utilizar cemento de contacto o anillos de hule en juntas flexibles. Esta etapa consiste en brindarle a uno de los extremos del tubo la forma de campana a fin de poder realizar acoples con otros tubos y lograr la longitud deseada.

H. RECICLAJE

La tubería pasa por este procedimiento si no cumple con las especificaciones de fabricación. La unidad para llevar a cabo el reciclaje se denomina granuladora o molino, en la cual el material recuperado se coloca en una tolva cuyas cuchillas rotativas lo convierten en granza; a este tipo de reciclaje se le conoce como reciclaje mecánico. Un punto importante es que el área de extrusión de tubería debe estar separada de la de reciclaje a causa de lo ruidoso de la operación. Este procedimiento es utilizado para recuperar parte del material que ha sido dañado, es decir cuando la tubería no cumple las especificaciones requeridas o al ocurrir algún daño en las máquinas. El PVC como material termoplástico puede aprovecharse nuevamente en el proceso de moldeo mezclándose con material virgen.

2.3.6 DESCRIPCIÓN DE LAS MÁQUINAS EMPLEADAS PARA LA PRODUCCIÓN DE UNIONES ACAMPANADAS

Los tipos de uniones que se producen en la empresa HOLVIPLAS son la unión anger (sellado elastomérico), la unión cementada (espiga-campana) y la unión roscada. La descripción de la maquinaria utilizada para cada proceso se detalla a continuación.

2.3.6.1 ACAMPANADORA MANUAL

La maquinaria utilizada para realizar el acampanado de la tubería PVC comprende de un horno de calefacción, matriz de moldeo, tanque de enfriamiento.

Horno de calefacción: Está constituido por resistencias eléctricas, que es el encargado de elevar la temperatura a los tubos para que sean ablandados para con ello conseguir una adecuada elaboración de las juntas.



FIGURA 2.6 HORNO DE CALENTAMIENTO Y PANEL DE CONTROL (FUENTE: ELABORADO POR AUTOR)

Matriz de moldeo: Constituye de un eje maquinado con las dimensiones que las normas de calidad INEN establecen y que la tubería debe cumplir.



FIGURA 2.7 MATRIZ DE MOLDEO (FUENTE: ELABORADO POR AUTOR)

Tanque de enfriamiento: Consiste de un tanque lleno de agua para el enfriamiento del tubo.



FIGURA 2.8 TANQUE DE ENFRIAMIENTO (FUENTE: ELABORADO POR AUTOR)

EL PROCESO DE ACAMPANDO SE REALIZA DE LA SIGUIENTE MANERA:

- Elevar la temperatura del horno hasta unos +/-150°C.
- Una vez que se obtiene la tubería, se lleva el tubo al horno de calentamiento en donde permanecerá por un determinado tiempo.

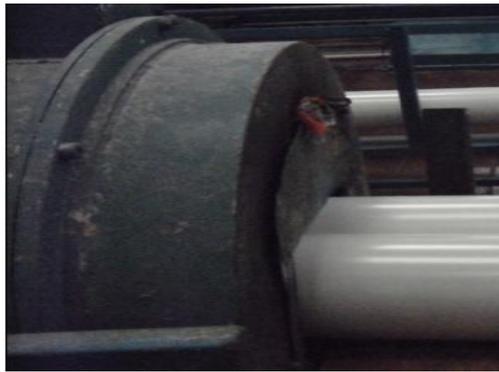


FIGURA 2.9 ABLANDAMIENTO DE LA TUBERÍA (FUENTE: ELABORADO POR AUTOR)

- El operador tiene que realizar una inspección visual para ver si el tubo ya está listo para acampanar (unión cementada).
- Se acopla el tubo al molde, hasta que este adopte la forma que se requiere.



FIGURA 2.10 FORMACIÓN DE LA UNIÓN CEMENTADA (FUENTE: ELABORADO POR AUTOR)

- El tubo es enfriado con agua durante algún tiempo, cuando el tubo ha adquirido la forma deseada es retirado. A medida que se va acampanando tubos el tiempo de enfriamiento se hace más largo debido a que el agua se calienta.



FIGURA 2.11 ENFRIAMIENTO DE LA TUBERÍA (FUENTE: ELABORADO POR AUTOR)

2.3.6.2 ACAMPANADORA SEMIAUTOMÁTICA

Esta máquina se encarga de realizar la última etapa en el proceso de elaboración básico de los tubos de PVC. Esta etapa consiste en brindarle a uno de los extremos del tubo la forma de campana a fin de poder realizar acoples con otros tubos y lograr la longitud deseada.

La acampanadora semiautomática tiene la capacidad de realizar la unión cementada (espiga-campana) como la unión Anger (sellado elastomérico). Estas máquinas están compuestas de un horno de resistencias eléctricas, matriz de moldeado, equipos neumáticos y componentes eléctricos de control. Se arma con diferentes matrices para acampanado y se utiliza con todo tipo de tubos de PVC.

Trabaja en línea de extrusión, instala el sello Rieber durante el proceso de acampanado, consta de 3 estaciones para el transporte del tubo.

Características:

- Estación de calefacción, dotado con horno infrarrojo que permite un calentamiento uniforme y más rápido.
- Sistema rotativo para calentamiento homogéneo de la boca del tubo a acampanar.
- Sistema de alimentación automático de sellos Rieber.
- Sistema de refrigeración automática, por agua con presión externa en el mandril.
- Sistema guillotina con bolsillos porta sellos Rieber y Sistema porta mandril, totalmente automáticos.
- Acampanado de tubos de diferentes longitudes.
- Fácil cambio de herramientas y mantenimiento a bajo costo.
- Nivelación automática según diámetros de los tubos para las estaciones de calefacción y acampanado.
- Tablero de control con programación PLC.
- Mayor eficiencia en productividad.

• CIRCUITOS QUE COMPONEN LA MÁQUINA

Dentro de un proceso automatizado generalmente se tiene dos clases de circuitos que están claramente identificados, estos son: circuito de control y circuito de potencia.

• CIRCUITO DE CONTROL:

Es el circuito utilizado para la alimentación de los elementos de comando, su valor comúnmente es de 24 Vcc, pero también puede variar en 12 o 48 voltios de C.A. o C.C. y algunos casos especiales 110 Vca. Estos valores son para la alimentación de los sensores, bobinas de relés auxiliares, contactores, etc., en general son los niveles de tensión que maneja el PLC para sus entradas y sus salidas.

- **CIRCUITO DE POTENCIA:**

A este circuito corresponde la tensión de alimentación de la máquina. Es la tensión de red y alimentación al sistema, será para la alimentación de los motores de C.A. o para cualquier otra aplicación presente que necesite tensión de red, esta puede ser alimentación trifásica o monofásica.

- **ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DE LA MÁQUINA**

La máquina acampanadora está constituida por un sistema neumático, sistema eléctrico.

SISTEMA NEUMÁTICO: El sistema neumático comprende los pistones, válvulas, unidad de mantenimiento entre otras.

PISTONES DE DOBLE EFECTO: En este cilindro ambos movimientos del émbolo son producidas por el líquido presurizado. Hay dos puertos de fluido cada uno cerca de los extremos del cilindro. El líquido bajo presión se dirige al extremo cerrado del cilindro para extender el émbolo y para aplicar la fuerza. Para contraer el embolo y reducir la fuerza, el líquido se dirige al extremo opuesto del cilindro.

ELECTROVÁLVULAS: Son aquellos elementos que en un circuito distribuyen o direccionan el aire comprimido hacia los elementos de trabajo, constituyéndose en órganos de mando en un circuito para gobernar el movimiento de los cilindros neumáticos.

VÁLVULAS NEUMÁTICAS: Las válvulas son elementos que mandan o regulan la puesta en marcha, el paro y la dirección, así como la presión o el caudal del fluido enviado por el compresor o almacenado en un depósito. Las válvulas en términos generales, tienen las siguientes misiones:

- Distribuir el fluido
- Regular caudal
- Regular presión

UNIDAD DE MANTENIMIENTO: Los filtros llamados Ciclónicos tienen doble función: El aire al entrar pasa a través de placas que fuerzan una circulación rotativa, así las grandes partículas sólidas y el líquido se depositan en las paredes del vaso o copa, por la acción centrífuga.

Las partículas más grandes, son retenidas por el filtro sinterizado, mientras que los líquidos son desviados al vaso del filtro. La unidad de mantenimiento representa una combinación de los siguientes elementos:

- Filtro de aire comprimido
- Regulador de presión
- Lubricador de aire comprimido

FILTRO DE AIRE COMPRIMIDO CON REGULADOR DE PRESIÓN

Extrae del aire comprimido circulante todas las impurezas y el agua condensada. En el dispositivo los componentes líquidos y las partículas grandes de suciedad se desprenden por el efecto de la fuerza centrífuga y se acumulan en la parte inferior del recipiente.

REGULADOR DE PRESIÓN

Mantiene la presión de trabajo (secundaria) lo más constante posible, independientemente de las variaciones que sufra la presión de red (primaria) y del consumo de aire. La presión primaria siempre ha de ser mayor que la secundaria.

LUBRICADOR DE AIRE COMPRIMIDO

Lubrica los elementos neumáticos en medida suficiente; el lubricante previene un desgaste prematuro de las piezas móviles, reduce el rozamiento y protege los elementos contra la corrosión.

SISTEMA ELÉCTRICO: En el sistema eléctrico constan el panel de control, sensores, PLC, temporizadores, control de temperatura, etc.

SENSORES: Son detectores electrónicos (inductivos, capacitivos, de presión, magnéticos y fotoeléctricos) son más utilizados que los interruptores de accionamiento mecánico, debido a que poseen un mejor funcionamiento.

- No hay contacto, ni reacción física sobre el objeto detectado por lo tanto no habrá desgaste.
- Pueden tomar informaciones de corta duración.
- Emiten una señal limpia y rápida con salida electrónica sin rebote.
- Son robustos por estar encapsulados en resina.
- Poseen escaso o nulo mantenimiento.
- Su cuerpo roscado exterior facilita su instalación y ajuste, en caso de los sensores inductivos o capacitivos.
- Están equipados con visualización de la detección por medio de leds.

I. PASOS PARA REALIZAR LA UNIÓN CEMENTADA (ESPIGA-CAMPANA)

Sensores que controlan automáticamente la longitud de tubo y la temperatura de reblandecimiento para lograr la calidad conjunta coherente y reducir el desperdicio.

- Al activarse el sensor de posición, el tubo es enviado a la primera estación de la máquina que es donde se inyecta aire para retirar las impurezas.
- Mediante los mecanismos adoptados en la maquinaria el tubo es desplazado al horno en donde el tubo será calentado a la temperatura de ablandamiento, este proceso se realiza en 2 o 3 pasos.



FIGURA 2.12 ABLANDAMIENTO DE TUBERÍA (FUENTE: ELABORADO POR AUTOR)

- Los tubos se encuentran rotando de izquierda a derecha con el objetivo de obtener un calentamiento homogéneo en la tubería.
- Para poder realizar el movimiento de los tubos el horno está sentado sobre una base que permite que el horno se mueva de adelante hacia atrás.
- Una vez que el tubo ha pasado por las diferentes estaciones este es alojado hacia la estación de campaneo, mediante un sensor óptico las mordazas son activadas quedando el tubo asegurado para evitar el retroceso.



FIGURA 2.13 SUJECIÓN DE LA TUBERÍA PARA EVITAR DESLIZAMIENTO (FUENTE: ELABORADO POR AUTOR)

- El mandril hace su recorrido para ser acoplado con el tubo que es donde este obtendrá la formación de la unión.
- El tubo es enfriado durante algún tiempo, con lo cual se obtiene una campana con las expectativas que esta debe cumplir.



FIGURA 2.14 ENFRIAMIENTO DE LA TUBERÍA (FUENTE: ELABORADO POR AUTOR)

- Concluido el ciclo de formación, las mordazas se abren, el mandril retorna a su posición inicial quedando de esta manera el tubo libre para posteriormente ser alojado fuera de la máquina.
- El tubo es llevado hacia el almacenamiento.

II. PASOS PARA REALIZAR LA UNIÓN ANGER (SELLADO ELASTOMÉRICO)

La mayoría de los pasos empleados para realizar la unión espiga-campana son similares a los anteriores. A continuación se explica los pasos que se realiza para la inserción del sello elastomérico.

- En la parte superior de la máquina se encuentra el porta sellos que ha sido cargado anteriormente, este se desplaza hasta la matriz en donde queda un sello, es similar a una guillotina.



FIGURA 2.15 POSICIONAMIENTO DEL SELLO ELASTOMÉRICO (FUENTE: ELABORADO POR AUTOR)

- Esta guillotina desciende justo al nivel del mandril.
- El mandril sale a recibir el sello, por medio de una bomba de vacío se retira el aire que allí se encuentra.



FIGURA 2.16 COLOCACIÓN DEL SELLO EN EL MANDRIL (FUENTE: ELABORADO POR AUTOR)

- Cuando el tubo ha llegado, el mandril ingresa una longitud determinada depositando el sello en el interior del tubo, el mandril retrocede un poco.
- Inmediatamente el tubo adopta la forma del mandril, es enfriado y retirado para luego ser almacenado.

Nota: Estos tiempos están conjuntamente sincronizados para los dos procedimientos.

2.3.7 REPOTENCIACIÓN

Es un concepto hasta hace poco desconocido, que en el lenguaje técnico representa la recuperación de vida de los componentes de un equipo y por consecuencia la prolongación de grandes beneficios a su propietario. Si se toman en cuenta los conceptos de costo más beneficio, la repotenciación de la maquinaria juega un papel preponderante en la producción de sus empresas. Si un contratista tiene que tomar la decisión de adquisición de maquinaria debería considerar dos opciones, el costo de un equipo nuevo o el de un equipo usado, sabiendo que existe una gran diferencia entre ambos, pero igualmente que el equipo usado es vendido por su propietario después de haber hecho uso de su vida útil. Pues un tercer concepto que debería incluirse actualmente podría ser el de un equipo usado/repotenciado que cuenta con la garantía de operación que su proveedor le ofrece sobre todo de las unidades principales como motores, transmisiones, convertidores, sistemas hidráulicos, etc.

2.3.8 AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL

Automatización Industrial (automatización del griego antiguo auto: guiado por uno mismo) es el uso de sistemas o elementos computarizados para controlar maquinarias y/o procesos industriales substituyendo a operadores humanos.

La automatización en los procesos Industriales, se basa en la capacidad para controlar la información necesaria en el proceso productivo, mediante mecanismos de medición y evaluación de las normas de producción. A través de diversos instrumentos controlados por la información suministrada por computadora, se regula el funcionamiento de las máquinas u otros elementos que operan el proceso productivo.

En concreto, este sistema funciona básicamente de la siguiente manera: mediante la utilización de captadores o sensores que son esencialmente instrumentos de medición, se recibe la información sobre el funcionamiento de las variables que deben ser

controladas sea: temperatura, presión, velocidad, espesor o cualquier otra que pueda cuantificarse, esta información se convierte en una señal, que es comparada por medio de la computadora con la instrucción o valor deseado para determinada variable. Si esta señal no concuerda con la instrucción de inmediato se genera una señal de control, por la que se acciona un actuador o ejecutante que generalmente son válvulas y motores.

A. CONTROLADORES.- La tecnología de Control Industrial es una de las partes fundamentales para llevar a cabo lo que se llama automatización industrial está integrando por elementos como:

- PLC (Controladores Lógicos Programables)
- Sensores (pulsadores, finales de carrera, sensores inductivos, medidores de presión)
- Actuadores (hidráulicos o neumáticos)

B. OBJETIVOS DE LA AUTOMATIZACIÓN:

- Reducir la mano de obra
- Simplificar el trabajo
- Mayor eficiencia
- Disminución de piezas defectuosas
- Mayor Calidad
- Incremento de la productividad y competitividad
- Control de calidad más estrecho

C. PLC (Controladores Lógicos Programables)

Conocido también como autómeta programable industrial que es un equipo electrónico que se basa en un programa interno en el cual un operador definirá la secuencia de acciones que se realizarán según los requerimientos de un proceso específico. Esta secuencia de acciones se ejercerá sobre las salidas del autómeta a

partir del estado de sus señales de entrada. Un autómata programable industrial, presenta a la unidad de control dentro de un sistema de control.

La reducción de tiempos de mantenimientos y modificación de lógicas, la reducción de los cableados y tiempos de instalación han hecho que los PLC's sean una gran alternativa para el reemplazo de lógicas con relés electromecánicos.

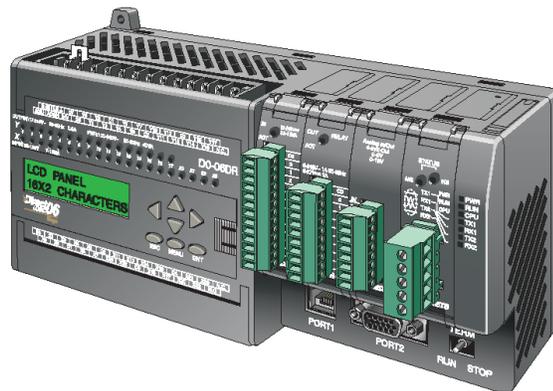


FIGURA 2.18 ESTRUCTURA FÍSICA DE UN PLC (FUENTE MANUAL PLC DL06 VOL 1)

D. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL PLC

VENTAJAS DEL PLC:

- Menor tiempo en la elaboración de un proyecto, por no requerir de un cableado amplio, los elementos a utilizar son reducidos, etc.
- Se puede modificar su funcionamiento, variando el programa y sin modificar el cableado.
- Ocupa espacio reducido.
- Menor costo de mano de obra en la instalación y de mantenimiento.
- Mayor fiabilidad del sistema.
- Puede gobernar más de una máquina.

- Reemplazar la lógica de relés para el comando de motores, máquinas, cilindros, neumáticos e hidráulicos, etc.
- Reemplazar temporizadores y contadores electromecánicos.
- Actuar como interface entre una PC y el proceso de fabricación.
- Efectuar diagnósticos de fallas y alarmas.
- Controlar y comandar tareas repetitivas y peligrosas.
- Regulación de aparatos remotos desde un punto de la fábrica.

DESVENTAJAS DEL PLC:

- Se requiere de personal capacitado para el manejo de PLC.
- El costo de adquisición en algunos casos puede ser elevado.
- Costo de programación es alto.

E. ESTRUCTURA DE LOS PLC`S

Los PLC están conformados por estructura interna como por estructura externa.

F. ESTRUCTURA EXTERNA

Se refiere al aspecto físico de un PLC en la actualidad existen dos tipos de estructuras:

- **Estructura compacta**, se distingue por tener todos sus elementos (fuente de alimentación, CPU, memorias, entradas/salidas, etc.) en un mismo bloque. En cuanto a su programación puede hacerse con una unidad fija o enchufarle mediante cable y conectar (ò ambas), también existe la posibilidad de programar al PLC con un computador de igual manera con la ayuda de cable y conector.

- **Estructura modular**, en este caso el PLC se divide en módulos.

G. ESTRUCTURA INTERNA

Está constituido por diferentes elementos, tres de ellos son básicos entre estos tenemos el CPU, las entradas y salidas. Con las partes mencionadas podemos decir que tenemos un PLC pero para que sea operativo son necesarios otros elementos tales como: fuente de alimentación, interfaces, unidad de programación, dispositivos periféricos.

H. CPU (CENTRAL PROCESING UNIT)

Es la parte inteligente del sistema. Interpreta las instrucciones del programa de usuario y consulta el estado de las entradas. Dependiendo de dichos estados y del programa, ordena la activación de las salidas deseadas. El CPU está constituida por los siguientes elementos: procesador, memoria y circuitos auxiliares.

Procesador.- Es un circuito integrado (chip) compuesto por un microprocesador, el cual se encarga de realizar las operaciones de tipo lógico, aritmético (cálculos y decisiones) y operaciones de control de la transferencia de la información dentro del autómata (buses. El CPU realiza las siguientes funciones:

- Supervisión y control de tiempo de ciclo, tabla de datos, alimentación, batería.
- Autotest en la conexión y durante la ejecución del programa.
- Inicio del ciclo de exploración del programa y de la configuración del conjunto.
- Generación del ciclo base de tiempo.
- Comunicación con periféricos y unidad de programación.

I. MEMORIA

Es el almacén donde el autómata guarda todo cuanto necesita para ejecutar la tarea de control. Guarda la información en forma de bits (ceros y unos). Existen varios tipos de memorias:

La memoria RAM (Random Access Memory): se utiliza principalmente como memoria interna, y únicamente como memoria de programa en el caso de que pueda asegurarse el mantenimiento de los datos con una batería exterior.

La memoria ROM (Read Only Memory): se utiliza para almacenar el programa monitor del sistema, es decir la información grabada desde fábricas, su información permanece en ausencia de energía.

Las memorias EPROM: se utilizan para almacenar el programa de usuario, una vez que ha sido convenientemente depurada.

Las memorias EEPROM: se emplean principalmente para almacenar programas, aunque en la actualidad es cada vez más frecuente el uso de combinaciones RAM + EEPROM, utilizando estas últimas como memorias de seguridad que salvan el contenido de las RAM.

MEMORIA INTERNA

La memoria interna es aquella que almacena el estado de las variables que maneja el autómatas: entradas, salidas, contadores, relés internos, señales de estado, etc.

MEMORIA DE PROGRAMA

La memoria de programa, normalmente externa y enchufable a la CPU mediante casete de memoria, almacena el programa escrito por el usuario para su aplicación.

J. DISPOSITIVOS DE ENTRADA

Adaptan las tensiones e intensidades de trabajo de los captadores y actuadores de los circuitos electrónicos de PLC. Crea un aislamiento eléctrico entre los circuitos internos del PLC y los elementos externos.

K. ENTRADAS DIGITALES

Permiten conectar al PLC captadores de tipo todo o nada como finales de carrera pulsadores, etc. Los módulos de entrada digitales trabajan con señales de tensión, cuando por una vía llegan 24 voltios se interpreta como un "1" y cuando llegan cero voltios se interpreta como un "0".

L. DISPOSITIVOS DE SALIDA

Trabajan de forma inversa a las entradas, es decir, decodifica las señales procedentes de la CPU, y las amplifica y manda con ellas los dispositivos de salida o actuadores como lámparas, relés, transistores. Aquí también existe interfaz de adaptación a las salidas de protección de circuitos internos.

M. SALIDAS DIGITALES

Un módulo de salida digital permite al autómatas programable actuar sobre los preaccionadores y accionadores que admitan ordenes de tipo todo o nada. El valor binario de las salidas digitales se convierte en la apertura o cierre de un relé interno del autómatas en el caso de módulos de salidas a relé.

N. FUENTE DE ALIMENTACIÓN

Proporciona las tensiones necesarias para el funcionamiento de los distintos circuitos del sistema. La alimentación al CPU puede ser de continua a 24 Vcc o en alterna a 110/220 Vca.

O. INTERFAZ

Los autómatas son capaces de manejar tensiones y corrientes de nivel industrial, gracias a que disponen un bloque de circuitos de interfaz de E/S muy potente, que les permite conectarse directamente con los sensores y accionamientos del proceso.

P. UNIDAD DE PROGRAMACIÓN

Es el conjunto de medio hardware y software mediante los cuales el programador introduce y depura sobre las secuencias de instrucciones que constituyen el programa a ejecutar.

Q. LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN

Mediante el lenguaje de programación se introduce todos los datos necesarios para gobernar y controlar una máquina o un proceso. Está compuesto por un juego de instrucciones y se rigen por reglas de sintaxis precisas que definen la forma de escribir, leer y modificar un programa.

R. ELEMENTOS DE ESCALA LÓGICA

Los componentes básicos en un programa de escala lógica son el contacto y la bobina. El contacto es el nombre dado a un dispositivo general de entrada, este puede ser activado por un interruptor externo, una lógica de activación interna o una función de tiempo. Estos pueden ser abiertos y cerrados.

La bobina es el nombre dado a un dispositivo general de salida y es usada para manejar motores, solenoides y otros procesos de activación. Estos dispositivos básicos se muestran a continuación:



FIGURA 2.19 COMPONENTES DE ESCALA LÓGICA BÁSICA (FUENTE MANUAL PLC DL06 VOL 1)

S. MASTER CONTROL (MC) Y MASTER RESET (MCR)

Un bloque de control maestro es un sistema de programas de escala que son ejecutados cuando un dispositivo de entrada es activado. El fin de un bloque de control maestro está marcado por la instrucción del master reset. Esta es la escala lógica equivalente de una subrutina o procedimiento en un lenguaje de programación convencional.

T. DISPOSITIVOS SET (SET) Y RESET (RST)

Estas instrucciones son usadas para activar o reiniciar un dispositivo de salida cuando una entrada designada es activada. El dispositivo de salida mantiene el valor dado aún si el estado de entrada es cambiado.

U. RESET (RST) TEMPORIZADOR O CONTADOR

Esta instrucción reinicia un contador o temporizador designado. Algún dispositivo de salida activado por el temporizador será reiniciado también.

2.3.9 PANTALLA TÁCTIL (TOUCHSCREEN)

Es una pantalla que mediante un toque directo sobre su superficie permite la entrada de datos y órdenes al dispositivo. A su vez, actúa como periférico de salida, mostrándonos los resultados introducidos previamente. Pantalla sensible al tacto

utilizando rayos infrarrojos. Existen varias tecnologías para implementar los sistemas táctiles, cada una basada en diferentes fenómenos y con distintas aplicaciones. Los sistemas táctiles más importantes son:

- Pantallas táctiles por infrarrojos
- Pantallas táctiles resistivas
- Pantallas touchpad capacitivos

a) Pantalla Por Infrarrojos

El sistema más antiguo y fácil de entender es el sistema de infrarrojos. En los bordes de la pantalla, en la carcasa de la misma, existen unos emisores y receptores de infrarrojos. En un lado de la pantalla están los emisores y en el contrario los receptores. Tiene una matriz de rayos infrarrojos vertical y horizontal. Al pulsar con el dedo o con cualquier objeto, sobre la pantalla se interrumpe un haz infrarrojo vertical y otro horizontal. El ordenador detecta que rayos han sido interrumpido, conoce de este modo dónde se ha pulsado y actúa en consecuencia. Este sistema tiene la ventaja de la simplicidad y de no oscurecer la pantalla, pero tiene claras desventajas: son caras y voluminosas, muy sensibles a la suciedad y pueden detectar fácilmente falsas pulsaciones.

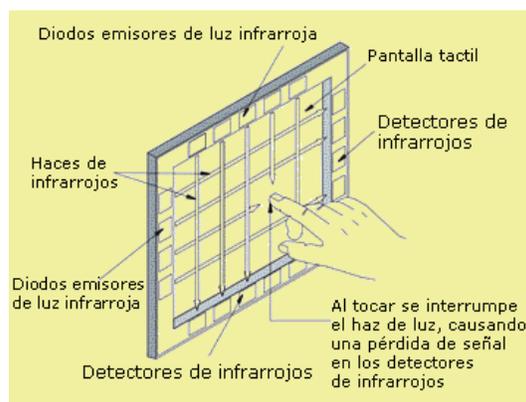


FIGURA 2.20 PANTALLA POR INFRARROJOS (FUENTE: [HTTP://WWW.WIKIPEDIA.ORG/WIKI/PANTALLA_TÁCTIL](http://www.wikipedia.org/wiki/Pantalla_Táctil))

b) Pantallas Resistivas

Es un tipo de pantallas táctiles muy usado. La pantalla táctil propiamente dicha está formada por dos capas de material conductor transparente, con una cierta resistencia a la corriente eléctrica, y con una separación entre las dos capas. Cuando se toca la capa exterior se produce un contacto entre las dos capas conductoras. Un sistema electrónico detecta el contacto y midiendo la resistencia puede calcular el punto de contacto.

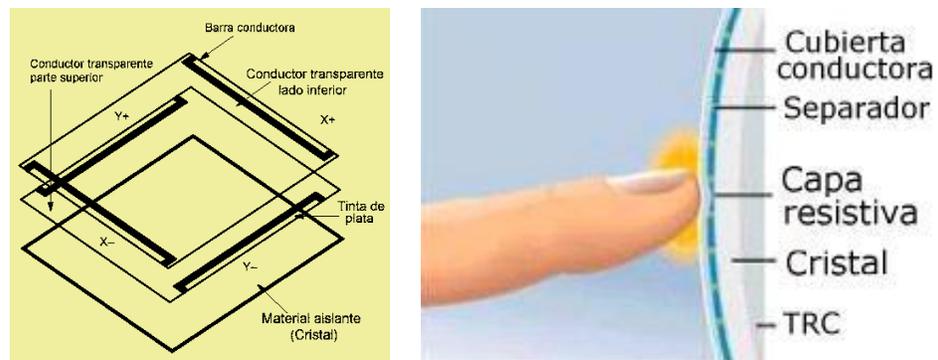


FIGURA 2.21 PANTALLA RESISTIVAS (FUENTE: [HTTP://WWW.WIKIPEDIA.ORG/WIKI/PANTALLA_TÁCTIL](http://www.wikipedia.org/wiki/Pantalla_Táctil))

Las pantallas táctiles resistivas tienen la ventaja de que pueden ser usadas con cualquier objeto, un dedo, un lápiz, un dedo con guantes, etc. Son económicas, fiables y versátiles. Por el contrario al usar varias capas de material transparente sobre la propia pantalla, se pierde bastante luminosidad.

c) Touchpad Capacitivos

Son los utilizados normalmente en los ordenadores portátiles para suplir al ratón. El touchpad está formado por una rejilla de dos capas de tiras de electodos, una vertical y otra horizontal, separadas por un aislante y conectadas a un sofisticado circuito. Es muy resistente al entorno, soporta perfectamente polvo, humedad, electricidad estática, etc. Además es ligero, fino y puede ser flexible o transparente.

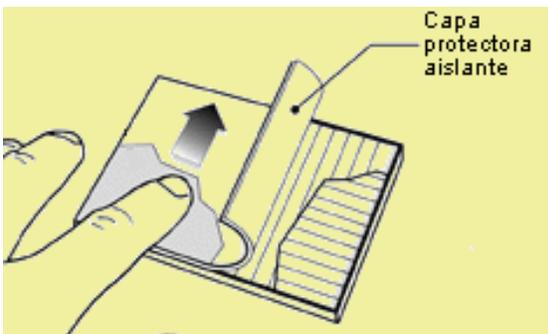


FIGURA 2.22 TOUCHPAD CAPACITIVOS (FUENTE: [HTTP://WWW.WIKIPEDIA.ORG/WIKI/PANTALLA_TÁCTIL](http://www.wikipedia.org/wiki/Pantalla_táctil))

2.4 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

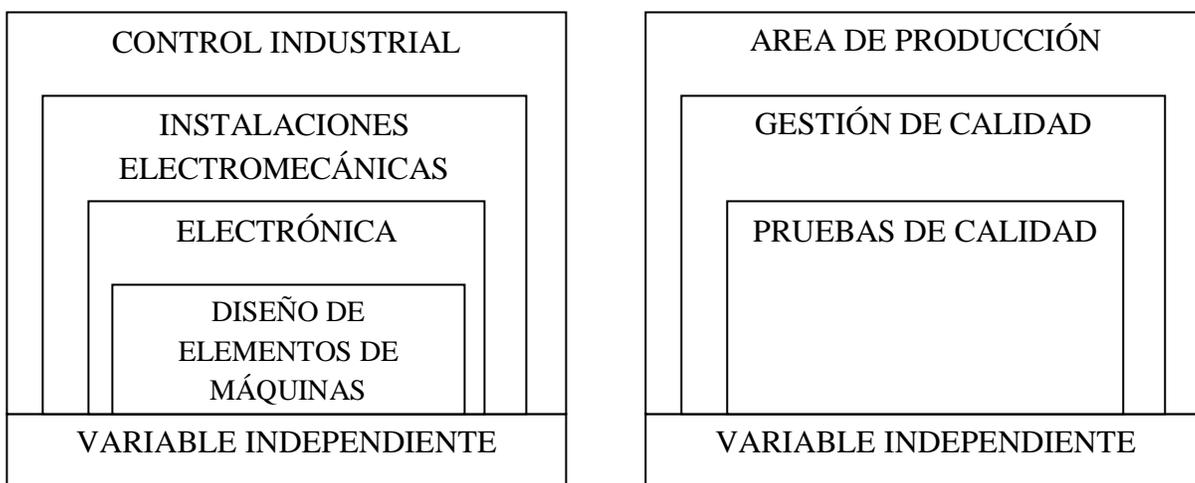


FIGURA 2.23 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES (FUENTE: ELABORADO POR AUTOR)

2.5 HIPÓTESIS

Al realizar la repotenciación de la máquina acampanadora por medio de la automatización se conseguirá reducir tiempos de producción en la elaboración de las juntas en la tubería PVC de la empresa HOLVIPLAS S.A ubicada en el sector ex Coca Cola de la provincia Tungurahua.

2.6 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES

- **Variable Independiente:** Estudio e implementación de una máquina acampanadora.
- **Conector:** para
- **Variable dependiente:** minimizar tiempos de producción en la elaboración de las juntas en la tubería PVC de la empresa HOLVIPLAS S.A.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Enfoque

La presente investigación se desarrollará en base al enfoque cuantitativo y cualitativo, orienta la investigación en base a técnicas de recolección numérica hacia la comprensión del problema que va a ser objeto del estudio. Este enfoque orienta hacia el descubrimiento de la hipótesis, pone énfasis en el proceso de investigación, formula una hipótesis lógica que será resuelta en base a interrogantes, datos numéricos, etc. Se orienta en los aspectos observables y susceptibles de cuantificar.

Este análisis facilitará el desarrollo del trabajo de campo con la intervención de todas las personas que están relacionadas con el tema de investigación; la investigación se desarrollará con un criterio claro de que es lo que queremos lograr y una posición dinámica para observar, describir, interpretar y solucionar el problema identificado.

3.2 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN

La modalidad de investigación que se llevará a cabo será la siguiente:

3.2.1 Investigación Bibliográfica

Constituye la base de la investigación puesto que se requiere de información ya existente en los libros, folletos, manuales páginas electrónicas y demás fuentes

bibliográficas, que serán un apoyo sustentable para el desarrollo de la misma, para aplicar los parámetros dentro de la elaboración del proyecto. Con el desarrollo de esta modalidad de investigación se podrá llevar a cabo una correcta información.

3.2.2 Investigación de Campo

La totalidad de investigación realizada será dentro de las instalaciones de la empresa puesto que se necesitará llevar a cabo la recolección adecuada de datos.

La investigación de campo ayudará a obtener conocimientos de la realidad social o bien estudiar una situación para diagnosticar necesidades y problemas a efectos de aplicar los conocimientos con fines prácticos. Se realiza a través de la utilización de técnicas como son la entrevista y la encuesta, su valor radica en que permiten cerciorarse de las verdaderas condiciones en que se han obtenido los datos.

3.2.3 Investigación Histórica

Será histórica debido a que nuestro proyecto se sustenta en antecedentes históricos de la producción esto es la evolución de la tubería PVC dentro de las distintas áreas que trabajan con estos insumos.

3.2.4 Investigación Orientada a la Comprobación

Será orientada a la comprobación puesto que con esto se garantizará la calidad de nuestro producto.

3.3 TIPOS DE INVESTIGACIÓN

3.3.1 Investigación Descriptiva

Principalmente esta investigación será descriptiva ya que se describirá paso a paso el desarrollo del proyecto, mediante esta investigación se realiza un análisis del comportamiento de las variables.

3.3.2 Investigación Aplicada

La investigación será aplicada debido a que con el estudio realizado ayudará a determinar que innovaciones se debe realizar a la máquina para de esta manera obtener beneficios que contribuyan con el adelanto de la institución.

3.3.3 Investigación Experimental

Mediante esta investigación se podrá manipular la variable independiente, para observar los efectos que esta produce sobre la variable dependiente, con lo cual se determinará la validez del estudio realizado. Mediante el cual se cumplirán los objetivos planteados.

3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

Como la investigación a realizar es técnica no es necesario determinar población. Sin embargo para tener una visualización clara del proyecto, se realizará una entrevista al Gerente General y una encuesta a 8 auxiliares de los operadores (campaneros), 5 de los cuales se encuentran realizando el acampanado manual y 3 trabajan en el acampanado semiautomático.

3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

- **Variable Independiente:** Estudio e implementación de una máquina acampanadora.
- **Variable dependiente:** minimizar tiempos de producción en la elaboración de las juntas en la tubería PVC de la empresa HOLVIPLAS S.A

• Variable Independiente: Estudio e implementación de una máquina acampanadora.				
CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS	TÉCNICAS DE INSTRUMEN.
<p>Máquina Acampanadora sirve para realizar las uniones de los tubos de forma inmediata brindando facilidad de operación y entrega una unión bien definida.</p> <p>Automatización comprende el uso de sistemas o elementos computarizados para controlar maquinarias o procesos industriales substituyendo a operadores humanos, ésta provee a operadores humanos mecanismos para asistirlos en los esfuerzos físicos del trabajo, la automatización reduce ampliamente la necesidad sensorial y mental del ser humano.</p>	<p>Uniones de los tubos</p> <p>Elementos computarizados</p> <p>Control de máquinas</p>	<p>¿De las uniones que la empresa produce cuál ofrece mayor confiabilidad?</p> <p>¿Qué elementos son necesarios para repotenciar la máquina?</p> <p>¿Qué software de programación será más fácil de familiarizarse?</p>	<p>Unión espiga-campana</p> <p>Unión Sellado-Elastomérico</p> <p>Relés</p> <p>Sensores</p> <p>PLC</p> <p>Koyo</p> <p>Crimson 2.0</p>	<p>Investigación de campo</p> <p>Investigación bibliográfica</p> <p>Investigación experimental</p> <p>Investigación orientada a la comprobación</p> <p>Entrevista</p> <p>Encuesta</p>

Variable dependiente: minimizar los tiempos de producción en la elaboración de las juntas en la tubería PVC de la empresa HOLVIPLAS S.A.

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS	TÉCNICAS DE INSTRUMEN.
<p>Minimizar tiempos de producción de las campanas tiempo necesario para realizar una o varias operaciones, para cumplir con la elaboración de las uniones sea espiga-campana o campana.</p> <p>Las juntas en la tubería son unidades que se emplean para unir tubos entre sí y con diferentes accesorios.</p>	<p>Tiempos de producción</p> <p>Tipos de uniones o juntas</p>	<p>¿Con la implementación de esta máquina que tiempo será el que más se disminuya en la producción?</p> <p>¿De acuerdo a los distintos tipos de juntas cuáles son más utilizadas?</p>	<p>Tiempo de espera</p> <p>Tiempo de preparación</p> <p>Tiempo de operación</p> <p>Tiempo de transferencia</p> <p>Unión bridada</p> <p>Unión roscada</p> <p>Unión cementada</p> <p>Unión Espiga-campana</p>	<p>Investigación de campo</p> <p>Investigación histórica</p> <p>Entrevista al Gerente</p> <p>Encuesta a trabajadores</p>

3.5 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Para determinar si nuestro proyecto se puede llevar a cabo o no, las técnicas de recolección de información que se empleará, será la entrevista dirigida al gerente y la encuesta hacia 8 auxiliares de los operadores (campaneros). Tres de los cuales trabajen con la máquina automática, cinco se encuentran realizando el acampanado manual.

3.6 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS

Principalmente el análisis de la información se lo hará en representación escrita, puesto que los resultados que se buscarán no serán numerosos, prácticamente se basará en el criterio de cada uno de los entrevistados.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA ENTREVISTA Y ENCUESTA REALIZADA EN LA EMPRESA HOLVIPLAS S.A

- **ANÁLISIS DE LA ENTREVISTA REALIZADA AL GERENTE. (Anexo 1)**

- 1. ¿Con la implementación de una máquina que realice acampanado en la tubería la empresa obtendrá mejores réditos?**

El hecho de implementar la máquina que realice la unión de sellado elastomérico si beneficia a la empresa puesto que se estaría ofertando al mercado dicha unión y con mayor frecuencia, además con ella se reduciría el consumo de los recursos dentro de la fábrica.

- 2. ¿Está usted dispuesto a implementar una máquina que realice los dos tipos de uniones?**

Una de las principales necesidades de la fábrica es este tipo maquinaria por lo tanto si estamos dispuestos a invertir en la renovación de la máquina.

- 3. ¿Cree usted que la inversión en maquinaria trae beneficios a la empresa?**

Invertir en máquinas que realmente representen un adelanto para la institución siempre será considerado como un adelanto para la misma.

4. ¿De acuerdo con los avances tecnológicos estaría usted dispuesto a capacitar al personal?

La capacitación al personal se lo realiza en forma regular o dependiendo la necesidad.

5. ¿De los tipos de uniones que produce la empresa cual es el de mayor demanda?

Actualmente los dos tipos de uniones se producen por igual, pero entregar estos pedidos lleva un determinado tiempo debido a la falta de maquinaria capaz de producir esta unión.

La unión de sellado elastomérico está tomando lugar en el mercado debido al acople eficiente que esta ofrece, puesto que con la unión de espiga campana tiende a presentar fugas, por los diferentes tipos de solventes que se utiliza en al unir el tubo con la campana.

• ANÁLISIS DE LA ENCUESTA REALIZADA LOS OBREROS. (Anexo 2)

1. ¿Durante la etapa de calentamiento existe control de temperatura?

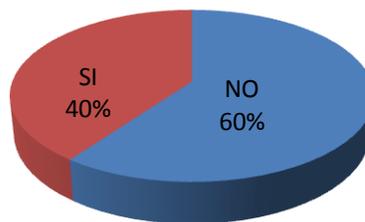


FIGURA 4.1 EVALUACIÓN DE PREGUNTA 1 (FUENTE: ELABORADO POR AUTOR)

El 60% de los trabajadores manifiesta que no hay control de temperatura, trabajar con estas máquinas se ha convertido en un proceso que obligue al trabajador a realizar solo esta actividad además tiempo de permanencia no es controlado. Mientras que el 40% menciona que en las máquinas semiautomáticas si hay control de temperatura y

control del tiempo de permanencia, lo cual ha permitido que el trabajador pueda realizar otras actividades.

2. ¿El tiempo de enfriamiento de los tubos es controlado?

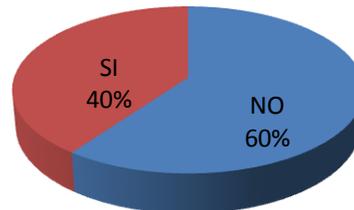


FIGURA 4.2 EVALUACIÓN DE PREGUNTA 2 (FUENTE: ELABORADO POR AUTOR)

Según los resultados obtenidos el 40% manifiesta que si hay control del tiempo de enfriamiento al decir que si existe este proceso se habla de máquinas semiautomáticas que realizan este trabajo. Mientras que el 60% menciona que no existe un control del tiempo de enfriamiento lo cual ha generado una inversión elevada del tiempo que en ocasiones ha generado que el tubo se adhiera al pin lo cual provoca la pérdida del tubo porque se tiene que cortar la campana entonces el tubo ya no cumple con las dimensiones que las normas exigen.

3. ¿La máquina actual permite producir la unión por sellado elastomérico?

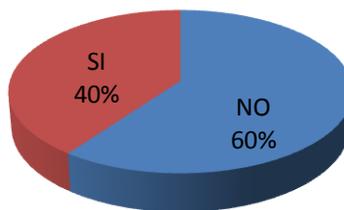


FIGURA 4.3 EVALUACIÓN DE PREGUNTA 3 (FUENTE: ELABORADO POR AUTOR)

El 40% manifiesta que si es posible realizar la unión por sellado elastomérico lógicamente estamos hablando de máquinas semiautomáticas, mientras tanto la

manual no se encuentra en capacidad de realizar dicho trabajo ya que realizar este tipo de unión requiere de varios pasos especiales como la ubicación del sello en el pin.

4. ¿La máquina que se emplea actualmente permite realizar la unión espiga campana?

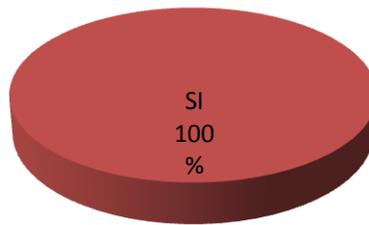


FIGURA 4.4 EVALUACIÓN DE PREGUNTA 4 (FUENTE: ELABORADO POR AUTOR)

De acuerdo a los resultados el 100% manifiesta que las dos máquinas permiten realizar la unión espiga campana, ya que no requiere de un procedimiento especial. Pero con la máquina manual se invierte un tiempo exagerado con lo cual en ocasiones se produce una aglomeración de la tubería.

5. ¿El acabado en el proceso de acampanado es eficiente?

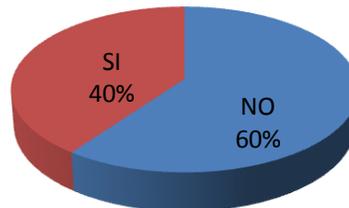


FIGURA 4.5 EVALUACIÓN DE PREGUNTA 5 (FUENTE: ELABORADO POR AUTOR)

Como resultado se tiene que el 40% de las uniones que se producen el acabado de la campana es eficiente debido a que la máquina semiautomática posee controles de posicionamiento con lo cual se ha conseguido cumplir con las dimensiones que las

normas INEN así lo exigen, esto no se consigue con la máquina manual puesto que depende mucho de la longitud que el pin ingrese en el tubo.

6. ¿Qué tiempo se invierte en el proceso de acampanado?

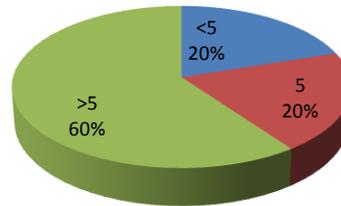


FIGURA 4.6 EVALUACIÓN DE PREGUNTA 6 (FUENTE: ELABORADO POR AUTOR)

El tiempo que se invierte para el acampanado de la tubería básicamente depende del espesor del tubo, para ello se ha tomado como base un tubo de 3.26mm de espesor en el cual nos manifiestan que en la máquina semiautomática el acampanado se realiza en un tiempo menor o igual a 5 minutos, mientras que el 60% menciona que realizar el acampanado en la máquina manual lleva un tiempo mucho mayor a 5 minutos debido a tiempos de traslado como también de acoplamiento.

7. ¿Considera usted que se debería implementar una máquina que realice los dos tipos de uniones en la tubería PVC?

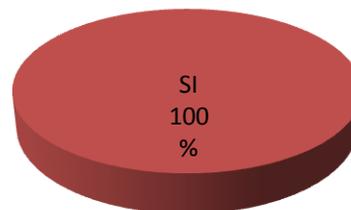


FIGURA 4.7 EVALUACIÓN DE PREGUNTA 7 (FUENTE: ELABORADO POR AUTOR)

El 100% de los trabajadores afirman que si se debe implementar una máquina capaz de realizar los dos tipos de uniones acampanadas ya que la producción de dicha unión se ha ido incrementando.

8. ¿En la máquina existente cuantas uniones acampanadas produce por hora?

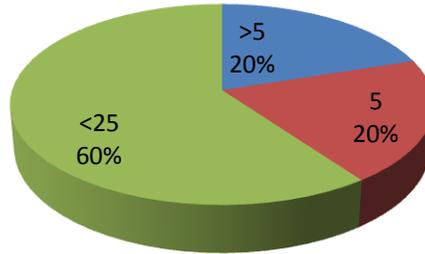


FIGURA 4.8 EVALUACIÓN DE PREGUNTA 8 (FUENTE: ELABORADO POR AUTOR)

De igual manera las uniones que se produzcan por hora dependen del espesor de la tubería, por ello se ha valorado el mismo tubo con la máquina semiautomática las uniones que se producen por hora superan las 25 campanas con lo cual se evita que se aglomere la tubería y además se evita los tiempos de traslado. Con el empleo de la máquina manual las uniones que se producen son mucho menos de 25 pasando a ser un problema en la producción.

9. ¿Cuando se lleva la tubería al lugar de acampanado se invierte tiempo exagerado?

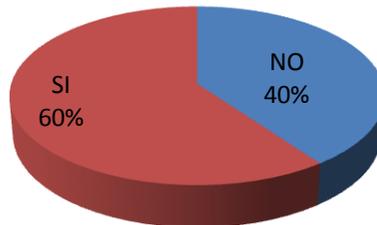


FIGURA 4.9 EVALUACIÓN DE PREGUNTA 9 (FUENTE: ELABORADO POR AUTOR)

El 60% manifiesta que llevar la tubería de un lugar a otro si implica inversión de tiempo, con lo que se genera alteración en los tiempos de producción, haciendo que el proceso de fabricación de la tubería PVC sea retrasada.

10. ¿Cada línea de producción posee máquinas que realicen los dos tipos de uniones en la tubería?

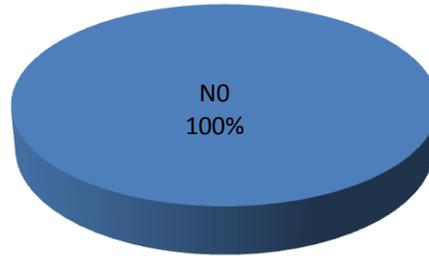


FIGURA 4.10 EVALUACIÓN DE PREGUNTA 10 (FUENTE: ELABORADO POR AUTOR)

No todas las líneas de producción poseen máquinas que realicen las dos uniones acampanadas, de ocho líneas dos de ellas realizan la unión espiga-campana y sellado elastomérico, la falta de éstas ha ocasionado retrasos en la producción de la tubería PVC.

11. ¿Qué tipo de unión es la que más se produce en la fábrica?

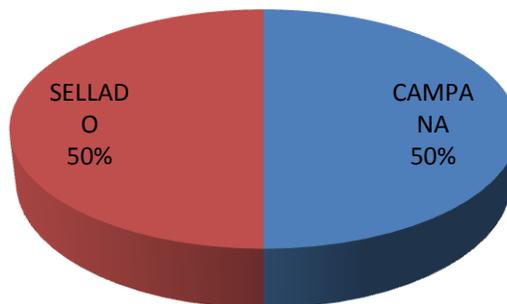


FIGURA 4.11 EVALUACIÓN DE PREGUNTA 11 (FUENTE: ELABORADO POR AUTOR)

Evidentemente la producción de uniones se realiza en un 50% pero la falta de maquinaria que realice la unión espiga-campana ocasiona retrasos. Según mencionan los trabajadores esta incrementándose lo cual requiere la existencia de máquinas similares.

4.2 INTERPRETACIÓN DE DATOS DE LA ENCUESTA REALIZADA

De acuerdo con los resultados obtenidos en la entrevista realizada al gerente de la institución manifiesta la necesidad de implementar dicha máquina ya que estaría en capacidad de producir los dos tipos de uniones que la empresa se encuentra ofertando.

Disponer de esta máquina permitirá mejorar la producción de la tubería y a su vez disminuir los tiempos muertos. Conociendo que la unión espiga-campana es un producto que ofrece seguridad en el anclaje especialmente cuando hablamos que dicha tubería tendrá que soportar presiones dentro de ella, es necesario implementar maquinaria capaz de realizar esta unión. Tanto la unión espiga campana como la unión por sellado elastomérico tienen la misma demanda de producción.

En la pregunta 1 se observa la necesidad de implementar en dicha máquina dispositivos que controlen el calentamiento del horno, pero al ser horno móvil y descubierto no es útil una termocupla puesto que esta no ayudará a controlar la temperatura interna. Es por ello que el calentamiento del horno se realizará a intervalos de tiempos.

En la pregunta 2 el no poseer control del tiempo de enfriamiento ha generado diversos problemas. Por esta razón se hace necesario implementar un sistema expulsor, el mismo evitará que el tubo se adhiera al pin, con esto muy rara vez se presentan problemas. Además el tiempo de enfriamiento depende del espesor del tubo.

En la pregunta 3 se verifica que no se puede realizar la unión de sellado elastomérico en la máquina manual, es indispensable que la máquina posea los elementos necesarios para la realización de este tipo de unión. Para lograr la incrustación del sello en el pin se realiza mediante presión en el momento que el tubo va a ser

acampanado este debe ser prensado para evitar la retractación del tubo, cuando este cumpla con su etapa el tubo es expulsado por presión.

Como resultado de la pregunta 4 se tiene que las dos máquinas permiten realizar la unión espiga-campana, pero la máquina manual no garantiza que las campanas realizadas cumplan con las normas de calidad INEN que la tubería debe tener.

El tiempo invertido en el proceso de acampanado con la máquina semiautomática manifiesta que realizar una unión acampanada lleva alrededor de 5 minutos pero mientras están en cola otros dos tubos y por ende esta produce más uniones acampanadas, cosa que no sucede con la máquina manual el proceso de acampanado se realiza en un tiempo mayor a 5 minutos y este proceso se hace uno a la vez.

En la pregunta 7 la necesidad de implementar esta máquina es indispensable ya que se logrará mejorar la producción de las uniones en la tubería y así evitar las aglomeraciones, tiempos muertos, etc. Con lo mismo que se dará lugar a que la elaboración de tubería culmine su etapa de producción sin tener que ser trasladada a otros lugares para ser acampanada.

De las ochos líneas existentes tres poseen máquinas que realizan el sellado elastomérico en ocasiones la tubería se hace en otras líneas para luego ser trasladadas al lugar de acampanado, esto representa un problema debido a que en la misma línea se encuentra produciendo, lo que genera aglomeración de la tubería y a su vez este producto no se pueda despachar.

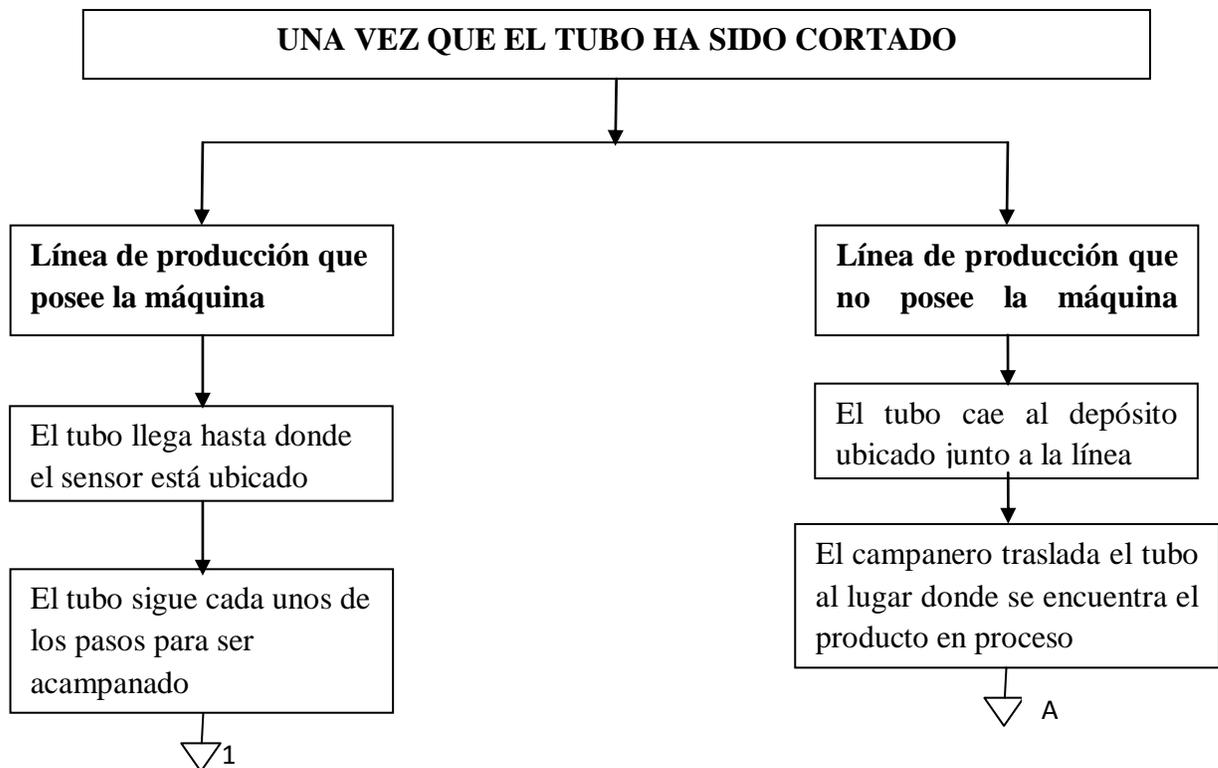
La producción de la unión por sellado elastomérico según mencionan los trabajadores va incrementando lo cual requiere de la existencia de máquinas que realicen estos trabajos.

4.3 ANÁLISIS DEL FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA ACAMPANADORA

Al realizar la repotenciación de máquina acampanadora por medio de la automatización se consiguió reducir los tiempos de producción en la elaboración de las uniones en la tubería PVC de la empresa HOLVIPLAS S.A. ubicada en el sector ex Coca Cola de la provincia Tungurahua.

Para realizar el análisis del funcionamiento de la máquina acampanadora se toma en cuenta un lote de producción de 500 tubos con un diámetro 1110mm por 0,8MPa.

Para un mejor entendimiento se elabora los diagramas de flujo que muestran la ventaja de tener una máquina acampanadora al final de la línea de producción.



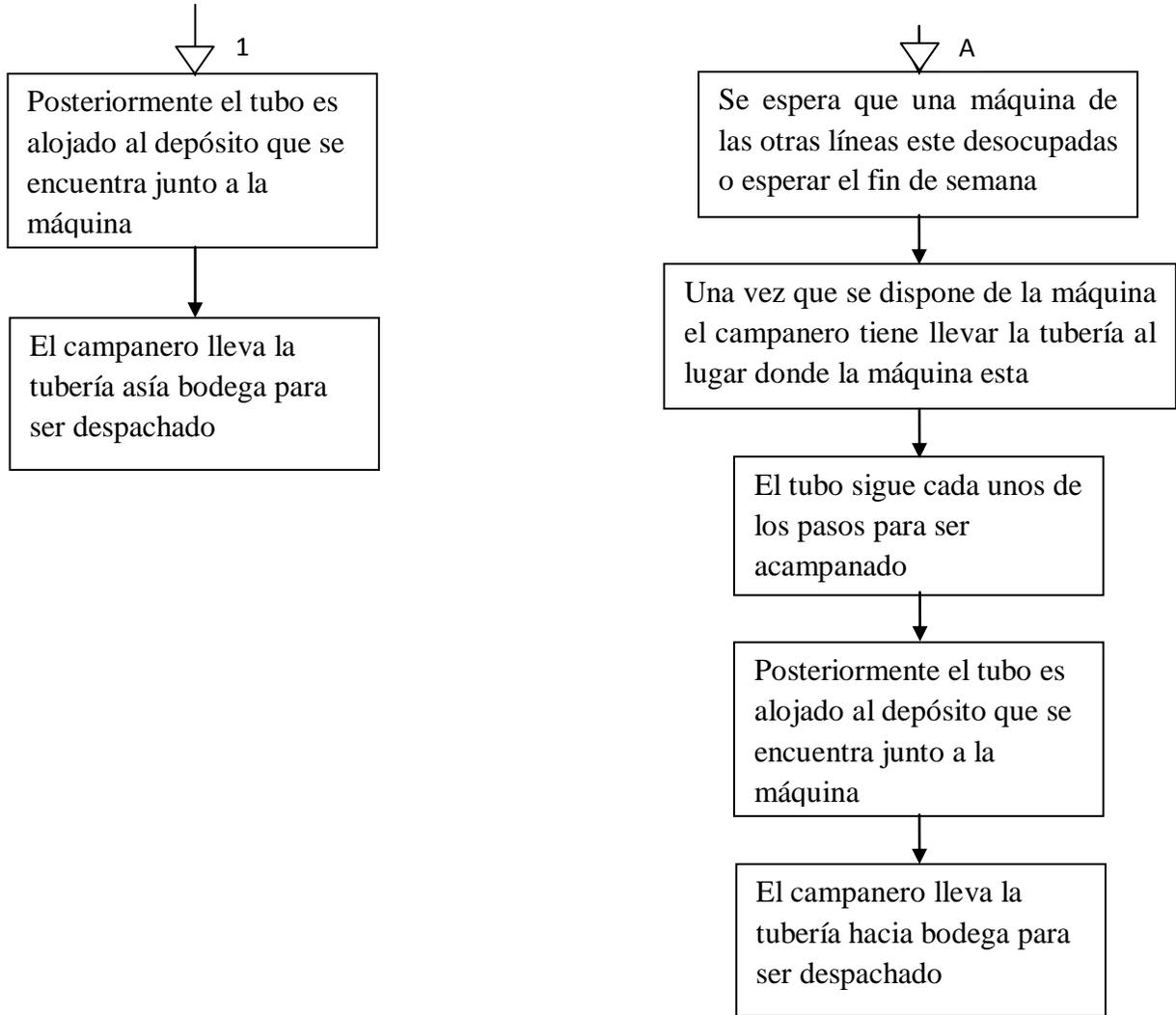


FIGURA 4.12 DIAGRAMAS DE COMPARACIÓN CON LAS MÁQUINAS (FUENTE: ELABORADO POR AUTOR)

La producción de la tubería de 110mm por 0,8 MPa se inició el 17 de mayo del 2010 como eran 500 tubos llevo 2.5 días (60 horas) la elaboración, como la línea donde se fabricó la tubería no existía la máquina acampanadora, entonces estos fueron trasladados donde se encuentran **“EL PRODUCTO EN PROCESO”**

Como está no es la única tubería que se encuentra por culminar se tiene que esperar hasta cuando la máquina esté disponible para realizar la unión a la tubería.

Se terminó de producir la tubería el 8 de junio del 2010 esto significa un gran retraso en la producción y a la vez ocupa espacio, que incomoda a los trabajadores. Es decir la elaboración de este lote comprende 17 días laborables.



FIGIURA 4.13 TUBERÍA EN PROCESO (FUENTE: ELABORADO POR AUTOR)

4.4 RESULTADO DE TENER LA ACAMPANADORA EN LA MISMA LÍNEA

Tener la máquina acampanadora en la línea significa una gran utilidad ya sea para el trabajador, como para la producción.

Se tomó un lote de 500 tubos con diámetro de 110mm por 0,8 MPa esta producción se inicio el 18 de agosto del 2010 se invierte 2.5 días (60 horas) en la fabricación, como la línea donde se fabricó la tubería ya posee la máquina acampanadora al mismo tiempo se realizó la unión acampanada; este lote se termina de producir el 20 de agosto y se lleva a bodega para posteriormente ser despachada. Es decir la elaboración de este lote llevó tres días.

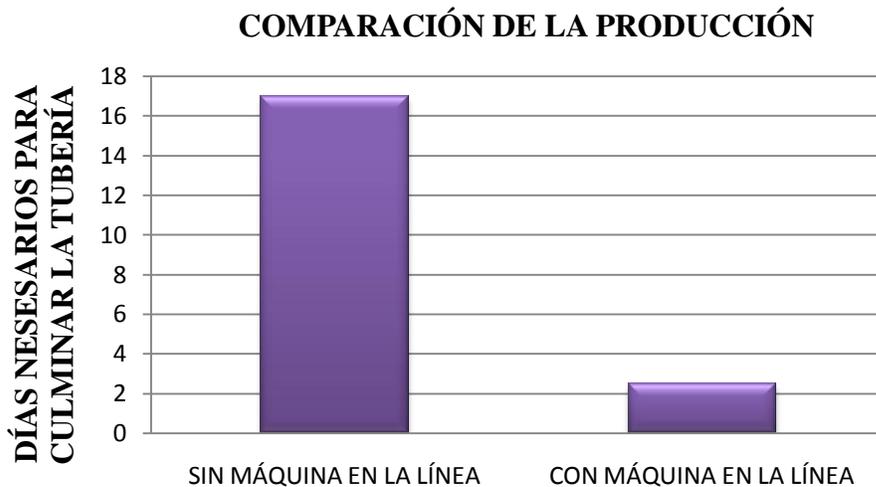


FIGURA 4.14 COMPARACIÓN DE PRODUCCIONES (FUENTE: ELABORADO POR AUTOR)

Según lo observado en la figura 4.2 es evidente el beneficio que representa la implementación de la máquina acampanadora, se logró eliminar tiempos muertos de producción. De esta manera se consigue disminuir de 17 días a 3 días que lleva la elaboración de esta tubería, con lo cual a pocos días que el cliente hizo su pedido, se consiguió realizar la entrega.

4.5 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Mediante la repotenciación de la máquina acampanadora por medio de la automatización se consiguió reducir tiempos de producción en la elaboración de las juntas en la tubería PVC. Ya que con ella se optimiza el tiempo que se emplea para culminar un lote de tubería, es así como se consiguió reducir de 17 días a 3 días que es el tiempo que se requiere para terminar la producción de un lote.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- El proceso de acampanado en tubería PVC, se realiza de forma manual y semiautomática. En el acampanado manual solo se puede realizar la unión espiga campana, representando esta forma de elaboración un proceso tedioso, ya que el calentamiento, conformado y enfriamiento de la tubería, tiene que ser realizado por el campanero, para cada uno de los tubos que se producen, en ocasiones el calentar la tubería por tiempos exagerados genera que el tubo se queme echando a perder el producto. Cuando el tubo se enfría por tiempos prolongados o cortos, la unión acampanada sale floja o ajustada, lo que ocasiona que el proceso se tenga que repetir, dando origen a los tiempos muertos, tanto el diámetro interno de la campana como la profundidad tienen que cumplir con las especificaciones de las normas INEN 1330 para espiga-campana y 1331 para sellado elastomérico.
- El acampanado semiautomático es un proceso mucho más rápido y eficiente ya que los tiempos de calentamiento, conformado y enfriamiento son perfectamente controlables, además de realizar la unión espiga-campana, también se puede hacer la unión por sellado elastomérico que consiste en la incrustación del sello en el interior del tubo. Con este procedimiento las campanas cumplen con las especificaciones que las normas de calidad INEN lo establecen, este método es mucho más confiable y ayuda a optimizar tiempos muertos que se generan en la producción.

- La mayor parte de la estructura de la máquina se encuentra en buen estado, el conjunto que compone el mandril se encuentran deteriorados, el sistema que ayuda al desplazamiento de la matriz no se dispone por lo que se tendrá que realizar el diseño. La máquina acampanadora la conforman ejes que se encuentran en mal estado y no se podrán reutilizar. Se dispone de un motor de 1/2 hp el mismo que tendrán que ser evaluado para una nueva puesta en marcha, a dicho motor se acoplan bandas de transmisión de las cuales no se dispone del tipo de bandas. La máquina está constituida por dos tableros eléctricos y la mayoría de los elementos se encuentran dañados, además se dispone de válvulas y pistones.
- Para que la máquina acampanadora realice un trabajo eficiente y confiable se procede a seleccionar los elementos necesarios como son los ejes, las bandas, los rodamientos, pernos y otros elementos que sean necesarios para la repotenciación de la máquina. Repotenciar la máquina comprende la recuperación de la máquina lo que ayudará a generar grandes beneficios para la institución, de esta manera conseguir minimizar costos de adquisición.
- Una vez realizado el estudio económico de la implementación de la máquina acampanadora se determina que si es factible realizar este proyecto, ya que aproximadamente en dos años se produce la recuperación de la máquina. El costo de esta inversión comprende 6011,38 dólares, mientras que mensualmente se generaría un ahorro de 372 dólares.
- Los tiempos empleados para realizar las campanas en los tubos son demasiado elevados cuando se utiliza la máquina manual, debido a que la tubería tiene que ser llevada de un lugar a otro, es entonces donde se producen los tiempos muertos, esto para cuando se hace la unión espiga campana. Cuando la unión es por sellado elastomérico, la tubería se traslada al lugar de producto en proceso donde permanece aglomerada hasta cuando se disponga de una máquina para realizar el trabajo. Al existir la máquina acampanadora en la misma línea a

medida que el tubo es elaborado se va realizando la unión espiga-campana o sellado elastomérico, e inmediatamente se traslada a bodega para su posterior despacho.

- Los equipos necesarios para la repotenciación de la máquina acampanadora serán principalmente un PLC y una pantalla táctil entre otros elementos. Cada elemento que conforma la máquina cumple a cabalidad con el normal y óptimo desempeño de la misma, es así como la pantalla táctil ofrece facilidad de familiarizarse con las partes principales que rigen el funcionamiento de la máquina. La visualización y adquisición de datos es agradable y ágil, ya que brinda la oportunidad de observar y controlar la ejecución del proceso de acampanado de la tubería en tiempo real.
- Para tener una visión clara del funcionamiento de la máquina acampanadora fue necesario hablar con los operadores y otros expertos que van a manipular la máquina, con el fin de definir parámetros y mediante el mismo realizar el diseño del diagrama de control para la máquina, en el capítulo 6 se desarrolla cada uno de los diagramas o subrutinas que se debe cumplir para un óptimo desempeño de la máquina acampanadora.
- Una vez realizada las pruebas de funcionamiento tanto para la unión espiga campana como para la unión por sellado elastomérico se determinó que los tiempos de trabajo deben ser ingresados para cada tipo de tubería, puesto que, el diámetro puede ser el mismo pero los espesores varían, dependiendo para la presión que estos sean diseñados. El diámetro de los pines deberá ser construido con un 0,70% más del diámetro nominal de la tubería, debido que una vez realizada las uniones acampanadas, el tubo al enfriarse completamente tiende a contraerse, al tener el pin el mismo diámetro nominal de la tubería se tendrían campanas que no cumplen con las especificaciones requeridas.

5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda que el personal se encuentre capacitado para el manejo de la máquina acampanadora, para evitar que ésta no sufra daños mal intencionados. De manera especial instruir a los trabajadores en el ingreso de datos para que no sobre pasen los límites establecidos.
- Al momento de manipular la pantalla hacerlo solamente con la mano por ningún motivo utilizar otros elementos ya que podría dañarse la misma.
- Siempre que se vaya iniciar el trabajo en el equipo verificar que todas las mangueras estén en su lugar de igual manera revisar el sistema eléctrico.
- Realizar el cambio de herramental de manera cuidadosa para que estos no sufran daños y para salvaguardar la integridad del trabajador.
- Siendo HOLVIPLAS S.A. una institución que cumple con las normas de calidad establecidas por el INEN, se recomienda que el trabajador verifique las dimensiones de las campanas de los tubos.
- De manera especial se recomienda cumplir y aplicar adecuadamente el plan de mantenimiento preventivo, estipulado en el capítulo 6 , sea en las partes mecánicas como en las partes eléctricas, chequear que no haya humedad dentro del tablero eléctrico, ya que los componentes podría verse afectados, además cerciorarse que haya ventilación suficiente con el fin de evitar calentamiento.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

TEMA: IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA ACAMPANADORA PARA MINIMIZAR TIEMPOS DE PRODUCCIÓN EN LA ELABORACIÓN DE JUNTAS EN TUBERÍA PVC DE LA EMPRESA HOLVIPLAS S.A”

6.1 DATOS INFORMATIVOS

La máquina acampanadora fue adquirida por la empresa bajo el concepto de chatarra. El estado que se encontraba la máquina se describe a continuación:

Los ejes estaban torcidos desgastados, los rodamientos se encontraban averiados, la máquina utiliza bandas pero de las cuales no se disponía de ninguna de ellas, parte de la estructura se encontraba oxidada.

La unidad de control totalmente deteriorada, además según lo observado la máquina tenía tres tableros ocasionando un cableado abundante e innecesario.

La máquina posee un motor de 0.5HP entrega torque de 1100lbf*pulg proporciona 1750rpm este motor se encuentra conectado a un motoreductor que entrega 60rpm y contiene una polea de 2,5pulg.

Se encuentra constituida por válvulas y pistones los mismos que serán utilizados. Del horno se tiene solo la estructura se realizarán los respectivos cálculos para determinar los elementos que se necesiten.

6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

Considerando el adelanto tecnológico que las industrias plásticas han ido teniendo es necesario que HOLVIPLAS S.A. cuente con maquinaria moderna, conociendo que la mayoría de empresas existentes a nivel nacional tienen como meta mejorar los productos que ofertan al mercado, esto se hace posible implementando máquinas modernas que realicen un trabajo eficiente en la producción de juntas para tubería PVC.

De los estudios realizados no se encuentran registrados trabajos similares a la repotenciación de máquina acampanadora, dentro de la institución se han realizado trabajos de reparaciones en máquinas diferentes a la acampanadora. En HOLVIPLAS S.A. se cuenta con maquinaria que realiza el acampanado, los mismos que servirán de guía para la puesta en marcha de la máquina.

6.3 JUSTIFICACIÓN

La mayoría de máquinas que la empresa posee fueron diseñadas para realizar el acampanado sin empaque, además estas máquinas son manuales, por lo que se hace necesario realizar la conversión en dichas máquinas para que a más de realizar la secuencia original también sean capaces de cargar el empaque en el mandril y crear la campana de sellado elastomérico.

La implementación de la máquina acampanadora se justifica porque con ella se conseguirá reducir los costos y tiempos de producción ya que la empresa no tendrá que pagar extras a los trabajadores para culminar la producción.

El hecho de tener la acampanadora en la línea de producción beneficia a la administración de HOLVIPLAS S.A. puesto que con ella se logra reducir costos, ya que realizar el acampanado en la tubería lleva días extras para culminar un lote, como resultado de esto los trabajadores ganan 100% en horas extras. También se consigue

terminar la producción en el mismo tiempo que lleva fabricar el lote y con esto se logra satisfacer las necesidades de los clientes sin que estos tengan que esperar mucho tiempo.

Con esta máquina se reduce el esfuerzo que el operador realiza, debido que el trabajador tiene que trasladar la tubería al lugar donde se encuentra el producto en proceso y una vez que se dispone de la máquina nuevamente se traslada la tubería para ser acampanada para en lo posterior ser lleva a bodega. Con la máquina en la línea de producción, la tubería de acuerdo como va saliendo se realiza la unión acampanada y es llevada a bodega para su posterior despacho.

6.4 OBJETIVOS

- Seleccionar el equipo básico para la repotenciación de la máquina.
- Diseñar el diagrama de control mediante el PLC's KOYO con ayuda de software DSLaunch 5 version 5.0
- Realizar pruebas de funcionamiento de la máquina ya sea para espiga campana como para la unión por sellado elastomérico en los dos modos de funcionamiento.

6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

Debido que HOLVIPLAS S.A. no cuenta con máquinas acampanadoras en cada línea de producción el proyecto resulta factible de realizar, porque mediante la implementación, la empresa estará en capacidad de competir con empresas similares, ofreciendo una tubería confiable en un corto plazo de producción, esto ayudará al crecimiento de la institución.

La implementación de la máquina es factible realizar puesto que dentro del mercado nacional se dispone de todos los elementos que se necesitan para que nuevamente funcione. El desarrollo del trabajo se lo realizará con PLC marca KOYO ya que HOLVIPLAS cuenta con la licencia del software. La empresa se encuentra apta para financiar el desarrollo del proyecto.

6.6 FUNDAMENTACIÓN

6.6.1 CÁLCULOS DE DISEÑO

a. SELECCIÓN DE MOTOR

La máquina va a trabajar con tres tubos para ello se ha considerado una tubería de 160mm de diámetro por 4.5mm de espesor con una longitud de 6 metros su peso es de 77.16lbs además estos deben girar a 30rpm durante la etapa de calentamiento para un diámetro de la polea 5pulg.

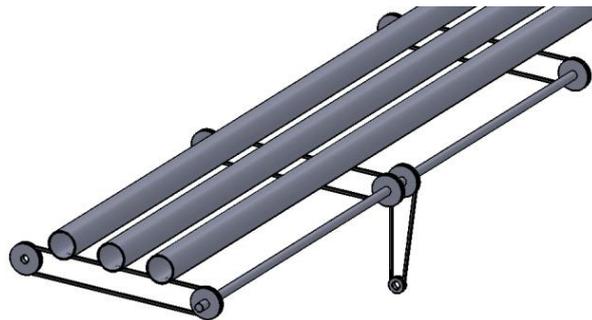


FIGURA 6.1 ESQUEMA DE POSICIÓN DE LA TUBERÍA (FUENTE: ELABORADO POR AUTOR)

Las fuerzas que actúan en el eje son: el peso de los tubos, el pesos de las poleas y el peso del eje entonces se calcula el torque que el motor debe vencer para poner en movimiento el conjunto.

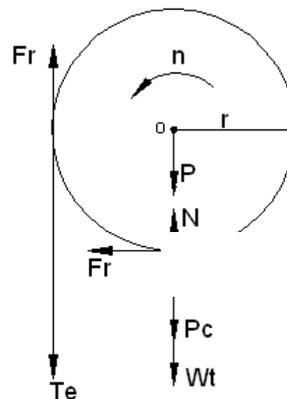


FIGURA 6.2 DIAGRAMA DE FUERZAS PRESENTES EN EL EJE (FUENTE: ELABORADO POR AUTOR)

$$P = \frac{T * n}{63000}$$

6.1

Donde:

T=torque

n= revoluciones por minuto

Peso de las poleas 1.5lbf

Peso del eje 11.2 lbf/m

Coefficiente de rozamiento entre las bandas y el acero= 0.3

$$W_t = (3 * 77.16) + (6 * 1.5)(6 * 11.2)lbf = 307.68lbf$$

$$W_t = \text{Peso total del conjunto } 307.68lbf$$

Fr= fuerza de rozamiento

Te= torque equivalente

$$F_r = \mu * N \tag{6.2}$$

$$F_r = 92.3lbf$$

$$T_e = W_t + F_r \tag{6.3}$$

$$T_e = 399.98 lbf$$

$$T = T_e * r \tag{6.4}$$

$$T = 999.96 lbf * pulg$$

Aplicando la ecuación 6.1 la potencia es: $P = 0.467$

Para determinar la potencia total requerida se divide para el rendimiento que el mismo tendrá.

$$P_T = \frac{P}{n} \tag{6.5}$$

Considerando una eficiencia nominal de 98% (anexo 3) para motores eléctricos se obtiene la potencia necesaria.

$$P_T = 0,486HP$$

Se requiere de un motor de 0.486 hp pero como en el mercado no existe motores con esta potencia se selecciona un motor 1/2HP.

b. SELECCIÓN DE BANDAS

La máquina está constituida por dos tipos de bandas. Cálculo de la banda que permite el giro de los tubos en la máquina, como datos se tiene el diámetro de las poleas de 5

pulgadas, con una relación de transmisión de 1:1 para la potencia del motor 0,5HP. En el esquema se detalla la distancia entre centros.

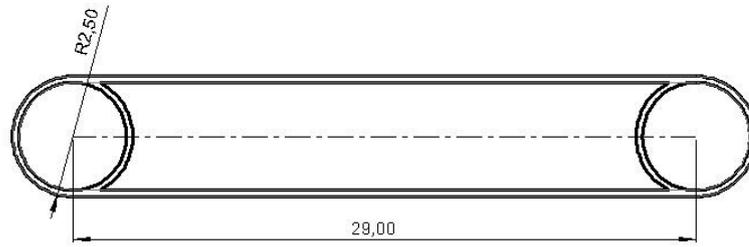


FIGURA 6.3 CONEXIÓN ENTRE POLEAS (FUENTE: ELABORADO POR AUTOR)

Hr= Potencia nominal 0.5hp

rpm=30

Distancia entre centros C=740mm=29pulg

Diámetro de las poleas 5pulg.

Para la selección de las bandas se considera un factor de servicio $K_s=1.4$ para impacto pesado que se muestra en el anexo 4 tabla 9, se considera este impacto debido a que la máquina estará trabajando las 24 horas al día. Se determina la potencia de diseño.

$$H_d = H_r * K_s \quad \text{Donde:} \quad 6.6$$

Hd=potencia de diseño

Hr= potencia nominal

K_s =factor de servicio

$$H_d = 0.7 \text{ HP}$$

Con una potencia de 0.7HP y 30 RPM en el anexo 5 se escoge una banda tipo B.

ÁNGULO DE CONTACTO

Para una transmisión de banda abierta el ángulo de contacto se determina mediante la siguiente ecuación:

$$\Phi_d = \pi - 2 \sin^{-1} \left(\frac{D-d}{2C} \right) \quad \text{Donde} \quad 6.7$$

Φ_d =ángulo de contacto

D=diámetro polea mayor

d=diámetro polea menor

C=distancia entre centros

$$\phi d = 3.1416rad$$

VELOCIDAD PERIFÉRICA DE LA BANDA ESTÁ DADA POR:

$$V = \frac{\pi dn}{12} \quad 6.8$$

d=diámetro de la polea

n=revoluciones por minuto

$$V = 39.27 \text{ pie}/\text{min}$$

LONGITUD DE LA BANDA

Se determina la longitud de paso mediante la ecuación:

$$Lp = 2C + 1,57(D + d) + \frac{(D-d)^2}{4C} \quad 6.9$$

$$Lp = 73.7 \text{ pulg}$$

Del anexo 6 tabla 17.4 se determina la cantidad a sumarse es 1.8, conociendo que es una banda de sección tipo B y mediante este cálculo se obtiene la longitud de la banda.

$$L = Lp - \text{Aumento de longitud}$$

$$L = 71.9 \text{ pulg} \quad 6.10$$

Del anexo 7 tabla 17.10 se elige una banda **B75**

POTENCIA PERMITIDA POR BANDA

$$Ha = K_1 * K_2 * H_{tab} \quad 6.11$$

Ha=potencia permitida por banda

K1=factor de corrección del ángulo de cobertura

K2= factor de corrección de la longitud de la banda

Interpolando en la tabla del anexo 8 tabla 17.12 para una velocidad de 39.27 pies/minuto se tiene Htab=1.1hp.

El ángulo de cobertura 180°. Del anexo 9 tabla 17.13 y anexo 10 tabla 17.14 se evalúa el valor de K1 y K2 respectivamente; K1=0,75 K2=0.95 entonces la potencia transmitida por banda es:

$$Ha = 0.784hp$$

NÚMERO DE BANDAS

Se obtiene dividiendo la potencia de diseño para la potencia que permitida por banda.

$$Nb \geq \frac{H_d}{H_a}$$

$$Nb \geq 0,89$$

Se necesita 1 banda para la transmisión

TENSIÓN CENTRÍFUGA

$$F_c = K_c \left(\frac{V}{1000} \right)^2 \quad 6.13$$

$K_c=0.965$ anexo 11 tabla 17.16

$$F_c = 0,0015lbf$$

Potencia permitida por banda se basa en $\Delta F = F1 - F2$ entonces se tiene:

$$\Delta F = \frac{63025 \left(\frac{H_d}{N_b} \right)}{n \left(\frac{d}{2} \right)} \quad 6.14$$

$$\Delta F = 588.23lbf$$

La tensión mayor está dada por:

$$F1 = F_c + \frac{\Delta F \exp f \phi}{\exp f \phi - 1} \quad 6.15$$

$$\exp f \phi = 0,5123 * 3,1416$$

$$\exp f \phi = 5$$

$$F1 = 0,0015lbf + \frac{588.23lbf * 5}{5 - 1}$$

$$F1 = 735.289lbf$$

La tensión menor se obtiene mediante

$$F2 = F1 - \Delta F \quad 6.16$$

$$F2 = 735.289lbf - 588.23lbf$$

$$F2 = 147.06lbf$$

FACTOR DE SEGURIDAD

$$n_{fS} = \frac{H_a * N_b}{H_{nom} * K_s} \quad 6.17$$

$$n_{fS} = 1.12$$

c. BANDA ACOPLADA AL MOTOR

Como datos se tiene la distancia entre centros 16pulg, diámetros de las poleas mayor y menor 5 y 2,5 respectivamente el motor entrega 60 rpm.

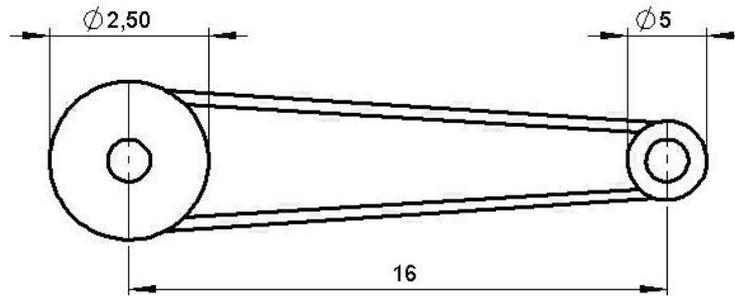


FIGURA 6.4 CONEXIÓN POLEA MOTOR (FUENTE: ELABORADO POR AUTOR)

Se considera la misma potencia de diseño=0,7HP

Se aplican todas las ecuaciones anteriores:

ÁNGULO DE CONTACTO (Ecuación 6.7)

$$\phi d = 2,985$$

VELOCIDAD PERIFÉRICA DE LA BANDA (Ecuación 6.8)

$$V = 78,54 \text{ pie}/\text{min}$$

LONGITUD DE LA BANDA (Ecuación 6.9)

Se determina la longitud de paso mediante la ecuación:

$$L_p = 43,872 \text{ pulg}$$

Del anexo 6 tabla 17.13, para sección de banda tipo B la cantidad a sumarse es 1.8 y mediante la ecuación 6.10 se determina la longitud de la banda.

$$L = 43,872 - 1,8 = 42,07 \text{ pulg}$$

Del anexo 7 tabla 17.19 se elige una banda **B46**

POTENCIA PERMITIDA POR BANDA (Ecuación 6.11)

Interpolando en la tabla del anexo 8 tabla 17.15 para una velocidad de 78,54pies/minuto se tiene $H_{tab}=1,04\text{hp}$.

El ángulo de cobertura $((2,985)180/\pi)=171,02^\circ$. Del anexo 9 tabla 17.13 y anexo 10 tabla 17.14 se determina $K_1=0,77$ y $K_2=0,90$ entonces Ha es:

$$H_a = 0,720hp$$

NÚMERO DE BANDAS (Ecuación 6.12)

Se obtiene dividiendo la potencia de diseño para la potencia que transmite la banda.

$$N_b \geq 0,97$$

Entonces se necesita 1 banda para la transmisión

TENSIÓN CENTRÍFUGA (Ecuación 6.13)

$$F_c = K_c \left(\frac{V}{1000} \right)^2$$

$K_c=0,965$ (anexo 11 tabla 17.16)

$$F_c = 0,0059lbf$$

Potencia permitida por banda se basa en $\Delta F = F_1 - F_2$ de la ecuación 6.14 se tiene:

$$\Delta F = 588,23lbf$$

La tensión mayor está dada por: (Ecuación 6.15)

$$F_1 = F_c + \frac{\Delta F \exp f \phi}{\exp f \phi - 1}$$

$$\exp f \phi = 0,5123 * 2,985$$

$$\exp f \phi = 4,98$$

$$F_1 = 0,0059lbf + \frac{588,23lbf * 4,98}{4,98 - 1}$$

$$F_1 = 736,03lbf$$

La tensión menor se obtiene mediante: (Ecuación 6.16)

$$F_2 = F_1 - \Delta F$$

$$F_2 = 736,03lbf - 588,23lbf$$

$$F_2 = 147,80lbf$$

FACTOR DE SEGURIDAD (Ecuación 6.17)

$$n_{fs} = \frac{H_a * N_b}{H_{nom} * K_s}$$

$$n_{fs} = \frac{0,720 * 1}{0,5 * 1,4}$$

$$n_{fs} = 1,02$$

d. SELECCIÓN DE EJES PARA EL DESPLAZAMIENTO DEL CABEZAL DE LA MÁQUINA

La fuerza que van a soportar los ejes es el peso de la estructura igual a 265.75Kg

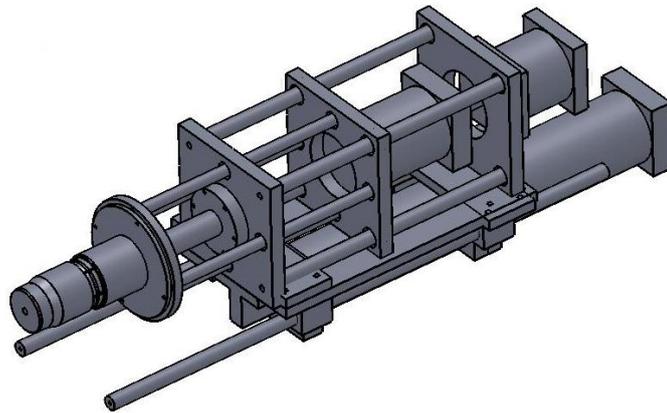


FIGURA 6.5 CONJUNTO MÓVIL MANDRIL (FUENTE: ELABORADO POR AUTOR)

El peso W del elemento es: $W = m * g$ 6.18

Donde:

m =masa

g =gravedad $9,81\text{m}/\text{sg}^2$

$$W = 265,75 * 9,81$$

$$F = W = 2607,00 \text{ N}$$

A la estructura le soportarán dos ejes entonces para determinar las reacciones y momentos que se producirán, la carga se divide para dos, entonces el diseño se realiza con una fuerza de 1303,5N.

CÁLCULO DE LAS REACCIONES PRODUCIDAS EN EL EJE

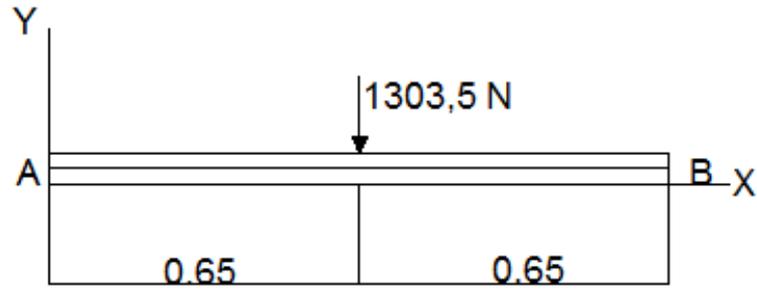


FIGURA 6.6 DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE (FUENTE: ELABORADO POR AUTOR)

$$\sum M_A = 0$$

$$-(1303,5\text{N}) \cdot 0,65 + R_B \cdot (1,3) = 0 \quad 6.19$$

$$R_B = \frac{1303,5 \cdot 0,65}{1,3}$$

$$R_B = 651,75\text{N}$$

$$\sum F_v = 0$$

$$R_A + R_B - FC = 0 \quad 6.20$$

$$R_A + 651,75 - 1303,5 = 0$$

$$R_A = 651,75\text{N}$$

TRAZADO DE LOS DIAGRAMAS DE CORTANTE Y MOMENTOS

DIAGRAMA DE FUERZA CORTANTE

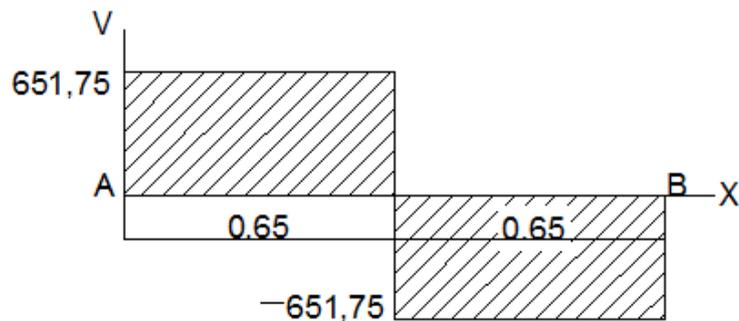


FIGURA 6.7 FUERZA CORTANTE (FUENTE: ELABORADO POR AUTOR)

DIAGRAMA DE MOMENTO

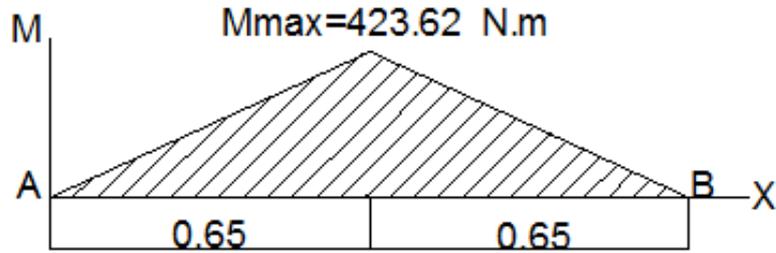


FIGURA 6.8 MOMENTO MÁXIMO (FUENTE: ELABORADO POR

DISEÑO DEL EJE

Debido a que los ejes seleccionados estarán en permanente contacto con el agua se realiza el diseño con acero inoxidable, que es resistente a la corrosión. Mediante el catálogo de aceros BOHLER el eje seleccionado es A200 de 25mm de diámetro. Con un valor de resistencia última a la tensión $S_{ut}=600\text{N/mm}^2$ y la resistencia a la fluencia $S_y=235\text{N/mm}^2$ y un módulo de elasticidad $E=190\text{GPa}$. (Anexo 12)

COMPROBACIÓN DEL DISEÑO DE LOS EJES

Se calcula el factor de seguridad en los ejes, considerando un valor constante $C=4$ para condiciones finales empotrados-empotrados en el anexo 13 tabla 4.2

Para determinar qué ecuación se debe aplicar se procede a calcular la relación de esbeltez.

$$\left(\frac{L}{K}\right) \leq \left(\frac{L}{K}\right)_1 \quad 6.21$$

$$\left(\frac{L}{K}\right)_1 = \sqrt{\frac{2\pi^2 CE}{S_y}} \text{ donde;} \quad 6.22$$

L = longitud de la columna

K = radio de giro

C = constante condiciones en los extremos

E = módulo de elasticidad

$$\left(\frac{L}{K}\right)_1 = 252.66$$

Para determinar $\left(\frac{L}{K}\right)$ se procede:

6.23

$$R = \frac{d}{4}$$

d= diámetro del eje

$$R = 0.00625$$

$$\left(\frac{L}{K}\right) = \frac{L}{R} = 208$$

ENTONCES:

$(208) \leq (252.66)_1$ se aplica la ecuación de Johnson

$$\frac{P_{cri}}{A} = \left(S_y - \frac{S_y^2}{4\pi^2 CE} * \left(\frac{L}{K}\right)^2 \right) \quad 6.24$$

El área del elemento es $0,00049 \text{ m}^2$

La carga crítica que soporta el eje es:

$$P_{cri} = 7613,01 \text{ KN}$$

El factor de seguridad se evalúa mediante la carga crítica para la carga que soporta el eje
1303,5N

$$n = \frac{P_{cri}}{P} \quad 6.25$$

$$n = 5,84 \text{ ok.}$$

SELECCIÓN DE COJINETES

Para la selección de los cojinetes se tiene como datos las reacciones producidas en el eje
 $P=651,75\text{N}$, los mismos que irán acoplados a un diámetro de 25mm.

$L_{10} = 30000 \text{ h}$ (horas de servicio)

LOS COJINETES SERÁN LINEALES

El valor de C/P se obtiene del anexo 14:

C= capacidad de carga dinámica

P= Carga a soportar

$$\frac{C}{P} = 3,2 \quad (6.26)$$

$$C = 3,2 * P$$

$$C = 2085,6 \text{ N}$$

Del catálogo SKF para Rodamientos lineales de bolas se selecciona un rodamiento de la serie LBBR25. Anexo 15, del cual se obtienen los siguientes datos:

$D = 35\text{mm}$; $B = 40\text{mm}$; $C = 2120\text{N}$; $C_o = 1560\text{N}$.

Comprobación a carga estática (P_o):

$$P_o = 651,75$$

$$f_s = \frac{C_o}{P_o} \tag{6.27}$$

Donde:

f_s =factor de esfuerzos estáticos

C_o = capacidad de carga estática

P_o = carga estática equivalente

$f_s = 1.25$ (anexo 16)

$$C_o = 1,25 * 651,75$$

$$C_o = 814,68$$

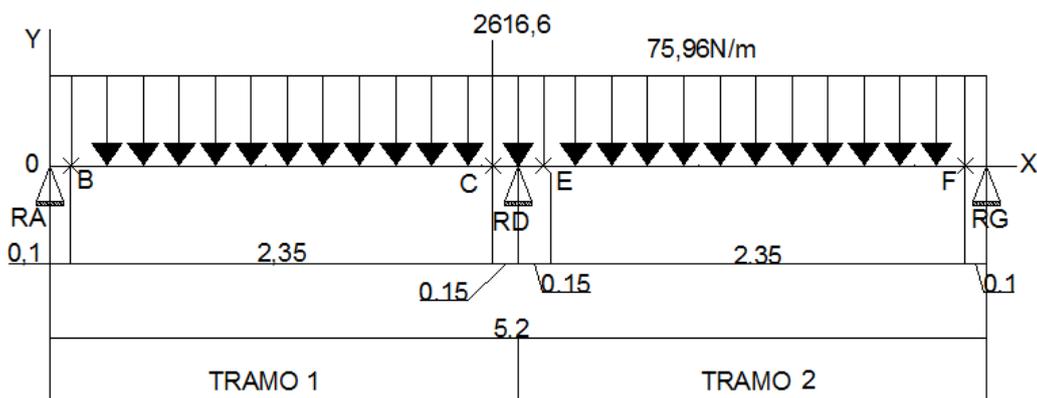
$$C_{req} < C_o$$

$$814,68 < 1560 \quad \text{ok}$$

e. DISEÑO DE LOS EJES DE DESPLAZAMIENTO

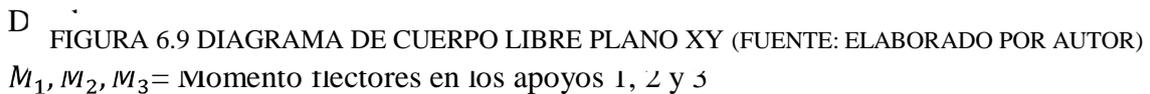
Para el diseño de este eje se tiene tres apoyos, las cargas que va a soportar son las tensiones que producen las bandas y el peso de la tubería. Considerando que la máquina va a realizar el acampanado en tubería de hasta 160mm de diámetro este tiene un peso de 45kg.

PLANO XY



Cuando se trabajan con vigas con más de un tramo, las reacciones no pueden ser calculadas estáticamente. Una forma de resolverlas es aplicando el Teorema de los Tres Momentos, el cual puede ser utilizado también para resolver vigas de un solo tramo. Esta ecuación puede ser expresada de la siguiente manera:

$$M_1 L_1 + 2M_2(L_1 + L_2) + M_3 L_2 + \frac{6A_1 a_1}{L_1} + \frac{6A_2 b_2}{L_2} = 0 \quad 6.28$$

D  FIGURA 6.9 DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE PLANO XY (FUENTE: ELABORADO POR AUTOR)
 M_1, M_2, M_3 = Momento flectores en los apoyos 1, 2 y 3

L_1, L_2 = Longitudes de los tramos 1 y 2

A_1, A_2 = Área del diagrama de Momentos Flectores de las Cargas sobre los tramos 1 y 2

a_1 = Distancia del centro del diagrama de Momentos Flectores del tramo 1 al apoyo 1.

b_2 = Distancia del centro del diagrama de Momentos Flectores del tramo 2 al apoyo 3.

Los términos $\frac{6A_1 a_1}{L_1} + \frac{6A_2 b_2}{L_2}$ se obtienen de la tabla del anexo 17, que agrupa los 6 tipos de cargas básicos.

El momento en el punto A y G son nulos por lo que se calcula el momento en el punto D

$$\frac{6A_1 a_1}{L_1} = \frac{wL^3}{4} + \frac{Pa}{L}(L^2 - a^2) \quad 6.29$$

$$\frac{6A_1 a_1}{L_1} = \frac{75,96 * 2,6^3}{2,6} + \frac{2616,6 * 2,45}{2,6}(2,6^2 - 2,45^2)$$

$$\frac{6A_1 a_1}{L_1} = 2381,2N.m^2$$

$$\frac{6A_2 a_2}{L_2} = \frac{wL^3}{4} \quad 6.30$$

$$\frac{6A_2 a_2}{L_2} = \frac{75,96 * 2,6^3}{2,6}$$

$$\frac{6A_2 a_2}{L_2} = 513,48N.m^2$$

Sustituyendo valores en la ecuación 6.30 resulta: $0 + 2M_2(2,6 + 2,6) + 0 + 3398,05 + 1530,32 = 0$

$$M_{xy} = -278,33N.m$$

CÁLCULO DE LAS REACCIONES EN EL EJE EN EL PLANO XY

$$M_{xy} = (\sum Mizq) \quad 6.31$$

$$M_{xy} = -278,33 = (2,6 * RA) - (75,96 * 2,6 * 1,3) - (2616,6 * 0,15)$$

$$RA_{xy} = 142,65N$$

$$M_{xy} = \left(\sum Mder \right)$$

$$M_{xy} = -278,33 = (2,6 * RG) - (75,96 * 2,6 * 1,3)$$

$$RG_{xy} = 8,3$$

$$(\sum Y) = 0$$

$$RA_{xy} + RD_{xy} + RG_{xy} = 2 * (75,96 * 2,6) + 2616,6 \quad 6.32$$

$$RD_{xy} = 2663,15N$$

PLANO XZ

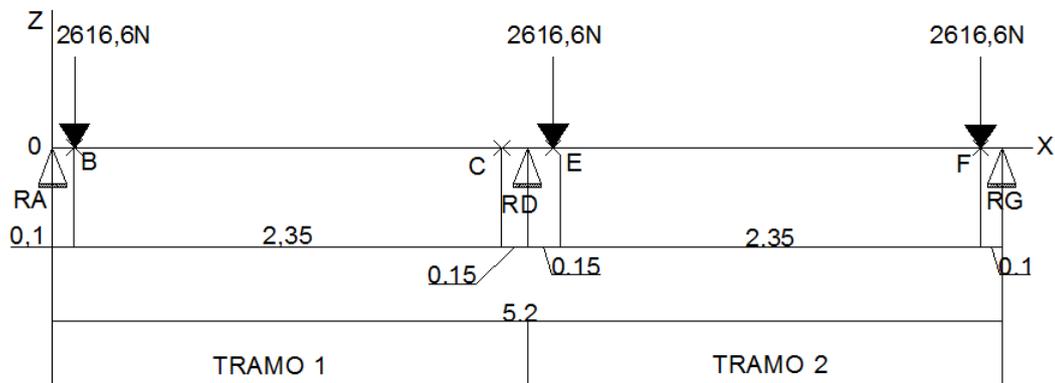


FIGURA 6.10 DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE PLANO XZ (FUENTE: ELABORADO)

Se aplican las ecuaciones 6.28, 6.29, 6.30. El momento 1 y 3 es nulo

$$\frac{6A_1a_1}{L_1} = \frac{2616,6 * 0,1}{2,6} (2,6^2 - 0,1^2)$$

$$\frac{6A_1a_1}{L_1} = 679,31N$$

$$\frac{6A_2a_2}{L_2} = \sum \frac{Pb}{L} (L^2 - b^2) \quad 6.33$$

$$\frac{6A_2a_2}{L_2} = \frac{2616,6 * 0,1}{2,6} (2,6^2 - 0,1^2) + \frac{2616,6 * 2,45}{2,6} (2,6^2 - 2,45^2)$$

$$\frac{6A_2a_2}{L_2} = 2547,0N$$

Sustituyendo valores en la ecuación 6.30 resulta:

$$0 + 2M_2(2,6 + 2,6) + 0 + 679,31 + 2547,0 = 0$$

$$M_{xz} = -310,23N.m$$

CÁLCULO DE LAS REACCIONES EN EL EJE EN EL PLANO XZ

$$M_{xz} = \left(\sum Mizq \right) \quad 6.34$$

$$M_{xz} = -310,23 = (2,6 * RA) - (2616,6 * 2,45)$$

$$RA_{xz} = 2346,3N$$

$$M_{xz} = (\sum Mder) \quad 6.35$$

$$M_{xz} = -310,23 = (2,6 * RG_{xz}) - (2616,6 * 0,15) - (2616,6 * 2,45)$$

$$RG_{xz} = 2497,3N$$

$$\left(\sum Y \right) = 0$$

$$RA_{xz} + RD_{xz} + RG_{xz} = 3 * 2616,6$$

$$RD_{xz} = (3 * 2616,6) - (2346,3 + 2497,3)$$

$$RD_{xz} = 3006,2N$$

Entonces el momento que se produce en el punto D es:

$$M_D = \sqrt{M_{xy}^2 + M_{xz}^2} \quad 6.36$$

$$M_D = \sqrt{310,23^2 + 278,33^2}$$

$$M_D = 406,78N.m$$

Las reacciones que se producen en el eje son:

$$R = \sqrt{R_y^2 + R_z^2} \quad 6.37$$

$$R_{Axy} = \sqrt{(142,65)^2 + (2346,3)^2}$$

$$R_A = 2350,6N$$

$$R_{Gxy} = \sqrt{(8,3)^2 + (2497,3)^2}$$

$$R_G = 2497,3N$$

$$R_{Dxy} = \sqrt{(2663,15)^2 + (3006,2)^2}$$

$$R_D = 4016,2N$$

SELECCIÓN DE LOS EJES DE DESPLAZAMIENTO

El eje que se necesita para el diseño es un acero de transmisión, ya que este transmitirá el movimiento a los demás componentes y ayudará a la rotación y desplazamiento de los tubos. Del catálogo de aceros BOHLER el eje seleccionado es el E920 de 30mm de diámetro. Con un valor de resistencia última a la tensión $S_{ut}=470N/mm^2$ y la resistencia a la fluencia $S_y=235N/mm^2$. (Anexo 18)

Para determinar si el eje seleccionado es el correcto para la aplicación se procede a realizar la comprobación del diseño por fatiga debido a que es un eje que estará rotando.

DISEÑO POR RESISTENCIA A LA FATIGA (Se)

Mediante los siguientes cálculos se encontrará los factores de modificación, para determinar la resistencia a la fatiga del material mediante la siguiente ecuación:

$$Se = k_a k_b k_c k_d k_e k_f S_e' \quad 6.38$$

Donde:

S_e = Límite de resistencia a la fatiga del elemento mecánico

k_a = Factor de superficie

k_b = factor de tamaño

k_c = factor de confiabilidad

k_d = factor de temperatura

k_e = factor de concentración de esfuerzos

k_f = factor de efectos diversos

Se'=limite de resistencia a la fatiga de la muestra de viga giratoria.

El valor de resistencia a la fatiga de la viga (Se') se determina mediante:

$$Se' = 0,5 * Sut \quad 6.39$$

$$Se' = 235MPa$$

El factor de superficie ka es evaluado para condiciones de maquinado y los valores de a=4.51 y b= -0,265. (Anexo 19)

$$ka = aSut^b \quad 6.40$$

$$ka = 0,88$$

El factor de tamaño se evalúa mediante la siguiente ecuación:

$$kb = \left(\frac{d}{7,62}\right)^{-0.107} \quad 6.41$$

Cuando; $2.79 \leq d \leq 51mm$

$$kb = 0,86$$

Se determina un factor de confiabilidad del 99% entonces el $kc = 0,814$ (Anexo 30)

El eje trabajará bajo condiciones ambientales y el factor de temperatura $kd = 1$

El factor de concentración de esfuerzos ke se determina mediante la siguiente ecuación:

$$ke = \frac{1}{K_f} \quad 6.42$$

$$K_f = 1 + q(K_t - 1) \text{ donde:} \quad 6.43$$

K_f = factor de concentración de esfuerzos por fatiga

K_t = factor de concentración de esfuerzos

q = sensibilidad a las ranuras

Del anexo 31 se determina el factor de concentración de esfuerzos K_t .

$$\frac{D}{d} = 1,5$$

$$d = 20mm$$

$$\frac{r}{d} = 0,1$$

$$r = 2mm$$

$$K_t = 1,85$$

La sensibilidad a las ranuras se evalúa mediante la gráfica del anexo 32.

$$S_{ut} = 470MPa$$

$$r = 2$$

$$q = 0,75$$

Reemplazando los valores encontrados en la ecuación 6.43 se procede a determinar el factor de concentración de esfuerzos por fatiga.

$$K_f = 1 + q(K_t - 1)$$

$$K_f = 1 + 0,75(1,85 - 1)$$

$$K_f = 1,64$$

Mediante la ecuación 6.42 se calcula el factor de concentración de esfuerzos:

$$k_e = \frac{1}{1,64}$$

$$k_e = 0,6$$

El factor de efectos diversos $k_f = 1,64$

Conocidos los factores se evalúa la resistencia a la fatiga S_e . Reemplazando en la ecuación 6.38

$$S_e = 0,88 * 0,86 * 0,814 * 1 * 0,6 * 1,64 * 235$$

$$S_e = 207,5 MPa$$

El momento máximo que se produce en el punto D es 406,78 N.m

Diámetro de 30mm. El esfuerzo normal en el eje se determina mediante la siguiente ecuación:

$$\sigma_x = \frac{32M}{\pi d^3} \tag{6.44}$$

$$\sigma_x = \frac{32(406,78)}{\pi(0,03)^3}$$

$$\sigma = 110,5MPa$$

El factor de seguridad por fatiga es:

$$n = \frac{S_e}{\sigma} \quad 6.45$$

$$n = \frac{207,5}{110,5}$$

$$n = 1,8$$

SELECCIÓN DE COJINETES

Para seleccionar los cojinetes se tiene la reacción que se produce en el punto D que es en donde habrá la mayor concentración de esfuerzos: $R_D = 4016,2N$

Estos cojinetes soportan la carga $P=4016,2N$, los mismos que irán acoplados al eje con diámetro de 30mm.

$$L_{10} = 30000 \text{ h}$$

Entonces:

$$\frac{C}{P} = 4,6 \quad (\text{Anexo 14})$$

La carga dinámica es:

6.26

$$C = 4,6 * P$$

$$C = 18474,5N$$

Del catálogo SKF se selecciona un rodamiento rígido de bolas de la serie 6206. (Anexo 20), del cual se obtiene los siguientes datos:

$D = 62\text{mm}$; $B = 16\text{mm}$; $C = 19500N$; $C_o = 10000N$.

Comprobación a carga estática (P_o)

$$f_s = 1,25$$

$$P_o = 4016,2N$$

$$f_s = \frac{C_o}{P_o} \quad 6.27$$

$$C_o = 1,25 * 4016,2N$$

$$C_o = 5020,25N$$

$$Coreq < Co$$

$$5020,25 < 10000 \quad \text{ok}$$

f. SELECCIÓN DE LOS PERNOS DE ANCLAJE

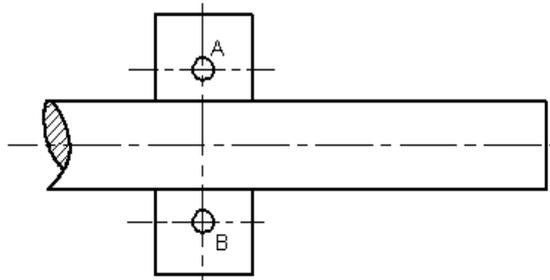


FIGURA 6.11 MONTAJE DE LOS PERNOS (FUENTE: ELABORADO POR AUTOR)

Para la selección de los pernos de anclaje se toma en cuenta la mayor carga $R_D = 4016,2N$ que soportan los pernos, estos quedarán sujetos a un perfil de $l=2$ pulgadas entonces de la tabla A-31 del anexo 21 se determina el espesor de la tuerca 10.8 al mismo se añadirán dos arandelas cuyo espesor es 2.80mm anexo 22 (tabla A-32); se evalúa la longitud de agarre: los datos encontrados se realiza en base a un perno M12.

$$L = 5,08 + 10,8 + (2 * 2,80) = 67,2 \text{ mm} \quad 6.48$$

Del anexo 23 tabla A-17 se obtiene un perno fraccionario es $L=80\text{mm}$

Longitud de la rosca de tornillo se evalúa mediante la siguiente ecuación:

$$L_T = \{2d + 6\}; \quad L \leq 125 \quad 6.49$$

$$L_T = 30\text{mm}$$

$$\text{Longitud no roscada } l_d: l_d = L - L_T \quad 6.50$$

$$l_d = 50\text{mm}$$

$$\text{Longitud roscada en el agarre: } l_t = l - l_d \quad 6.51$$

$$l_t = 0,8\text{mm}$$

Del anexo 24 tabla 8.2 se tiene el área transversal $A_t = 84,3\text{mm}^2$

$$\text{Área del diámetro mayor es: } A_d = \pi * d^2 / 4 = 113,09 \text{ mm}^2 \quad 6.52$$

Rigidez del perno es:

$$k_b = \frac{A_d A_t E}{A_d l_t + A_t l_d} \quad 6.53$$

$$k_b = \frac{113,09 * 84,3 * 4740,07}{113,09 * 0,8 + 84,3 * 50}$$

$$k_b = 10495,8 \text{ N/mm}$$

El módulo de elasticidad es $E=20000 \text{ N/mm}^2$ la rigidez de los elementos es:

$$k_m = \frac{0,5774 * \pi E d}{2 \ln \left(5 \frac{0,5774 l + 0,5 d}{0,5774 l + 2,5 d} \right)} \quad 6.54$$

$$k_m = 19950,3 \text{ N/mm}$$

Constante de rigidez:

$$C = \frac{k_b}{k_b + k_m} \quad 6.55$$

$$C = 0,344$$

Precarga recomendada se obtiene del anexo 26 $S_p = 225 \text{ MPa}$

$$F_i = 0,75 * A_t * S_p \quad 6.56$$

$$F_i = 14,22 \text{ kN}$$

Se evalúa el factor de seguridad se utilizará dos pernos para lo cual se aplica la siguiente ecuación:

$$n = \frac{S_p A_t - F_i}{C * (P/N)} \quad 6.57$$

$$n = 6,86$$

6.6.2 DESCRIPCIÓN DEL PLC DL06

• GENERALIDADES:

Este PLC ofrece módulos de expansión de entradas, salidas discretas y análogas, contadores de alta velocidad, matemática, programación de secuenciador de tambor, varias opciones de comunicaciones seriales y con Ethernet y un visor LCD opcional.

• **CARACTERÍSTICAS:**

Los PLCs DL06 tienen dos puertos de comunicación serial que pueden ser usados para programación, interfaces de operador, redes, etc. Las unidades con entradas de corriente continua tienen características de alta velocidad en cuatro puntos de entrada. Las unidades con salidas de corriente continua tienen pulsos de salidas de alta velocidad en diferentes formatos en el primero y segundo punto de salida.

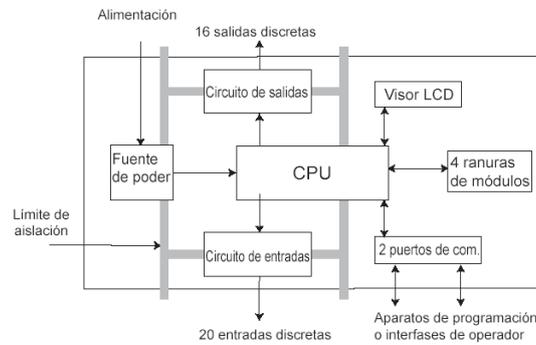


FIGURA 6.12 ESQUEMA DEL PLC DL06 (FUENTE MANUAL PLC DL06 VOL 1)

• **PANEL FRONTAL**

La mayoría de las conexiones, indicadores y etiquetas en el PLC DL06 están situados en su panel frontal. Los puertos de comunicación están situados en el frente del PLC al igual que las ranuras de tarjeta de opción y el switch selector de modo.

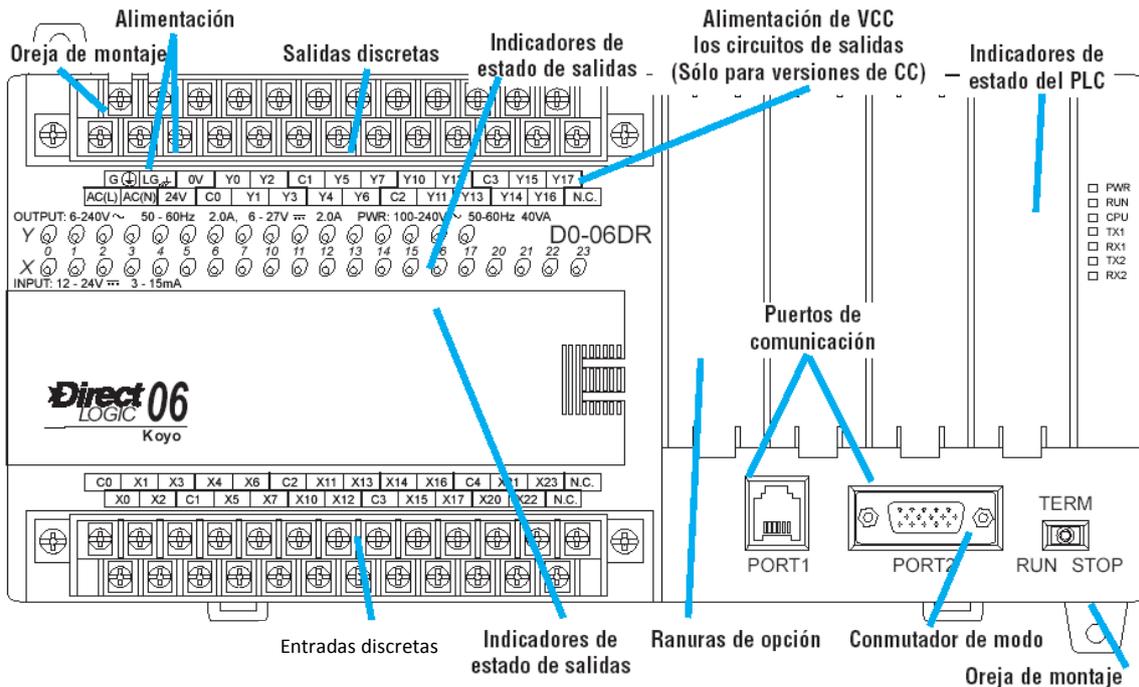


FIGURA 6.13 PANEL FRONTAL DEL PLC DL06 (FUENTE MANUAL PLC DL06 VOL 1)

El bloque terminal de salidas y de alimentación acepta conexiones de tierra externa al chasis y a la lógica en los terminales indicados. Los terminales restantes son para los comunes y las conexiones de salida de Y0 hasta Y17. Los dieciséis terminales de salida se numeran en octal, Y0-Y7 e Y10-Y17. El terminal del extremo a la derecha acepta 24 VCC para la etapa de salida. El bloque terminal del lado de entradas permite conectar las entradas X0 hasta X23.

• CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL CPU

El PLC DL06 tiene 14,8Kb palabras de memoria, con 7,6Kb palabras de memoria ladder y 7,6Kb palabras de memoria V para usuario (registros de datos). El almacenamiento del programa se hace en una memoria Flash, que es una parte de la CPU en el PLC. Además, existe una memoria RAM en la CPU que almacenará los parámetros del sistema, la memoria V y otros datos que no están en el programa de aplicación.

• MEMORIA RAM

Es alimentada y guardada por un "súper condensador", almacenando los datos por varias horas en caso de falla de energía. El condensador se carga automáticamente durante la operación del PLC con energía externa.

El PLC DL06 tiene incorporado dos puertos de comunicación, de modo que puede conectarlo fácilmente a un programador portátil, a una interface de operador o a una computadora personal sin necesitar de ningún hardware adicional e incluso puede crear redes seriales para aumentar el número de entradas y salidas. Con un módulo opcional puede crear una red de comunicación Ethernet con otros aparatos.

• **ESTADO DEL PLC**

Los PLCs DL06 tienen indicadores LED en el frente para ayudar a determinar problemas con el sistema. En la operación normal, solamente los indicadores RUN y PWR estarán encendidos. La tabla abajo es una referencia rápida a principales problemas que pueden presentarse.

TABLA 6.1 SIGNIFICADO DE INDICADORES PLC DL06 (FUENTE MANUAL PLC DL06 VOL 1)

Estado del indicador	Problemas potenciales
PWR (LED verde apagado)	Voltaje del sistema no está correcto La fuente de poder del PLC ha fallado (la que genera 24 y 5 VCC)
RUN (Green LED off)	Error de programación de la CPU (CPU en modo program)
CPU (Red LED on)	Interferencia de ruido electricomagnético La CPU está defectuosa
CPU (Blinking Red LED)	La batería de respaldo tiene bajo voltaje (vea la página 4-8)

TABLA 6.1 SIGNIFICADO DE INDICADORES PLC DL06 (FUENTE MANUAL PLC DL06 VOL 1)

Indicador	Estado	Significado
PWR	ON	Alimentación en orden
	OFF	La alimentación ha fallado
RUN	ON	La CPU está en modo RUN
	OFF	La CPU está en modo STOP o PROGRAM
	Parpadeando	La CPU está en modo de actualización de firmware
CPU	ON	Error por diagnóstico de la CPU
	OFF	Diagnóstico de la CPU en orden
	Parpadeando	Batería con bajo voltaje
TX1	ON	Están siendo transmitidos datos por la CPU: Puerto 1
	OFF	No están siendo transmitidos datos por la CPU: Puerto 1
RX1	ON	Están siendo recibidos datos por la CPU: Puerto 1
	OFF	No están siendo recibidos datos por la CPU: Puerto 1
TX2	ON	Están siendo transmitidos datos por la CPU: Puerto 2
	OFF	No están siendo transmitidos datos por la CPU: Puerto 2
RX2	ON	Están siendo recibidos datos por la CPU: Puerto 2
	OFF	No están siendo recibidos datos por la CPU: Puerto 2

• **FUNCIONES DEL CONMUTADOR DE MODO**

El conmutador de modo en el PLC DL06 permite activar o desactivar cambios de modo de programa en la CPU. A menos que el conmutador de modo esté en la posición TERM, no serán permitidos cambios en los modos RUN y STOP por ningún dispositivo de interface. Los programas pueden ser vistos o supervisados pero no se puede realizar ningún cambio. Si el conmutador está en la posición TERM y no hay contraseña de programa en efecto, se permiten todos los modos de funcionamiento y también el acceso del programa a través de dispositivos de programación o de supervisión conectados.

TABLA 6.2 CAMBIO DE MODOS PLC DL06 (FUENTE MANUAL PLC DL06 VOL 1)

Posición del conmutador de modo	Acción de la CPU
RUN (El programa está funcionando)	La CPU es forzada en el modo RUN si no se encuentra ningún error. No se permite ningún cambio por un dispositivo de programación o supervisión.
TERM (Terminal) RUN	Están disponibles los modos PROGRAM y TEST (PRUEBA). Son permitidos cambios de modo y de programa por un dispositivo de programación o supervisión.
STOP (parado)	La CPU es forzada al modo STOP (PARADO). No se permite ningún cambio por un dispositivo de programación.

Hay dos formas de cambiar el modo de la CPU. Se puede usar el conmutador de modo para seleccionar el modo de operación, o se puede colocar el conmutador en la posición TERM y se selecciona el modo usando un aparato de programación. Con el conmutador en esta posición, la CPU se puede cambiar entre los modos RUN y Program.

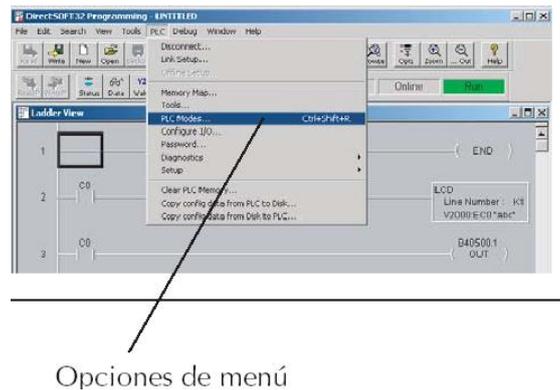


FIGURA 6.14 ESTADOS DEL PLC DL06 (FUENTE MANUAL PLC DL06 VOL 1)

• MÉTODOS DE PROGRAMACIÓN

Hay disponibles dos métodos de programación:

La programación del **diagrama-estilo RLL** es la mejor herramienta para solucionar lógica booleana y manipulación general de la memoria en la CPU.

La programación por etapas (**también llamada RLLPlus**) se basa en diagramas de transiciones de estado. Las etapas dividen el programa en secciones que corresponden a los estados en un organigrama o diagrama de flujo.

6.6.3 DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN DirectSOFT5

El software de programación permite manejar la memoria del PLC, creando archivos de programa y archivos de datos, estos brindan una organización clara del programa a crearse, y son el nexo entre el programador y el programa que se va a implementar. A continuación se detallan algunas características y componentes de este software de programación.

- **APPLICATIONS.**- Sirven para conectar a las aplicaciones que se han diseñado para iniciarse desde DirectSOFT. Por ejemplo, para crear un nuevo programa.

- **PROJECTS.**- Estos proyectos se crean en DirectSOFT. Un proyecto (también llamado un documento) es el nombre colectivo para un programa y toda su documentación.

- **COMM LINKS.**- Los "enlaces" sirven para establecer parámetros para los puentes de comunicaciones entre el PC y uno o más PLCs. Los enlaces no son solamente para los programas de control. Realmente son puentes de comunicaciones (es decir, el enlace entre la computadora y la impresora).

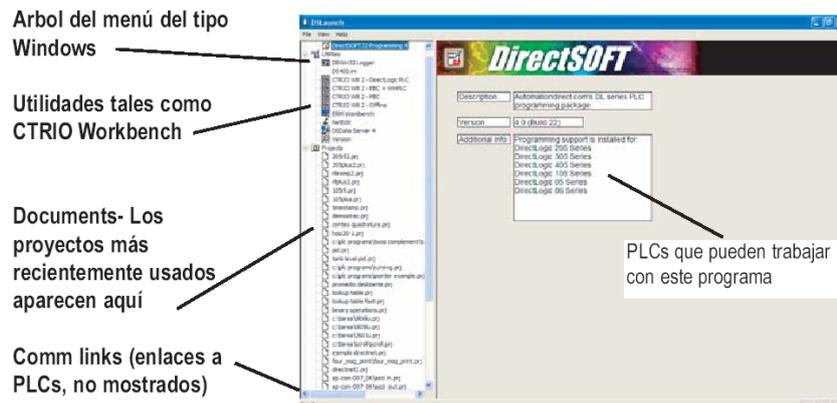


FIGURA 6.15 BARRAS DE ESTADO DE PROGRAMACION KOYO (FUENTE DSLAUNCH 5)

• PASOS PARA CREAR UN NUEVO PROYECTO

La siguiente figura muestra los pasos que se deben seguir para la creación de un proyecto dentro del cual se debe determinar la familia del PLC a utilizarse, y el tipo de CPU.



FIGURA 6.16 PASOS PARA CREAR UN NUEVO PROYECTO (FUENTE DSLAUNCH 5)

• OPCIÓN EDIT

El modo de modificación o **Edit Mode** se utiliza para escribir el programa de control. Se tiene la opción de entrar el modo de modificar el programa de tres maneras, siendo lo más común hacer clic en el botón **Edit Mode** en la barra superior de herramientas. Será

un botón de color amarillo e indicará OFF (Apagado). Otra manera de cambiar el modo de modificación es hacer clic en la barra de menú superior en **EDIT** y luego seleccione **Edit Mode**.

• **USANDO LADDER PALETTE**

Se usa la paleta ladder Pallette para incorporar la primera instrucción del programa. Esta paleta muestra cada uno de los elementos de programación que contiene el PLC, se activan con el mouse en el punto donde se quiera que el elemento sea puesto con clic en el botón izquierdo del mouse.



• **IDENTIFI** FIGURA 6.17 LADDER PALETTE (FUENTE DSLAUNCH 5)

La **letra X** se usa para indicar entradas discretas y la **letra Y** se utiliza siempre para indicar salidas discretas.

La enumeración de E/S comienza en cero y no incluye los dígitos 8 o 9 ya que la dirección es octal. Las direcciones se asignan típicamente en grupos de 8 o 16, dependiendo del número de puntos en un grupo de E/S. Para el DL06 las veinte entradas utilizan los números de referencia X0 - X23. Los dieciséis puntos de salida utilizan las referencias Y0 - Y17.

Los módulos de opción no siguen el direccionamiento en forma consecutiva. Así, la primera entrada en cualquiera de las ranuras es enumerada como X100 y las próximas siguen el mismo criterio en forma consecutiva. De la misma forma, las salidas son enumeradas Y100 y así sucesivamente.

• **RELEVADORES DE CONTROL (DATOS TIPO C)**

Los relevadores de control no representan un aparato verdadero, esto es, no puede ser relacionado a interruptores, bobinas de salida, etc. Son internos en la CPU. A causa de

esto, los relevadores de control se pueden programar como entradas o salidas discretas. Estas direcciones son usadas para programar direcciones (C) discretas de memoria o la dirección correspondiente de palabra que contiene 16 direcciones discretas consecutivas. (Auxiliares)

- **VALORES CORRIENTES DEL TEMPORIZADOR (DATOS DEL TIPO V)**

Almacena información automáticamente en la memoria V. Esto es para los valores de corrientes asociados con temporizadores.

- **RELEVADORES ESPECIALES (DATOS TIPO SP)**

Los relevadores especiales son las localizaciones discretas de memoria con una función ya definida y dedicada. Hay muchos tipos de relevadores especiales. Por ejemplo, algunos ayudan en el desarrollo del programa, otros entregan información del estado de la operación del sistema, etc.

- **ETAPAS (DATOS TIPO S)**

Se usan en programas RLL PLUS para crear un programa estructurado, semejante a un organigrama.

Cada etapa del programa denota un segmento del programa. Cuando la etapa es activa, se ejecuta la lógica dentro de ese segmento. Si la Etapa está apagada, o inactiva, la lógica no se ejecuta y la CPU se salta a la Etapa activa siguiente.

Este bit de estado puede ser prendido o apagado también por otras instrucciones, tal como las instrucciones SET y RESET. Esto permite controlar fácilmente las etapas a través del programa.

- **TEMPORIZADORES O TIMERS (TMR)**

Los temporizadores se usan para medir el tiempo de un evento por una cantidad de tiempo deseada. El temporizador de una entrada medirá el tiempo mientras la entrada está activada. Cuando la entrada cambia de activada a desactivada (ON a OFF) el valor corriente del temporizador se va a 0. Hay bases de tiempo de un décimo de segundo y un centésimo de segundo.

- **LA INSTRUCCIÓN END (END)**

La instrucción END marca el punto de terminación del barrido del programa normal. Es necesario colocar una instrucción END al fin del cuerpo principal del programa. Si se omite la instrucción END ocurrirá un error y la CPU no entrará en Modo Run. La instrucción END no es condicional; por lo tanto, no se coloca ningún contacto de entrada. A continuación se muestra una tabla que resume las variables que el PLC DL06 maneja.

TABLA 6.3 VARIABLES DE PROGRAMACION PLC DL06 (FUENTE MANUAL PLC DL06)

Tipo de operando de datos	
.....	A
Memoria V	V
Puntero	P
Entradas	X
Salidas	Y
Relevadores de control	C
Etapas	S
Bits de estado de temporizadores	T
Bits de estado de contadores	CT
Relevadores especiales	SP
Memoria de programa	\$

• **CONCEPTOS DE TERMINALES "COMUNES"**

Para que opere un circuito de entradas y salidas del PLC, la corriente debe entrar en un terminal y salir en otro. Esto significa que por lo menos dos terminales se asocian con cada punto de entrada o salida.

En la figura, el terminal de entrada o salida es el camino principal para la corriente. Un terminal adicional debe proporcionar el camino de regreso a la alimentación. Este es el terminal común.

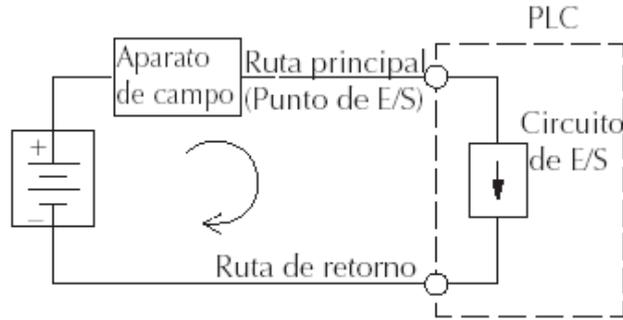


FIGURA 6.18 CIRCULACIÓN DE LA CORRIENTE (FUENTE MANUAL PLC DL06)

La mayoría de los puntos de entradas o salidas se agrupan en los PLC's en el camino de regreso entre dos o más entradas o salidas. La figura muestra un grupo de 4 puntos de entradas que comparten un camino común de regreso. De esta manera, las cuatro entradas requieren sólo cinco terminales en vez de ocho.

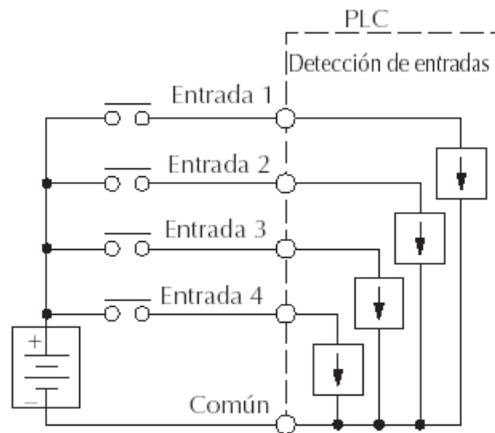


FIGURA 6.19 PUNTOS DE ENTRADAS (FUENTE MANUAL PLC DL06 VOL 1)

Los grupos comunes son separados por una línea más gruesa. Una línea más delgada separa las entradas asociadas con aquel común. Note que X0, X1, X2, y X3 comparten el común terminal C0, localizado a la izquierda de X1.

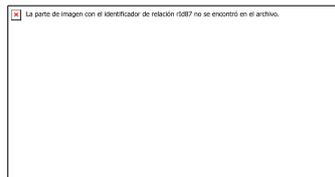


FIGURA 6.20 GRUPO COMÚN (FUENTE MANUAL PLC DL06 VOL 1)

• NÚMEROS BCD

Un dígito BCD va de 0 a 9 y se almacena como cuatro bits binarios. Esto permite que cada dirección de memoria V almacene cuatro dígitos BCD, con un rango de números decimales de 0000 a 9999.

• **NÚMEROS HEXADECIMALES**

Los números hexadecimales son similares a los números BCD, excepto que utilizan todos los valores binarios posibles en cada dígito de 4 bits. Son los números en base 16 así que necesitamos 16 dígitos.

• **PROGRAMACIÓN POR ETAPAS RLLPLUS**

La programación por etapas (etapa programming) permite tener una forma de organizar y programar aplicaciones complejas con relativa comodidad, cuando es comparado a programar soluciones puramente con lógica ladder (RLL). La programación por etapas no reemplaza ni anula el uso del tradicional programa ladderbooleano. También se le llama RLLplus.

La programación por etapas permite simplemente dividir y organizar un programa en grupos de instrucciones ladder llamado etapas. Esto permite el desarrollo de un programa más rápido y más intuitivo del que proporciona un tradicional programa ladder.

Características de la instrucción de etapas:

- **Ejecución**, sólo se ejecuta lógica en etapas activas en cualquier barrido.
- **Transiciones**, las instrucciones de transición de etapas surten efecto en la próxima ocurrencia de las etapas implicadas.
- **Numeración octal**, las etapas se numeran en octal, como puntos de entradas y salidas, etc. de modo que "S8" no es válido.
- **Cantidad de etapas posibles**, el DL06 ofrece hasta 1024 etapas (S0 a 1777 en octal).
- **No hay etapas duplicadas**, cada número de etapa es único y puede ser usado solamente una vez.
- **Cualquier orden**, se puede saltar los números y ordenar los números de etapas en cualquier orden.

- **Última etapa**, la última etapa en el programa incluye todos los renglones de su bloque de etapa hasta la bobina END.

- **INSTRUCCIONES DE SALTO (JUMP) JMP, SET Y RESET**

La instrucción de salto de etapas JMP es igual a un reset de etapa actual, más una instrucción SET para la etapa a que queremos hacer la transición. Así es cómo trabaja:

- La instrucción de salto coloca en ON el bit de la etapa en que ocurre.
- El estado OFF será vigente en el siguiente barrido, de modo que la etapa que ejecutó la instrucción de salto previamente será inactiva y descartada.
- El bit de etapa llamado en la instrucción de salto JMP se colocará ON inmediatamente, de modo que la etapa se ejecutará en su próxima ocurrencia.

- **ETAPA (O STAGE) (SG)**

Las instrucciones de etapa se usan para crear programas estructurados. Las etapas son los segmentos de programa que pueden ser activados por una lógica de transición, un salto o una etapa que se ejecuta de una etapa activa.

- **ETAPA ISG**

Asumamos que siempre comenzaremos en el Estado **Parado**, que es cómo funciona el programa en ladder. La etapa inicial **ISG** se define para ser activa en la energización. Después de la energización, una etapa inicial (ISG) trabaja como cualquier otra etapa.

- **CONEXIÓN DEL DISPOSITIVO DE PROGRAMACIÓN**

La mayoría de los programadores utilizan el software de programación DirectSOFT, instalado en una computadora. Se conecta al puerto 1 del DL06 con el cable apropiado.

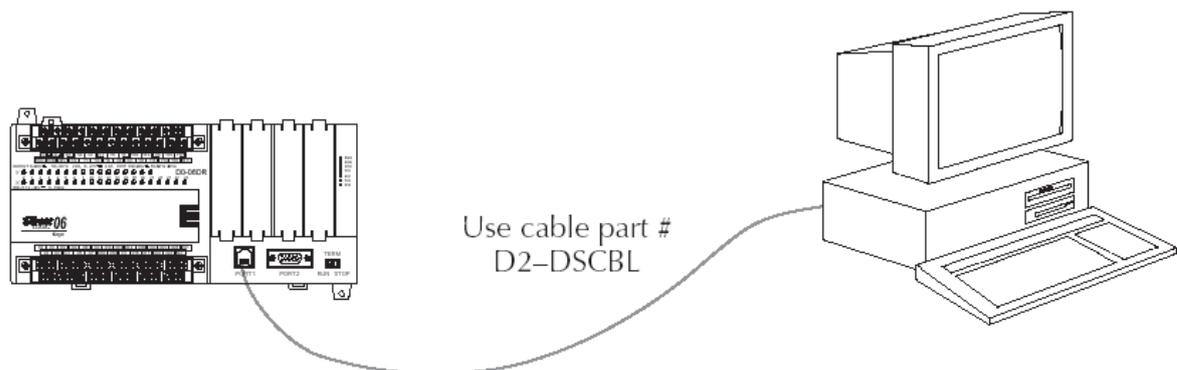


FIGURA 6.21 ESQUEMA DE CONEXIÓN COMPUTADOR PLC (FUENTE MANUAL PLC DL06 VOL 1)

6.6.4 DESCRIPCIÓN DE LA PANTALLA DE VISUALIZACIÓN RED LION G306 Y DEL SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN CRIMSON 2.0

• PANTALLA DE VISUALIZACIÓN RED LION G306

El Red Lion G306 es un panel operador que permite tener acceso y controlar recursos externos, además permite que un usuario vea e incorpore fácilmente la información; los usuarios pueden incorporar datos a través del teclado numérico del botón del touchscreen y/o del panel delantero. En la figura 6.22 se muestra la parte frontal del panel operador con una pantalla de visualización.

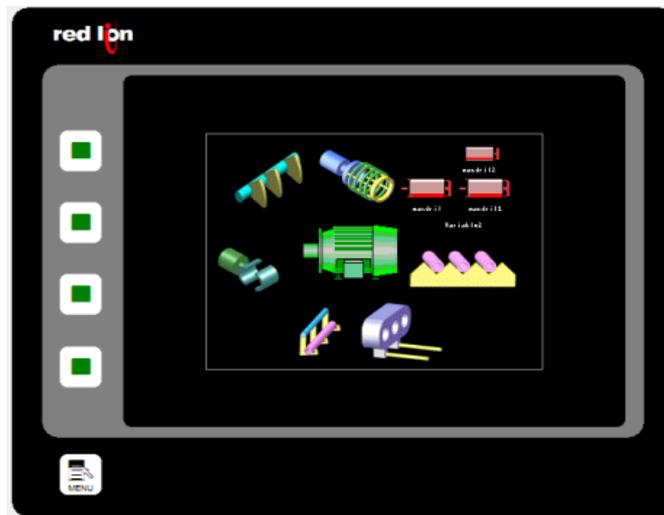


FIGURA 6.22 ESQUEMA FRONTAL (FUENTE MANUAL CRIMSON 2 VOL 1)

• CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA PANTALLA TÁCTIL RED LION G306

- Se trata de una pantalla universal que puede trabajar bajo diversos protocolos de comunicación sean en una red ETHERNET, comunicación RS232, RS482, RS485.
- Consta de cinco botones de acceso rápido configurables a las necesidades del usuario.
- Es una pantalla de acceso a programación y comunicación abiertas.

- El usuario puede hacer uso de los recursos de la pantalla de forma interna o externa en su pantalla se puede visualizar el proceso además de permitir el acceso de manera directa con botones programados en la propia pantalla.

Algunas especificaciones de la pantalla se detallan a continuación:

- Tiene una versión abierta de programación mediante el programa Crimson versión 2.
- Tiene un puerto de red ETHERNET, para conexión en red o conexión a páginas WEB.
- Para la conexión a una PC se comunica mediante un puerto USB de manera directa sin la necesidad de un DRIVER.
- Posee una pantalla LCD de 5.1” de 256 colores con una resolución de 320x240 pixeles.
- Dispone de una memoria interna de 4 Mbytes, se puede expandir por medio de la ranura que tiene a un costado.
- Trabaja con un voltaje de alimentación de +24 Vdc.

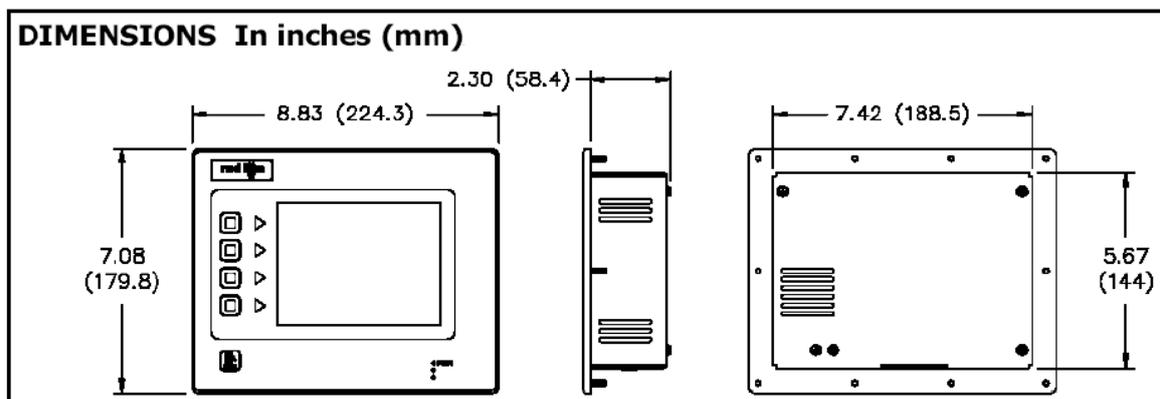


FIGURA 6.23 ESQUEMA FRONTAL (FUENTE MANUAL CRIMSON 2 VOL 1)

• DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PANEL DE CONTROL

Existen tres LEDS frontales en el panel. A continuación se muestra lo que significan los Leds de acuerdo a su estado:

TABLA 6.4 ESTADOS DE PANTALLA (FUENTE MANUAL CRIMSON 2 VOL 1)

LED	INDICACION
Rojo (esta etiquetado con la sigla "PWR")	
Parpadeando	La unidad esta en modo boteo. No hay configuración valida cargada.(1)
Permanentemente encendida.	La unidad está operando con un programa en ejecución.
Amarilla (la de en medio)	
OFF	No hay tarjeta Compact Flash.
Permanentemente encendida.	Hay una tarjeta Compact Flash valida.
Parpadeando rápidamente	Se está chequeando una tarjeta Compact Flash.
Parpadeo normal	La unidad está escribiendo información a la tarjeta Compact Flash ya sea por dos razones, se están almacenando datos o la computadora conectada vía puerto USB ha bloqueado el disco. (2)
Parpadeo lento	Se encontró una tarjeta Compact Flash, pero se encuentra con un formato incorrecto.
Verde (El del fondo)	
Parpadeo	Un tag se encuentra en estado de alerta.
Permanentemente encendida.	Configuración valida ha sido cargada correctamente y no hay alarmas presentes.

• SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN CRIMSON 2.0

El Crimson 2.0 es un Software de programación que permite configurar las pantallas que se van a utilizar en el panel operador para los propósitos de control y visualización de procesos. El programa consta de las siguientes áreas de trabajo y pueden ser vistos en la figura 2.24:

- Protocolo de comunicación
- Etiquetas de datos
- Interfaz de usuario
- Pantalla de programación
- Datos para gráficos
- Servidor web
- Varios

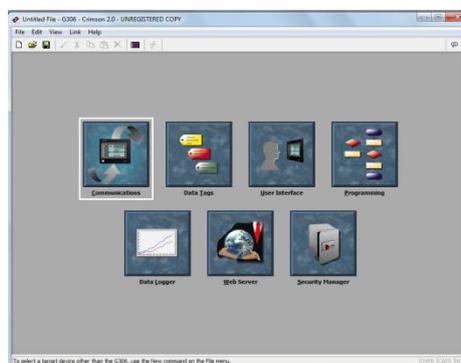


FIGURA 6.24 MENÚ DE PANTALLA CRIMSON (FUENTE MANUAL CRIMSON 2 VOL 1)

• PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN

Dentro de esta área de trabajo se escoge el protocolo de comunicación entre la pantalla y el PLC que se utilice. Se puede trabajar con diferentes marcas de PLC pues se trata de una pantalla universal que se acopla tranquilamente siempre y cuando se escoja el protocolo y driver del controlador adecuado. La figura 6.25 muestra la selección del PLC.



FIGURA 6.25 PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN (FUENTE MANUAL CRIMSON 2 VOL 1)

• ETIQUETAS DE DATOS

Este icono es usado para definir los ítems de datos que se van a utilizar en los elementos también para definir ítems de datos internos para mostrar información en la pantalla. Cada tag tiene una variedad de propiedades asociadas con este. La propiedad más básica es dar formato a los datos, la cual es para especificar como el dato se mantiene en un tag para ser mostrado en pantalla, y en algunos casos como páginas web.

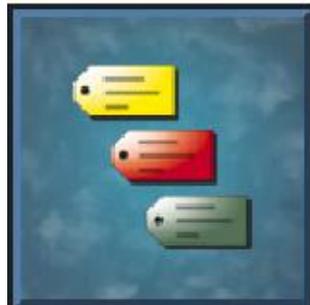


FIGURA 6.26 ETIQUETAS DE DATOS (FUENTE MANUAL CRIMSON 2 VOL 1)

En este espacio de etiquetas se puede crear variables, fórmulas y arreglos con las cuales se va a trabajar en el proceso de programación de las pantallas. Con la creación de las variables se define la comunicación que habrá entre el PLC y la pantalla en este proceso se declara la dirección que tendrá para dar lugar a la programación.

• INTERFAZ DE USUARIO

Este icono es usado para crear editar pantallas, y para especificar que acciones deberían ser tomadas cuando los botones del panel operador son presionados. El editor de pantallas contiene varios ítems gráficos, que pueden ser asignados al valor de un tag particular o expresión. Por defecto todos los ítems tienen características definidas cuando el tag ha sido creado, pero esta información puede ser modificada si se requiere. Se trabaja en un ambiente gráfico similar a la pantalla física, aquí se crea y edita las pantallas usando las librerías graficas que posee el programa.

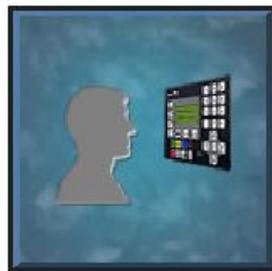


FIGURA 6.27 INTERFAZ DE USUARIO (FUENTE MANUAL CRIMSON 2 VOL 1)

• CAJA DE HERRAMIENTAS DE DIBUJO

La caja de herramientas de dibujo se utiliza para agregar varios elementos, conocidos como primitivos, a la visualización de la página. Los iconos en verde usan el formato y otras informaciones de etiqueta de datos para controlar su funcionamiento. Los rojos son elementos del sistema, como el visor de alarma activada. Los amarillos son los artículos básicos de geometría y de la animación.



FIGURA 6.28 CAJA DE HERRAMIENTAS (FUENTE MANUAL CRIMSON 2 VOL 1)

La configuración que se determina en la sección ayudará a la comunicación entre el PLC y el panel de control, esto se realiza de acuerdo a la especificación de las variables.

El modo toggle que contiene la botonera ayuda al enclavamiento y funcionamiento de los elementos que se encuentren conectados a él.

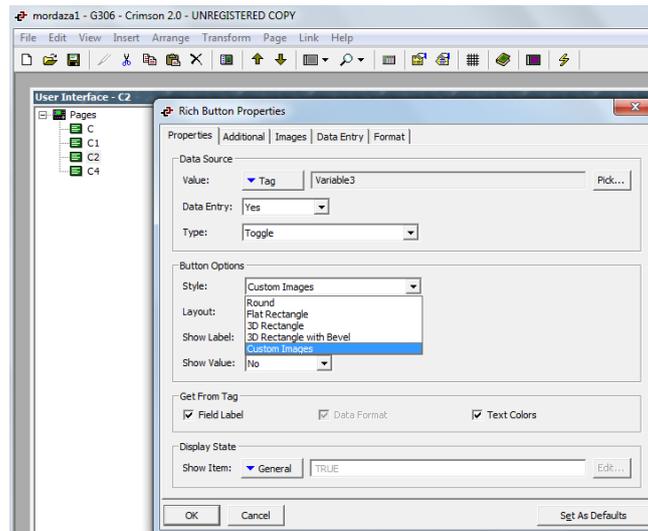


FIGURA 6.29 DECLARACIÓN DE LA FORMA DE TRABAJO (FUENTE MANUAL CRIMSON 2 VOL 1)

En esta sección se realiza la representación simbólica o grafica de los dispositivos que se utilicen en la programación. Se puede usar los gráficos prediseñados en el programa o se puede exportar imágenes que se diseñen, mostrando así facilidad de interpretación. Mediante los cuales se muestra el estado sea on u off.

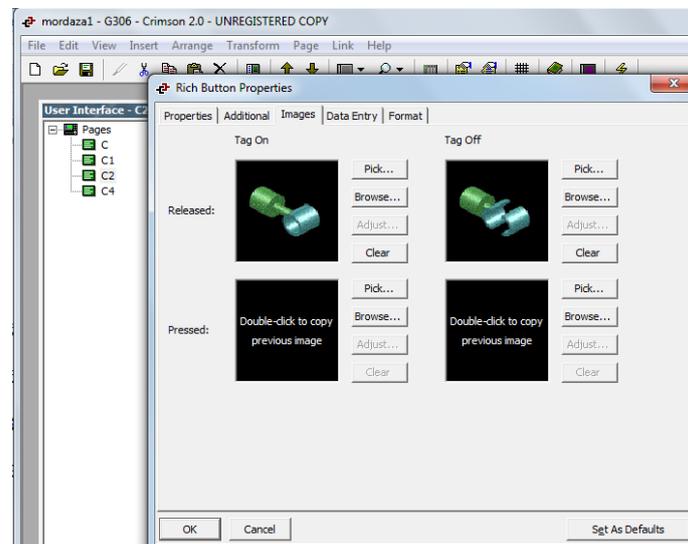


FIGURA 6.30 DEFINIR ESTADOS ON/OFF (FUENTE MANUAL CRIMSON 2 VOL 1)

• PANTALLA DE PROGRAMACIÓN

Se utiliza para crear y editar programas usando lenguaje de programación. Estos programas pueden tomar decisiones complejas manipulando datos al interior del sistema. Se procede a realizar un programa en lenguaje básico que luego puede ser llamado dentro de algún parámetro en la creación de animaciones en la pantalla.

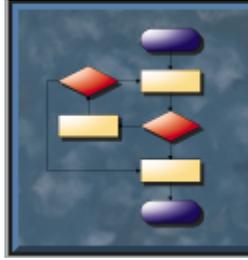


FIGURA 6.31 ICONO DE PROGRAMACIÓN (FUENTE MANUAL CRIMSON 2

• DATOS PARA GRÁFICOS

Se puede realizar históricos gráficos de la frecuencia en la que ocurre cierto evento como puede ser el caso de alarmas, la medida de sensores y los cambios que se producen el tiempo, el accionamiento periódico de motores.

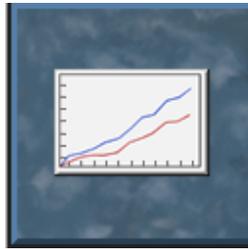


FIGURA 6.32 DATOS PARA GRÁFICOS (FUENTE MANUAL CRIMSON 2 VOL 1)

• SERVIDOR WEB Y VARIOS

Se utiliza para obtener ayuda en línea, se puede obtener ejemplos de programación, programas hechos, drivers de pantallas nuevas, drivers de PLC, manuales. Se puede conseguir actualizaciones del programa o además librerías de gráficos para mejorar la visualización de los procesos.



6.6.5 DESC FIGURA 6.33 SERVIDOR WEB (FUENTE MANUAL CRIMSON 2 VOL 1)

El programa se realizó mediante la programación por etapas (RLL's plus). El proceso es controlado desde el panel del operador. El programa del PLC está diseñado para ser manejado en base a dos modos de operación: modo manual y modo semiautomático.

El modo manual es controlado mediante la programación simple donde, se tendrá que accionar cada uno de los elementos que tienen que realizar una función, en esta sección el operador determina los movimientos. Para manejar el proceso se utilizan iconos los cuales con el primer pulso se activarán y con el segundo pulso se desactivarán.

En el modo semiautomático la programación realizada está por etapas (RLL's plus) la cual realiza los procesos siempre y cuando haya realizado la actividad anterior en esta sección el operador introduce el tiempo de conformado, enfriamiento etc. El proceso de funcionamiento es controlado mediante los sensores. Las restricciones se aplican para los dos modos de trabajo.

• DIAGRAMA DE PROGRAMACIÓN

El diagrama 1 es el principal que controla el funcionamiento de la máquina acampanadora, dentro del cual se ejecutan todas las demás etapas, mediante subrutinas, en el diagrama se especifica el orden que deberá seguir para cumplir un ciclo.

Los diagramas siguientes muestran las operaciones que se debe realizar en cada una de las etapas.

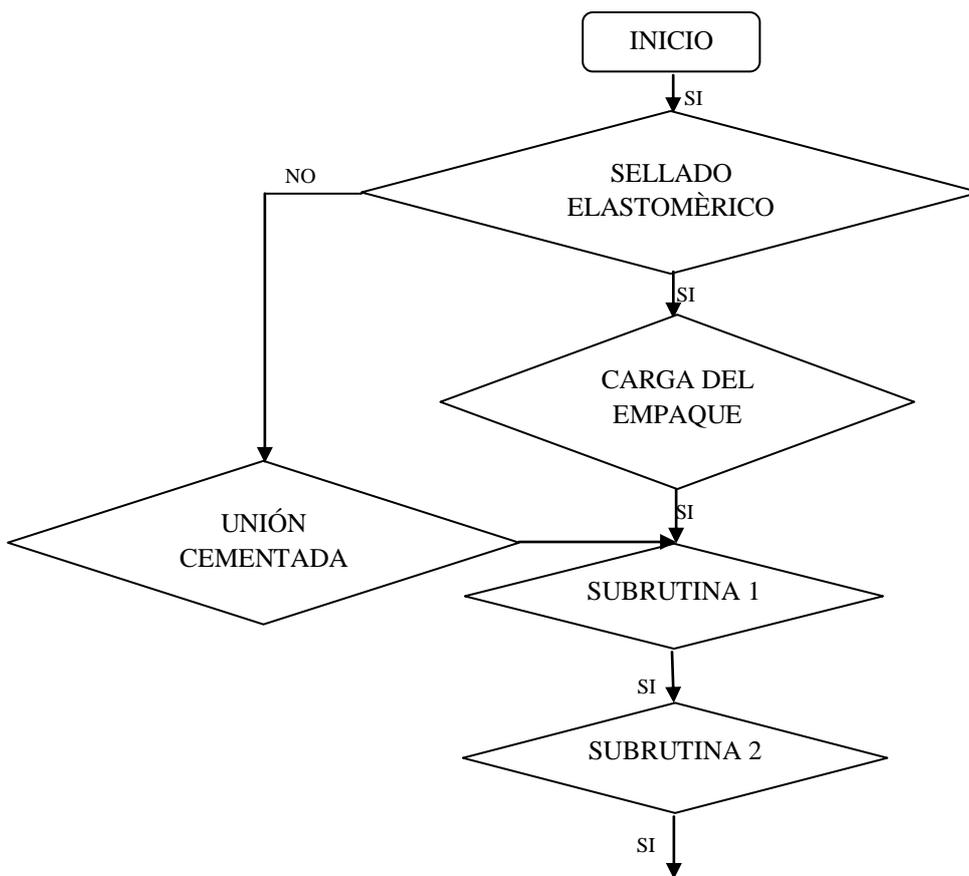


FIGURA 6.34 DIAGRAMA PRINCIPAL QUE CONTROLA EL FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA (FUENTE: ELABORADO POR AUTOR)

SUBROUTINA 1 (LLEGADA DEL TUBO)

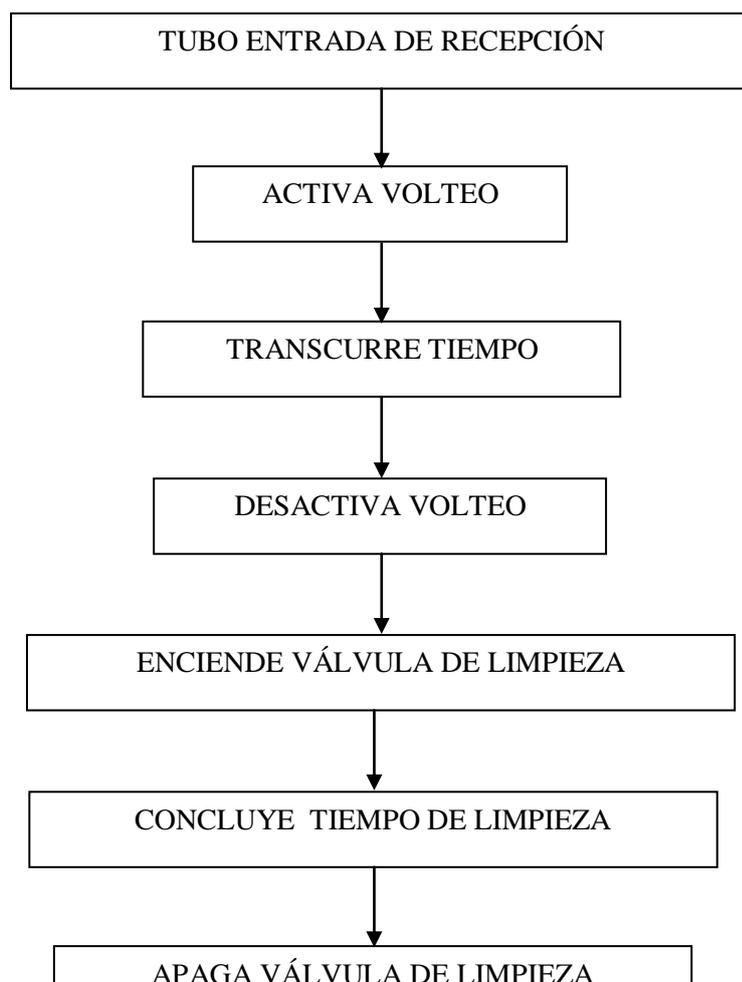


FIGURA 6.35 DIAGRAMA DE INICIO DEL CICLO DE LA MÁQUINA

((FUENTE: ELABORADO POR AUTOR))

SUBROUTINA 2 Y 3 (DESPLAZAMIENTO Y CALENTAMIENTO DE TUBERÍA)

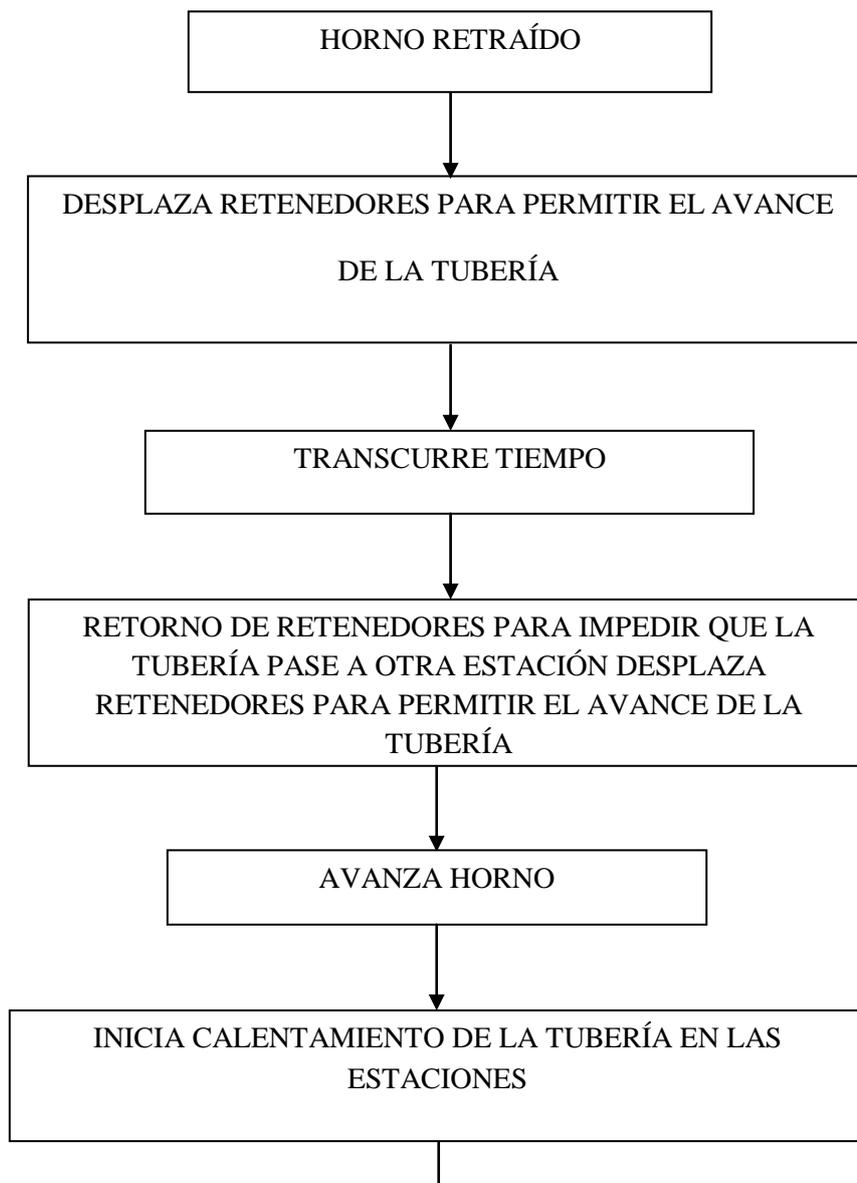


FIGURA 6.36 DIAGRAMA DE CALENTAMIENTO DE LA MÁQUINA

((FUENTE: ELABORADO POR AUTOR))

SUBROUTINA 4 (TRASFASO A ESTACION DE CONFORMADO)

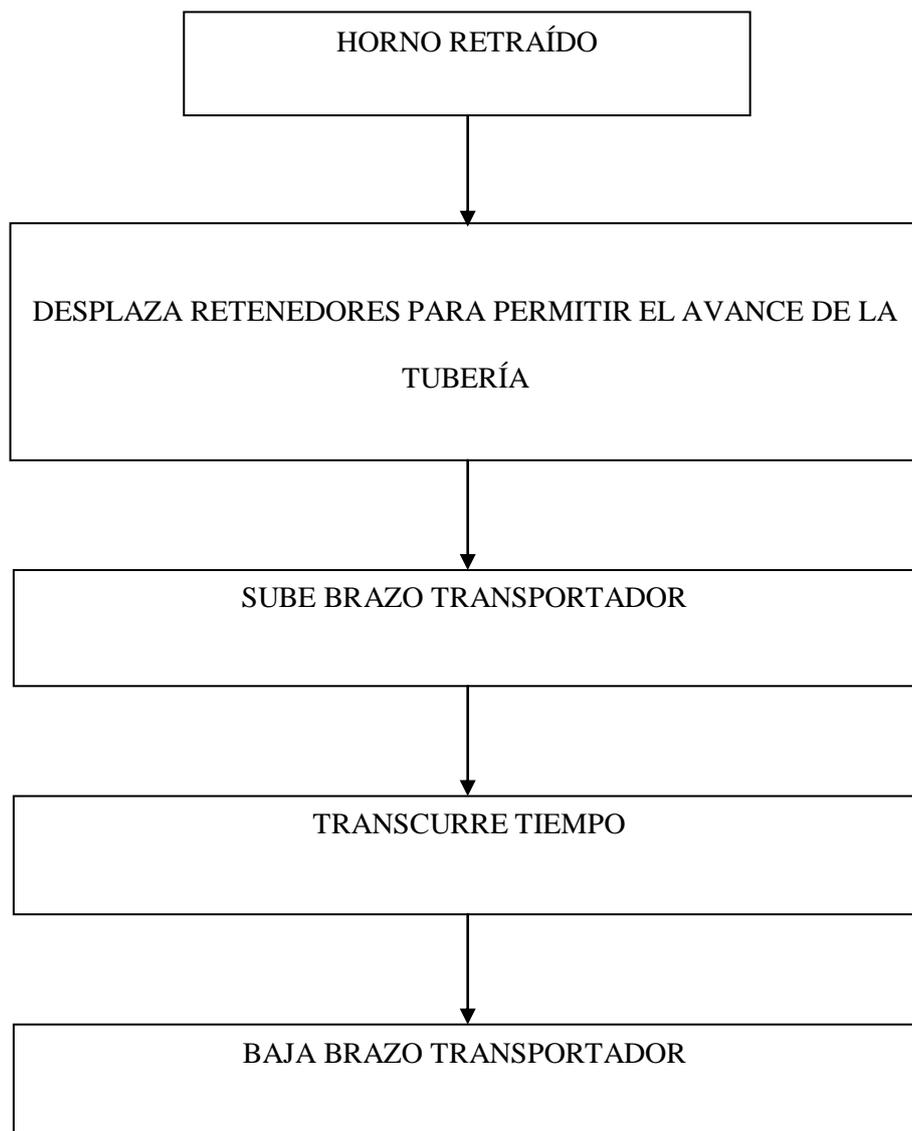


FIGURA 6.37 DIAGRAMA DE TRASPASO A ESTACIÓN DE CONFORMADO

((FUENTE: ELABORADO POR AUTOR))

SUBROUTINA 5 (ESTACIÓN DE CAMPANEO)



FIGURA 6.38 DIAGRAMA DE ACAMPANADO EN LA TUBERÍA

((FUENTE: ELABORADO POR AUTOR))

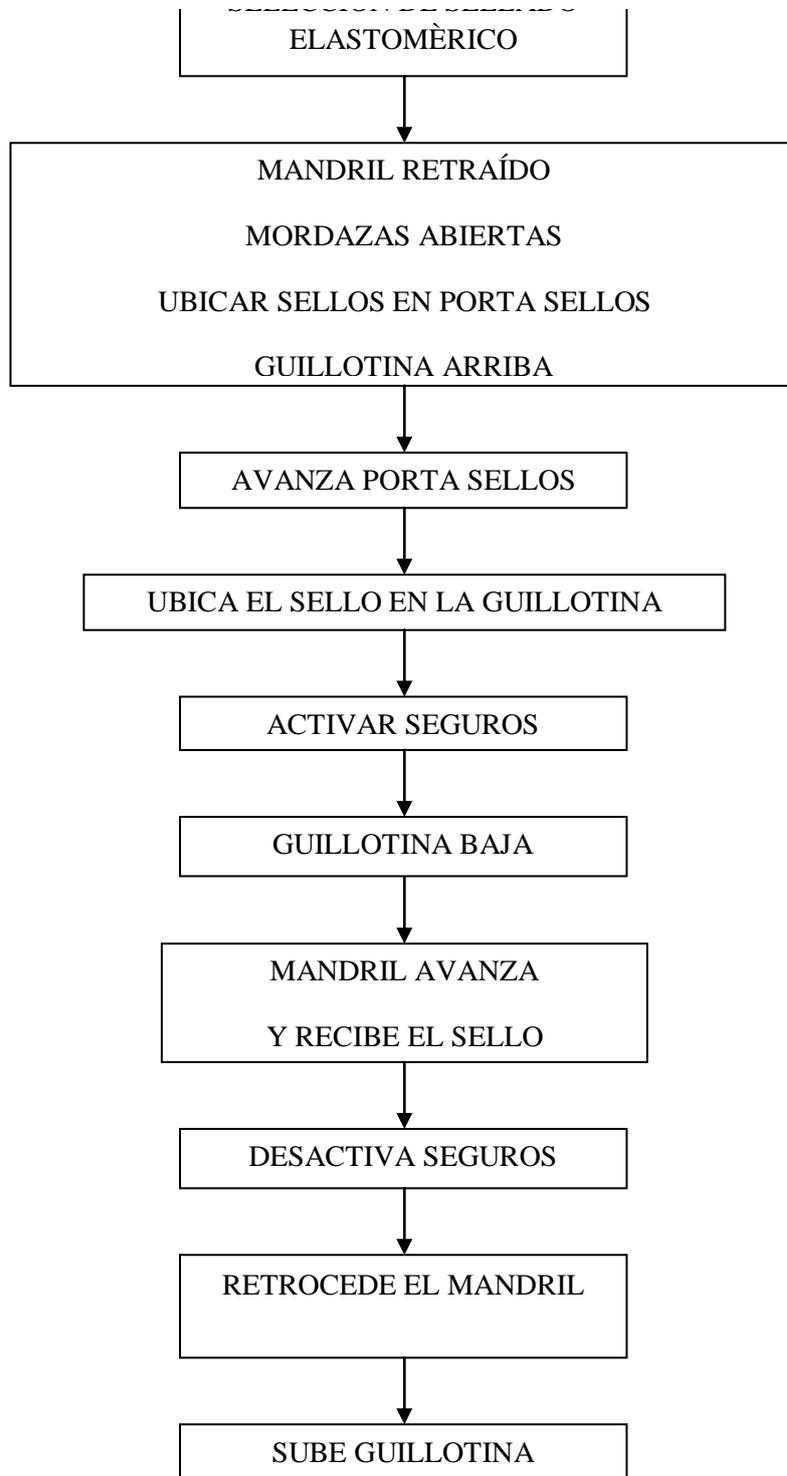


FIGURA 6.39 DIAGRAMA DE INCRUSTACIÓN DE SELLO ELASTOMÉRICO ((FUENTE: ELABORADO POR AUTOR))

FUNCIONAMIENTO DE LA MAQUINA ACAMPANADORA

Pantalla 1: contiene la portada de la máquina, cuando esta no realice algún trabajo esta pantalla será visualizada o en caso de presionar la tecla menú. En este trabajo se emplean 17 pantallas las mismas se encuentran agrupadas.

- **Tecla 1,** tiene acceso para determinar el trabajo que la máquina va a ejecutar, a su vez se realiza el ingreso de los respectivos tiempos. En esta tecla se encuentran agrupadas 5 pantallas.
- **Tecla 2,** contiene los elementos de desplazamiento, calentamiento en esta tecla se encuentran agrupadas 5 pantallas.
- **Tecla 3,** agrupa 3 pantallas que comprende el acampanado de la tubería.
- **Tecla 4,** comprende 3 pantallas las cuales son para sellado elastomérico.



FIGURA 6.40 PORTADA (FUENTE: ELABORADO POR AUTOR)

Pantalla 2: en esta pantalla se determina el trabajo que la máquina va a realizar sea manual o semiautomático. La pantalla funciona con el botón 1.



FIGURA 6.41 MANUAL/SEMIAUTOMÁTICO (FUENTE: ELABORADO POR AUTOR)

Pantalla 3: mediante esta pantalla se determina la longitud del tubo que va a ser acampanado.

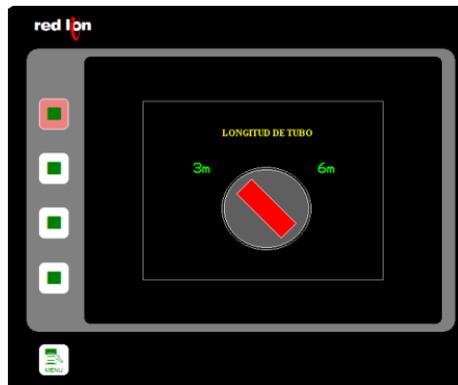


FIGURA 6.42 LONGITUD DE TUBO (FUENTE: ELABORADO POR AUTOR)

Pantalla 4: se determina si el trabajo que va a realizar es para espiga-campana o sellado elastomérico



Pant: FIGURA 6.43 ESPIGA O SELLADO (FUENTE: ELABORADO POR AUTOR) ción de calentamiento. El tiempo de formación de la unión en la estación de campaneado, tiempo de enfriamiento y el calentamiento en la sección 1 y 2.



FIGURA 6.44 PARÁMETROS DE TRABAJO (FUENTE: ELABORADO POR AUTOR)

Pantalla 6: en esta pantalla se puede observar el estado de cada uno de los tiempos asignados para realizar el trabajo.



FIGURA 6.45 VISUALIZACIÓN DE PARÁMETROS (FUENTE: ELABORADO POR AUTOR)

Pantalla 7: estas pantallas se tiene acceso mediante el botón 2, en este icono con un pulso se activa el volteo, y con otro pulso se desactiva. Para cuando el tubo ha sido cortado.



FIGURA 6.46 VOLTEO (FUENTE: ELABORADO POR AUTOR)

Pantalla 8: activa la válvula de limpieza que elimina las rebabas que se encuentran en la tubería producto del corte.



FIGURA 6.47 LIMPIEZA (FUENTE: ELABORADO POR AUTOR)

Pantalla 9: icono de desplazamiento ayuda a trasladar a la tubería para el respectivo calentamiento.



FIGURA 6.48 DESPLAZAMIENTO (FUENTE: ELABORADO POR AUTOR)

Pantalla 10: se realiza el encendido del motor, que permite la rotación de la tubería para obtener un calentamiento uniforme.



FIGURA 6.49 MOTOR (FUENTE: ELABORADO POR AUTOR)

Pantalla 11: una vez posicionado el tubo, el horno avanza para el calentamiento, una vez transcurrido cierto tiempo este vuelve a su posición inicial.



FIGURA 6.50 HORNO (FUENTE: ELABORADO POR AUTOR)

Pantalla 12: Las mordazas se activan cuando la tubería ha llegado a la estación de campaneo. Se inicia al proceso de conformado de junta. El uso de estas pantallas se hace con la tecla 3.



FIGURA 6.51 MORDAZAS (FUENTE: ELABORADO POR AUTOR)

Pantalla 13: los pistones 1 y 2 desplazan el mandril hacia el tubo, los mismos que llevan el pin para la formación de la junta.



FIGURA 6.52 MANDRIL (FUENTE: ELABORADO POR AUTOR)

Pantalla 14: los expulsores 1 y 2 avanzan con el fin de evitar que el tubo se adhiera al pin. Los mismos que evitan que el tubo retorne.



FIGURA 6.53 EXPULSORES (FUENTE: ELABORADO POR AUTOR)

Pantalla 15: Cuando se ha concluido todo el ciclo la tubería es alojada fuera de la máquina para luego ser almacenada para su despacho.



FIGURA 6.54 DESCARGA (FUENTE: ELABORADO POR AUTOR)

Pantalla 16: cuando el trabajo de la máquina se ha seleccionado para sellado elastomérico. El porta sellos lleva el caucho hasta la guillotina, donde se activan los seguros para que el caucho no se caiga y luego ser ubicado en el pin.

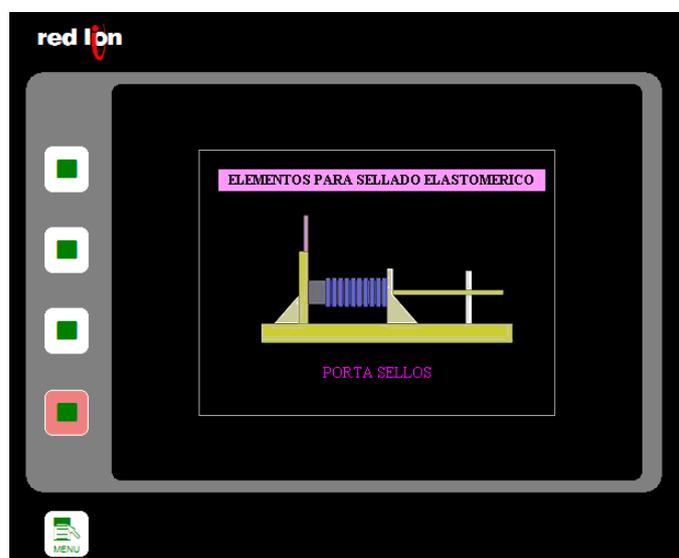


FIGURA 6.55 PORTA SELLOS (FUENTE: ELABORADO POR AUTOR)

Pantalla 17: la guillotina desciende para que el mandril recoja el sello que se incrusta en el interior de la tubería.

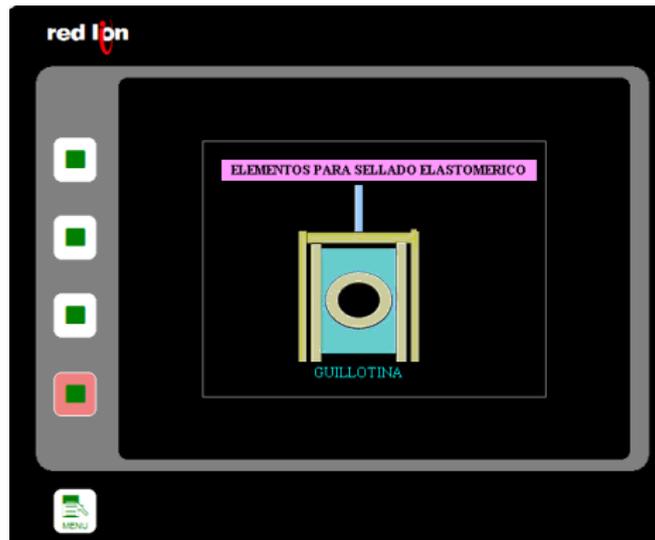


FIGURA 6.56 GUILLOTINA (FUENTE: ELABORADO POR AUTOR)

6.6.7 DISEÑO DE LA MATRIZ DE MOLDEO PARA LA JUNTA (PINES)

Para realizar el diseño de los pines se empleará acero inoxidable, debido que estos se encontrarán en contacto permanente con el agua, además este acero al estar en contacto con el sello elastomérico elimina burbujas de aire.

La construcción de los pines se basa en las normas de calidad establecidas por el INEN, tanto para espiga-campana como para sellado elastomérico.

Para espiga-campana la norma INEN 1330 determina las dimensiones de la campana de los tubos de PVC rígidos, destinados a uniones por cementado solvente. La longitud (L) de la campana se obtiene de la siguiente ecuación:

$$L = 0.5D + 6mm \text{ Donde;}$$

D= diámetro nominal del tubo.

El diámetro interior debe cumplir con la tabla 1 del anexo 27.

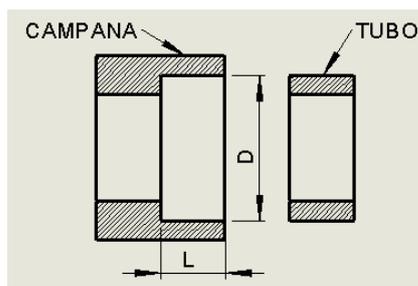


FIGURA 6.57 DIMENSIONES DE LA CAMPANA (FUENTE:INEN 1330)

Para sellado elastomérico la norma INEN 1331 determina la longitud mínima de acoplamiento en la campana del tubo. La longitud mínima de acoplamiento (m) se calcula a partir de la siguiente ecuación:

$$m = 30\text{mm} + 0.15D$$

La longitud mínima de acoplamiento debe cumplir con la tabla 1 del anexo 28.

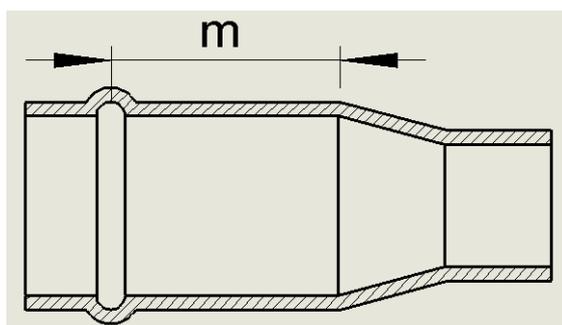


FIGURA 6.58 DIMENSIONES PARA SELLADO ELASTOMÉRICO (FUENTE: INEN 1331)

6.7 ADMINISTRACIÓN

6.7.1 COSTOS DIRECTOS

Para realizar este análisis se toma en cuenta el valor que gana por hora el campanero, se considera también el costo de los materiales utilizados para la repotenciación. Análisis de costos de la repotenciación de la máquina acampanadora

TABLA 6.5 COSTOS DE MATERIALES UTILIZADOS EN MÁQUINA ACAMPANADORA (FUENTE:

ELABORADO POR AUTOR)

ITEM	CANTIDAD	RUBROS DE GASTOS	P. Unitario	Total
1	4	BANDAS	4,50	18,00
2	1	REBOBINAJE DEL MOTOR DE 1/2HP	30,00	30,00
3	12	CHUMACERAS	7,40	88,80

6.7. 2 CO ST OS IN DI RE CT OS Son los gast os que corr esp ond en a la man o de obr a,	4	1	ELECTROVÁLVULAS	110,00	110,00
	5	2	SENSORES REFLECTIVOS	65,00	130,00
	6	1	SENSOR DE POSICIÓN	50,00	50,00
	7	8	RESISTENCIAS DE OJELAS	30,00	240,00
	8	1	SHWUICH GENERAL	25,00	25,00
	9	1	PLC (MODULAR) 16 ENTRADAS DIGITALES Y 16 SALIDAS	850,00	850,00
	11	1	BREAKER	28,00	28,00
	12	1	TRANSFORMADOR 220/210	20,60	20,60
	13	20	BORNERAS DE CONEXIÓN	0,30	6,00
	14	2	PORTABUSIBLE	4,85	9,70
	15	4	EJES DE 32MM KG	4,20	537,60
	16	2	EJES DE 30MM INOX	12 \$/kg	192,00
	17	2	REMOVEDOR	18,00	36,00
	18	1	PINTURA DE FONDO GALÓN	16,13	16,13
	19	2	PINTURA COLOR CELESTE	16,13	32,26
	20	1	160MM DE DIÁMETRO X 40MM	12 \$/kg	276,00
	21	1	110MM DE DIÁMETRO X 350MM	12 \$/kg	216,00
	22	1	75MM DE DIÁMETRO X 350MM	12 \$/kg	192,00
	23	1	63MM DE DIÁMETRO X 350MM	12 \$/kg	168,00
	24	1	UNIDAD DE MANTENIMIENTO (REGULADOR DE PRESIÓN, LUBRICADOR)	250,00	250,00
	25				
	26	2	ROLLOS DE CABLE	8,90	17,80
	27	45	RACORES X M10	3,10	139,50
	28	25	RACORES X M12	2,70	67,50
	29	100	METROS DE MANGUERA M10	2,02	202,00
	30	50	METROS DE MANGUERA M12	3,27	163,50
				SUBTOTAL	4112,39
				TOTAL	4112,39

entre otros gastos que no se involucra directamente, pero fueron necesarios para culminar con la construcción de la máquina.

TABLA 6.6 COSTOS DE MANO DE OBRA EN LA MÁQUINA ACAMPANADORA (FUENTE: ELABORADO POR AUTOR)

CARGO	HORAS TRABAJADAS	COSTO POR HORA	TOTAL
PINTOR	35	1,50	52,50
TORNERO	200	2,00	400,00
PROGRAMADOR	30	30,00	900,00
			1352,50

6.7.3 COSTO TOTAL DE LA INVERSIÓN

Para determinar el costo total de la máquina acampanadora se realiza la suma de los costos directos e indirectos más el 10% de imprevistos.

TABLA 6.7 COSTO TOTAL (FUENTE: ELABORADO POR AUTOR)

SUBTOTAL DEL TRABAJO REALIZADO	5464,89
10% IMPREVISTOS	546,49
TOTAL	6011,38

6.7.4 FINANCIAMIENTO

El financiamiento del presente proyecto será cubierto al 100% por la institución, para realizar la repotenciación de la máquina acampanadora.

Depreciación:

La vida útil de la máquina se estime para 10 años

El valor de salvamento se asume 5% del valor inicial

$$Dt = \frac{P-VS}{n} \quad \text{donde:} \quad 6.58$$

Dt= Depreciación anual

P= Costo del proyecto

VS= Valor de salvamento

n= vida útil

Dt= 571.08

En cinco años se tendrá un valor residual de \$ 3155.98

6.7.5 COSTOS DE RECUPERACIÓN

El hecho de no poseer máquinas acampanadoras en cada una de las líneas de producción, ha generado que se tenga que esperar que una de estas no se encuentre trabajando. Esto ha originado que el acampanador tenga que trabajar horas extras en los fines de semanas, para poder cumplir con la producción.

Se ha tomado como ejemplo un lote de producción de 500 tubos de diámetro 110mm por 0,8MPa con sellado elastomérico, esta tubería fue procesada en una línea que no posee la máquina.

Producir esta tubería lleva alrededor de 60 horas, como en esta línea no se tiene la máquina esta tubería tuvo que ser almacenada en otro lugar y adquirió el rótulo de “PRODUCTO EN PROCESO” permaneciendo varios días.

6.7.6 ANÁLISIS DE COSTOS SIN LA MÁQUINA ACAMPANADORA

De acuerdo con el salario básico un trabajador se encuentra ganando 1,50 \$/hora. Y al trabajar los fines de semana se contempla el 100% en horas extras. Además este trabajo lo realizan dos personas ya que se debe desplazar la tubería del lugar donde fue almacenada a la estación de campaneos y posteriormente es llevada hacia bodega para poder ser despachada.

En parte del lote de la tubería de 110mm por 0,8MPa, se incrusto el sello elastomérico el fin de semana y el resto en dos días laborables por haber una máquina disponible este proceso cubre alrededor de 48horas. Entonces se procede a evaluar el costo adicional de producción sin la máquina acampanadora en la línea.

TABLA 6.8 COSTO DE PRODUCCIÓN SIN MÁQUINA EN LA LÍNEA (FUENTE: ELABORADO POR AUTOR)

	DÍAS DE PRODUCCIÓN	HORAS LABORADAS	\$/HORA	100%/HORA	TOTAL
Al poseer la máquina acampanadora en la	EL DÍA SÁBADO SE LABORA 8 HORAS AL 100%	8	1,50	1,5	24
	DE LUNES A VIERNES EL TURNO DE LA MAÑANA TRABAJA 11 HORAS Y LA NOCHE 13 HORAS	28	1,50	50% HORA	42
	HORAS EXTRAS	12	2,25	0,75	27
	COSTO TOTAL DE REALIZAR LAS CAMPANAS				93
	COMO SON DOS LAS PERSONAS QUE REALIZAN EL TRABAJO SE TIENE				186

línea de producción se generará un ahorro de 186 dólares por producción.

6.7.7 ANÁLISIS DE COSTOS CON LA MÁQUINA ACAMPANADORA

Los 500 tubos se realiza en 60 horas, al mismo tiempo se incrusta el sello y a la vez se almacena en bodega. Se considera 40 horas normales y 20 horas extras que es el tiempo en el cual se culmina la producción de la tubería.

TABLA 6.9 COSTO DE PRODUCCIÓN CON ACAMPANADORA EN LA MISMA LÍNEA
(FUENTE: ELABORADO POR AUTOR)

HORAS LABORADAS	\$/HORA	50%/HORA	TOTAL
40	1,50	0,00	60,00
20	1,50	0,75	45,00
			105,00

De acuerdo a la tabla 6.9 a la empresa le cuesta 105 dólares producir estas uniones en los mismos días que lleva realizar esta fabricación.

Se considera que este trabajo se realizará unas dos veces al mes por lo que se tendrá un ahorro de 372 dólares. Al año se producirá un ahorro de 4464 dólares.

6.7.8 CÁLCULO DEL TMAR

La tasa mínima aceptable de retorno, se considera como el precio al riesgo, el TMAR se evalúa mediante la siguiente fórmula:

$$TMAR = i + f + (if) \text{ donde:} \quad 6.59$$

i= inflación de 6%

f= premio al riesgo (3%)

TMAR= 27%

6.7.9 CÁLCULO DEL VAN Y TIR

El valor actual neto es el rendimiento actualizado de los flujos positivos y negativos originados por la inversión. En el cual se verán reflejadas las ganancias producidas. De igual manera la tasa interna de retorno informa de rentabilidad de la inversión, es un indicador relativo al capital invertido. El VAN se determina con la siguiente ecuación:

$$VAN = -C + \frac{F_1}{(1+r)} + \frac{F_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+r)^n} \quad 6.60$$

AÑOS	CUOTA
1	-2496,42
2	271,27
AÑOS	CUOTA
3	2450,55
4	4166,51
5	5517,67

TIR	68,85%
VAN	\$ 5.517,67

De realizar el estudio del VAN se establece que a los dos años de realizado el proyecto se producirá la recuperación de la inversión.

*****LA IMPLEMENTACIÓN ES RENTABLE*****

6.8 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

6.8.1 MANTENIMIENTO PREVENTIVO QUE SE REALIZA A LA MÁQUINA ACAMPANADORA.

De acuerdo al plan de mantenimiento preventivo que se realiza a cada una de las máquinas en la empresa esta se sujeta a la siguiente programación:

Mensual se realiza:

- Chequeo del tablero eléctrico de la máquina, consiste en inspeccionar las conexiones eléctricas, verificar entrada/salida de voltaje, amperaje.
- Revisión del sistema neumático, en este chequeo se verifica entrada/salida de aire, las conexiones de las mangueras en los pistones y regulación de válvulas.
- Chequeo del horno, se revisa el calentamiento de las resistencias, mediciones de temperatura en cada zona. La correcta inspección de la máquina acampanadora, permite verificar el funcionamiento de ésta.

Trimestre se realiza:

- Lubricación y engrase de los rodamientos
- Revisión de corriente del motor.
- Revisión de bandas

Semestre se realiza:

- Limpieza general de la máquina.

Anual se realiza:

- Chequeo de rodamientos
- Cambio de rodamientos dependiendo del estado de estos
- Inspección general del motor.

Cada uno de estos pasos es controlado mediante la hoja del anexo 29

6.8.2 MANTENIMIENTO QUE SE REALIZA AL SISTEMA DE HARDWARE**Mantenimiento normal.**

No se requiere ningún mantenimiento regular o preventivo para este producto (no hay baterías internas); sin embargo, es buena práctica una verificación rutinaria (cada uno o dos meses) del PLC y sistema de control y debe incluir los puntos siguientes:

- **Temperatura del aire.**- supervisar la temperatura del aire en el gabinete de control, de modo que no se sobrepase la temperatura de funcionamiento máxima de ningún componente.
- **Filtro de aire.**- si el gabinete de control tiene un filtro de aire, límpielo o reemplácelo periódicamente según lo requerido.
- **Fusibles o interruptores.**- verifique que todos los fusibles e interruptores estén en orden.

• **Limpiando la unidad.**- compruebe que todas las salidas de aire están sin obstrucción. Si es necesario limpiar la unidad, desconecte la alimentación y limpie cuidadosamente la caja usando un paño húmedo. No deje que entre agua a la caja a través de las salidas de aire y no use detergentes fuertes porque esto puede descolorar la caja.

BIBLIOGRAFÍA

- ✓ Ramos del Valle, Luís Francisco. **Extrusión de plásticos. Principios básicos.** 3ª ed. México: Limusa Noriega Editores, 2002. 188 páginas
- ✓ Rubin, Irvin I. **Materiales plásticos, propiedades y aplicaciones.** 4ª ed. México: Limusa Noriega Editores, 2002. 225 páginas
- ✓ Naranjo L, Galo. **Tutoría de la investigación científica.** 1ª ed. Empredare Gráficas Cía. Ltda. Quito , 2008.230 páginas

- ✓ SHIGLEY. **Diseño en Ingeniería Mecánica**. Octava edición. McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- ✓ SINGER, **Resistencia de los materiales**
- ✓ OEM SGB 6/20, **Catálogo de operación/ Acampanador**
- ✓ ELMEPLA, **Catálogo de información/ Acampanador**
- ✓ BOHLER, **Manual de Aceros especiales – 2007**
- ✓ SKF, **Manual de Rodamientos SKF**
- ✓ Norma NTE INEN 1330
- ✓ Norma NTE INEN 1331
- ✓ <http://www.americasrl.com/beneficios.htm>
- ✓ <http://www.textoscientificos.com/polimeros/pvc>
- ✓ http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica_hidraulica22.htm
- ✓ <http://www.webelectronica.com.ar/news13/nota08.htm>
- ✓ <http://www.gestiopolis.com/recursos/experto/tpn.htm>
- ✓ http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/transductoressensores/default7.asp
- ✓ http://www.3ditmaquinas.com/acamp_rieber_autom
- ✓ www.atezcatl.com/tuberiapvchidrahulico
- ✓ http://es.wikipedia.org/wiki/An%C3%A1lisis_de_elementos_finitos
- ✓ <http://www.idec.com/language/english/AppNotes/KOYO%20to%20HG>
- ✓ <http://www.redlion.net/Support/Downloads/DeviceDrivers/G3/AutomationDirectKoyo.html>
- ✓ <http://www.automationdirect.com/static/manuals/hxecommsp/ch1.pdf>
- ✓ <http://www.automationdirect.com/static/manuals/d006userm/ch3.pdf>
- ✓ <http://www.automationdirect.com/static/manuals/d006userm/ch8.pdf>
- ✓ <http://pdf.directindustry.com/pdf/skf-linear-motion/skf-linear-motion-standard-range/pdf/Show/320-14292.html>
- ✓ <http://www.skf.com/files/776535.pdf>
- ✓ <http://www.epro.es/datoselectricos.html>
- ✓ http://www.wikipedia.org/wiki/Pantalla_táctil

ANEXO A

PARÁMETROS DE DISEÑO

MÁQUINA ACAMPANADORA

1) ANEXO

**ENTREVISTA DIRIGIDA AL INGENIERO MANOLO HOLGUÍN
GERENTE DE HOLVIPLAS s.a PARA EVALUAR LA NECESIDAD DE
IMPLEMENTAR UNA MÁQUINA ACAMPANADORA**

6. ¿Con la implementación de una máquina que realice acampanado en la tubería la empresa obtendrá mejores réditos?

SI

NO

7. ¿Está usted dispuesto a implementar una máquina que realice los tipos de uniones acampanadas?
- SI NO
8. ¿Cree usted que la inversión en maquinaria trae beneficios a la empresa?
- SI NO
9. ¿De acuerdo con los avances tecnológicos estaría usted dispuesto a capacitar al personal?
- SI NO
10. ¿La estabilidad económica de la empresa permitirá la renovación de la maquinaria de acuerdo a los avances tecnológicos?
- SI NO
11. ¿La empresa posee un plan de mercadeo para mejorar la comercialización e incrementar las ventas?
- SI NO
12. ¿De los tipos de uniones que produce la empresa cual es el de mayor demanda?
- Normal Espiga-Campana Sellado Elastomérico

2) ANEXO

ENCUESTA DIRIGIDA A LOS EMPLEADOS DE HOLVIPLAS s.a PARA EVALUAR LA NECESIDAD DE IMPLEMENTAR LA MÁQUINA ACAMPANADORA

Nombre:.....

Cargo:.....

Fecha:.....

12. ¿Durante la etapa de calentamiento existe control de temperatura?

SI

NO

13. ¿El tiempo de enfriamiento de los tubos es controlado?

SI

NO

14. ¿La máquina actual permite producir la unión por sellado elastomérico?

SI

NO

15. ¿La máquina que se emplea actualmente permite realizar la unión espiga campana?

SI

NO

16. ¿El acabado en el proceso de acampanado es eficiente?

SI

NO

17. ¿Qué tiempo se invierte en el proceso de acampanado?

<5 min.

5min

>5min

18. ¿Considera usted que se debería implementar una máquina que realice los dos tipos de uniones en la tubería PVC?

SI

NO

19. ¿La máquina existente cuantas uniones acampanadas produce por hora?

<25

25

>25

20. ¿Cuando se lleva la tubería al lugar de acampanado se invierte tiempo exagerado?

SI

NO

21. ¿Cada línea de producción posee máquinas que realicen los dos tipos de uniones en la tubería?

SI

NO

22. ¿Qué tipo de unión es la que más se produce en la fábrica?

Normal

Espiga-campana

Sellado Elastomérico

3) ANEXO (EFICIENCIA DE MOTORES ELÉCTRICOS)

Columna A Eficiencia Nominal	Columna B Eficiencia Mínima
99,0	98,8
98,9	98,7
98,8	98,6
98,7	98,5
98,6	98,4
98,5	98,2
98,4	98,0
98,2	97,8
98,0	97,6
97,8	97,4

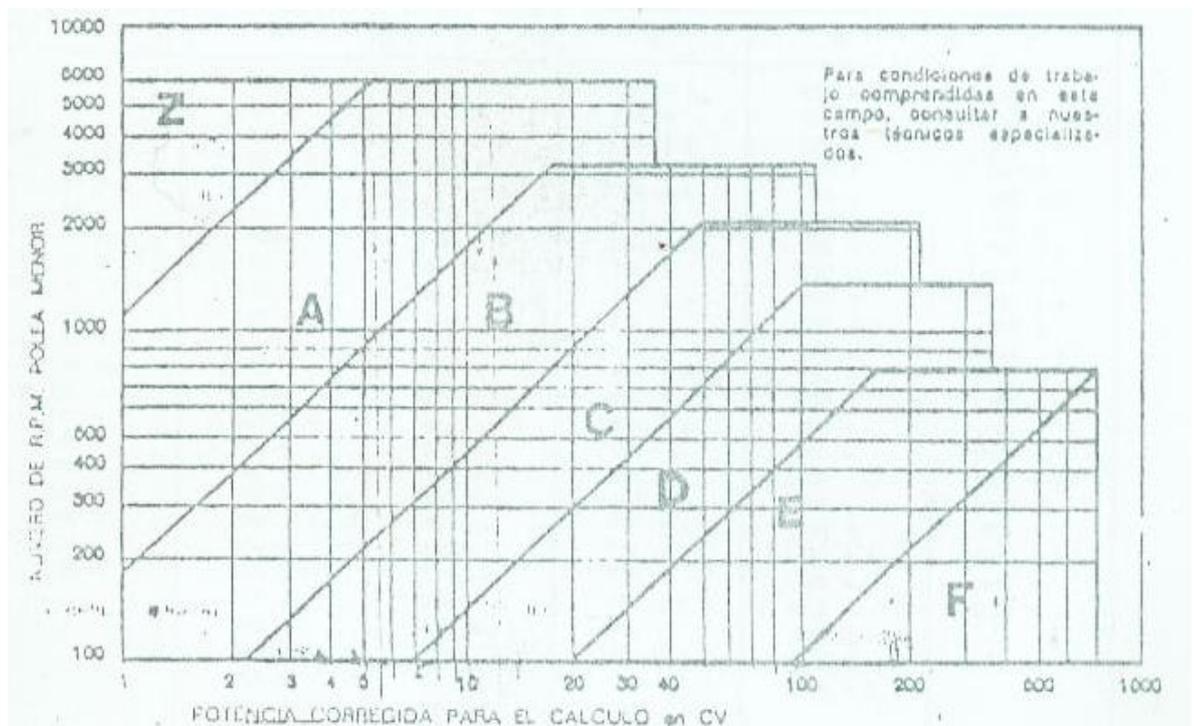
4) ANEXO (FACTOR DE SERVICIO)

Tabla 17-9 FACTORES DE SERVICIO K_s SUGERIDOS PARA TRANSMISIONES DE BANDAS V

Maquinaria impulsada	Fuente de potencia	
	Características de par normal	Par alto o no uniforme
Uniforme	1.0 a 1.2	1.1 a 1.3
Con choque ligero	1.1 a 1.3	1.2 a 1.4
Con choque medio	1.2 a 1.4	1.4 a 1.6
Con choque pesado	1.3 a 1.5	1.5 a 1.8

Fuente: de ANSI/RMA-IP-20-1977 estándar.

5) ANEXO (TIPO DE BANDA)



6) ANEXO (CANTIDAD A SUMAR)

Tabla 17-4 AUMENTOS DE LONGITUD PARA BANDAS V COMUNES DE SERVICIO PESADO-SERIE EN PULGADAS

Sección transversal	Intervalos de tamaño pulg	Aumentos* de longitud pulg
A	26 a 128	1.3
B	35 a 240	1.8
B	240 o mayor	2.1
C	51 a 210	2.9
C	210 o mayor	3.8
D	120 a 210	3.3
D	210 o mayor	4.1
E	180 a 240	4.5
E	240 o mayor	5.5

7) ANEXO (BANDAS ESTÁNDAR)

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

8) ANEXO (POTENCIA NOMINAL)

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
	5.0 y mayor	1.17	2.03	2.64	2.96	2.89
	B	4.2	1.07	1.58	1.68	1.26
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
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
C	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
	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
	D	10.0	4.14	6.13	6.55	5.09
11.0		5.00	7.83	9.11	8.50	5.62
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

9) ANEXO (FACTOR DE CORRECCIÓN DEL ÁNGULO DE CONTACTO)

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
 $K_1 = 0.143543 + 0.007468\theta - 0.000015052\theta^2$
 en el intervalo de $90^\circ \leq \theta \leq 180^\circ$.

10) ANEXO (FACTOR DE CORRECCIÓN DE LONGITUD DE BANDA)

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.

11) ANEXO (PARÁMETROS DE LAS BANDAS)

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.

12) ANEXO (PROPIEDADES DEL ACERO INOXIDABLE)

BÖHLER A 200



Tipo de aleación: C 0.03 máx. Si 0.50 Mn 1.40 Cr 17.00 Mo 2.20 Ni 11.50 %

Color de identificación: Amarillo
 Estado de suministro: Apagado
 Acabado: Pulido H9

Equivalencia	AISI: 316 L
	DIN: X2CrNiMo17-12-2
	No. Mat. 1.4404

PROPIEDADES:

Acero inoxidable austenítico al cromo – níquel – molibdeno con bajo contenido de carbono. Resistente a la corrosión intercrystalina hasta temperaturas de 400 °C. No es necesario efectuar tratamiento térmico después del proceso de soldadura. Mejor resistencia frente al ataque de ácidos como sulfúrico y nítrico diluidos así como mejor resistencia a la corrosión causada por fisuras de tensión en presencia de ciertos medios, gracias a su contenido de molibdeno. Capaz de recibir pulimento de alto brillo. Fácil maquinado.

EMPLEO:

Para tanques, tubos, griferías de la industria química, de papel, celulosa, industria fotográfica, tintorerías textiles de alta exigencia química, como también para instrumentos de medicina y cirugía. Utilizado en accesorios para la fabricación de jugos de fruta, licores y alcohol, donde no debe haber influencia en el sabor.

TRATAMIENTO TÉRMICO:

Forjado: 1200 – 900 °C
Apagar: al agua, espesor > 2 mm al aire. 1020 – 1120 °C

Los aceros austeníticos son susceptibles a endurecer durante el maquinado y presentar magnetismo. Por ello, las herramientas deberán estar perfectamente afiladas y firmemente sujetas. La profundidad de corte no debe ser muy pequeña.

PROPIEDADES MECÁNICAS

Producto	Dimensiones mm	Limite de fluencia	Resistencia a la tracción	Elongación % mín.			Resistencia al impacto (ISO-V) J mín.		
		S_y	S_{ut}	L	Q	T	L	Q	T
St, Sch	≥ 160	235	500-700	40	--	--	100	--	--
	> 160 < 250			--	30	--	--	60	--
Bl	≥ 75	260	520-670	--	45'	--	90'	60'	--

St: barras
 Sch: barras forjadas
 Bl: Láminas o platinas
 L: longitudinal
 Q: transversal
 T: tangencial

13) ANEXO (CONSTANTE DE CONDICIONES FINALES)

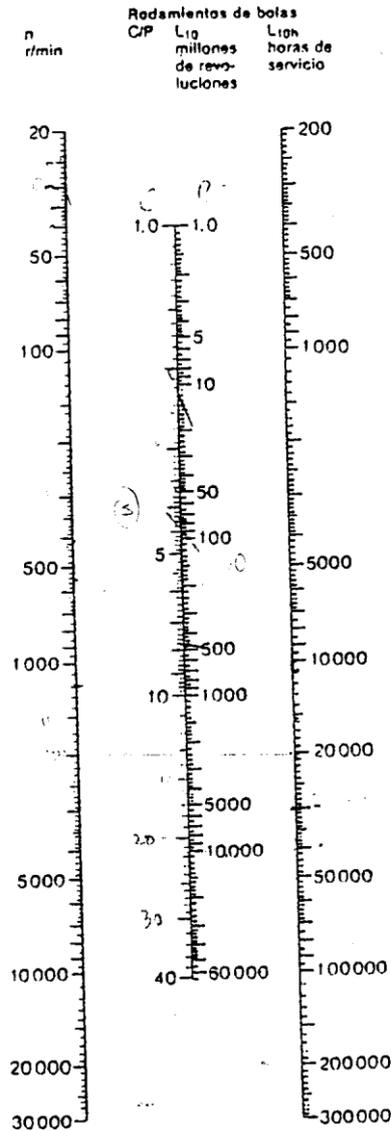
Tabla 4-2

Constantes de condiciones finales de las columnas de Euler [para usarse con la ecuación (4-40)]

Condiciones de extremos de columnas	Constante C de condición de extremos		
	Valor teórico	Valor conservador	Valor recomendado*
Empotrado-libre	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$
Articulado-articulado	1	1	1
Empotrado-articulado	2	1	1.2
Empotrado-empotrado	4	1	1.2

*Para usarse sólo con factores de seguridad amplios cuando la carga de la columna se conozca con exactitud.

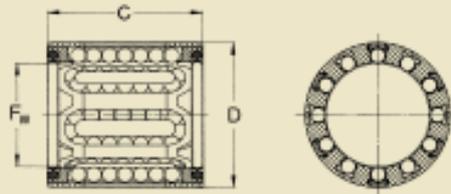
14) ANEXO (C/P)



15) ANEXO (RODAMIENTOS LINEALES)

Rodamientos lineales a bolas para ejes – LBBR

- con placas de rodadura

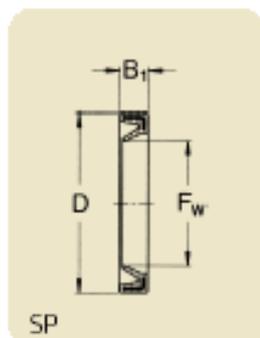


LBBR con retenes de doble labio

Dimensiones			Núm. De hileras de bolas	Cargas básicas nominales		Masa	Designaciones			
F_w	D	C		din. C	est. C_0		Rodamientos lineales a bolas diseño estándar	con 2 retenes de doble labio	acero inoxidable diseño estándar	con 2 retenes de doble labio
mm	—	—	N		kg	—				
3	7	10	4	60	44	0,0007	LBBR 3 ³⁾	LBBR 3-2LS ³⁾	LBBR 3/HV6 ³⁾	LBBR 3-2LS/HV6 ³⁾
4	8	12	4	75	60	0,001	LBBR 4 ³⁾	LBBR 4-2LS ³⁾	LBBR 4/HV6 ³⁾	LBBR 4-2LS/HV6 ³⁾
5	10	15	4	170	129	0,002	LBBR 5 ³⁾	LBBR 5-2LS ³⁾	LBBR 5/HV6 ³⁾	LBBR 5-2LS/HV6 ³⁾
6	12	22 ³⁾	4	335	270	0,006	LBBR 6A	LBBR 6A-2LS	LBBR 6A/HV6	LBBR 6A-2LS/HV6
8	15	24	4	490	355	0,007	LBBR 8	LBBR 8-2LS	LBBR 8/HV6	LBBR 8-2LS/HV6
10	17	26	5	585	415	0,011	LBBR 10	LBBR 10-2LS	LBBR 10/HV6	LBBR 10-2LS/HV6
12	19	28	5	695	510	0,012	LBBR 12	LBBR 12-2LS	LBBR 12/HV6	LBBR 12-2LS/HV6
14	21	28	5	710	530	0,013	LBBR 14	LBBR 14-2LS	LBBR 14/HV6	LBBR 14-2LS/HV6
16	24	30	5	930	630	0,018	LBBR 16	LBBR 16-2LS	LBBR 16/HV6	LBBR 16-2LS/HV6
20	28	30	6	1 160	800	0,021	LBBR 20	LBBR 20-2LS	LBBR 20/HV6	LBBR 20-2LS/HV6
25	35	40	7	2 120	1 560	0,047	LBBR 25	LBBR 25-2LS	LBBR 25/HV6	LBBR 25-2LS/HV6
30	40	50	8	3 150	2 700	0,070	LBBR 30	LBBR 30-2LS	LBBR 30/HV6	LBBR 30-2LS/HV6
40	52	60	8	5 500	4 500	0,130	LBBR 40	LBBR 40-2LS	LBBR 40/HV6	LBBR 40-2LS/HV6
50	62	70	9	6 950	6 300	0,18	LBBR 50	LBBR 50-2LS	LBBR 50/HV6	LBBR 50-2LS/HV6

La tolerancia del diámetro exterior de los rodamientos lineales a bolas es tal que no se requerirá una fijación axial adicional cuando los rodamientos se monten en un alojamiento cuya tolerancia sea J7 ó J6.

Accesorios para LBBR (retenes de eje)



Retenes especiales apropiados			
Dimensiones	Designaciones		
F_w	D	B_1	
mm	—	—	
6	12	2	SP-6x12x2
8	15	3	SP-8x15x3
10	17	3	SP-10x17x3
12	19	3	SP-12x19x3
14	21	3	SP-14x21x3
16	24	3	SP-16x24x3
20	28	4	SP-20x28x4

Retenes especiales apropiados			
Dimensiones	Designaciones		
F_w	D	B_1	
mm	—	—	
25	35	4	SP-25x35x4
30	40	4	SP-30x40x4
40	52	5	SP-40x52x5
50	62	5	SP-50x62x5

³⁾ La anchura 22 no corresponde a la de la serie 1 en la norma ISO 10285.

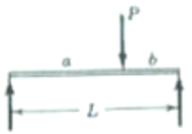
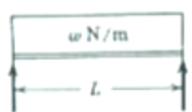
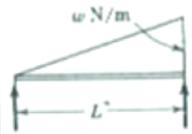
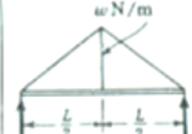
⁴⁾ no prelubricado de fábrica

16) ANEXO(fs)

1.0 - 1.5

17) ANEXO (TRES MOMENTOS)

Tabla 8-1. Valores de $\frac{6A\bar{a}}{L}$ y $\frac{6A\bar{b}}{L}$

CASO No.	TIPO DE CARGA SOBRE EL TRAMO	$\frac{6A\bar{a}}{L}$	$\frac{6A\bar{b}}{L}$
1		$\frac{Pa}{L}(L^2 - a^2)$	$\frac{Pb}{L}(L^2 - b^2)$
2		$\frac{wL^3}{4} = \frac{WL^2}{4}$	$\frac{wL^3}{4} = \frac{WL^2}{4}$
3		$\frac{8}{60} wL^3 = \frac{8}{30} WL^2$	$\frac{7}{60} wL^3 = \frac{7}{30} WL^2$
4		$\frac{7}{60} wL^3 = \frac{7}{30} WL^2$	$\frac{8}{60} wL^3 = \frac{8}{30} WL^2$
5		$\frac{w}{4L} [b^2(2L^2 - b^2) - a^2(2L^2 - a^2)]$	$\frac{w}{4L} [d^2(2L^2 - d^2) - c^2(2L^2 - c^2)]$
6		$\frac{5}{32} wL^3 = \frac{5}{16} WL^2$	$\frac{5}{32} wL^3 = \frac{5}{16} WL^2$
7		$-\frac{M}{L}(3a^2 - L^2)$	$+\frac{M}{L}(3b^2 - L^2)$

18) ANEXO (PROPIEDADES DEL ACERO DE TRANSMISIÓN)

BÖHLER E 920 TRANSMISIÓN



Tipo de aleación: C 0.18 Si 0.25 Mn 0.70 %

Color de Identificación: Naranja
Estado de suministro: Trefilado h 11

Equivalencia	AISI: 1018
	DIN: ---
	No. Mat. ---

PROPIEDADES:

Acero para cementación no aleado para piezas pequeñas exigidas principalmente al desgaste, donde la tenacidad del núcleo no sea importante. Buena soldabilidad.

EMPLEO:

Para la construcción de levas uniones, bujes, pines, pivotes, partes prensadas o troqueladas, pernos grado 2, ejes de transmisión con baja exigencia la torque.

TRATAMIENTO TÉRMICO:

Forjado:	1050 – 850 °C
Recocido:	650 – 700 °C
enfriamiento lento en el horno	
Normalizado:	890 – 920 °C
Cementación:	880 – 950 °C
Temple:	770 – 800 °C
enfriamiento en: agua.	
Dureza obtenible:	
En el núcleo	20 – 25 HRC
En la capa cementada	55 – 58 HRC
Revenido:	150 – 200 °C

PROPIEDADES MECÁNICAS EN ESTADO RECOCIDO

Dureza Brinell	Límite de fluencia N/mm ²	Resistencia a la tracción N/mm ²	Elongación (L=5d) %	Resistencia al Cizallamiento DVM Joule			Resistencia a la tracción en estado templado N/mm ²
HB	S_y	S_{ut}	Long. Transv.	Long.	Tang.	Transv.	
143 máx.	235	410 - 520	20 19	48	31	24	480 - 620

19) ANEXO (FACTOR DE SUPERFICIE)

Tabla 6-2

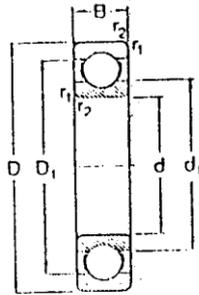
Parámetros en el factor de la condición superficial de Marin, ecuación (6-19)

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

De C. J. Noll y C. Lipson, "Allowable Working Stresses", en *Society for Experimental Stress Analysis*, vol. 3, núm. 2, 1946, p. 29. Reproducida por O. J. Horger (ed.), *Metals Engineering Design ASME Handbook*, McGraw-Hill, Nueva York. Copyright © 1953 por The McGraw-Hill Companies, Inc. Reproducido con autorización.

20) ANEXO (RODAMIENTO RÍGIDO DE BOLAS)

Rodamientos rígidos de bolas
d 17-40 mm



Borde sin ranuras



Borde con ranuras

Dimensiones principales			Capacidad de carga dinám. estát.		Límite de velocidad		Masa	Designación
d	D	B	C	C ₀	grasa	aceite	kg	-
mm			N		r/min			
17	26	5	1 600	930	24 000	30 000	0,0082	61803
	35	8	6 050	2 800	19 000	24 000	0,032	16003
	35	10	6 050	2 800	19 000	24 000	0,039	6603
	40	12	9 560	4 500	17 000	20 000	0,065	6203
	47	14	13 500	6 550	16 000	19 000	0,12	6303
	62	17	22 900	11 800	12 000	15 000	0,27	6403
20	32	7	2 650	1 400	19 000	24 000	0,018	61804
	42	8	7 020	3 400	17 000	20 000	0,050	16004
	42	12	9 360	4 500	17 000	20 000	0,069	6004
	47	14	12 700	6 200	15 000	18 000	0,11	6204
	52	15	15 900	7 800	13 000	16 000	0,14	6304
	72	19	30 700	16 600	10 000	13 000	0,40	6404
25	37	7	3 120	1 960	17 000	20 000	0,022	61805
	47	8	7 610	4 000	14 000	17 000	0,060	16005
	47	12	11 200	5 600	15 000	18 000	0,080	6005
	52	15	14 000	6 950	12 000	15 000	0,13	6205
	62	17	22 500	11 400	11 000	14 000	0,23	6305
	80	21	35 800	19 600	9 000	11 000	0,53	6405
30	42	7	3 120	2 000	15 000	18 000	0,026	61806
	55	9	11 200	5 850	12 000	15 000	0,085	16006
	55	13	13 300	6 800	12 000	15 000	0,12	6006
	62	16	19 500	10 000	10 000	13 000	0,20	6206
	72	19	28 100	14 600	9 000	11 000	0,35	6306
	90	23	43 600	24 000	8 500	10 000	0,74	6406
35	47	7	4 030	3 000	13 000	16 000	0,030	61807
	62	9	12 400	6 950	10 000	13 000	0,11	16007
	62	14	15 900	8 500	10 000	13 000	0,16	6007
	72	17	25 500	13 700	9 000	11 000	0,29	6207
	80	21	33 200	18 000	8 500	10 000	0,46	6307
	100	25	55 300	31 000	7 000	8 500	0,95	6407
40	52	7	4 160	3 350	11 000	14 000	0,034	61808
	68	9	13 300	7 800	9 500	12 000	0,13	16008
	68	15	16 800	9 300	9 500	12 000	0,19	6008
	80	18	30 700	16 600	8 500	10 000	0,37	6208
	90	23	41 000	22 400	7 500	9 000	0,63	6308
	110	27	63 700	36 500	6 700	8 000	1,25	6408

SKF

21) ANEXO (DIMENSIONES DE TUERCAS)

Tamaño nominal, mm				
M5	8	4.7	5.1	2.7
M6	10	5.2	5.7	3.2
M8	13	6.8	7.5	4.0
M10	16	8.4	9.3	5.0
M12	18	10.8	12.0	6.0
M14	21	12.8	14.1	7.0
M16	24	14.8	16.4	8.0
M20	30	18.0	20.3	10.0
M24	36	21.5	23.9	12.0
M30	46	25.6	28.6	15.0
M36	55	31.0	34.7	18.0

22) ANEXO (DIMENSIONES DE ARANDELAS)

Tabla A-32

Dimensiones básicas de arandelas simples estándar americano (todas las dimensiones están en pulgadas)

Tamaño del sujetador	Tamaño de la arandela	Diámetro		Espesor
		DI	DE	
#6	0.138	0.156	0.375	0.049
#8	0.164	0.188	0.438	0.049
#10	0.190	0.219	0.500	0.049
#12	0.216	0.250	0.562	0.065
1/4 N	0.250	0.281	0.625	0.065
1/4 W	0.250	0.312	0.734	0.065
5/16 N	0.312	0.344	0.688	0.065
5/16 W	0.312	0.375	0.875	0.083
3/8 N	0.375	0.406	0.812	0.065
3/8 W	0.375	0.438	1.000	0.083
7/16 N	0.438	0.469	0.922	0.065
7/16 W	0.438	0.500	1.250	0.083
1/2 N	0.500	0.531	1.062	0.095
1/2 W	0.500	0.562	1.375	0.109
9/16 N	0.562	0.594	1.156	0.095
9/16 W	0.562	0.625	1.469	0.109
5/8 N	0.625	0.656	1.312	0.095
5/8 W	0.625	0.688	1.750	0.134
3/4 N	0.750	0.812	1.469	0.134
3/4 W	0.750	0.812	2.000	0.148
7/8 N	0.875	0.938	1.750	0.134
7/8 W	0.875	0.938	2.250	0.165
1 N	1.000	1.062	2.000	0.134
1 W	1.000	1.062	2.500	0.165
1 1/8 N	1.125	1.250	2.250	0.134
1 1/8 W	1.125	1.250	2.750	0.165
1 1/4 N	1.250	1.375	2.500	0.165
1 1/4 W	1.250	1.375	3.000	0.165
1 3/8 N	1.375	1.500	2.750	0.165
1 3/8 W	1.375	1.500	3.250	0.180
1 1/2 N	1.500	1.625	3.000	0.165
1 1/2 W	1.500	1.625	3.500	0.180
1 3/4 N	1.625	1.750	3.750	0.180
1 3/4 W	1.750	1.875	4.000	0.180
2 N	1.875	2.000	4.250	0.180
2 W	2.000	2.125	4.500	0.180
2 1/4 N	2.250	2.375	4.750	0.220
2 1/2 N	2.500	2.625	5.000	0.238
2 3/4 N	2.750	2.875	5.250	0.259
3 N	3.000	3.125	5.500	0.284

N = angosto; W = ancho; cuando no se especifique el tipo, use W.

23) ANEXO (LONGITUD DE PERNO)

Tabla A-17

Tamaños preferidos y números de Renard (serie R) (Cuando pueda elegir, use uno de estos tamaños; sin embargo, no todas las partes o artículos están disponibles en todos los tamaños que se muestran en la tabla)

Fracción de pulgadas	
$\frac{1}{64}, \frac{1}{32}, \frac{1}{16}, \frac{3}{32}, \frac{1}{8}, \frac{5}{32}, \frac{3}{16}, \frac{1}{4}, \frac{5}{16}, \frac{3}{8}, \frac{7}{16}, \frac{1}{2}, \frac{9}{16}, \frac{5}{8}, \frac{11}{16}, \frac{3}{4}, \frac{7}{8}, 1, 1\frac{1}{4}, 1\frac{1}{2}, 1\frac{3}{4}, 2, 2\frac{1}{4}, 2\frac{1}{2}, 2\frac{3}{4}, 3, 3\frac{1}{4}, 3\frac{1}{2}, 3\frac{3}{4}, 4, 4\frac{1}{4}, 4\frac{1}{2}, 4\frac{3}{4}, 5, 5\frac{1}{4}, 5\frac{1}{2}, 5\frac{3}{4}, 6, 6\frac{1}{2}, 7, 7\frac{1}{2}, 8, 8\frac{1}{2}, 9, 9\frac{1}{2}, 10, 10\frac{1}{2}, 11, 11\frac{1}{2}, 12, 12\frac{1}{2}, 13, 13\frac{1}{2}, 14, 14\frac{1}{2}, 15, 15\frac{1}{2}, 16, 16\frac{1}{2}, 17, 17\frac{1}{2}, 18, 18\frac{1}{2}, 19, 19\frac{1}{2}, 20$	
Décimas de pulgadas	
0.010, 0.012, 0.016, 0.020, 0.025, 0.032, 0.040, 0.05, 0.06, 0.08, 0.10, 0.12, 0.16, 0.20, 0.24, 0.30, 0.40, 0.50, 0.60, 0.80, 1.00, 1.20, 1.40, 1.60, 1.80, 2.0, 2.4, 2.6, 2.8, 3.0, 3.2, 3.4, 3.6, 3.8, 4.0, 4.2, 4.4, 4.6, 4.8, 5.0, 5.2, 5.4, 5.6, 5.8, 6.0, 7.0, 7.5, 8.5, 9.0, 9.5, 10.0, 10.5, 11.0, 11.5, 12.0, 12.5, 13.0, 13.5, 14.0, 14.5, 15.0, 15.5, 16.0, 16.5, 17.0, 17.5, 18.0, 18.5, 19.0, 19.5, 20	
Milímetros	
0.05, 0.06, 0.08, 0.10, 0.12, 0.16, 0.20, 0.25, 0.30, 0.40, 0.50, 0.60, 0.70, 0.80, 0.90, 1.0, 1.1, 1.2, 1.4, 1.5, 1.6, 1.8, 2.0, 2.2, 2.5, 2.8, 3.0, 3.5, 4.0, 4.5, 5.0, 5.5, 6.0, 6.5, 7.0, 8.0, 9.0, 10, 11, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 30, 32, 35, 40, 45, 50, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180, 200, 250, 300	
Números de Renard*	
1a. elección, R5: 1, 1.6, 2.5, 4, 6.3, 10	
2a. elección, R10: 1.25, 2, 3.15, 5, 8	
3a. elección, R20: 1.12, 1.4, 1.8, 2.24, 2.8, 3.55, 4.5, 5.6, 7.1, 9	
4a. elección, R40: 1.06, 1.18, 1.32, 1.5, 1.7, 1.9, 2.12, 2.36, 2.65, 3, 3.35, 3.75, 4.25, 4.75, 5.3, 6, 6.7, 7.5, 8.5, 9.5	

*Se pueden multiplicar por, o dividir entre, potencias de 10.

24) ANEXO (DIÁMETRO Y ÁREA DE ROSCAS)

Tabla 8-2

Diámetros y área de roscas unificadas de tornillo UNC y UNF*

Designación de tamaño	Serie gruesa-UNC				Serie fina-UNF		
	Diámetro mayor nominal pulg	Roscas por pulgada, N	Área de esfuerzo de tensión A_t , pulg ²	Área del diámetro menor A_s , pulg ²	Roscas por pulgada, N	Área de esfuerzo de tensión A_t , pulg ²	Área del diámetro menor A_s , pulg ²
0	0.0600				80	0.001 80	0.001 51
1	0.0730	64	0.002 63	0.002 18	72	0.002 78	0.002 37
2	0.0860	56	0.003 70	0.003 10	64	0.003 94	0.003 39
3	0.0990	48	0.004 87	0.004 06	56	0.005 23	0.004 51
4	0.1120	40	0.006 04	0.004 96	48	0.006 61	0.005 66
5	0.1250	40	0.007 96	0.006 72	44	0.008 80	0.007 16
6	0.1380	32	0.009 09	0.007 45	40	0.010 15	0.008 74
8	0.1640	32	0.014 0	0.011 96	36	0.014 74	0.012 85
10	0.1900	24	0.017 5	0.014 50	32	0.020 0	0.017 5
12	0.2160	24	0.024 2	0.020 6	28	0.025 8	0.022 6
$1\frac{1}{4}$	0.2500	20	0.031 8	0.026 9	28	0.036 4	0.032 6
$1\frac{1}{2}$	0.3125	18	0.052 4	0.045 4	24	0.058 0	0.052 4
$1\frac{3}{8}$	0.3750	16	0.077 5	0.067 8	24	0.087 8	0.080 9
$1\frac{7}{16}$	0.4375	14	0.106 3	0.093 3	20	0.118 7	0.109 0
$1\frac{1}{2}$	0.5000	13	0.141 9	0.125 7	20	0.159 9	0.148 6
$1\frac{9}{16}$	0.5625	12	0.182	0.162	18	0.203	0.189
$1\frac{5}{8}$	0.6250	11	0.226	0.202	18	0.256	0.240
$1\frac{3}{4}$	0.7500	10	0.334	0.302	16	0.373	0.351
$1\frac{7}{8}$	0.8750	9	0.462	0.419	14	0.509	0.480
1	1.0000	8	0.606	0.551	12	0.663	0.625
$1\frac{1}{4}$	1.2500	7	0.969	0.890	12	1.073	1.024
$1\frac{1}{2}$	1.5000	6	1.405	1.294	12	1.581	1.521

*Esta tabla se compiló de la norma ANSI B1.1-1974. El diámetro menor se determinó mediante la ecuación $d_s = d - 1.299 038p$ y el diámetro de paso a partir de $d_p = d - 1.649 519p$. Para calcular el área de esfuerzo de tensión se usaron la media del diámetro de paso y el diámetro menor.

26) ANEXO (VALORES DE PRECARGA)

Tabla 8-9

Especificaciones SAE para pernos de acero

Grado de SAE núm.	Intervalo de tamaños, inclusive, pulg	Resistencia de prueba mínima,* kpsi	Resistencia mínima a la tensión,* kpsi	Resistencia mínima a la fluencia,* kpsi	Material	Marca en la cabeza
1	$\frac{1}{4}$ - $1\frac{1}{2}$	^{Sp} 33 Sp	^{Sut} 60 Sut	36, ^{Sy} Sy	Acero de bajo o medio carbono	
2	$\frac{1}{4}$ - $\frac{3}{4}$	55	74	57	Acero de bajo o medio carbono	
	$\frac{7}{8}$ - $1\frac{1}{2}$	33	60	36		
4	$\frac{1}{4}$ - $1\frac{1}{2}$	65	115	100	Acero de medio carbono, estirado en frío.	
5	$\frac{1}{4}$ -1	85	120	92	Acero de medio carbono, T y R	
	$1\frac{1}{8}$ - $1\frac{1}{2}$	74	105	81		
5.2	$\frac{1}{4}$ -1	85	120	92	Acero martensítico de bajo carbono, T y R	
7	$\frac{1}{4}$ - $1\frac{1}{2}$	105	133	115	Acero de aleación de medio carbono, T y R	
8	$\frac{1}{4}$ - $1\frac{1}{2}$	120	150	130	Acero de aleación de medio carbono T y R	
8.2	$\frac{1}{4}$ -1	120	150	130	Acero martensítico de bajo carbono, T y R	

*Las resistencias mínimas son resistencias que excede 99% de los sujetadores.

27) ANEXO (INEN 1330)

CDU: 621.643.4.06:678.743.22
 CIU: 3560



PL 04.02-403

Norma Ecuatoriana Obligatoria	TUBERIA PLASTICA. TUBERIA DE PVC RIGIDO PARA PRESION. TUBOS Y ACCESORIOS CON CAMPANA PARA UNION POR CEMENTADO SOLVENTE. DIMENSIONES.	INEN 1 330 Primera revisión 1994-09
-------------------------------------	---	---

1. OBJETO

1.1 Esta norma determina las dimensiones de la campana de los tubos y/o accesorios de PVC rígido, destinados a uniones por cementado solvente.

2. DISPOSICIONES ESPECIFICAS

2.1 Longitud de campana (L). La longitud del accesorio es de igual manera aplicable a tubos para presión de cualquier diámetro y se determina mediante la siguiente fórmula:

$$L = 0,5.D + 6 \text{ mm (con un valor mínimo de 12 mm)}$$

En donde:

D = diámetro nominal del tubo.

2.2 Diámetro interior de la campana

2.2.1 Diámetro interior medio de la campana. El diámetro interior medio de la campana, medido como lo indica la Norma INEN 499, debe cumplir con los requisitos de la tabla 1.

TABLA 1. Tolerancia para diámetro interior medio de la campana

Diámetro interior del accesorio Diámetro nominal del tubo D (mm)	Tolerancia Diámetro interior medio campana (mm)
10	+ 0,3
12	+ 0,3
16	+ 0,3
20	+ 0,3
25	+ 0,3
32	+ 0,3
40	+ 0,3
50	+ 0,3
63	+ 0,3
75	+ 0,3
90	+ 0,3
110	+ 0,3
125	+ 0,4
140	+ 0,4
160	+ 0,5
200	+ 0,5
225	+ 0,6
250	+ 0,7
280	+ 0,8
315	+ 0,8
355	+ 0,9
	+ 1,1

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Casilla 17-01-3999 - Baquerío 454 y Ave. 6 de Diciembre - Quito-Ecuador - Prohibida la reproducción

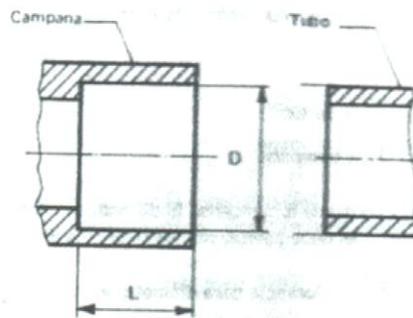
2.3 Ovalamiento de la campana. El ovalamiento de la campana no excederá el mayor de los siguientes valores:

- a) $t = (D_p - D) = 0,5 \text{ mm}$
- b) $t = (D_p - D) = 0,012 D$ (ver nota 1)

En donde:

D_p = diámetro en un punto cualquiera

FIGURA 1. Dimensiones de la campana



NOTA 1. Cálculo redondeado al valor superior con aproximación al 0,1 mm

28) ANEXO (INEN 1331)

CDU: 621.643.4.678.743
 CIU: 3560



PL 04.02-404

<p>Norma Ecuatoriana Obligatoria</p>	<p>TUBERIA PLASTICA. TUBERIA DE PVC RIGIDO PARA PRESION TUBOS CON CAMPANA PARA SELLADO ELASTOMERICO. LONGITUD MINIMA DE ACOPLAMIENTO.</p>	<p>INEN 1 331 Primera revisión 1994-09</p>
--------------------------------------	---	--

1. OBJETO

1.1 Esta norma determina la longitud mínima de acoplamiento en la campana del tubo por sellado elastomérico.

2. ALCANCE

2.1 Esta norma es aplicable a tubos hechos de PVC rígido que se utilicen en sistemas de abastecimiento de aguas subterráneas y superficiales, o para cualquiera de éstos en el interior y exterior de edificios.

2.2 Esta norma es aplicable a tubos de PVC rígido, usados para la conducción de agua a presión hasta temperaturas de 45°C para propósitos generales, así como para el transporte de agua potable.

3. DISPOSICIONES GENERALES

3.1 Longitud mínima de acoplamiento "m". La longitud mínima de acoplamiento se calcula utilizando la siguiente fórmula: (ver nota 1).

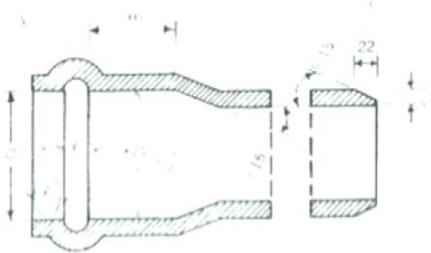
$$m > 30 \text{ mm} + 0,15 D$$

En donde:

D = diámetro nominal del tubo en mm

3.2 La longitud mínima de acoplamiento será la indicada en la figura 1 y deberá cumplir los requisitos dados en la tabla 1.

FIGURA 1.



NOTA 1. El valor de m, considera la expansión y contracción térmicas, factores por pandeo y seguridad.

(Continúa)

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Casilla 17-01-3999 - Baquerizo 454 y Ave 6 de Diciembre - Quito-Ecuador - Prohibida la reproducción

TABLA 1. Longitud mínima de acoplamiento

DIAMETRO NOMINAL D (mm)	LONGITUD MINIMA DE ACOPLAMIENTO m (mm)
63	39
75	41
90	43
110	46
125	49
140	51
160	54
180	57
200	60
225	64
250	67
280	72
315	77
355	83
400	90
450	97
500	105
560	114
630	124
710	136
800	150
900	165
1000	180

29) ANEXO (PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LAS MÁQUINAS ACAMPANADORAS)

30) ANEXO (FACTOR DE CONFIABILIDAD)

Tabla 6-5

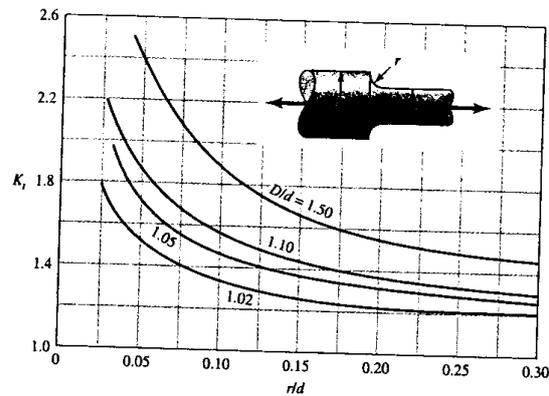
Factores de confiabilidad k_e correspondientes a 8 desviaciones estándar porcentuales del límite de resistencia a la fatiga

Confiabilidad, %	Variación de transformación z_o	Factor de confiabilidad k_e
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

31) ANEXO (FACTOR DE CONCENTRACIÓN DE ESFUERZOS)

Figura A-15-7

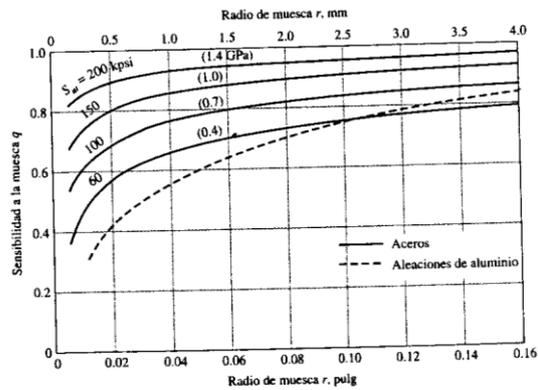
Eje redondo con filete en el hombro en tensión. $\sigma_o = F/A$, donde $A = \pi d^2/4$.



32) ANEXO (SENSIBILIDAD A LAS RANURAS)

Figura 6-20

Sensibilidad a la muesca en el caso de aceros y aleaciones de aluminio forjado UNS A92024-T, sometidos a flexión inversa de cargas axiales inversas. Para radios de muesca más grandes, use los valores de q correspondientes a la ordenada $r = .16$ pulg [4 mm]. [De George Sines y J. L. Waisman (eds.), Metal Fatigue, McGraw-Hill, Nueva York, Copyright © 1969 por The McGraw-Hill Companies, Inc. Reproducido con autorización.]



ANEXO B

PROGRAMACIÓN MÁQUINA ACAMPANADORA

DESCRIPCIÓN DE VARIABLES EMPLEADAS EN LA PROGRAMACIÓN

VARIABLE	DESCRIPCIÓN
X4	SENSOR PARA TUBERÍA DE 6 METROS
X5	SENSOR PARA TUBERÍA DE 3 METROS
X6	SENSOR DE INICIO PARA ACAMPANADO
Y0	RETORNO PISTÓN 1 PORTA MANDRIL DERECHO
Y1	AVANCE PISTÓN 1 PORTA MANDRIL DERECHO
Y2	AVANCE PISTÓN 2 PORTA MANDRIL IZQUIERDO
Y3	RETORNO PISTÓN 2 PORTA MANDRIL IZQUIERDO
Y4	EXPULSOR 2
Y5	EXPULSOR 1
Y6	MORDAZAS
Y7	RETORNO BRAZO DE DESCARGA
Y10	SUBE BRAZO DE DESCARGA
Y11	VÁLVULA DE ENFRIAMIENTO
Y12	BRAZO QUE UBICA LA TUBERÍA A ESTACIÓN DE CAMPANEO
Y13	UBICADO Y DESPLAZAMIENTO DE TUBOS EN EL HORNO
Y14	VOLTEADOR DE TUBOS AL INGRESO INICIO DEL CICLO
Y15	RECORRIDO DEL HORNO
Y16	EXPULSOR 2
Y17	LIMPIEZA DE LA TUBERÍA
Y100	AVANCE PORTA SELLOS

Y101	SEGUROS
Y102	GUILLOTINA
Y105	GIRO DEL MOTOR
Y107	CALENTAMIENTO DE LA PRIMERA SECCIÓN DEL HORNO
Y110	CALENTAMIENTO DE LA SEGUNDA SECCIÓN DEL HORNO
C160	MORDAZAS
C161	TRASLADO DE TUBERÍA DE UNA ESTACIÓN A OTRA
C162	ACCIONAMIENTO DEL MOTOR
C163	VOLTEA LA TUBERÍA A LA ENTRADA
C164	DESCARGA TUBERÍA
C167	PISTÓN 1
C170	PISTÓN 2
C1000	MANUAL
C60	ENCENDIDO DEL HORNO
C50	SELECTOR LONGITUD DE LA TUBERÍA
C131	LIMPIEZA
C166	RECORRIDO DEL HORNO
C170	PISTÓN 2
C171	EXPULSOR 1
C172	EXPULSOR 2
C1	SELECTOR PARA SELLADO ELASTOMÉRICO
C167	PISTÓN 1
C2	SEMIAUTOMÁTICO
C165	PORTA SELLOS
C0	GUILLOTINA
V10040	TIEMPO DE CONFORMADO
V10005	TIEMPO DE PERMANENCIA
V10014	TIEMPO DE FORMADO
V10210	CALENTAMIENTO ZONA 1

ANEXO C

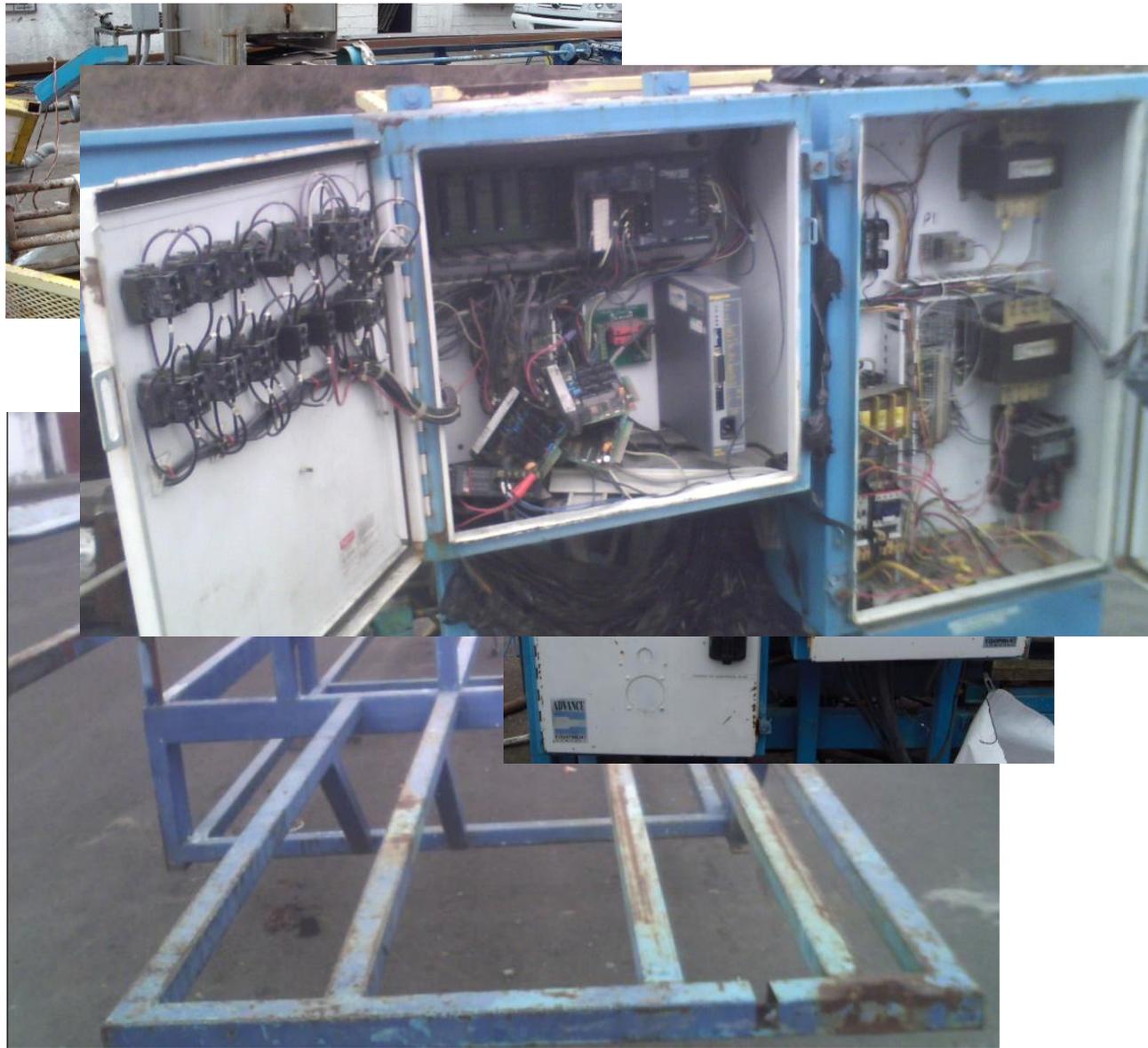
FOTOS

MÁQUINA

ACAMPANADORA

EN LAS SIGUIENTES FOTOGRAFÍAS SE OBSERVA EL ESTADO QUE LA MÁQUINA SE ENCONTRABA.





LAS FOTOGRAFÍAS SIGUIENTES MUESTRAN LOS PASOS EMPLEADOS PARA LA RECONSTRUCCIÓN DE LA MÁQUINA ACAMPANADORA.









EN LAS SIGUIENTES FOTOGRAFÍAS SE OBSERVA EL TRABAJO DE LA MÁQUINA REALIZANDO LAS UNIONES ESPIGA-CAMPANA Y SELLADO ELASTOMÉRICO







