



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN MECATRÓNICA**

TEMA

**SISTEMA DE TRANSPORTE SEMI AUTOMÁTICO PARA FUMIGACIÓN
ELECTROSTÁTICA DE FLORES CORTADAS**

AUTOR: CARAPAZ CARANQUI JOSÉ MIGUEL

DIRECTOR: ING. CARLOS VILLARREAL

Ibarra, 2 015

DECLARACIÓN

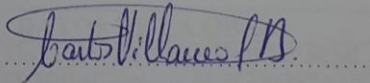
Yo Carapaz Caranqui José Miguel, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional y certifico la veracidad de las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.



Carapaz Caranqui José Miguel

CERTIFICACIÓN

En calidad de Director del Trabajo de Grado "SISTEMA DE TRANSPORTE SEMI AUTOMÁTICO PARA FUMIGACIÓN ELECTROSTÁTICA DE FLORES CORTADAS", presentado por el señor Carapaz Caranqui José Miguel, para optar por el título de Ingeniero en mecatrónica, certifico que el mencionado proyecto fue realizado bajo mi dirección.



Ing. Carlos Villarreal

DIRECTOR



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	040149257-4		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Carapaz Caranqui José Miguel		
DIRECCIÓN:	Mira- Calle García Moreno y Sucre (esquina)		
EMAIL:	miguelcarapaz@hotmail.com		
TELÉFONO FIJO:	062280-692	TELÉFONO MÓVIL:	0986308181

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	SISTEMA DE TRANSPORTE SEMI AUTOMÁTICO PARA FUMIGACIÓN ELECTROSTÁTICA DE FLORES CORTADAS.
AUTOR :	Carapaz Caranqui José Miguel
FECHA:	2 015 – 05 - 28
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero en Mecatrónica
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Carlos Villarreal

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

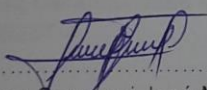
Yo, Carapaz Caranqui José Miguel, con cédula de identidad Nro. 040149257-4, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

3. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 20 días del mes de noviembre de 2 014.

EL AUTOR:


.....
Carapaz Caranqui José Miguel



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, Carapaz Caranqui José Miguel, con cédula de identidad Nro. 040149257-4, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de grado denominado: "SISTEMA DE TRANSPORTE SEMI AUTOMÁTICO PARA FUMIGACIÓN ELECTROSTÁTICA DE FLORES CORTADAS ", que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero en Mecatrónica en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 20 días del mes de noviembre de 2 014.

Carapaz Caranqui José Miguel
040149257-4

DEDICATORIA

Luego de haber llegado a la culminación de una meta valiosa para mi vida dedico el presente trabajo.

A Dios, por guiar mi vida y hacer de mí un hombre de bien.

A mis padres, por inculcar valores de responsabilidad y superación.

A mis hermanos por su preocupación y apoyo incondicional.

José Miguel

AGRADECIMIENTO

A mis padres y hermanos, por brindarme su confianza y apoyo, para poder cumplir mis objetivos.

Ing. Carlos Villarreal, gracias por guiar y transmitir sus conocimientos en el desarrollo de este trabajo de grado.

A la Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, y de manera especial a los docentes de la Carrera de Mecatrónica, sus conocimientos, su experiencia, son el mejor lazo de amistad que han inculcado en mi vida.

A todas las personas que confiaron en mí, su apoyo desinteresado han colaborado en alcanzar una nueva meta.

José Miguel

ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN	ii
CERTIFICACIÓN	iii
DEDICATORIA.....	vii
AGRADECIMIENTO.....	viii
ÍNDICE GENERAL	ix
RESUMEN	xxv
SUMMARY	xxvi
PRESENTACIÓN	xxvii
CAPÍTULO I	
1. LA FUMIGACIÓN DE FLORES CORTADAS	1
1.1. INTRODUCCIÓN	1
1.2. TÉCNICAS DE FUMIGACIÓN	1
1.2.1. ASPERSIÓN.....	2
1.2.2. NEBULIZACIÓN	2
1.2.3. TERMO NEBULIZACIÓN	3
1.3. FUMIGACIÓN ELECTROSTÁTICA	3
1.3.1. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO.....	3
1.3.2. BOQUILLA DE FUMIGACIÓN ELECTROSTÁTICA.....	4
1.3.3. IMPACTO SOBRE EL MEDIO AMBIENTE Y CULTIVO.....	5
1.3.4. COBERTURA DE QUÍMICOS	5
1.3.5. LA SEGURIDAD DEL EMPLEADO	6
1.3.6. EL CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES	6
1.4. SISTEMAS DE TRANSPORTE.....	7
1.4.1. TRANSPORTE	7

1.4.2.	COMPONENTES DEL SISTEMA DE TRANSPORTE.....	7
1.5.	SISTEMA DE TRANSPORTE AUTOMÁTICO	8
1.6.	SISTEMAS DE TRANSMISIÓN	8
1.6.1.	TRANSMISIÓN MEDIANTE PIÑONES Y CADENA.....	8
1.6.2.	TRANSMISIÓN MEDIANTE POLEAS Y CORREA	9
1.6.3.	TRANSMISIÓN MEDIANTE RUEDAS DE FRICCIÓN	9
1.6.4.	TRANSMISIÓN MEDIANTE ENGRANAJES	9
1.7.	MOTORES ELÉCTRICOS	10
1.8.	AUTOMATIZACIÓN	10
1.8.1.	PLC.....	11
1.8.2.	VENTAJAS E INCONVENIENTES	11
1.8.3.	FUNCIONES.....	12
1.9.	ELECTROVÁLVULA	13
1.10.	SENSORES	13
1.10.1.	SENSORES DE PROXIMIDAD.....	14
1.10.1.1.	Sensor final de carrera	14
1.10.1.2.	Sensor capacitivo	14
1.10.1.3.	Sensor inductivo.....	15
1.10.1.4.	Sensor fotoeléctrico.....	15

CAPÍTULO II

2.	DISEÑO DEL SISTEMA DE FUMIGACIÓN Y TRANSPORTE	16
2.1.	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE FUMIGACIÓN ACTUAL.....	16
2.1.1.	TRANSPORTE	16
2.1.1.1.	Cable vía	16
2.1.1.2.	Coche transportador	17
2.1.1.3.	Garrucha modelo T10	18
2.1.2.	UBICACIÓN.....	19

2.1.3.	APLICACIÓN DEL PRODUCTO AGROQUÍMICO	20
2.1.4.	POSCOSECHA	20
2.2.	CONSIDERACIONES DEL SISTEMA DE FUMIGACIÓN.....	21
2.3.	PARÁMETROS DE DISEÑO Y EVALUACIÓN	21
2.3.1.	FUNCIONALIDAD	21
2.3.2.	OPERACIÓN	22
2.3.3.	MANTENIMIENTO.....	22
2.3.4.	FIABILIDAD	23
2.3.5.	COSTO.....	23
2.3.6.	VIDA ÚTIL	24
2.4.	PRESENTACIÓN DE ALTERNATIVAS	24
2.4.1.	POR SU FORMA DE DESPLAZAMIENTO	24
2.4.2.	POR LA DISTRIBUCIÓN DEL LÍQUIDO FUMIGANTE	25
2.4.3.	POR EL MEDIO PARA TRANSMITIR LOS DATOS.....	25
2.4.3.	POR EL TIPO DE CONTROLADOR	25
2.4.4.	POR MATERIAL.....	26
2.5.	EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS	26
2.5.1.	POR SU FORMA DE DESPLAZAMIENTO	26
2.5.2.	POR LA DISTRIBUCIÓN DE LÍQUIDO FUMIGANTE	26
2.5.3.	POR EL MEDIO PARA TRANSMITIR LOS DATOS.....	27
2.5.4.	POR EL TIPO DE CONTROLADOR	27
2.5.5.	POR MATERIAL.....	27
2.6.	SELECCIÓN DE ALTERNATIVA ADECUADA	28
2.7.	DISEÑO DEL SISTEMA DE FUMIGACIÓN	29
2.7.1.	DESCRIPCIÓN PROCESO DE FUMIGACIÓN (TÚNEL)	29
2.7.2.	PARÁMETROS DE DISEÑO	29
2.7.3.	GENERALIDADES	29

2.7.4.	DISEÑO ÁREA DE APLICACIÓN AGROQUÍMICA.....	30
2.7.4.1.	Análisis de cargas externas en la estructura.....	31
2.7.4.2.	Cargas vivas	32
2.7.4.3.	Cargas muertas.....	32
2.7.4.4.	Carga de sismo	34
2.7.4.5.	Carga de viento.....	35
2.7.4.6.	Cálculo de reacciones, momentos, axiales y cortantes.....	37
2.7.4.7.	Carga muerta vertical uniformemente repartida.....	39
2.7.4.8.	Carga viva vertical uniformemente repartida.....	41
2.7.4.9.	Carga de sismo uniformemente repartida	44
2.7.4.10.	Carga de viento uniformemente repartida	47
2.7.4.11.	Diseño de correas túnel de fumigación	50
2.7.5.	SELECCIÓN DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES.....	53
2.7.5.1.	Tubería estructural redonda.....	53
2.7.5.2.	Tubería estructural rectangular	54
2.7.5.3.	Cubierta KUBILIER	54
2.7.5.4.	Lámina de policarbonato alveolar	54
2.7.6.	TÚNEL DE FUMIGACIÓN ELECTROSTÁTICO.....	55
2.8.	DISEÑO DEL SISTEMA DE TRANSPORTE	56
2.8.1.	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE TRANSPORTE.....	56
2.8.2.	PARÁMETROS DE DISEÑO	56
2.8.3.	CÁLCULOS PRELIMINARES DE DISEÑO	57
2.8.3.1.	Cálculos para selección de motor	57
2.8.3.2.	Cálculos para selección de poleas y bandas	58
2.8.3.3.	Cálculos para el diámetro de poleas	59
2.8.3.4.	Cálculo determinación longitud de banda	61
2.8.3.5.	Cálculo ángulo de contacto de banda θ_s	62

2.8.3.6.	Cálculo del número de bandas.....	62
2.8.3.7.	Diagrama de cuerpo libre eje del sistema de tracción.....	64
2.8.3.8.	Diagrama esfuerzo cortante y momento flector.....	66
2.8.3.9.	Cálculo eje sometido a flexión.....	67
2.8.3.10.	Cálculo eje sometido a torsión	68
2.8.3.11.	Cálculo eje sometido a fatiga	69
2.8.3.12.	Cálculo del factor de seguridad	72
2.8.3.13.	Cálculo para la selección de chumaceras	73
2.8.4.	SELECCIÓN DE ELEMENTOS MECÁNICOS	75
2.8.4.1.	Motor WEG	75
2.8.4.2.	Poleas	76
2.8.4.3.	Correas	77
2.8.4.4.	Eje de acero	78
2.8.4.5.	Chumaceras.....	78
2.8.4.6.	Piñones	79
2.8.4.7.	Cadena.....	81
2.8.4.8.	Ruedas de fricción	81
2.8.4.9.	Base y soporte estructural.....	82
2.8.5.	SISTEMA DE TRACCIÓN	83

CAPÍTULO III

3.	DISEÑO DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN	85
3.1.	DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL	85
3.1.1.	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL.....	85
3.1.2.	PARÁMETROS DE DISEÑO	85
3.1.3.	ESQUEMATIZACIÓN Y REQUERIMIENTOS	86
3.1.3.1.	Diagrama de bloques del proceso.....	86
3.1.4.	SELECCIÓN DE ELEMENTOS DE CONTROL.....	87

3.1.4.1.	PLC	87
3.1.4.2.	Programación Zelio Logic.....	88
3.1.4.3.	Sensor final de carrera.....	90
3.1.4.4.	Variador de velocidad	90
3.1.4.5.	Timer	91
3.1.4.6.	Luz piloto.....	92
3.1.4.7.	Pulsador de emergencia	93
3.1.4.8.	Gabinete metálico	93
3.2.	DISEÑO DEL SISTEMA NEUMÁTICO	94
3.2.1.	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA NEUMÁTICO.....	94
3.2.2.	PARÁMETROS DE DISEÑO	94
3.2.3.	ESQUEMATIZACIÓN.....	94
3.2.3.1.	Diagrama de instrumentación	94
3.2.4.	SELECCIÓN DE ELEMENTOS NEUMÁTICOS	95
3.2.4.1.	Compresor de aire	95
3.2.4.2.	Llave de paso neumática	96
3.2.4.3.	Manómetro	97
3.2.4.4.	Tubería neumática	97
3.2.4.5.	Electroválvula.....	98
3.2.4.6.	Boquilla fumigación electrostática	98
3.3.	DISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO	99
3.3.1.	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO.....	99
3.3.2.	CRITERIOS TÉCNICOS.....	99
3.3.2.1.	Características de las instalaciones eléctricas.....	99
3.3.3.	SELECCIÓN DE ELEMENTOS ELÉCTRICOS	100
3.3.3.1.	Conductores eléctricos.....	100
3.3.3.2.	Tuberías y ductos eléctricos.....	100

3.3.3.3. Piezas, receptáculos y placas	101
--	-----

CAPÍTULO IV

4. IMPLEMENTACIÓN, PRUEBAS Y ANÁLISIS	102
4.1. IMPLEMENTACIÓN	102
4.1.1. DIAGRAMA DE PROCESOS	102
4.1.1.1. Distribución de entradas y salidas PLC ZELIO	103
4.1.1.2. Conexión del PLC ZELIO LOGIC	104
4.1.1.3. Conexión etapa de potencia.....	104
4.1.1.4. Conexión del variador de velocidad	105
4.1.2. DESARROLLO DEL SOFTWARE	105
4.1.2.1. Diagrama de flujo del proceso.....	105
4.1.2.2. Descripción entradas/salidas	107
4.1.2.3. Programación ladder	107
4.1.2.4. Simulación.....	109
4.1.3. MONTAJE DEL SISTEMA.....	111
4.1.3.1. Tableros de control	111
4.1.3.2. Sistema de transporte	115
4.1.3.1. Sistema neumático.....	118
4.1.4. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	121
4.1.5. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	124

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	126
5.1. CONCLUSIONES.....	126
5.2. RECOMENDACIONES	127
5.3. BIBLIOGRAFÍA	128
ANEXOS	131
ANEXO 1: Cargas vivas mínimas para cubiertas en Kg/m ²	131

ANEXO 2: Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada	131
ANEXO 3: Coeficiente de suelo S y Coeficiente Cm	132
ANEXO 4: Tipo de uso, destino e importancia de la estructura	132
ANEXO 5: Valores del coeficiente de reducción de respuesta estructural R	132
ANEXO 6: Coeficiente de Exposición (Ce)	133
ANEXO 7: Coeficiente de Presión (Cq)	134
ANEXO 8: Factor de Importancia (Iw).....	134
ANEXO 9: Tubo estructural redondo	135
ANEXO 10: Tubo estructural rectangular.....	136
ANEXO 11: Panel AR2000	137
ANEXO 12: Cálculo de potencia de diseño	138
ANEXO 13: Gráfico de selección del perfil de correa	139
ANEXO 14: Hoja técnica poleas	140
ANEXO 15: Hoja técnica bandas en V.....	141
ANEXO 16: Hoja técnica ejes macizos y ejes huecos	143
ANEXO 17: Hoja técnica chumaceras	146
ANEXO 18: Hoja técnica ruedas dentadas	148
ANEXO 19: Hoja técnica cadena de rodillos.....	149
ANEXO 20: Rueda neumática	150
ANEXO 21: Hoja técnica ZELIO SR2A201FU	151
ANEXO 22: Hoja técnica Variador ATV312	156
ANEXO 23: Hoja técnica timer RE7TL11BU.....	157
ANEXO 24: Análisis económico.....	159

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Fumigación por aspersion	2
Figura 2: Fumigación por nebulización.....	2
Figura 3: Fumigación por termo nebulización.....	3
Figura 4: Comparación cobertura, fumigador electrostático vs hidráulico	4
Figura 5: Boquilla, sistema de fumigación electrostática	5
Figura 6: Incidencia de fumigación electrostática e hidráulica	6
Figura 7: Incidencia fumigación electrostática e hidráulica en operador	6
Figura 8: Permanencia de aplicación electrostática en una planta.....	7
Figura 9: Transmisión piñón - cadena	8
Figura 10: Transmisión poleas - correas	9
Figura 11: Transmisión mediante ruedas de fricción	9
Figura 12: Transmisión mediante engranes	10
Figura 13: Motor eléctrico.....	10
Figura 14: Controlador Lógico Programable (Zelio Logic).....	11
Figura 15: Electroválvula	13
Figura 16: Funcionamiento de una electroválvula	13
Figura 17: Sensor final de carrera	14
Figura 18: Sensores capacitivos	14
Figura 19: Sensores inductivos	15
Figura 20: Sensores inductivos	15
Figura 21: Cable vía: arcos de soporte y riel guía	17
Figura 22: Coche transportador de flores cortadas	17
Figura 23: Partes garrucha modelo T10.....	19
Figura 24: Área de fumigación electrostática: túnel de 7,5 m ²	19
Figura 25: Aplicación del producto agroquímico.....	20
Figura 26: Área de selección y empaquetado: poscosecha	20
Figura 27: Vista frontal, túnel de fumigación	31
Figura 28: Vista superior, túnel de fumigación	31
Figura 29: Reacciones en el pórtico parabólico.....	38
Figura 30: Carga muerta sobre la estructura.....	39
Figura 31: Diagrama de momentos y reacciones por carga muerta.....	41

Figura 32: Diagrama de fuerzas axiales por carga muerta.....	41
Figura 33: Carga viva sobre la estructura	42
Figura 34: Diagrama de momentos y reacciones por carga viva.....	43
Figura 35: Diagrama de fuerzas axiales por carga viva	44
Figura 36: Carga de sismo sobre la estructura.....	44
Figura 37: Diagrama de fuerzas axiales por carga de sismo	46
Figura 38: Diagrama de momentos y reacciones por carga de sismo.....	47
Figura 39: Diagrama de carga de viento sobre el arco.....	47
Figura 40: Diagrama de momentos y reacciones por carga de viento	49
Figura 41: Diagrama de fuerzas axiales por carga de viento	49
Figura 42: Diagrama de correas en estructura	50
Figura 43: Diagrama cuerpo libre	51
Figura 44: Diagrama de cargas en viga simple	51
Figura 45: Diagrama de cuerpo libre, viga simple	52
Figura 46: Diagrama de fuerza cortante	53
Figura 47: Diagrama momento flector	53
Figura 48: Tubería estructural redonda	53
Figura 49: Tubería estructural rectangular	54
Figura 50: Cubierta KUBILIER	54
Figura 51: Lámina de polycarbonato alveolar.....	55
Figura 52: Túnel de fumigación electrostático	56
Figura 53: Diagrama de cuerpo libre del eje.....	64
Figura 54: Diagrama transmisión por banda	65
Figura 55: Diagrama esfuerzo cortante	66
Figura 56: Diagrama momento flector	67
Figura 57: Motor Trifásico 2HP.....	75
Figura 58: Polea motriz 3 in.....	76
Figura 59: Polea conducida 8 in	77
Figura 60: Correa mitsuboshi B-46.....	77
Figura 61: Eje de acero redondo	78
Figura 62: Chumacera SY 25 TF.....	79
Figura 63: Piñón 18 dientes.....	80
Figura 64: Corona 60 dientes	80

Figura 65: Cadena P40 1/2	81
Figura 66: Rueda de fricción	82
Figura 67: Canal estructural tipo U.....	83
Figura 68: Elementos sistema de tracción	84
Figura 69: Sistema de tracción semiautomático.....	84
Figura 70: Diagrama de bloques	87
Figura 71: Estructura del ZELIO SR2A201FU 100/240V (Anexo 21).....	87
Figura 72: Entorno programación ZELIO Soft, lenguaje de contactos	89
Figura 73: Sensor final de carrera	90
Figura 74: Variador ALTIVAR 312HU15M3.....	91
Figura 75: Timer on-delay RE7TL11BU	92
Figura 76: Luz piloto señalización	92
Figura 77: Pulsador de emergencia	93
Figura 78: Gabinete metálico BEAUCOUP	93
Figura 79: P&ID Sistema neumático	95
Figura 80: Compresor CAMBELL 3HP	96
Figura 81: Llave de paso neumática	96
Figura 82: Manómetro (glicerina)	97
Figura 83: Tubería neumática	97
Figura 84: Electroválvula simple.....	98
Figura 85: Boquilla de fumigación electrostática	98
Figura 86: Conductores eléctricos.....	100
Figura 87: Tuberías y ductos eléctricos.....	101
Figura 88: Terminales eléctricos	101
Figura 89: Flujograma sistema de fumigación y transporte.....	106
Figura 90: Pantalla activa PLC ZELIO LOGIC.....	109
Figura 91: Arranque motor (activa salida Q2).....	110
Figura 92: Sensor túnel – luz listo para aplicar activos	110
Figura 93: Válvula producto y aire – activos.....	111
Figura 94: Tablero automatización – local.....	112
Figura 95: Tablero local – elementos automatización	113
Figura 96: Tablero automatización – remoto.....	114
Figura 97: Tablero variador velocidad	115

Figura 98: Ubicación sistema de tracción.....	116
Figura 99: Sujeción entre bases estructurales	116
Figura 100: Ubicación soporte y rueda loca	117
Figura 101: Ubicación cadena entre ruedas.....	117
Figura 102: Circuito neumático.....	118
Figura 103: Tanque producto químico.....	119
Figura 104: Conexión suministro de aire	119
Figura 105: Conducción de líneas neumáticas.....	120
Figura 106: Sistema neumático	120
Figura 107: Transportadores mecánicos	121
Figura 108: Ubicación coche flores cortadas	121
Figura 109: Transportador mecánico, túnel.....	122
Figura 110: Fumigación electrostática.....	123
Figura 111: Coche, área poscosecha.....	123
Figura 112: Tiempo de transporte vs procesamiento coches	124
Figura 113: Incidencia enfermedades en flores.....	125

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Selección de alternativa adecuada.....	28
Tabla 2: Resumen cargas muertas	34
Tabla 3: Resumen momentos y axiales con carga vertical muerta	40
Tabla 4: Resumen momentos y axiales con carga vertical viva	43
Tabla 5: Resumen momentos y axiales con carga horizontal de sismo	46
Tabla 6: Resumen momentos y axiales con carga horizontal de sismo	49
Tabla 7: Variación ángulos de inclinación correa	50
Tabla 8: Resumen ángulos de inclinación - fuerza.....	51
Tabla 9: Características motor WEG.....	75
Tabla 10: Características polea motriz	76
Tabla 11: Características polea conducida	76
Tabla 12: Características correa mitsuboshi B-46.....	77
Tabla 13: Características eje de acero (Anexo 16)	78
Tabla 14: Características chumacera (Anexo 17)	79
Tabla 15: Características piñón (Anexo 18)	80
Tabla 16: Características corona (Anexo 11)	80
Tabla 17: Características cadena P40 1/2 (Anexo 19)	81
Tabla 18: Características rueda de fricción (Anexo 20).....	82
Tabla 19: Características canal tipo U (Anexo 10)	82
Tabla 22: Características variador ALTIVAR 312HU15M3 (Anexo 22)	91
Tabla 23: Especificaciones timer on-delay RE7TL11BU (Anexo 23).....	92
Tabla 24: Especificaciones Compresor CAMBELL	96
Tabla 25: Diagrama de procesos	103
Tabla 26: Cuadro de señales de entrada	103
Tabla 27: Cuadro de señales de salida	104
Tabla 29: Entradas - Salidas digitales – programación	107
Tabla 30: Indicadores tablero local.....	112
Tabla 31: Indicadores tablero remoto.....	113
Tabla 32: Indicadores tablero variador frecuencia.....	114
Tabla 33: Costos directos de fabricación	160

Tabla 34: Costos indirectos de fabricación.....	160
Tabla 35: Costo total	161
Tabla 36: Flujo de caja mensual, sin máquina	162
Tabla 37: Flujo de caja mensual, con máquina	163
Tabla 38: Flujo de caja, proyectado 5 años.....	164

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ec.2.1: Carga total de la cubierta W_c (Kgf)	32
Ec.2.2: Carga lineal sobre la luz del pórtico w_c	33
Ec.2.3: Carga total del pórtico W_p (Kgf)	33
Ec.2.4: Cortante basal total de diseño V	34
Ec.2.5: Período fundamental de vibración T	34
Ec.2.6: Carga de viento P	36
Ec.2.7: Presión de estancamiento del viento.....	36
Ec.2.8: Constantes para cálculos de carga	37
Ec.2.9: Ecuación de la parábola:.....	37
Ec.2.10: Pendiente del arco	37
Ec.2.11: Reacción horizontal.....	39
Ec.2.12: Reacción vertical	40
Ec.2.13: El momento en diferentes puntos.....	40
Ec.2. 14: Cortantes y axiales, cuando $x \leq L_2$	40
Ec.2.15: Cortantes y axiales, cuando $x > L_2$	40
Ec.2.16: Reacción horizontal, carga de sismo.....	45
Ec.2.17: Reacción vertical, carga sismo.....	45
Ec.2.18: Momentos en los puntos inicial – final, carga sismo	45
Ec.2.19: Momentos, cortantes y axiales en función de x , si $x \leq L_2$	45
Ec.2.20: Momentos, cortantes y axiales en función de x , si $x > L_2$	46
Ec.2.21: Constante de la estructura	48
Ec.2.22: Torque M_t	58
Ec.2.23: Potencia del motor P	58
Ec.2.24: Potencia de diseño P_d	58
Ec.2.25: Relación de velocidades angulares i	60
Ec.2.26: Longitud de paso de la banda L_p	61
Ec.2.27: Longitud interior de la banda L_i	61
Ec.2.28: Ángulo de contacto de la banda θ_s	62
Ec.2.29: Potencia nominal H_r	62
Ec.2.30: Potencia corregida H_r'	63

Ec.2.31: N° bandas	64
Ec.2.32: Torque M_t	65
Ec.2.33: Esfuerzo máximo σ_x	67
Ec.2.34: Momento de inercia I	67
Ec.2.35: Esfuerzo a torsión τ_{xy}	68
Ec.2.36: Momento polar de inercia J	68
Ec.2.37: Límite de resistencia a la fatiga del eje	69
Ec.2.38: Límite de resistencia a la fatiga de la muestra de viga rotatoria.....	69
Ec.2.39: Factor de superficie k_a	70
Ec.2.40: Factor de tamaño k_b	70
Ec.2.41: Resistencia de fluencia al corte S_{sy}	71
Ec.2.42: Límite de fatiga a la cortadura S_{se}	71
Ec.2.43: Factor de seguridad	72
Ec.2.44: Carga equivalente, según SKF	73
Ec.2.45: Duración nominal en horas de servicio	74

RESUMEN

El presente proyecto se orienta a la semi automatización del sistema de fumigación electrostática de flores cortadas. El área de fumigación tiene un diseño tipo túnel, este es el punto crítico de encuentro ya que cada uno de los coches cargados de flores tiene dirección hacia el túnel de fumigación. La etapa de movimiento en el área de fumigación es un sistema autónomo de transmisión cinética de un motor hacia un cable vía; el cual mantiene una velocidad promedio de 1 m/s, debido a que la carga máxima aproximada es de 25kg.

El túnel de fumigación se complementa con sensores de movimiento y electroválvulas. La función principal de los sensores de movimiento es emitir una señal de presencia de coche en el túnel. Las electroválvulas ejecutan el paso o el cierre de producto químico hacia la lanza fumigadora.

Además el proceso de aplicación agroquímica en las flores, tiene un dispositivo manual de control de fumigación, debido a que el tiempo recomendado de aplicación es de 8 a 10s; el controlador es construido para modificar los tiempos de aplicación del producto químico de acuerdo al criterio del usuario.

El control e interpretación de cada una de las señales emitidas por los elementos existentes en el túnel, es a través de un dispositivo programable. Con este conjunto de elementos y procesos autónomos, se espera mejorar la producción y cuidado del medio ambiente.

SUMMARY

The present project is oriented to semi automation of electrostatic spraying system of cutting flowers. The fumigation area has a tunnel type design; it is the critical meeting point because each car loaded with flowers will have towards the tunnel fumigation.

The movement stage in the spraying area is an autonomous system of kinematic transmission for a motor to a "way wire". It has an average speed of 1 m/s, because the maximum load is approximately 25kg.

The tunnel fumigation has motion sensors and solenoids. The main function of the motion sensors is to emit a presence signal, when the flower's car is in the tunnel.

The solenoids execute the open or close the way to the chemical product to the electrostatic spraying system.

Also the agrochemical process in to flowers has a control device for the fumigation, because the time recommended for application is 8 to 10s. This is constructed to change the time of fumigation as determined the user.

The control and interpretation of each of the signals emitted by the elements in the tunnel, is through a programmable device.

These elements and autonomous processes, is expected to improve production and environmental protection.

PRESENTACIÓN

El trabajo que se presenta a continuación es la automatización para el proceso de transporte y fumigación electrostática de flores cortadas; el proyecto se detalla en los siguientes capítulos:

En el primer capítulo se describe el fundamento teórico de cada uno de los temas que forman parte del sistema semiautomático de transporte para la fumigación electrostática de flores cortadas.

El segundo capítulo presenta el diseño del sistema de fumigación y transporte. Este apartado detalla: antecedentes, selección de alternativas adecuadas y fundamentación matemática para la implementación del sistema de fumigación y transporte.

En el tercer capítulo se describe el diseño del sistema de automatización, este apartado presenta el desarrollo del sistema de control, neumático y eléctrico, para la implementación del proceso de fumigación y transporte.

En el cuarto capítulo se presenta la implementación del sistema de transporte y fumigación, se detalla la construcción de cada uno de los elementos del sistema y se finaliza con la presentación resultados luego de ensayos realizados.

En el último capítulo se presentan las conclusiones y recomendaciones, alcanzadas luego de la implementación del sistema. También se presenta anexos, planos y documentación del proyecto.

CAPÍTULO I

1. LA FUMIGACIÓN DE FLORES CORTADAS

1.1. INTRODUCCIÓN

Desde hace años atrás, la fumigación viene siendo una actividad que surge de la necesidad de controlar plagas. En la floricultura como en otras áreas agrícolas la aplicación de agroquímicos se maneja a través de la intervención humana, esta práctica es la principal opción para el control de plagas y enfermedades.

Actualmente en el proceso de fumigación para el cultivo de flores, existe un porcentaje mínimo de participación humana. Sin embargo cuando el trabajador inicia la fumigación no se considera un tiempo fijo de aplicación, por lo tanto no existe la seguridad de haber aplicado el nivel suficiente de agroquímico, o por lo contrario el producto químico está siendo aplicado y desperdiciado sin medida, factores que afectan la comercialización de las flores, el cuidado del medio ambiente y la salud de los operadores.

El avance tecnológico ha generado grandes cambios al proceso de aplicar agroquímicos. Uno de ellos es la fumigación electrostática, donde la cantidad de agua como de agroquímicos es mucho más eficiente que anteriores productos de fumigación. Generando factores positivos de cuidado y prevención de la salud humana, medio ambiente, alto nivel de industrialización; fundamentales en los actuales momentos para la competitividad a nivel nacional e internacional.

1.2. TÉCNICAS DE FUMIGACIÓN

Debido al gran impacto que producen ciertos organismos (plagas) en un ser vivo u objeto en particular, la fumigación marca ciertas tendencias de controlar o eliminar estos problemas; de acuerdo al comportamiento o al riesgo que producen estos fenómenos los tipos de fumigación son:

1.2.1. ASPERSIÓN

Método mediante el cual se esparce pequeñas gotas de plaguicida en forma de lluvia localizada. Mediante la fuerza del aire generada por un motor, el agua acelera su movimiento hasta colisionar a gran presión con dispositivos denominados boquillas. La forma cónica de las boquillas produce el efecto de aspersión.



Figura 1: Fumigación por aspersión

Fuente: http://www.youtube.com/watch?v=Nj_rDPaYBws.jpg

1.2.2. NEBULIZACIÓN

“Dispersión de partículas muy finas de plaguicidas por medio de humo producido termo mecánicamente” (ALAS LÓPEZ, 2 005, pág. 5). Generalmente son equipos eléctricos, que producen partículas más finas que las del sistema de aspersión; forman una especie de nube fría (nube húmeda) de micro partículas capaces de penetrar en zonas de difícil acceso.



Figura 2: Fumigación por nebulización

Fuente: <http://www.fumigacion-por-nebulizacion/jpg>

1.2.3. TERMO NEBULIZACIÓN

Este sistema termo-neumático genera una nube de gotas ultra finas, que poseen una temperatura aproximada de 60° C en la boca de salida; su principal ventaja es cubrir grandes superficies en el menor tiempo posible. El calor del humo generado le da un mayor poder de penetración. Ideal para el control de insectos adultos voladores.



Figura 3: Fumigación por termo nebulización
Fuente: <http://www.engormix.com/termonebulizador>

1.3. FUMIGACIÓN ELECTROSTÁTICA

“La fumigación electrostática es un proceso por aspersion, se produce un vapor de gotitas con carga eléctrica, que se lleva a la planta a través de un flujo de aire en alta velocidad” (ANÓNIMO, FUMIGACION ELECTROSTÁTICA, s.f).

Este proceso de aplicación de productos agroquímicos es más eficiente que el de los fumigadores hidráulicos y los fumigadores no electrostáticos. La prevención de plagas y enfermedades adquiere mejores resultados; la incidencia hacia el ser humano, al medio ambiente, e incluso costos de aplicación se reducen considerablemente.

1.3.1. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

La fumigación electrostática es un proceso donde diminutas gotas de agua adquieren una carga eléctrica negativa. Cuando la sustancia en forma de gotas de vapor se encuentra en el medio ambiente, se produce un efecto de atracción 40 veces más grande que la fuerza de la gravedad. La planta al constituirse con carga positiva atrae a las gotitas de vapor, produciendo el efecto de fumigación.

La aplicación del producto hacia las hojas y tallo de las plantas mejora considerablemente porque las gotas con carga eléctrica adquieren dirección y movimiento. Esto significa que el área de incidencia en una hoja constituye la cara superior, inferior y el dorso del tallo. Este fenómeno se denomina “electrostática envolvente”.

La figura 4, muestra la calidad de cobertura que se puede lograr con un fumigador electrostático en comparación con un fumigador hidráulico. La cobertura en la cara inferior es mejor por motivo de la electrostática envolvente.

El control de insectos y enfermedades mejora porque éstos tienen mayor posibilidad de contactarse con una gotita. Además, muchas veces la quemadura química se reduce porque el pesticida no se acumula en gotas grandes.

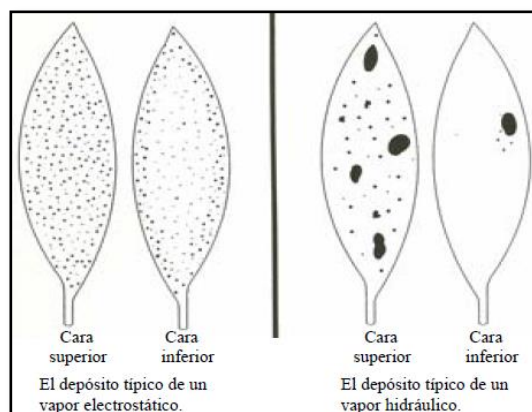


Figura 4: Comparación cobertura, fumigador electrostático vs hidráulico
Fuente: <http://electrostaticas.com/Manuals/Espanol.pdf>

1.3.2. BOQUILLA DE FUMIGACIÓN ELECTROSTÁTICA

La característica principal del sistema electrostático es la boquilla ya que es quien cumple la función de atomizar el aire y otorgar una carga eléctrica.

Figura 5, el aire y el líquido entran separados en la parte posterior de la boquilla. El aire fluye a una alta velocidad a lo largo de la boquilla y choca con el líquido en la punta de la boquilla, causando la formación de numerosas gotitas de vapor. El diámetro de las gotitas es de 30 a 60 micrones. La presión de aire que el sistema requiere es de 30 a 40 psi.

“Mientras que el vapor es atomizado, un electrodo coloca una carga eléctrica sobre cada gotita. En seguida, la fuerza del flujo turbulento de aire lleva las gotitas cargadas a la planta” (Systems, 2 006, pág. 5).

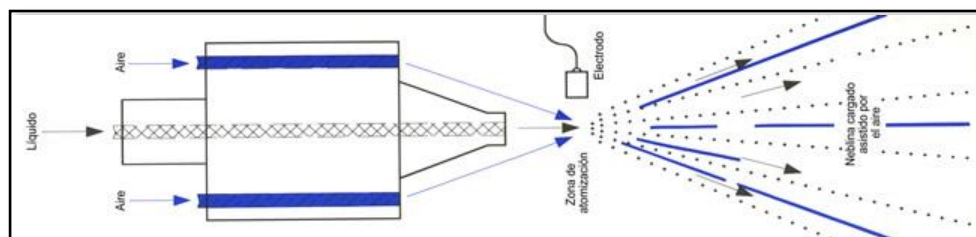


Figura 5: Boquilla, sistema de fumigación electrostática
Fuente: <http://electrostaticas.com/Manuals/Espanol.pdf>

1.3.3. IMPACTO SOBRE EL MEDIO AMBIENTE Y CULTIVO

La fumigación electrostática brinda muchas ventajas con relación a la fumigación hidráulica. El impacto que produce una sustancia cargada electrostáticamente hacia el medio ambiente se reduce considerablemente, debido a que la dosis de sustancia química se reduce a la mitad. Según investigaciones se conoce que la cantidad de sustancia agroquímica que llega a las plantas es 3,3 veces mayor con vapor cargado que con el uso de la fumigación tradicional. Es evidente entonces que el cuidado del medio ambiente y la incidencia del producto prevalecen al usar la fumigación electrostática.

1.3.4. COBERTURA DE QUÍMICOS

Es importante mencionar que no todo el producto cargado electrostáticamente se dirige hacia las plantas, hoy se conoce que existe un mínimo de incidencia en: suelo, estructuras y operadores.

La cobertura que tiene una sustancia con carga eléctrica es cuatro veces mayor que la generada por un sistema hidráulico y es debido a la presión con la que sale el producto químico del sistema electrostático. Incidir en gran parte de la planta significa mejorar el promedio de protección contra plagas y enfermedades.

La figura 6, indica porcentualmente hacia donde se dirige el producto si utiliza fumigador hidráulico o fumigador electrostático.

Con el fumigador hidráulico:	Con el electrostático:
16% en las plantas	60% en las plantas
27% en el suelo	9% en el suelo
4% en el pasillo	1% en el pasillo
2% debajo del suelo	3% debajo del suelo
51% indeterminado	27% indeterminado

Figura 6: Incidencia de fumigación electrostática e hidráulica
Fuente: <http://electrostaticas.com/Manuals/Espanol.pdf>

1.3.5. LA SEGURIDAD DEL EMPLEADO

El trabajo con sustancias químicas es considerado de alto riesgo debido al efecto dañino que estas producen en la salud humana.

La fumigación electrostática cambia los esquemas tradicionales, porque aparte de mejorar la cobertura de la aplicación agroquímica protege la integridad del operador. En la figura 7, se evidencia que los niveles de producto químico utilizado por un sistema electrostático se reducen a la mitad en relación a un sistema de fumigación hidráulico. La característica principal “carga eléctrica”, reduce la incidencia del ser humano con productos agroquímicos. El operador del sistema electrostático está expuesto a una cantidad muy baja del vapor, y que no es mayor que la de sistemas no electrostáticos.

Lugar	El vapor recuperado de las plantas, el operador, y la estructura del invernadero	
	Cantidad de vapor recuperado (medidas del fluorometer)	
	Cargado	Sin carga
Las plantas	23	7
Postes del invernadero	0.6	0.5
Traje del operador:		
Pecho	0.5	1.0
Capucha	1.0	0.8

Nota: Los números menos de 2 se consideran insignificantes.

Figura 7: Incidencia fumigación electrostática e hidráulica en operador
Fuente: <http://electrostaticas.com/Manuals/Espanol.pdf>

1.3.6. EL CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

La fumigación electrostática optimiza el control de plagas y enfermedades, y a la vez reduce el costo de aplicación.

El objetivo de cualquier fumigación es incidir en gran parte del área del objeto. En las plantas es importante la presencia de un producto agroquímico en todas y cada una de sus partes, debido al impacto que produce una plaga en ellas. La permanencia de una sustancia en la planta produce efectos beneficiosos como: romper el ciclo de vida de plagas, mayor tiempo de protección, disminución de tratamientos químicos, entre otros.

La figura 8, muestra la permanencia que tiene un producto en la planta, aplicado con un sistema electrostático e hidráulico. “El depósito de Permethrin en crisantemos maduros fue 3.5 veces más grande con el uso del sistema electrostático para invernaderos que con el uso de fumigadores convencionales” (Systems, 2 006, pág. 8).

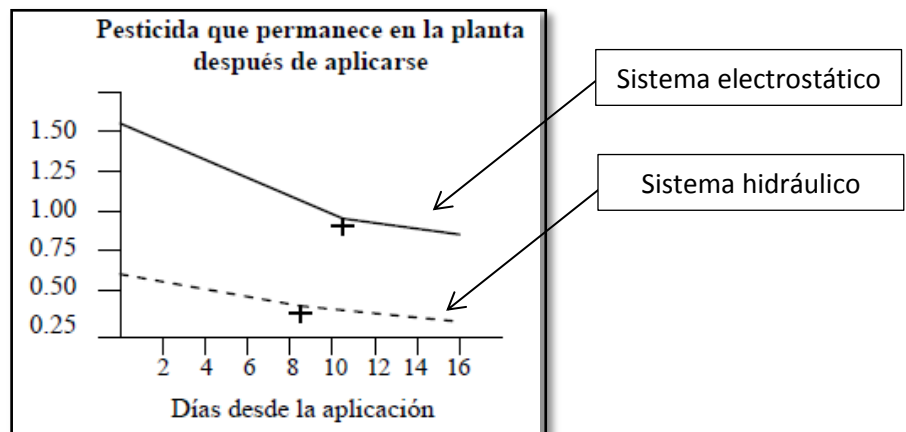


Figura 8: Permanencia de aplicación electrostática en una planta
Fuente: <http://electrostaticas.com/Manuals/Espanol.pdf>

1.4. SISTEMAS DE TRANSPORTE

1.4.1. TRANSPORTE

“Se denomina transporte o transportación (del latín trans, "al otro lado", y portare, "llevar") al traslado de un lugar a otro de algún elemento, en general personas o bienes. El transporte es una actividad fundamental dentro de la sociedad” (ROMERO PÉREZ, 2 001).

1.4.2. COMPONENTES DEL SISTEMA DE TRANSPORTE

Para que un sistema de transporte ejecute eficazmente su función se requiere de varios elementos, que interactúen entre sí y estos son:

- La infraestructura: es la parte física tangible que se requieren para dar transporte.
- El vehículo o móvil: es el instrumento que permite el traslado de personas, cosas u objetos, de un lugar a otro.
- El operador de transporte: es la persona encargada de la conducción del vehículo o móvil, en la cual se van a trasladar personas, cosas u objetos.

1.5. SISTEMA DE TRANSPORTE AUTOMÁTICO

Un sistema de transporte automático es un conjunto elementos capaces de trasladar de forma independiente (sin intervención humana) a un objeto o individuo de un lugar a otro. En la industria el transporte automático incrementa la productividad, eliminando mano de obra y manteniendo los flujos necesarios en los procesos que van desde un área hasta otra.

1.6. SISTEMAS DE TRANSMISIÓN

Los sistemas de transmisión son mecanismos que se emplean para comunicar movimiento de un eje a otro. Esto puede conseguirse de varias maneras:

1.6.1. TRANSMISIÓN MEDIANTE PIÑONES Y CADENA

“Estos mecanismos están compuestos por dos ruedas dentadas que están conectadas mediante una cadena que se engrana en los dientes de las ruedas. Sirven para conectar dos ejes que se encuentran muy alejados. Se emplean, al igual que los engranajes, para variar la fuerza y la velocidad de giro” (ROMERO PÉREZ, 2 001).

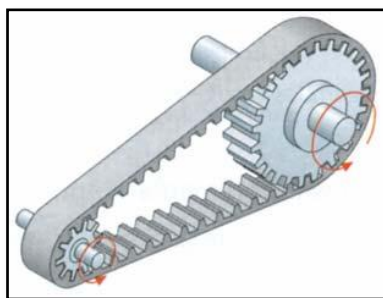


Figura 9: Transmisión piñón - cadena
Fuente: <http://operadoorezmecaniicooz.blogspot.com>

1.6.2. TRANSMISIÓN MEDIANTE POLEAS Y CORREA

“Estos mecanismos están formados por dos o más poleas, conectadas dos a dos mediante correas flexibles. Se emplean para cambiar las fuerzas y modificar la velocidad de giro del eje donde se encuentran” (ROMERO PÉREZ, 2 001).

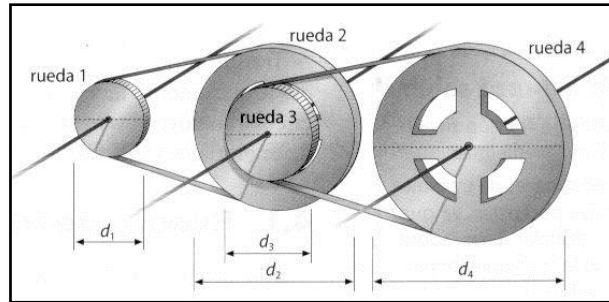


Figura 10: Transmisión poleas - correas
Fuente: <http://tecno-moratalla.blogspot.com/>

1.6.3. TRANSMISIÓN MEDIANTE RUEDAS DE FRICCIÓN

“Son mecanismos formados por dos o más ruedas que están en contacto, de manera que, cuando gira una rueda, la que está en contacto con ella gira en sentido contrario” (ROMERO PÉREZ, 2 001).

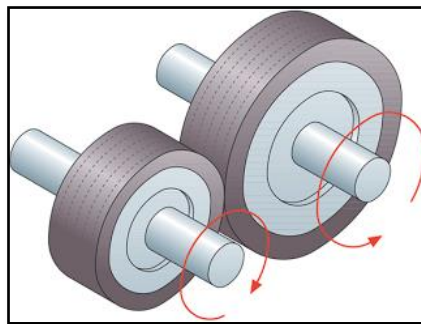


Figura 11: Transmisión mediante ruedas de fricción
Fuente: <http://tecno-moratalla.blogspot.com/>

1.6.4. TRANSMISIÓN MEDIANTE ENGRANAJES

“Estos mecanismos están formados por ruedas o barras que tienen dientes y están unidas entre sí, de manera que, al girar o desplazarse una de ellas, la otra gira o se desplaza en el sentido contrario” (ROMERO PÉREZ, 2 001).

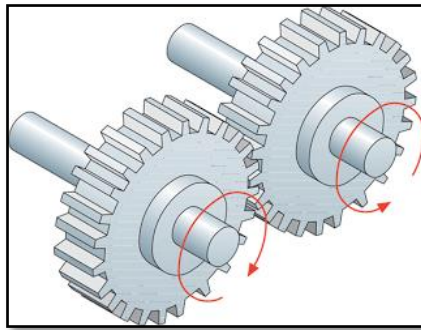


Figura 12: Transmisión mediante engranes
Fuente: <http://tecno-moratalla.blogspot.com/>

1.7. MOTORES ELÉCTRICOS

“La función de los motores eléctricos es transformar una energía eléctrica en energía mecánica. Las máquinas eléctricas rotatorias se basan en las fuerzas de atracción y repulsión establecidas entre un imán y un hilo (bobina) por donde circula una corriente eléctrica” (ANÓNIMO, EL MOTOR ELÉCTRICO, s.f). Las ventajas de esta máquina eléctrica son: su economía, limpieza, comodidad y seguridad de funcionamiento.



Figura 13: Motor eléctrico
Fuente: http://www.motors8.com/products/WEG-Close_Coupled-Pump-Motor.html

1.8. AUTOMATIZACIÓN

Automatización se refiere a un conjunto de procesos que operan con mínima o incluso sin intervención del ser humano.

La liberación de recurso humano y la eliminación de trabajos desagradables – peligrosos son las causas principales para que la automatización ingrese al mundo de las máquinas. La utilización correcta cada uno de los elementos que

componen la automatización genera cambios radicales beneficiosos. Es decir conocer la estructura y funcionamiento de equipos, aprender normas, definiciones, entre otras, hace de la automatización un recurso indispensable para la industria.

1.8.1. PLC

Sus siglas significan Controlador Lógico Programable (Programmable Logic Controller), es una herramienta industrial ha sido diseñado para programar y controlar procesos secuenciales en tiempo real.

Debido a la flexibilidad que presenta esta herramienta su aplicación hoy en día es innumerable, principalmente se encuentran en toda maquinaria que necesite controlar procesos secuenciales. Así como en aquellas que realizan maniobras de instalación, señalización y control.

El lenguaje de programación tradicional que utiliza un controlador lógico programable, es el lenguaje de escalera (lenguaje ladder). Es quizás el lenguaje más conocido en el mundo de la automatización, pero en la actualidad se ha desarrollado lenguajes más factibles que permiten incorporar nuevas herramientas al mundo de la programación.



Figura 14: Controlador Lógico Programable (Zelio Logic)

Fuente: http://www.google.com.ec/imgres?imgurl=http://schneider_plc_zelio.jpg

1.8.2. VENTAJAS E INCONVENIENTES

Las ventajas que estos equipos brindan al ser humano son de gran importancia debido al impacto que generan. El ahorro de tiempo en la elaboración de proyectos, tamaño reducido y mantenimiento de bajo costo, la posibilidad de controlar más de una máquina con el mismo equipo son razones del porque de su

uso. Sin embargo, presenta cierta desventaja como cualquier otro equipo que es la necesidad de contar con personal calificado y que se ocupe específicamente de su buen funcionamiento.

1.8.3. FUNCIONES

Según, (ANÓNIMO, EL PLC, 2 001), las funciones más comunes dentro de un PLC son:

- **Detección:** lectura de las señales (análogas o digitales) emitidas por los sensores.
- **Mando:** elaborar y enviar las acciones al sistema mediante los accionadores y preaccionadores.
- **Dialogo hombre maquina:** mantener un diálogo con los operarios, obedeciendo sus consignas e informando del estado del proceso.
- **Programación:** para introducir, elaborar y cambiar el programa de aplicación del autómeta. El dialogo de programación debe permitir modificar el programa incluso con el autómeta controlando la máquina.
- **Redes de comunicación:** permiten establecer comunicación con otras partes de control. Las redes industriales permiten la comunicación y el intercambio de datos entre autómetas a tiempo real.
- **Sistemas de supervisión:** también los autómetas permiten comunicarse con ordenadores provistos de programas de supervisión industrial. Esta comunicación se realiza por una red industrial o por medio de una simple conexión por el puerto serie del ordenador.
- **Control de procesos continuos:** además de dedicarse al control de sistemas de eventos discretos los autómetas llevan incorporadas funciones que permiten el control de procesos continuos. Disponen de módulos de entrada y salida analógicas y la posibilidad de ejecutar reguladores PID que están programados en el autómeta.

1.9. ELECTROVÁLVULA

Una electroválvula es un dispositivo electro-mecánico que controla el paso de un fluido a través de una tubería. Su funcionamiento radica en la acción que realiza la corriente eléctrica en una bobina solenoide.



Figura 15: Electroválvula

Fuente: <http://www.enercontrolsl.com/cprodneujouco.html>

En la figura 18, se muestra el funcionamiento de una electroválvula. Donde se distingue dos partes principales: solenoide y válvula. El solenoide convierte energía eléctrica en energía mecánica para la válvula.

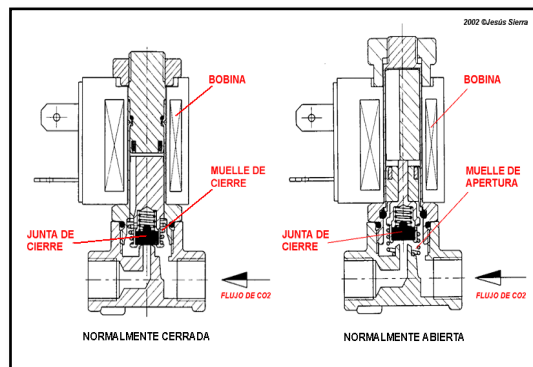


Figura 16: Funcionamiento de una electroválvula

Fuente: <http://procesosbio.wikispaces.com/Valvulas>

1.10. SENSORES

“Un sensor es un dispositivo capaz de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas” (ANÓNIMO, Sensor, 2 014).

1.10.1. SENSORES DE PROXIMIDAD

“Se refiere a un dispositivo que detecta objetos o señales que están cerca al elemento sensor” (ANÓNIMO, Sensor de proximidad, 2 014).

1.10.1.1. Sensor final de carrera

Este tipo de sensores son ubicados en cualquier punto del circuito o recorrido, con el propósito de enviar señales que puedan modificar el estado normal del sistema. Su estructura fundamental se basa en interruptores (NA o NC) y conmutadores. Estos sensores están compuestos por dos partes: un cuerpo donde se encuentran los contactos y una cabeza que detecta el movimiento.



Figura 17: Sensor final de carrera

Fuente: <http://www.tme.eu/html/ES/interruptores-de-fin-de-carrera-serie-fr>

1.10.1.2. Sensor capacitivo

La variación del estímulo de un campo eléctrico es el proceso fundamental que realiza un sensor capacitivo para generar un cambio de estado. Los sensores capacitivos detectan objetos metálicos, o no metálicos, midiendo el cambio en la capacitancia, la cual depende de la constante dieléctrica del material a detectar; masa, tamaño, y distancia hasta la superficie sensible del detector.



Figura 18: Sensores capacitivos

Fuente: <http://www.agroterra.com/p/sensores-capacitivos>

1.10.1.3. Sensor inductivo

Los sensores inductivos de proximidad han sido diseñados para trabajar generando un campo magnético y detectando las pérdidas de corriente de dicho campo generadas al introducirse en él los objetos de detección férricos y no férricos.



Figura 19: Sensores inductivos
Fuente: <http://www.samsl.com/es/index.php>

1.10.1.4. Sensor fotoeléctrico

El receptor de rayos infrarrojos suele ser un fototransistor o un fotodiodo. El circuito de salida utiliza la señal del receptor para amplificarla y adaptarla a una salida que el sistema pueda entender. La señal enviada por el emisor puede ser codificada para distinguirla de otra y así identificar varios sensores a la vez esto es muy utilizado en la robótica en casos en que se necesita tener más de un emisor infrarrojo y solo se quiera tener un receptor.

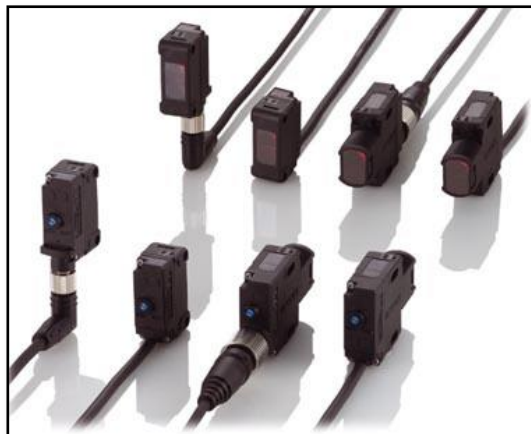


Figura 20: Sensores inductivos
Fuente: http://www.bitmakers.com/automatizacion_categorias_detalle.php?p=217

CAPÍTULO II

2. DISEÑO DEL SISTEMA DE FUMIGACIÓN Y TRANSPORTE

2.1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE FUMIGACIÓN ACTUAL

Es importante para el desarrollo de este proyecto describir cuales son las condiciones actuales del sistema de fumigación que opera en la plantación.

Una descripción aproximada del sistema, orientará hacia qué tipos de soluciones puede acogerse la empresa para mejorar su operación.

El proceso de fumigación presenta varias etapas definidas como:

- Transporte
- Ubicación
- Aplicación del producto agroquímico
- Poscosecha

2.1.1. TRANSPORTE

Una vez que el producto fue cosechado de cada una de las áreas de cultivo, es dirigido hacia el sector de recopilación, selección y empaquetado (poscosecha). El sistema de movilidad desde las áreas de cultivo hasta poscosecha se constituye por: un circuito cerrado denominado “cable vía”, coche transportador y sistema de movilidad (garrucha).

2.1.1.1. Cable vía

Es la infraestructura que soporta y dirige coches transportadores. Es un circuito de movilidad, construido desde cada punto de cultivo (invernaderos) hasta el área de poscosecha. Se constituye a base de: arcos de soporte y riel guía.

- Arcos de soporte: tubería estructural galvanizada de 1", con forma semi hiperbólica. Las dimensiones de altura y ancho son: 2,50 m y 1,50 m. Sus bases son cimientos de hormigón armado de 20 x 20 x 40 cm.
- Riel guía: es la vía por donde transitan los coches transportadores. Su estructura está formada por un conjunto soldado entre platina 1 x 3/16" y varilla lisa de 3/8".

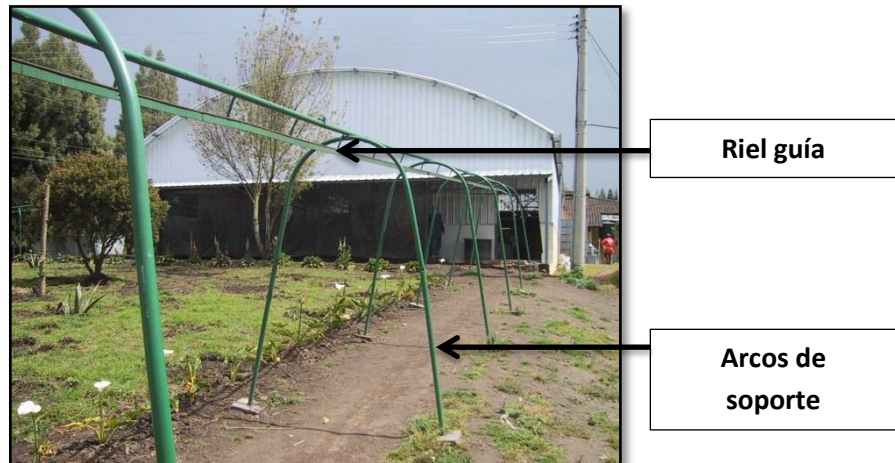


Figura 21: Cable vía: arcos de soporte y riel guía
Fuente: Autor

2.1.1.2. Coche transportador

Estructura metálica tipo canastilla utilizada como medio de transporte de flores cortadas. Mantiene un peso aproximado de 20 kg y sus dimensiones son: 2,40 x 0,5 x 1,2 m. Sistema de movilidad basado en garrucha modelo T 10.



Figura 22: Coche transportador de flores cortadas
Fuente: Autor

2.1.1.3. Garrucha modelo T10

Según, (TORO RAMÍREZ, s.f.), es el sistema de rodamiento sellado, diseñada principalmente para transporte de banano y flores.

Partes:

1. Ruedas para garrucha.- material: fundición en hierro gris, acabado: galvanizado, diámetro exterior: 61 mm, diámetro interior: 32 mm, profundidad: 22mm.
2. Platinas con perforaciones laterales pasantes.- material: acero 1045, acabado: galvanizado, largo: 118 mm, ancho: 1", espesor: 3/16", perforación central: 13 mm, perforaciones laterales: 25/64".
3. Balinera de bolas.- referencia: 6201-2RS, diámetro exterior: 32 mm, diámetro interior: 12 mm, sellos de caucho, 36 balines. Diseñada contra la humedad.
4. Gancho.- material: acero 1020, acabado: galvanizado, calibre: 1/2", dimensión perforación para pin-pata-coja: 5/32". Material cruceta: acero 1045, acabado: galvanizado, calibre: 3/8".
5. Bocines con rosca.- material: acero 1045, dureza: cementado, acabado: pavonado, rosca interior para tornillo: 3/8", diámetro exterior: 15 mm.
6. Tornillos con tuerca y arandela de presión 3/8".- acabado tornillo: pavonado, longitud: 50 mm, diámetro exterior: 3/8", cabeza de tornillo: hexagonal. Tuerca de cierre acabado: galvanizado. Tuerca de seguridad, rosca para tornillo 3/8".
7. Pin I-32.- mantiene la balinera en el interior de la rueda. Cada rueda tiene los cuñeros necesarias para alojar el Pin I-32.
8. Pin "pata-coja".- material: acero 1045, acabado: galvanizado. Cierra el gancho con el buje dentro del patín.
9. Bujes separador de patín.- material: acero 1045, acabado: galvanizado. Evita el movimiento axial del gancho.

10. Cadena completa (2 argollas).- material: acero 1045, acabado: galvanizado, longitud: 50 cm, capacidad de carga: 450 Kg. Contiene una argolla grande y una pequeña.

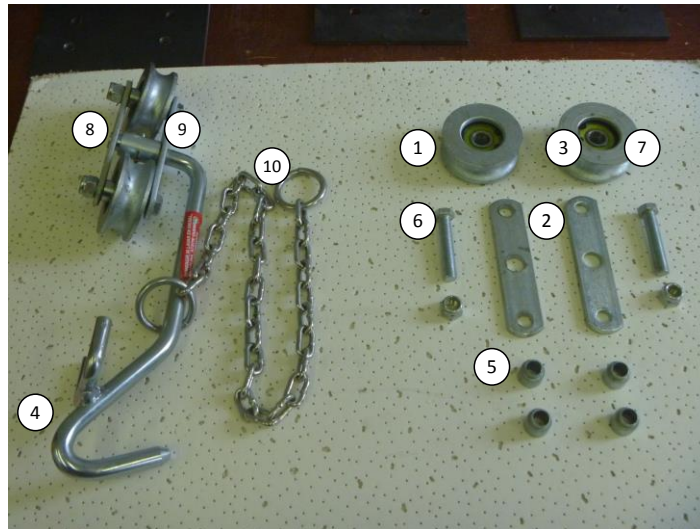


Figura 23: Partes garrucha modelo T10

Fuente: Autor

2.1.2. UBICACIÓN

Cada uno de los coches con flores cortadas que se dirigen hacia el sector de poscosecha, ingresan al área de fumigación. Este sitio con forma de túnel cuenta con un área de 7,5 m², donde está ubicado el sistema de aplicación electrostático de productos químicos.



Figura 24: Área de fumigación electrostática: túnel de 7,5 m2

Fuente: Autor

2.1.3. APLICACIÓN DEL PRODUCTO AGROQUÍMICO

Una vez que el coche se encuentra ubicado en la posición adecuada dentro del túnel, el sistema de fumigación electrostática es accionado. Durante un tiempo aproximado de un minuto el proceso de aplicación permanece encendido, cada uno de los coches ingresa y sale de acuerdo a la frecuencia de trabajo del operador.



Figura 25: Aplicación del producto agroquímico

Fuente: Autor

2.1.4. POSCOSECHA

Luego de que el coche con flores cortadas ha sido fumigado, es dirigido hacia el sector de selección y empaquetado, poscosecha.



Figura 26: Área de selección y empaquetado: poscosecha

Fuente: Autor

2.2. CONSIDERACIONES DEL SISTEMA DE FUMIGACIÓN

Con relación a la disposición que tendrá el sistema de fumigación, se debe considerar ciertos aspectos como:

1. El sistema constituirá de dos partes, la primera referida al control semi automático de transporte de flores cortadas y una segunda que será la encargada de la fumigación controlada.
2. La tarea de fumigación de flores cortadas se lleva a cabo dos días a la semana, con una carga de trabajo diaria aproximada de 7 horas.
3. Debido al lugar de trabajo, el sistema estará sometida a condiciones ambientales adversas: polvo, lluvia, otras.
4. La humedad y químicos en el entorno provocados por la aspersión, son factores producidos por el tipo de trabajo que realizará el sistema.
5. Por ser un proyecto que involucra productos químicos, el sistema deberá mantener un control de fumigación principal y remota que evite los riegos para la salud humana.

2.3. PARÁMETROS DE DISEÑO Y EVALUACIÓN

2.3.1. FUNCIONALIDAD

Para realizar un diseño o elegir la mejor alternativa de un sistema a ser construido o implementado se deberá considerar el parámetro funcionalidad. Constituido en base a requerimientos del entorno donde trabajará el sistema.

Así, se debe considerar que el sistema esté dispuesto de tal modo que cumpla con los siguientes términos:

- No debe obstaculizar ni impedir el normal desenvolvimiento del resto de actividades que se llevan a cabo ni debe interferir con equipos ya existentes en el área de funcionamiento.

- Debe cumplir su objetivo sin importar la condición ambiental en la cual trabaje puesto que la plantación se encuentra ubicada en un clima cálido – lluvioso.
- El suministro de energía debe ser coherente con las facilidades que prestan las instalaciones actuales.
- La incidencia de los productos agroquímicos para el ser humano debe ser mínima, el área de funcionamiento del sistema no debe ser de libre tránsito.

2.3.2. OPERACIÓN

Un factor determinante en industrialización de procesos es la forma de operar del equipo, la operación debe ser lo más sencilla posible sin dejar de ser eficiente y segura. Entonces, se debe considerar que quien estará a cargo del sistema no será siempre una persona con amplios conocimientos técnicos por cuanto operar el sistema debe ser fácil y no requerir alta capacitación.

Otra característica a considerar en la operación del sistema es el poder tener control sobre parámetros preponderantes para el correcto desenvolvimiento del proceso, por citar un ejemplo la presión de suministro del líquido fumigante o el tiempo de aplicación del mismo. Además es indispensable un control de emergencia en caso de accidente o mal funcionamiento. En conclusión, es necesario un manual detallado que explique su modo de operación.

2.3.3. MANTENIMIENTO

El mantenimiento es fundamental para preservar el equipo y alargar la vida útil del mismo, es primordial en un sistema compuesto por elementos mecánicos y de control.

El mantenimiento del sistema deberá ser sencillo de realizar con accesibilidad para mantenimiento preventivo o reemplazo. Es importante ocupar la menor cantidad tiempo y la mínima cantidad de mano de obra, en la instalación o desmontaje de cualquier elemento. Además con la protección de cada una las

piezas se evitarán la presencia de elementos contaminantes que aceleren el desgaste.

Entonces se debe disponer de todos los planos del equipo, así como un manual que indique el procedimiento correcto de mantenimiento y los plazos adecuados para el mismo.

2.3.4. FIABILIDAD

La fiabilidad es un parámetro esencial en un proyecto que requiere de la inversión de capital porque es el aspecto que influye en la selección del mejor sistema.

El buen funcionamiento que un sistema aporte durante cierta cantidad de tiempo es la fiabilidad. El mantenimiento y la fiabilidad se relacionan directamente ya que un equipo fiable requiere de menor mantenimiento y a su vez un buen mantenimiento previene fallas conservando la fiabilidad.

Los diseñadores y constructores del sistema tienen la obligación de comunicar al cliente las restricciones y garantías del proyecto. Los materiales a utilizar de acuerdo a las condiciones de trabajo procurarán ser el más adecuado y de mejor calidad para el buen funcionamiento del sistema. Sin embargo no es admisible entregar un sistema que presente inconvenientes o que muestre poca fiabilidad, ya que la para repentina del proceso de producción de rosas sería causa de pérdida económica y por consiguiente repercutiría a priori en su autor y directamente hacia la capacidad del profesional nacional.

2.3.5. COSTO

Para el desarrollo de cualquier proyecto el factor económico es fundamental, el proyecto presentado no está excepto a este detalle, requiere de una inversión para su consecución y por su puesto es evidente que dentro de una empresa el costo al momento de tomar una decisión se sobrepone sobre cualquier otra premisa.

Entonces cabe mencionar que el éxito del proyecto se verá reflejado en la recuperación de la inversión en la menor cantidad de tiempo, y que el reporte de ganancia se proyectará en términos de beneficio vs costo.

Un detalle que se producirá en la recuperación de la inversión será que los trabajadores que hasta el momento están encargados de la fumigación pasarán a formar parte del personal, su trabajo en otras áreas de la plantación repercutirá en ampliar el área de cultivo de rosas. Asimismo con la automatización de este proceso mejorará en tiempo y se optimizará la aplicación de productos químicos.

2.3.6. VIDA ÚTIL

El tiempo del sistema funcionando correctamente se complementa por la información proporcionada de casas comerciales en cuanto a materiales se refiere, y del análisis de todos los factores que afectan directamente el funcionamiento, mantenimiento y modo de operación.

Entonces el diseñador tiene la capacidad de predecir durante qué cantidad de tiempo su sistema funcionará adecuadamente sin que represente un gasto a la empresa.

Para que la vida útil del sistema no se vea disminuida, es importante como se mencionó en anteriores ítems proceder correctamente en circunstancias problema de acuerdo a manuales explicativos y procedimientos bien establecidos.

2.4. PRESENTACIÓN DE ALTERNATIVAS

Considerando los antecedentes y parámetros de evaluación explicados anteriormente, se propuso algunas alternativas de solución identificadas de la siguiente manera:

2.4.1. POR SU FORMA DE DESPLAZAMIENTO

Debido a que se debe transportar el producto (rosas) hacia el área de fumigación se presentan dos opciones que son:

1. Desplazamiento manual, es decir la movilización de los coches con flores hacia el área de fumigación se realiza con el uso de la fuerza humana, en

este caso el personal de la plantación guía a los coches hacia el área de aplicación de productos químicos.

2. Desplazamiento automático, desplazar los coches con flores por un lazo cerrado de cable vía con movimiento autónomo; utilizando la fuerza mecánica que produce un motor eléctrico, transmitir movimiento hacia un elemento tensor ubicado en el cable vía, que obligue a moverse a los coches sin la incidencia del ser humano.

2.4.2. POR LA DISTRIBUCIÓN DEL LÍQUIDO FUMIGANTE

Para la distribución del líquido fumigante en procesos agrícolas se considera dos alternativas, que son:

1. Sistema de tubería central, se coloca el sistema de fumigación junto al área de aplicación, una tubería fija pasa desde los tanques contenedores de químico hasta cada una de las boquillas de fumigación.
2. Sistema de mangueras móviles, el conjunto de dispositivos de fumigación se ubica en un sector aledaño al área de aplicación, la tubería es móvil es decir se necesita de una persona que hale la manguera y rocíe el producto químico en las flores.

2.4.3. POR EL MEDIO PARA TRANSMITIR LOS DATOS

De acuerdo al ambiente de trabajo se distingue dos medios para transmitir datos, y son:

1. Comunicación cableada, todas las señales sean de entrada o salida serán transmitidas a través de un conductor de cobre.
2. Comunicación inalámbrica, se realiza la transmisión de datos por medio de ondas de radio.

2.4.3. POR EL TIPO DE CONTROLADOR

De acuerdo al tipo de trabajo se puede disponer de los siguientes tipos de controladores: microcontroladores y PLCs, todos ellos útiles para realizar el control del proceso.

2.4.4. POR MATERIAL

Se dispone de gran variedad de material que podría ser utilizado en la construcción del sistema, para sus diferentes partes se considera: aluminio, polímeros, acero, cobre, caucho, otros.

2.5. EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

De las diferentes opciones presentadas en el apartado anterior se describe las ventajas y desventajas con el objetivo de seleccionar las mejores alternativas para conformar el conjunto final.

2.5.1. POR SU FORMA DE DESPLAZAMIENTO

1. Desplazamiento manual, presenta algunos inconvenientes al momento de su funcionamiento ya que quienes guían los coches de flores gastan un nivel excesivo de energía, además al momento de la aplicación agroquímica están directamente expuestos a riesgos en la salud humana.
2. Desplazamiento automático, de esta forma se reducirá el personal encargado de movilizar los coches de flores. Además la incidencia del producto químico aplicado será nula y los tiempos de trabajo mejorarán considerablemente.

2.5.2. POR LA DISTRIBUCIÓN DE LÍQUIDO FUMIGANTE

1. Sistema de tubería central, aunque ofrece el beneficio de tener dentro del área de aplicación todo el sistema de fumigación, no evita el riesgo en la salud humana al momento de realizar mantenimiento.
2. Sistema de mangueras móviles, las desventajas de esta opción son: el esfuerzo físico que requiere el personal para realizar el trabajo y el nivel de desperdicio de producto químico al no disponer de un control de tiempo de fumigación.

2.5.3. POR EL MEDIO PARA TRANSMITIR LOS DATOS

1. Comunicación cableada, es la forma más común de transmitir datos, la ventaja de utilizar un conductor para la comunicación es la fiabilidad es decir no habrá pérdida de información en el proceso. Sin embargo cabe mencionar que el contacto de los conductores con el líquido podría producir pudrimiento y como es lógico errores en el sistema.
2. Comunicación inalámbrica, este sistema aunque evita el uso de un conductor presenta desventajas tales como: requiere de alimentación independiente provocando gasto energético innecesario, además la transmisión de información está expuesta a errores porque en la plantación todo tipo de comunicación se la realiza por frecuencias de radio, y finalmente el costo de adquisición y puesta a punto es más costoso.

2.5.4. POR EL TIPO DE CONTROLADOR

1. Por medio de microcontroladores, estos dispositivos son de tamaño reducido y pueden controlar cualquier tipo de proceso, sin embargo su programación contiene un nivel de dificultad considerable, el número de entradas y salidas disponibles es limitado y es demasiado frágil para el medio en el cual tendrá que operar debido a la presencia de humedad y al calor excesivo.
2. Por medio de un PLC, permite un alto nivel de versatilidad y su estructura está desarrollada para aplicaciones industriales es decir soporta condiciones de trabajo adversas, su programación es relativamente fácil y posee módulos de ampliación según el caso. Además el costo de estos dispositivos depende de la función que ha de realizar, cabe mencionar que los microcontroladores son los más baratos seguidos de los PLCs y por último los PC's siendo estos los más costosos.

2.5.5. POR MATERIAL

Con relación al material de los diferentes componentes del proyecto, dependerá de la función que cada elemento realice en el sistema. Posteriormente de explicará si todos o algunos de ellos serán utilizados.

2.6. SELECCIÓN DE ALTERNATIVA ADECUADA

La decisión correcta de cómo estará constituido el sistema, será decidido mediante la evaluación de las ventajas y desventajas de cada una de las alternativas. La valoración irá desde 1 hasta 5 puntos, con equivalencia de baja y alta consideración, respectivamente. La siguiente tabla muestra la cuantificación de cada una de las alternativas con relación a los criterios de construcción deseados.

Alternativa Criterio Construcción	Desplazamiento		Distribución fumigante		Transmisión de datos		Controlador	
	Manual	Autónomo	Tubería Central	Manguera Móvil	Cableada	Inalámbrica	µc	PLC
Funcionalidad	5	5	5	4	5	3	3	5
Operación	4	5	5	4	5	5	3	4
Mantenimiento	3	5	4	5	5	5	4	3
Fiabilidad	2	4	5	4	5	3	4	4
Costo	3	4	4	4	3	5	2	5
Vida útil	3	4	5	3	4	4	5	3
TOTAL	20	27	28	24	27	25	21	24

Tabla 1: Selección de alternativa adecuada
Fuente: Autor

De acuerdo a los resultados de la tabla 1, se decidió que:

El desplazamiento del sistema de fumigación será autónomo, utilizando la fuerza mecánica que produce un motor eléctrico se transmitirá movimiento hacia un elemento tensor ubicado en el cable vía. La distribución del producto químico será a través de tubería central construida en el túnel de fumigación; el control de cada uno de los procesos dependerá de un PLC con recepción y transmisión de datos de tipo cableado.

2.7. DISEÑO DEL SISTEMA DE FUMIGACIÓN

2.7.1. DESCRIPCIÓN PROCESO DE FUMIGACIÓN (TÚNEL)

La aplicación electrostática del producto agroquímico en el túnel será un proceso semi autónomo. El coche con flores se movilizará a través del cable vía, ingresará al túnel y se posicionará en el área de incidencia. Una vez que el coche con flores está ubicado correctamente dentro del túnel, el proceso de fumigación podrá ser accionado por el operador. El tiempo de fumigación será una variable de modificación de acuerdo a consideraciones del medio ambiente o del tipo de enfermedad que afecte al producto. Una vez terminada la aplicación agroquímica de las flores, el coche iniciará su movimiento autónomo hacia el área de poscosecha.

2.7.2. PARÁMETROS DE DISEÑO

Según la descripción del apartado anterior, los parámetros de diseño son:

- El túnel deberá albergar un coche transportador de dimensiones: 2,40 x 0,5 x 1,2 m.
- El sistema de fumigación electrostático utilizará la distribución por tubería central, es decir que cada uno de los elementos de la fumigación electrostática será parte de la estructura del túnel.
- Las variables que inciden en el proceso: movimiento y fumigación se direccionan hacia el túnel.
- El proceso de fumigación incide a: flores, medio ambiente y operador.

2.7.3. GENERALIDADES

Una vez definida la solución para resolver el proceso de fumigación manual; se divide el sistema considerando a qué área de la mecatrónica pertenece, simplificando de esta forma el diseño global del sistema. El sistema semiautomático de fumigación electrostática se divide en: área de aplicación agroquímica, sistema de transporte, sistema de fumigación y sistema de control.

- Área de aplicación agroquímica.- se refiere al lugar donde se desarrollará la fumigación de los coches con flores.
- Sistema de transporte.- sirve para movilizar los coches con flores hacia el área de fumigación y poscosecha.
- Sistema de fumigación.- permite efectuar la aplicación de productos agroquímicos considerando parámetros de tiempo y desperdicio.
- Sistema de control.- realiza la automatización del proceso de transporte y fumigación.

A continuación se detallará los pasos y criterios para el diseño de cada sistema.

2.7.4. DISEÑO ÁREA DE APLICACIÓN AGROQUÍMICA

Analizando el riesgo que produce la exposición a productos químicos, se decide considerar como modelo de construcción el diseño tipo túnel. La principal preocupación se centró en la ubicación correcta del mismo ya que las corrientes de aire que fluyen constantemente en el sitio, producirían que el producto agroquímico se esparciera al ambiente. Para esto se investigó literatura referente al medio, donde indique la tendencia estadística del flujo de aire en la zona, de este modo el área de aplicación (túnel) se construyó perpendicular a la corriente de aire y direccionado hacia el área de fin de proceso (poscosecha).

Además, se elaboró un diseño que guarde armonía geométrica y dimensional. Considerando como hipótesis de diseño las medidas correspondientes a un coche para transporte de flores cortadas.

Finalmente, el túnel de fumigación contempla la protección del medio ambiente, debido a la presencia de un sistema de drenaje capaz de dirigir los restos de producto agroquímico hacia un punto de recolección. El túnel se construye en base a estructura metálica (acero inoxidable AISI 304) y hormigón armado. Una vez determinada la forma, ubicación, dimensiones y alternativas de sustentabilidad, se procedió a realizar los cálculos que permitan establecer si los elementos metálicos de la estructura resistirían a la incidencia de cargas externas.

2.7.4.1. Análisis de cargas externas en la estructura

El análisis, comprende la determinación de los esfuerzos ocasionados por cargas externas en diferentes partes y miembros de la estructura. En la figura 34 y 35, se muestra las dimensiones y la geometría de la estructura a construir.

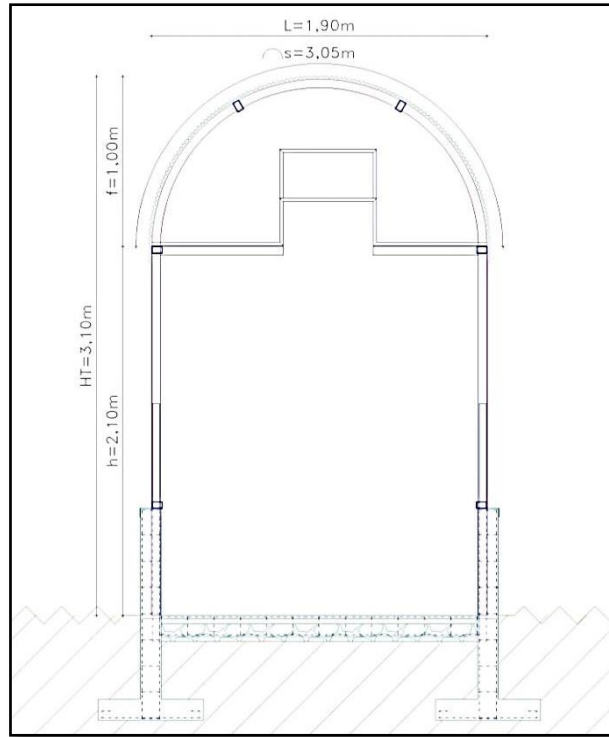


Figura 27: Vista frontal, túnel de fumigación

Fuente: Autor

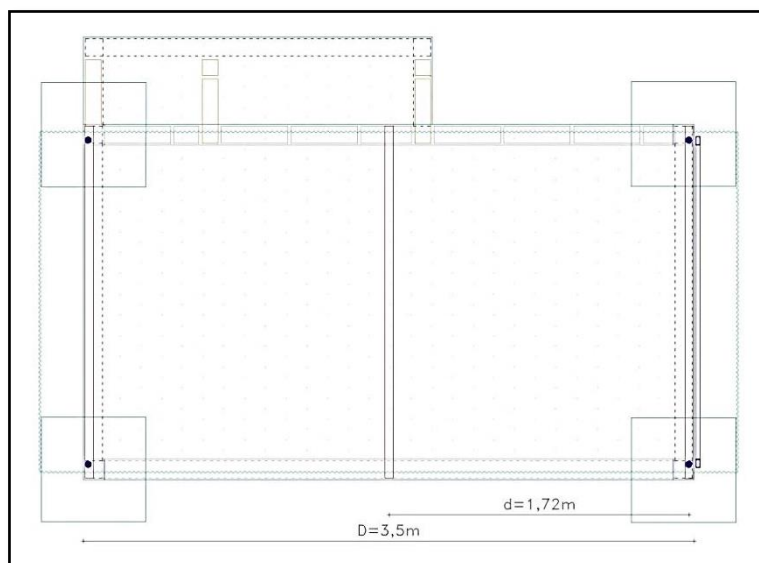


Figura 28: Vista superior, túnel de fumigación

Fuente: Autor

Dónde:

L:	Luz del pórtico	=	1,90m
H _T :	Altura total de la cubierta	=	3,10m
f:	Altura del arco o flecha	=	1,00m
h:	Altura de la columna	=	2,10m
d:	Separación entre pórticos	=	1,72m
D:	Profundidad de la cubierta	=	3,50m
s:	Longitud del arco	=	3,05m

El método de diseño seleccionado es ASD (Método de diseño por esfuerzos admisibles), donde la resistencia requerida no debe exceder la resistencia admisible de diseño permitida por las especificaciones.

2.7.4.2. Cargas vivas

Datos:

- Inclinación de la cubierta $\frac{f}{L} = \frac{1}{1,9} = 0,53$ entonces, arco con flecha de 1/8 de luz o menos de 3/8 de luz.
- Área tributaria de carga $L \times d = 1,90 \times 1,72 = 3,27m^2$
- De acuerdo a anexo 1, carga viva = $80kg/m^2$

2.7.4.3. Cargas muertas

El peso de la cubierta se estima en $3,60Kg/m^2$, que corresponde a una cubierta de toll corrugado KUBILINER de 0,40mm. Este valor proporciona el fabricante Kubieci (ver anexo 11).

Ec.2.1: Carga total de la cubierta W_c (Kgf)

$$W_c = p \times s \times d$$

p: peso estimado de la cubierta (Kg/m²)

$$W_c = (3,60)(3,05)(1,72)$$

s: longitud del arco de cubierta (m)

$$W_c = 18,90 \text{ Kg/m}$$

d: separación entre pórticos (m)

Ec.2.2: Carga lineal sobre la luz del pórtico w_c

Entonces para obtener la carga lineal (w_c) vertical uniformemente repartida sobre la luz del pórtico.

$$w_c = \frac{W_c}{L}$$

$$w_c = \frac{18,90}{1,90} = 9,94 \cong 10 \text{ Kg/m}$$

El pórtico está constituido por tubería estructural galvanizada de $\varnothing = 2"$, $e = 2\text{mm}$, $l = 6\text{m} = 1,82 \text{ Kg/m}$, excéntrico.

Además, según las dimensiones y geometría básica escogida para la estructura, se aproxima el peso del pórtico según:

Ec.2.3: Carga total del pórtico W_p (Kgf)

$$W_p = p \times L_p$$

$$W_p = (1,82)(18) \quad p: \text{ peso estimado de los perfiles (Kg/m)}$$

$$W_p = 32,80 \text{ Kg} \quad L_p: \text{ longitud estimada de los perfiles (m)}$$

A este valor se le incrementa 15% de arrostramiento, soldadura y apoyos.

$$W_p = (32,80)(1,15) = 37,7 \text{ Kg}$$

Entonces, para obtener la carga lineal

$$w_p = \frac{W_p}{L_p}$$

$$w_p = \frac{37,7}{1,90} = 19,8 \text{ Kg/m}$$

Otros elementos a considerar son las correas. De igual forma, se escoge un perfil que se considerará funcional:

Tubería estructural, tipo "N", rectangular, 40x20x2mm, $l = 6\text{m} = 1,78 \text{ Kg/m}$:

Además, en el pórtico se tienen 4 correas con una longitud de 1,67 c/u:

$$L_T = 4 \times 1,67 = 6,70 \text{ m de correas}$$

Entonces: $W_N = (1,78)(6,70) = 11,9 \text{ Kg}$

Para obtener carga lineal

$$w_N = \frac{W_N}{L_N}$$

$$w_N = \frac{11,9}{1,90} = 6,2 \text{ Kg/m}$$

Resumiendo las cargas muertas a considerarse en la estructura:

CARGAS	PESO en Kg/m	PESO en Kg
Cubierta	10	18,90
Pórtico	19,8	32,80
Correas	6,2	11,90
TOTAL	36	63,6

Tabla 2: Resumen cargas muertas
Fuente: Autor

La carga muerta total, por unidad de área es de 6 Kg/m^2 .

2.7.4.4. Carga de sismo

Determinación, cortante basal total de diseño V en la estructura:

Ec.2.4: Cortante basal total de diseño V

Ec.2.5: Período fundamental de vibración T

$$V = \frac{ZIC}{R\phi_P\phi_E} \cdot W \quad C = \frac{1,25(S^S)}{T} \quad T = C_t(h_n)^{3/4}$$

V: cortante basal total de diseño

Z: factor de Zona sísmica

I: coeficiente de importancia de la estructura

C: cortante basal de diseño no debe exceder el valor de C_m y no debe ser menor a 0,5.

S: coeficiente de suelo

R: factor de reducción de respuesta estructural

\emptyset_P, \emptyset_E : factores de configuración estructural

T: período fundamental de vibración

h_n : altura máxima de la edificación de n pisos

C_t : 0,09 para pórticos de acero

Z	=	0,4	Anexo 2
I	=	1	Anexo 4
S	=	1,2	Anexo 3
C_m	=	3	Anexo 3
R	=	7	Anexo 5
\emptyset_P, \emptyset_E	=	1	(estructuras simétricas)
C_t	=	0,09	(para pórticos de acero)
h_n	=	3,10m	(altura total)

Entonces:

$$T = C_t(h_n)^{3/4}$$

$$C = \frac{1,25(S^S)}{T}$$

$$T = 0,09(3,10)^{3/4}$$

$$C = \frac{1,25(1,2^{1,2})}{0,21}$$

$$T = 0,21$$

$$C = 7,4$$

El cortante basal total:

$$V = \frac{ZIC}{R\emptyset_P\emptyset_E} \cdot W$$

Para cada pórtilico

$$V = \frac{(0,4)(1)(7,4)}{(7)(1)(1)} \cdot 6$$

$$V = (2,54)(1,90)(1,72)$$

$$V = 2,54 \text{ Kg/m}^2$$

$$V = 8,3 \text{ Kg}$$

2.7.4.5. Carga de viento

La carga de viento se determina:

Ec.2.6: Carga de viento P

$$P = C_e \cdot C_q \cdot q_s \cdot l_w$$

P: presión de diseño del viento en KN/m²

C_e: coeficiente de expansión

C_q: coeficiente de presión

l_w: factor de importancia

De acuerdo a Tabla 6, considerando expansión de la estructura tipo B, y con una altura de la estructura aproximada 10 pies (3,10).

$$C_e = 0,62$$

De acuerdo a Tabla 7, coeficiente de presión (C_q), según método de área proyectada, para estructuras de menos de 12m.

$$C_q = 1,30$$

De acuerdo a Tabla 8, factor de importancia (l_q), con categoría de ocupación 4.

$$l_w = 1,00$$

Según, ecuación:

Ec.2.7: Presión de estancamiento del viento

$$q_s = 0,002\ 56 (V^2)$$

Machachi, ubicado al suroriente de la provincia, a 35 Km de Quito, capital del Ecuador.

Velocidad del viento promedio 4,56 m/s ≈ 10,20 mph

$$q_s = 0,002\ 56 (10,20^2)$$

Entonces carga de viento:

$$q_s = 0,002\ 56 (0,047\ 9)$$

$$P = (0,62)(1,30)(0,013)(1)$$

$$q_s = 0,013\ kN/m^2$$

$$P = 0,010\ 478\ kN/m^2 \cong 1,047\ 8\ Kg/m^2$$

2.7.4.6. Cálculo de reacciones, momentos, axiales y cortantes

Para el cálculo de reacciones, momentos, axiales y cortantes se utilizan las expresiones dadas por (LEONTOVICH, 1 973) en el capítulo 11 correspondiente al cálculo de pórticos parabólicos articulados.

Datos a considerar:

$L = 1,90\text{m}$ Luz del pórtico
 $f = 1,00\text{m}$ Altura del arco o flecha
 $h = 2,10\text{m}$ Altura de la columna

Ec.2.8: Constantes para cálculos de carga

$$\frac{I_1}{I_2} \quad ; \quad \frac{f}{L} \quad ; \quad \varnothing = \frac{I_1}{I_2} x \frac{L}{h} \quad ; \vartheta = \frac{f}{h}$$

$$A = 8[1 + \varnothing(1,5 + 2\vartheta + 0,8\vartheta^2)]$$

$$B = 4 \left[\frac{1 + 1,5\vartheta + \varnothing\vartheta}{A} \right]$$

Ec.2.9: Ecuación de la parábola:

$$y = 4f \left(1 - \frac{x}{L}\right) \frac{x}{L}$$

El ángulo φ es la pendiente del arco con la horizontal:

Ec.2.10: Pendiente del arco

$$\text{tg}\varphi = \frac{4f}{L} \left(1 - \frac{2x}{L}\right)$$

$$\frac{I_1}{I_2} = 1,6$$

(Valor que asume debido a que el momento de inercia de la columna generalmente es mayor que del momento de inercia de la viga).

Desarrollo: cálculo de constantes

$$\frac{f}{L} = \frac{1}{1,90} = 0,53$$

$$\varnothing = \frac{I_1}{I_2} \times \frac{L}{h} = 1,6 \times \frac{1,90}{2,10} = 1,45$$

$$\vartheta = \frac{f}{h} = \frac{1,00}{2,00} = 0,48$$

$$A = 8[1 + \varnothing(1,5 + 2\vartheta + 0,8\vartheta^2)]$$

$$A = 8[1 + 1,45(1,5 + 2(0,48) + 0,8(0,48)^2)]$$

$$A = 38,7$$

$$B = 4 \left[\frac{1 + 1,5\varnothing + \varnothing\vartheta}{A} \right]$$

$$B = 4 \left[\frac{1 + 1,5(1,45) + (1,45)(0,48)}{38,7} \right]$$

$$B = 0,4$$

Pórtico parabólico seleccionado:

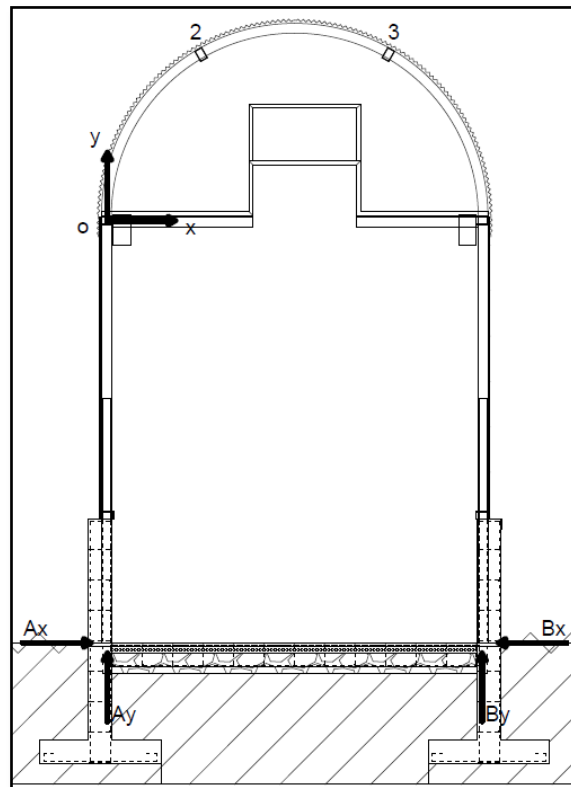


Figura 29: Reacciones en el pórtico parabólico
Fuente: Autor

2.7.4.7. Carga muerta vertical uniformemente repartida

La carga muerta es una carga vertical uniformemente repartida distribuida dirigida hacia abajo, y se asume constante a lo largo de toda la luz.

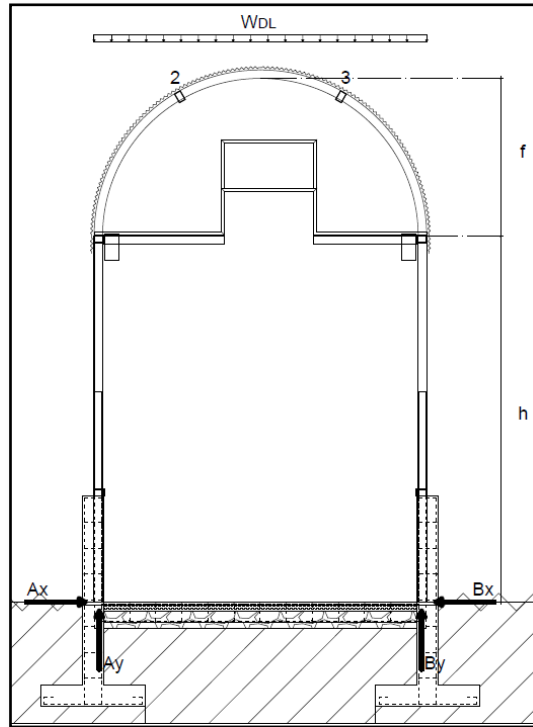


Figura 30: Carga muerta sobre la estructura
Fuente: Autor

Datos:

$$\begin{aligned} W_{DL} &= \text{Carga muerta total} = (6Kg/m^2)(L)(h) \\ &= (6Kg/m^2)(1,90m)(2,10m) \\ &= 23,94 \cong 24 \text{ kgf} \end{aligned}$$

Ec.2.11: Reacción horizontal

$$\begin{aligned} A_x &= B_x = \frac{W.L.\phi}{A.h} \left(1 + \frac{4\theta}{5}\right) \\ A_x &= B_x = \frac{(24)(1,90)(1,45)}{(38,7)(2,10)} \left(1 + \frac{4(0,48)}{5}\right) \\ A_x &= B_x = 1,13 \text{ kgf} \end{aligned}$$

Ec.2.12: Reacción vertical

$$A_y = B_y = \frac{W}{2}$$

$$A_y = B_y = \frac{24}{2}$$

$$A_y = B_y = 12 \text{ kgf}$$

En la siguiente tabla se detalla, momentos y axiales con carga vertical muerta:

Ec.2.13: El momento en diferentes puntos

$$M_x = \frac{W(x)}{2} \left(1 - \frac{x}{L}\right) - A_x(h + y)$$

Ec.2. 14: Cortantes y axiales, cuando $x \leq \frac{L}{2}$

$$N_x = A_x \cdot \cos \varphi + W \left(\frac{1}{2} - \frac{x}{L}\right) \sin \varphi$$

$$Q_x = W \left(\frac{1}{2} - \frac{x}{L}\right) \cos \varphi - A_x \cdot \sin \varphi$$

Ec.2.15: Cortantes y axiales, cuando $x > \frac{L}{2}$

$$N_x = A_x \cdot \cos \varphi + W \left(\frac{x}{L} - \frac{1}{2}\right) \sin \varphi$$

$$Q_x = A_x \cdot \sin \varphi - W \left(\frac{x}{L} - \frac{1}{2}\right) \cos \varphi$$

	SEGMENTO	x (m)	y (m)	Φ	Mx kgf.m	Nx kgf	Qx kgf
Cuando $x \leq \frac{L}{2}$	0	0,00	0,00	65	9,62	11,35	4,05
	1	0,63	1,00	35,34	4,52	3,26	2,64
Cuando $x > \frac{L}{2}$	2	1,26	1,00	34,48	0,54	3,15	-2,60
	3	1,90	0,00	65	-2,37	11,35	-4,05

Tabla 3: Resumen momentos y axiales con carga vertical muerta

Fuente: Autor

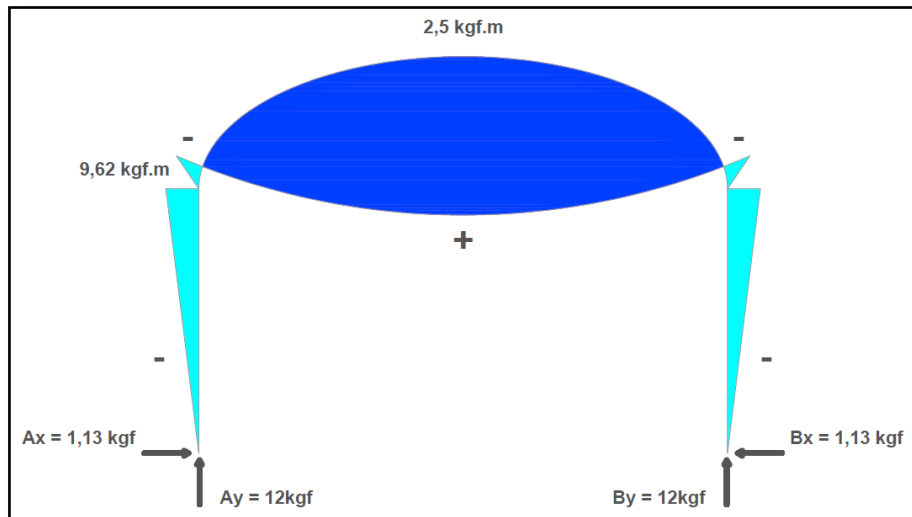


Figura 31: Diagrama de momentos y reacciones por carga muerta
Fuente: Autor

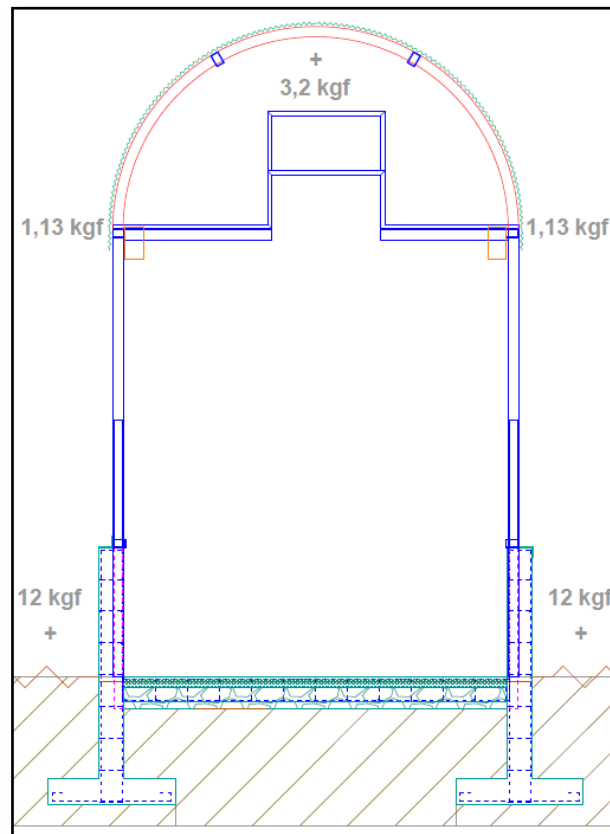


Figura 32: Diagrama de fuerzas axiales por carga muerta
Fuente: Autor

2.7.4.8. Carga viva vertical uniformemente repartida

Asumiendo que la carga viva actúa verticalmente sobre el arco y se asume constante a lo largo de toda la luz.

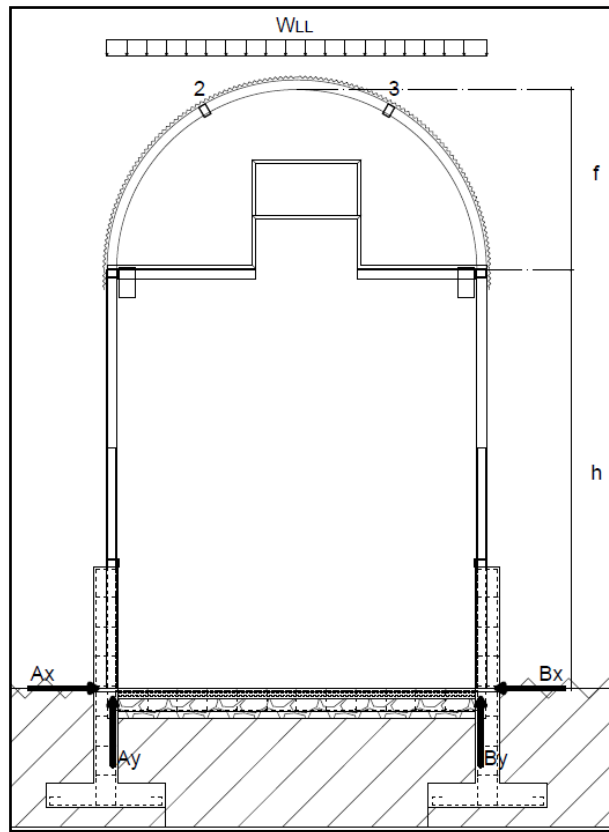


Figura 33: Carga viva sobre la estructura
Fuente: Autor

Datos:

$$W_{DL} = \text{Carga viva total} = (80 \text{ Kg/m}^2)(1,90 \text{ m})(2,10 \text{ m})$$

$$= 319,2 \text{ kgf}$$

Reacción horizontal

$$A_x = B_x = \frac{W.L.\phi}{A.h} \left(1 + \frac{4\theta}{5}\right)$$

$$A_x = B_x = \frac{(319,2)(1,90)(1,45)}{(38,7)(2,10)} \left(1 + \frac{4(0,48)}{5}\right)$$

$$A_x = B_x = 15 \text{ kgf}$$

Reacción vertical

$$A_y = B_y = \frac{W}{2}$$

$$A_y = B_y = \frac{319,2}{2}$$

$$A_y = B_y = 159,6 \text{ kgf}$$

En la siguiente tabla se detalla valores de M_x , N_x y Q_x con carga vertical viva:

	SEGMENTO	x (m)	y (m)	ϕ	M_x kgf.m	N_x kgf	Q_x kgf
Cuando $x \leq \frac{L}{2}$	0	0,00	0,00	65	128,1	150,9	54
	1	0,63	1,00	35,34	60,18	43,33	35,17
Cuando $x > \frac{L}{2}$	2	1,26	1,00	34,48	7,26	41,84	-34,43
	3	1,90	0,00	65	-31,5	150,9	-54

Tabla 4: Resumen momentos y axiales con carga vertical viva

Fuente: Autor

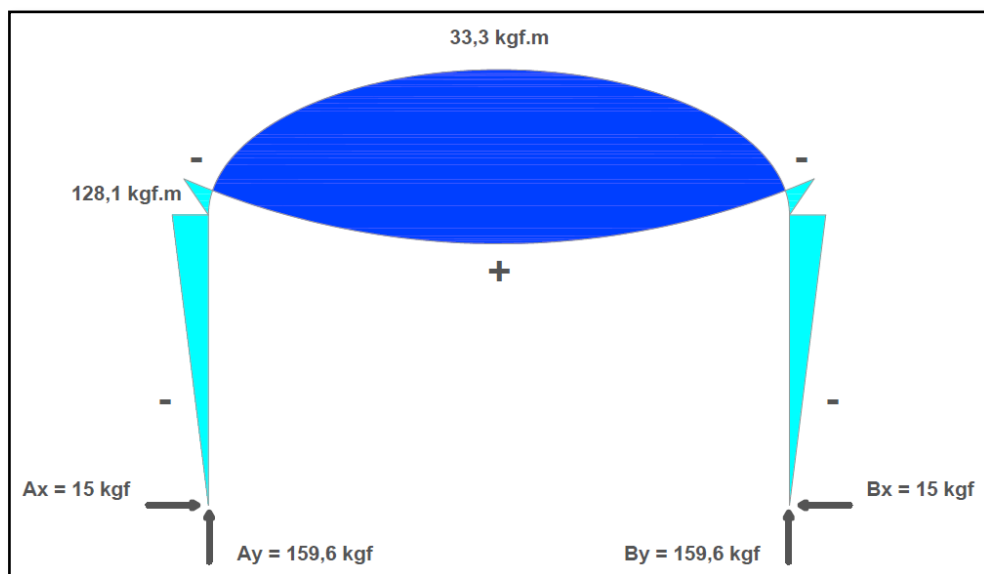


Figura 34: Diagrama de momentos y reacciones por carga viva

Fuente: Autor

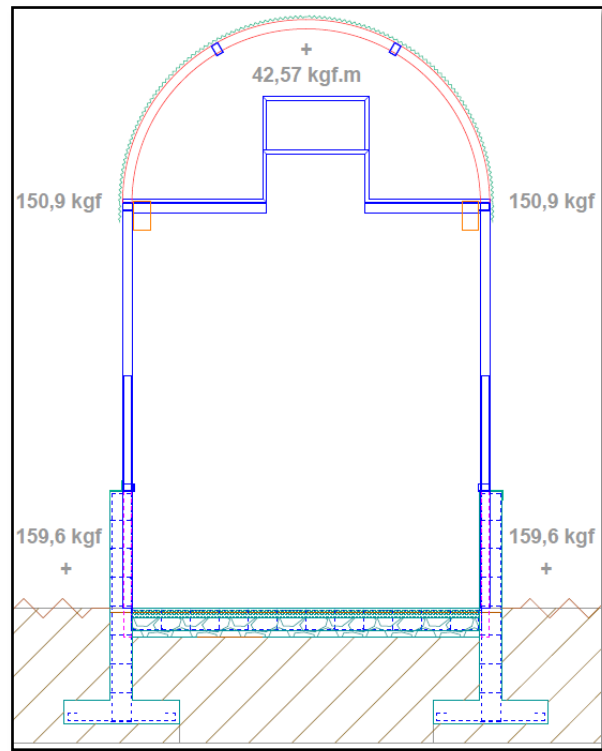


Figura 35: Diagrama de fuerzas axiales por carga viva
Fuente: Autor

2.7.4.9. Carga de sismo uniformemente repartida

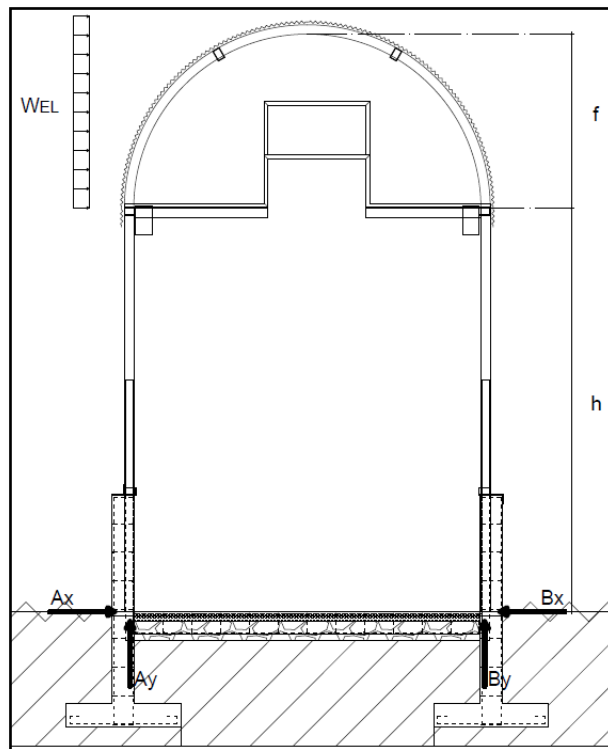


Figura 36: Carga de sismo sobre la estructura
Fuente: Autor

Datos:

$$W_{EL} = \text{Carga de sismo} = (2,54 \text{ Kg/m}^2)(1,90\text{m})(2,10\text{m})$$
$$= 10,13 \text{ kgf}$$

Ec.2.16: Reacción horizontal, carga de sismo

$$B_x = W(B + \frac{K \cdot \phi \cdot \phi}{A}) \qquad A_x = -(W - B_x)$$

$$B_x = 10,13(0,4 + \frac{(3,27)(1,45)(0,48)}{38,7}) \qquad A_x = -(10,13 - 4,65)$$

$$B_x = 4,65 \text{ kgf} \qquad A_x = -5,48 \text{ kgf}$$

Ec.2.17: Reacción vertical, carga sismo

$$B_y = \frac{W}{2L}(2h + f)$$

$$B_y = \frac{10,13}{2(1,9)}(2(2,10) + 1) \qquad A_y = -B_y$$

$$B_y = 13,9 \text{ kgf} \qquad A_y = -13,9 \text{ kgf}$$

Ec.2.18: Momentos en los puntos inicial – final, carga sismo

$$M_0 = -A_x(h) \qquad M_3 = -B_x(h)$$

$$M_0 = -(-5,48)(2,10) \qquad M_3 = -(4,65)(2,10)$$

$$M_0 = 11,5 \text{ kgf} \cdot \text{m} \qquad M_3 = 9,8 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

En la siguiente tabla se detalla, momentos, cortantes y axiales en función de x:

Ec.2.19: Momentos, cortantes y axiales en función de x, si $x \leq \frac{L}{2}$

Si $x \leq \frac{L}{2}$

$$M_x = (A_y)_{(x)} - \frac{W(y)^2}{2f} - A_x(h + y)$$

$$N_x = (\frac{W(y)}{f} + A_x) \cos \phi + A_y(\sin \phi)$$

$$Q_x = -\left(\frac{W(y)}{f} + A_x\right) \sin \varphi + A_y(\cos \varphi)$$

Ec.2.20: Momentos, cortantes y axiales en función de x, si $x > \frac{L}{2}$

Si $x > \frac{L}{2}$

$$M_x = B_y(L - x) - B_x(h + y)$$

$$N_x = (W + A_x) \cos \varphi - A_y(\sin \varphi)$$

$$N_x = A_y(\cos \varphi) + (W + A_x) \sin \varphi$$

	SEGMENTO	x (m)	y (m)	φ	Mx kgf.m	Nx kgf	Qx kgf
Cuando $x \leq \frac{L}{2}$	0	0,00	0,00	65	11,5	-14,9	-0,90
	1	0,63	1,00	35,34	3,16	-4,24	-14,02
Cuando $x > \frac{L}{2}$	2	1,26	1,00	34,48	-5,51	11,7	-8,82
	3	1,90	0,00	65	-9,8	14,6	-1,66

Tabla 5: Resumen momentos y axiales con carga horizontal de sismo

Fuente: Autor

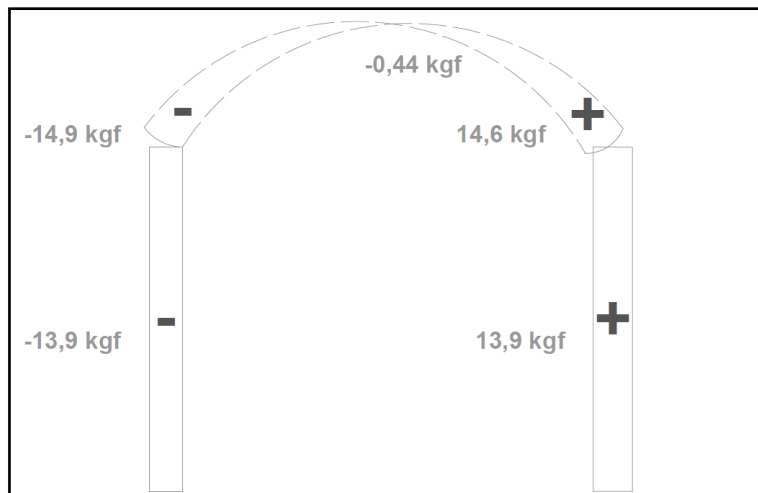


Figura 37: Diagrama de fuerzas axiales por carga de sismo

Fuente: Autor

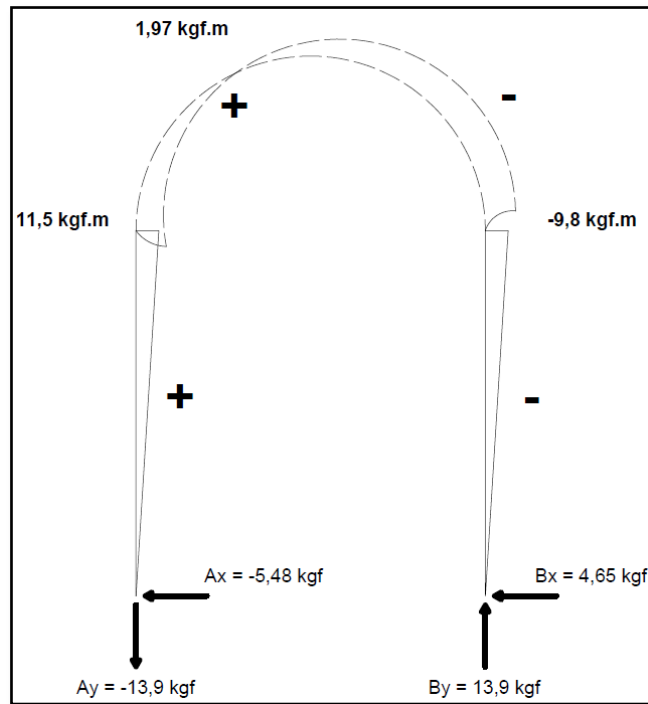


Figura 38: Diagrama de momentos y reacciones por carga de sismo
Fuente: Autor

2.7.4.10. Carga de viento uniformemente repartida

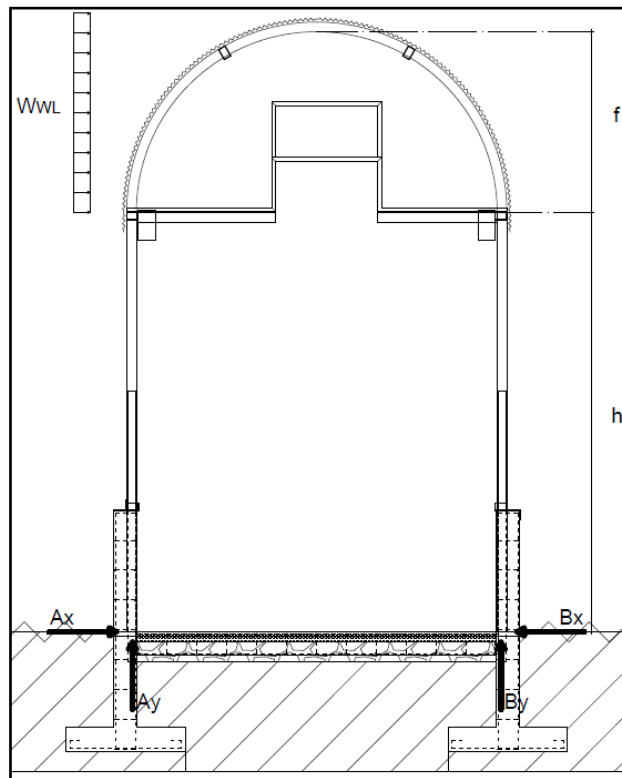


Figura 39: Diagrama de carga de viento sobre el arco
Fuente: Autor

Datos:

$$W_{EL} = \text{Carga de viento} = \left(1,05 \frac{Kg}{m^2}\right) (1,90m)(2,10m) = 4,2 \text{ kgf}$$

Ec.2.21: Constante de la estructura

$$k = \frac{1}{5} \left(12 + \frac{749(\varphi)}{82}\right)$$

Constante de la estructura (LEONTOVICH, 1 973, pág. 206)

$$k = \frac{1}{5} \left(12 + \frac{749(0,48)}{82}\right) = 3,2$$

Reacción horizontal

$$B_x = W \left(B + \frac{K \cdot \phi \cdot \varphi}{A}\right)$$

$$A_x = -(W - B_x)$$

$$B_x = 4,2 \left(0,4 + \frac{(3,27)(1,45)(0,48)}{38,7}\right)$$

$$A_x = -(4,2 - 1,93)$$

$$B_x = 1,93 \text{ kgf}$$

$$A_x = -2,27 \text{ kgf}$$

Reacción vertical

$$B_y = \frac{W}{2L} (2h + f)$$

$$B_y = \frac{4,2}{2(1,9)} (2(2,10) + 1)$$

$$A_y = -B_y$$

$$B_y = 5,74 \text{ kgf}$$

$$A_y = -5,74 \text{ kgf}$$

Momentos en los puntos inicial y final

$$M_0 = -A_x(h)$$

$$M_3 = -B_x(h)$$

$$M_0 = -(-2,27)(2,10)$$

$$M_3 = -(1,93)(2,10)$$

$$M_0 = 4,77 \text{ kgf} \cdot m$$

$$M_3 = -4,053 \text{ kgf} \cdot m$$

En la siguiente tabla se detalla, momentos, cortantes y axiales en función de x:

	SEGMENTO	x (m)	y (m)	Φ	Mx kgf.m	Nx kgf	Qx kgf
Cuando $x \leq \frac{L}{2}$	0	0,00	0,00	65	4,8	-6,16	-0,37
	1	0,63	1,00	35,34	1,32	-1,75	-5,80
Cuando $x > \frac{L}{2}$	2	1,26	1,00	34,48	-2,30	4,84	-3,64
	3	1,90	0,00	65	-4,05	6,01	-0,68

Tabla 6: Resumen momentos y axiales con carga horizontal de sismo

Fuente: Autor

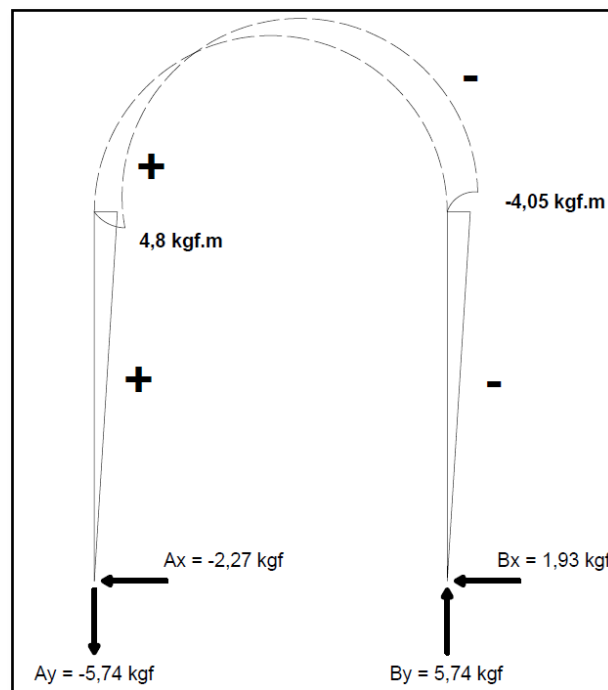


Figura 40: Diagrama de momentos y reacciones por carga de viento

Fuente: Autor

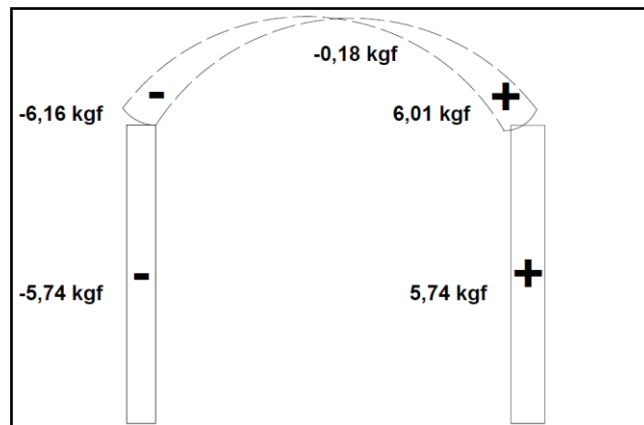


Figura 41: Diagrama de fuerzas axiales por carga de viento

Fuente: Autor

2.7.4.11. Diseño de correas túnel de fumigación

Las correas son parte de la estructura encargada de transmitir las cargas a los pórticos o armaduras, estas soportan el peso del material de la cubierta.

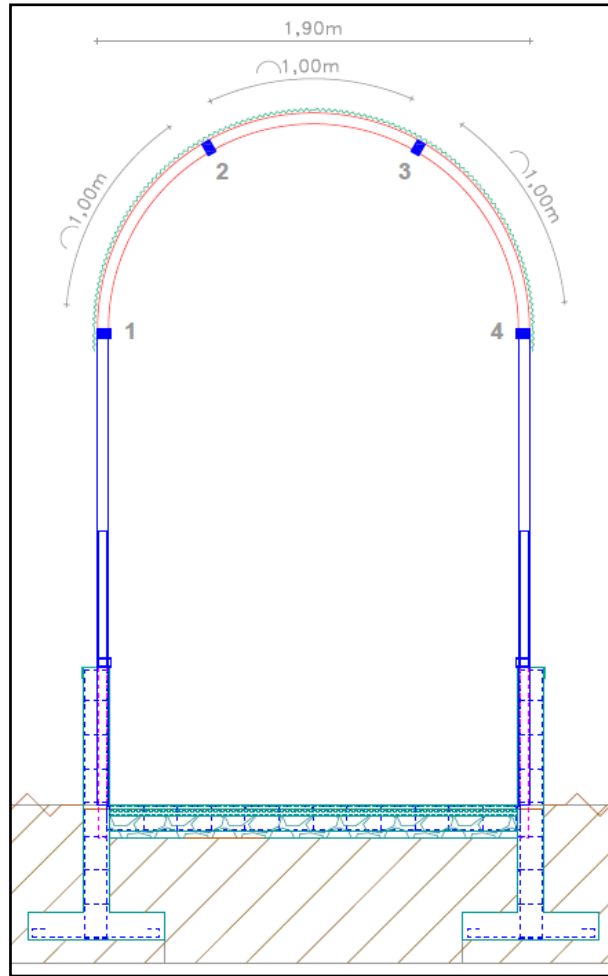


Figura 42: Diagrama de correas en estructura
Fuente: Autor

Variación de los ángulos de inclinación para cada correa

Correa #	1	2	3	4
Ángulo β	180°	145°	35°	0°

Tabla 7: Variación ángulos de inclinación correa
Fuente: Autor

Los largueros, se consideran como viga simple (2 apoyos de 3,44m).

Determinación de las cargas

Carga muerta sobre la cubierta: $6 \text{ kg/m}^2 (1\text{m}) = 6 \text{ kg/m}$

Carga viva: $80 \text{ kg/m}^2 (1\text{m}) = 80 \text{ kg/m}$

Carga total por metro: $W = 86 \text{ kg/m} = 0,843 \text{ kN/m}$

NOTA: las cargas de viento y sismo no se consideran ya que son cargas horizontales, las que predominan son cargas verticales, sobre las correas.

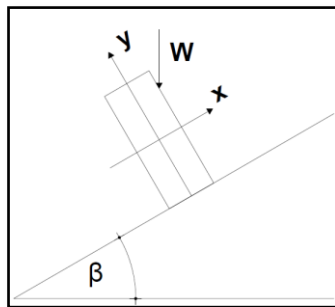


Figura 43: Diagrama cuerpo libre
Fuente: Autor

Correa #	1	2	3	4
Ángulo β	180°	145°	35°	0°
W_x (kg/m)	0	49,32	49,32	0
W_y (kg/m)	-86	-86	70,44	86

Tabla 8: Resumen ángulos de inclinación - fuerza
Fuente: Autor

Cálculo de la correa como una viga simple. Se propone viga con tres apoyos:

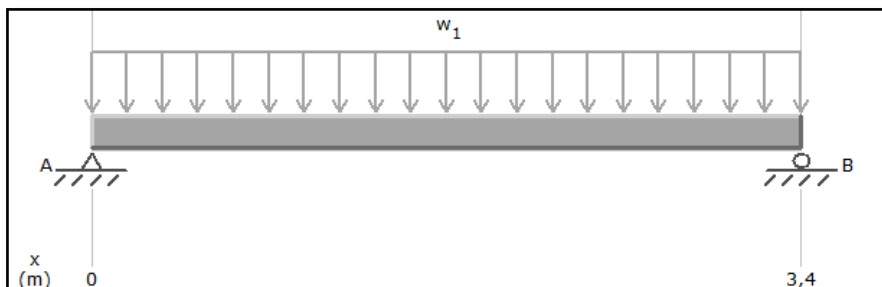


Figura 44: Diagrama de cargas en viga simple
Fuente: Autor

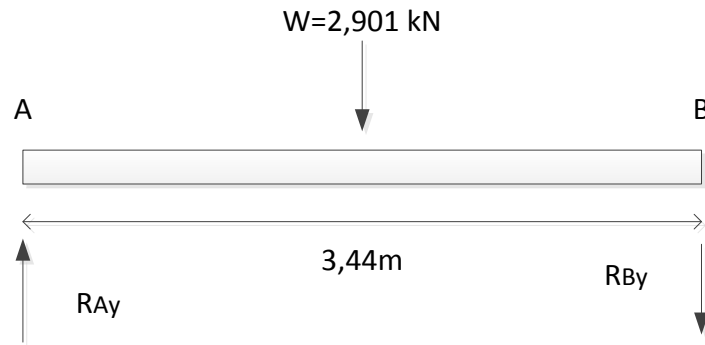


Figura 45: Diagrama de cuerpo libre, viga simple
Fuente: Autor

$$\sum M_A = 0$$

$$\sum F_y = 0$$

$$R_{By}(3,44m) + W(1,72m) = 0$$

$$R_{Ay} - R_{By} - W = 0$$

$$R_{By}(3,44m) + (2,901kN)(1,72m) = 0$$

$$R_{Ay} + 1,45kN - 2,901kN = 0$$

$$R_{By} = -\frac{4,989 \text{ kN}}{3,44 \text{ m}}$$

$$R_{Ay} = 1,45 \text{ kN}$$

$$R_{By} = -1,45 \text{ kN}$$

$$0 \leq x < 3,44m$$

$$\sum F_y = 0$$

$$R_{Ay} - \left(0,421 \frac{kN}{m}\right)(x) - V = 0$$

$$V = 1,45 \text{ kN} - \left(0,421 \frac{kN}{m}\right)(x)$$

$$\sum M_t = 0$$

$$M - R_A(x) + \left[\left(0,421 \frac{kN}{m}\right)(x)\right] \frac{x}{2} = 0$$

$$M = (1,45)(x) - \left(0,421 \frac{kN}{m}\right)(x^2)$$

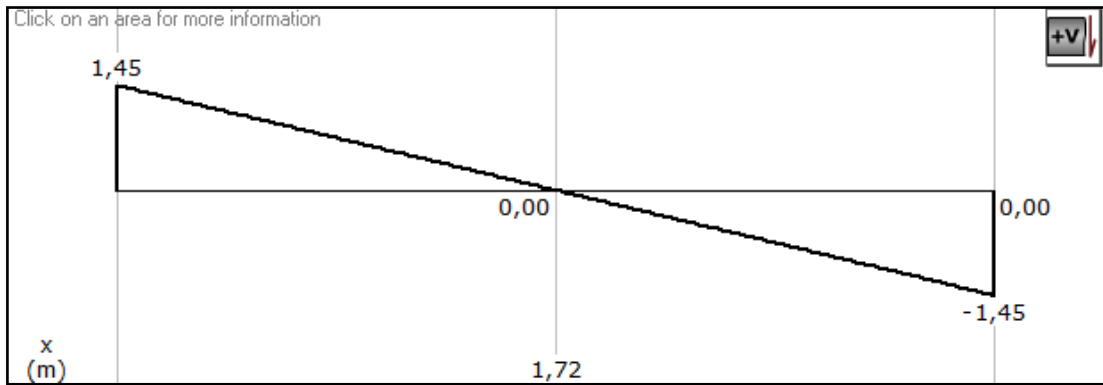


Figura 46: Diagrama de fuerza cortante
Fuente: Autor

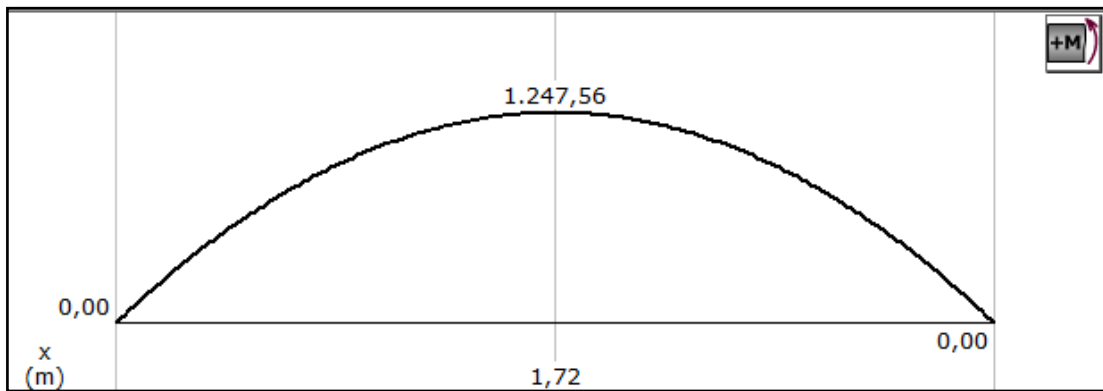


Figura 47: Diagrama momento flector
Fuente: Autor

2.7.5. SELECCIÓN DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES

2.7.5.1. Tubería estructural redonda

Elemento estructural galvanizado diámetros 1 ½" y 2", utilizado para conformación del conjunto columna – pórtico. Su figura de tipo arco, constituye los pórticos en el túnel. Especificaciones anexo 1.



Figura 48: Tubería estructural redonda
Fuente: Catálogo DIPAC, pág. 40

2.7.5.2. Tubería estructural rectangular

Este elemento estructural de dimensiones 40 x 20 x 2 mm, se utiliza como marco de la puerta del túnel. Además sus propiedades mecánicas satisfacen para ser usados como correas dentro de la conformación del techo de la infraestructura. Especificaciones anexo 2.

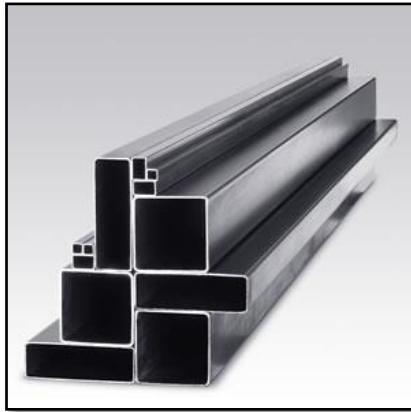


Figura 49: Tubería estructural rectangular
Fuente: Catálogo DIPAC, pág. 39

2.7.5.3. Cubierta KUBILIER

Material corrugado espesor 0,40 mm, denominado Estilpanel, cumple con la función de techo, protege el interior del túnel de fumigación contra temporales lluviosos o elementos ajenos al sistema. Su figura será semicircular ya que se guía al sentido de los pórticos de la estructura. Especificaciones anexo 3.



Figura 50: Cubierta KUBILIER
Fuente: Catálogo DIPAC, pág. 32

2.7.5.4. Lámina de policarbonato alveolar

Son planchas translúcidas (espesor 6mm) de estructura multipared con características extraordinarias en cuanto a resistencia mecánica, bajo peso y

translucidez. Su función es constituirse como paredes laterales de protección del túnel.



Figura 51: Lámina de policarbonato alveolar
Fuente: Catálogo CENTROLIT

2.7.6. TÚNEL DE FUMIGACIÓN ELECTROSTÁTICO

El equipo de fumigación implementado en el interior del túnel consta de cuatro boquillas, ubicadas en cada uno de los vértices del área rectangular. Mantiene una salida o desagüe, para fluido químico desperdiciado. El sistema de compresión de aire y control se ubica en caseta anexa al túnel de fumigación. Contiene cajas de paso para la verificación del sistema neumático y eléctrico.

Las características arquitectónicas principales son:

- Forma rectangular de dimensiones 3,5 x 2,0 x 3,0 m.
- Estructura mecánica, conformada por tubería estructural galvanizada redonda (pórticos) y rectangular (correas).
- Cimentación, piso de hormigón armado espesor de 5cm, con malla electro soldada.
- Mampostería, bloque enlucido (h = 0,60 m y e = 0,12 m).
- Paredes laterales, lámina de policarbonato transparente (h = 1,50m y e = 6mm).
- Cubierta KUBILIER corrugada semicircular con traslape sobre la pared de 0,10m.



Figura 52: Túnel de fumigación electrostático
Fuente: Autor

2.8. DISEÑO DEL SISTEMA DE TRANSPORTE

2.8.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE TRANSPORTE

La movilidad autónoma de los coches con flores, se configura a través de un lazo cerrado de movimiento. Este sistema se define como el camino constante cerrado complementado con movimiento autónomo.

La energía mecánica producida por el conjunto motor – polea – piñón se transmite hacia un elemento tensor (cadena) paralelo al riel guía. La cadena adquiere energía cinética al acoplarse con el conjunto de transmisión. Este a su vez arrastra a un transportador guía ubicado en el riel y moviliza coches llenos con flores cortadas hacia el túnel y luego hacia el área de selección y corte.

2.8.2. PARÁMETROS DE DISEÑO

De acuerdo a la descripción del apartado anterior, los parámetros de diseño son:

- El sistema de transporte secundario, lazo cerrado de riel guía. Longitud aproximada 45m.
- El sistema de transporte se destina para movilizar coches con flores cortadas de hasta 25 kg.
- La energía mecánica de un motor se transmite hacia un elemento tensor (cadena).

2.8.3. CÁLCULOS PRELIMINARES DE DISEÑO

Luego de decidir que la unidad se desplazaría a modo automático, la principal preocupación se centró en que la misma fuera lo más ligera posible, obligando a buscar un material liviano pero resistente; y a la vez que el motor que proporcionara la tracción fuera lo más compacto y ligero, sin dejar de tener la potencia suficiente y pueda funcionar bajo las condiciones de trabajo establecidas.

Para esto se partió de la búsqueda de un motor que cumpla con el requerimiento, de este modo se encontró algunos modelos y en base a ellos se elaboró un diseño previo, guardando una armonía geométrica y dimensional.

Una vez determinado las dimensiones y los posibles motores a utilizarse, se procedió a realizar los cálculos pertinentes con el fin de establecer si los elementos mecánicos resistirían y cuál de los motores sería el más adecuado, teniendo en cuenta sus características técnicas.

Así mismo, se debe decir que para el desplazamiento de la unidad se eligió el sistema de ruedas de fricción, para tener una buena tracción en contacto con la cadena de acero que se tensorá paralelo al riel guía.

2.8.3.1. Cálculos para selección de motor

Se procede a calcular la potencia mecánica del motor asumiendo los siguientes valores:

Diámetro de polea transmisora = 0,1 m

Fuerza de arrastre = 30 N

Velocidad angular transmitida al eje = 1720 rpm

La fuerza de asume en cinco veces más, como caso crítico.

Ec.2.22: Torque M_t

$$M_t = F \times r$$

Donde:

$$M_t = (150 \text{ N})(0,05 \text{ m})$$

M_t : torque producido

$$M_t = 7,5 \text{ Nm}$$

F: fuerza

r: radio

Entonces la potencia se calcula,

Ec.2.23: Potencia del motor P

$$P = \frac{M_t \times n}{9550}$$

$$P = \frac{7,5 \times 1720}{9550}$$

$$P = 1,35 \text{ KW} \approx 1,81 \text{ hp}$$

Donde:

P: potencia del motor sistema de transporte semiautomático [KW]

M_t : torque producido

n: velocidad en rpm

2.8.3.2. Cálculos para selección de poleas y bandas

Determinación de potencia de diseño:

Según el libro de Diseño Mecánico de (BUDYNÁS & NISBETT, 2 008):

Ec.2.24: Potencia de diseño P_d

$$P_d = f \times P_m$$

Donde:

P_d : potencia de diseño [hp]

f: factor de servicio de sobrecarga = 1

P_m : potencia del motor [hp] = 2,0 [hp]

$$P_d = 1 \times 2,0$$

$$P_d = 2 \text{ hp}$$

Consideraciones:

- $P = P_d = 2 \text{ hp}$
- $n_1 = 1720 \text{ rpm}$
- $n_2 = 600 \text{ rpm}$
- $C = 400 \text{ mm}$

De acuerdo Anexo 12:

- $C_1 = \text{factor de servicios (para malacates y huinches)} : C_1 = 1,5$

Entonces, con referencia Anexo 13:

La selección de la banda requiere:

- $P = 2 \text{ hp}$
- $n_1 = 1720 \text{ rpm}$

Obteniendo que, el perfil de correa a seleccionar es de tipo A.

2.8.3.3. Cálculos para el diámetro de poleas

Se procede con la determinación de la relación de velocidades angulares, definida por:

Ec.2.25: Relación de velocidades angulares i

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{1720}{700} = 2,45$$

$$i = \frac{D_p}{d_p}$$

Donde:

i : Relación de velocidades angulares, relación de diámetros.

n_1 : velocidad angular del motor.

n_2 : velocidad angular de la excéntrica.

D_p : diámetro de paso de la polea mayor.

d_p : diámetro de paso de la polea menor.

Entonces:

$$d_p \text{ mínimo} = 3 \text{ in} = 76,2 \text{ mm}$$

$$D_p = i \cdot d_p$$

$$D_p = (2,45)(76,2)$$

$$D_p = 186,69 \text{ mm} = 7,35 \text{ in}$$

$$d = 3 \text{ in (Normalizado, anexo 14)}$$

$$D = 8 \text{ in (Normalizado, anexo 14)}$$

$$C = 400 \text{ mm} \rightarrow C < 3(D + d)$$

$$C < 3(8 + 3)$$

$$C < 33 \text{ in} = 838,2 \text{ mm}$$

2.8.3.4. Cálculo determinación longitud de banda

Según el libro de Diseño Mecánico de (BUDYNÁS & NISBETT, 2 008):

Ec.2.26: Longitud de paso de la banda L_p

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

Donde:

L_p : longitud de paso (o efectiva) de la banda

D: diámetro de la polea mayor

d: diámetro de la polea menor

C: distancia entre los centros de las poleas

$$L_p = (2)(400) + 1,57(203,2 + 76,2) + \frac{(203,2 - 76,2)^2}{4(400)}$$

$$L_p = (2)(400) + 1,57(203,2 + 76,2) + \frac{(203,2 - 76,2)^2}{4(400)}$$

$$L_p = 1248 \text{ mm}$$

El perímetro interior de la banda se calcula utilizando la siguiente ecuación, con factor de aumento de longitud 1,3 in (33,02 mm).

Según el libro de Diseño Mecánico de (BUDYNÁS & NISBETT, 2 008):

Ec.2.27: Longitud interior de la banda L_i

$$L_i = L_p - 33,02$$

Donde:

L_i : longitud interior de la banda

L_p : longitud de paso (o efectiva) de la banda.

$$L_i = 1248 - 33,02 = 1214,98 \cong 1215 \text{ mm} \cong 47,83 \text{ in}$$

2.8.3.5. Cálculo ángulo de contacto de banda θ_s

Según el libro de Diseño Mecánico de (BUDYNÁS & NISBETT, 2 008):

Ec.2.28: Ángulo de contacto de la banda θ_s

$$\theta_s = 2 \cos^{-1}\left(\frac{D - d}{2C}\right)$$

Donde:

θ_s : ángulo de contacto de la banda

D: diámetro de la polea mayor

d: diámetro de la polea menor

C: distancia entre los centros de las poleas

$$\theta_s = 2 \cos^{-1}\left(\frac{203,2 - 76,2}{2(400)}\right)$$

$$\theta_s = 161,73^\circ \cong 162^\circ = 2,82 \text{ rad}$$

2.8.3.6. Cálculo del número de bandas

$$H_r = \left[C_1 - \frac{C_2}{d} - C_3(r \cdot d)^2 - C_4 \log(r \cdot d) \right] (r \cdot d) + C_2 r \left(1 - \frac{1}{K_A}\right)$$

Donde:

Ec.2.29: Potencia nominal H_r

H_r : potencia nominal

$$C_1 = 0,8542$$

$$C_2 = 1,342$$

$$C_3 = 2,436 \times 10^{-4}$$

$$C_4 = 0,1703$$

$$r = \text{número de revoluciones}/700 = \frac{1720}{700} = 2,46$$

Calculando:

$$\frac{D}{d} = \frac{203,2 \text{ mm}}{76,2 \text{ mm}} = 2,66$$

Entonces:

$$K_A = \text{factor de relación de velocidades} = 1,1106$$

$$H_r = \left[(0,8542) - \frac{1,342}{3} - (2,436 \times 10^{-4})((2,46)(3))^2 - (0,1703)\log(2,46 \times 3) \right] \\ (2,46)(3) + (1,342)(2,46)\left(1 - \frac{1}{1,1106}\right)$$

$$H_r = 2,15 \text{ hp}$$

La potencia encontrada se basa en un arco de contacto de $161,73^\circ$ y una longitud media de banda. Por eso debe corregirse utilizando la ecuación, con $\theta = 162^\circ$ se determina el valor de K_1 , y el valor de K_2 es el factor de corrección de la banda V seleccionada (tipo A).

Según el libro de Diseño Mecánico de (BUDYNÁS & NISBETT, 2 008):

$$H_r' = (K_1)(K_2)(H_r)$$

Ec.2.30: Potencia corregida H_r'

Donde:

H_r' : potencia corregida

$$K_1 = 0,95$$

$$K_2 = 0,76 \text{ (interpolado)}$$

$$H_r = 2,15 \text{ hp}$$

$$H_r' = (0,95)(0,76)(2,15)$$

$$H_r' = 1,55 \text{ hp/banda}$$

Según el libro de Diseño Mecánico de (BUDYNÁS & NISBETT, 2 008) la determinación del número de bandas se obtiene por:

Ec.2.31: N° bandas

$$N^{\circ} \text{ bandas} = \frac{P_d}{H_r'}$$

$$N^{\circ} \text{ bandas} = \frac{2 \text{ hp}}{1,55 \text{ hp/banda}}$$

$$N^{\circ} \text{ bandas} = 1,29 \text{ banda} = 1 \text{ banda}$$

2.8.3.7. Diagrama de cuerpo libre eje del sistema de tracción

La figura 60, se representa el eje sometido bajo la acción de la fuerza F_c y la tensión de la polea en la misma dirección.

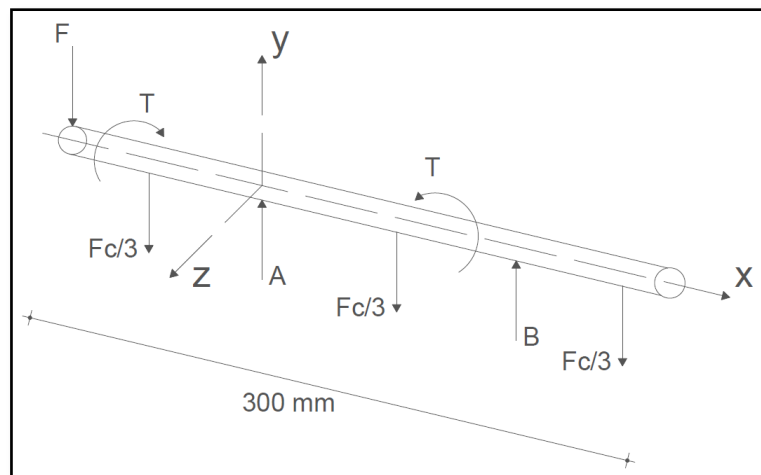


Figura 53: Diagrama de cuerpo libre del eje

Fuente: Autor

$$\frac{F_c}{3} = 1242,36 \text{ N} \cdot \frac{1 \text{ kgf}}{9,8 \text{ N}} = 45,62 \text{ kgf}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$F + F_c = A + B$$

$$\sum M_o = 0$$

$$(F \cdot 102) + \left(\frac{F_C}{3} \cdot 48\right) - \left(\frac{F_C}{3} \cdot 64\right) + (B \cdot (64 + 48)) - \left(\frac{F_C}{3} \cdot (64 + 48 + 48)\right) = 0$$

Del proceso de transmisión por bandas se obtiene la fuerza F, según la figura 61.

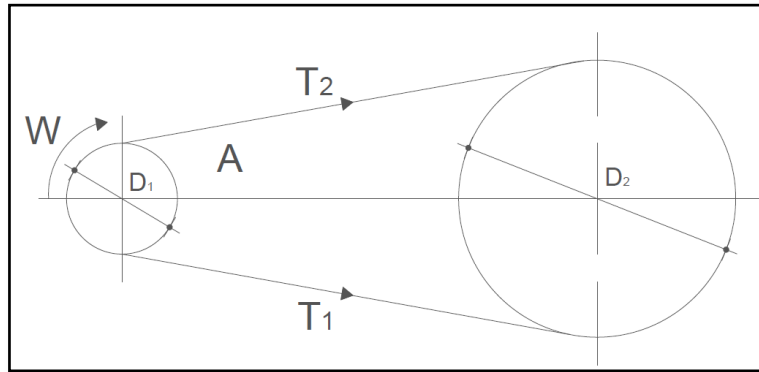


Figura 54: Diagrama transmisión por banda

Fuente: Autor

Ec.2.32: Torque M_t

$$M_t = \frac{P(\text{hp}) \cdot 76}{w} \text{ [kg.m]}$$

$$M_t = \frac{(2)(76)}{104,7} = 1,45 \text{ [kg.m]}$$

$$M_t = 145 \text{ [kg.cm]}$$

$$M_t = (T_1 - T_2)D_1$$

$$(T_1 - T_2) = \frac{145 \text{ [kg.cm]}}{7,62 \text{ [cm]}}$$

$$(T_1 - T_2) = 19,02 \text{ [kg]}$$

Considerando

$$T_1 = 8T_2$$

$$(8T_2 - T_2) = 19,02 \text{ [kg]}$$

$$T_2 = 2,71 \text{ [kg]}$$

$$T_1 = 8(2,71) \text{ [kg]}$$

$$T_1 = 21,68 \text{ [kg]}$$

Entonces:

$$F = T_1 + T_2$$

$$F = 21,68 + 2,71$$

$$F = 24,39 \text{ [kg]}$$

Sustituyendo

$$F = 24,39 \text{ [kg]} \quad F_c/3 = 45,62 \text{ [kg]} \quad \text{en:}$$

$$(F \cdot 102) + \left(\frac{F_c}{3} \cdot 48\right) - \left(\frac{F_c}{3} \cdot 64\right) + (B \cdot (64 + 48)) - \left(\frac{F_c}{3} \cdot (64 + 48 + 48)\right) = 0$$

$$(24,39)(102) + (45,62)(48) - (45,62)(64) + B(112) - 45,62(160) = 0$$

$$B = 49,47 \cong 50 \text{ [kg]}$$

Sustituyendo

$$B = 50 \text{ [kg]}, \quad F = 24,39 \text{ [kg]}, \quad F_c = 136,86 \text{ [kg]} \quad \text{en:}$$

$$F + F_c = A + B$$

$$24,39 + 136,86 = A + 50$$

$$A = 111,25 \text{ [kg]}$$

2.8.3.8. Diagrama esfuerzo cortante y momento flector

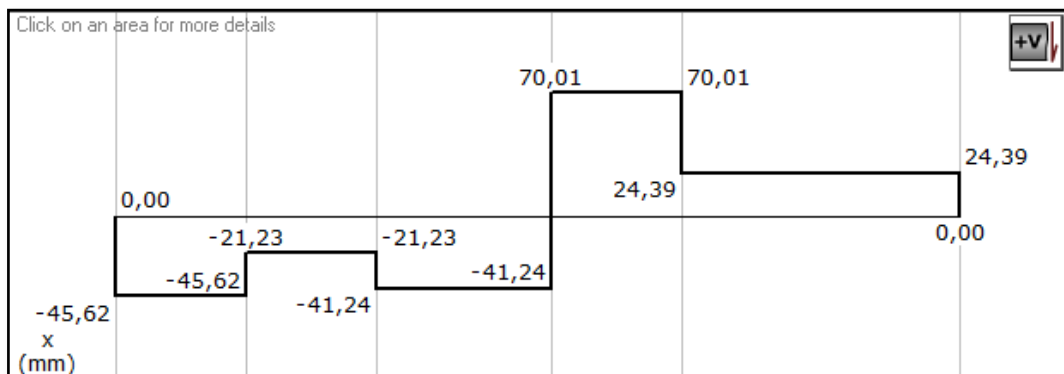


Figura 55: Diagrama esfuerzo cortante

Fuente: Autor

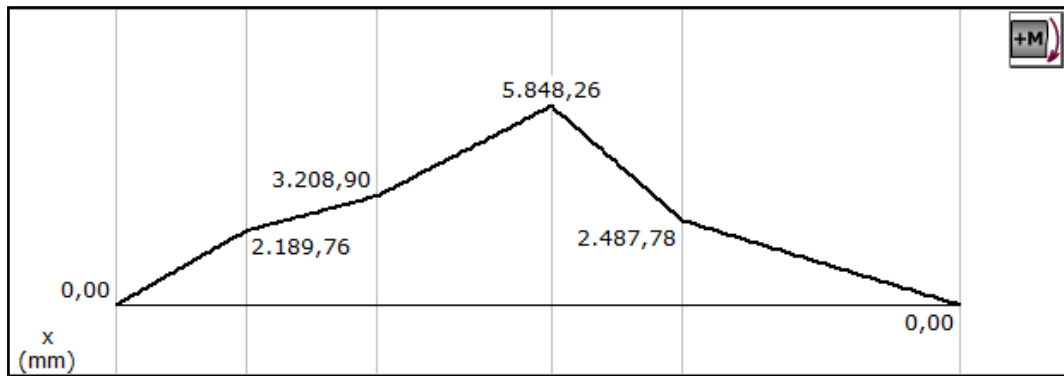


Figura 56: Diagrama momento flector
Fuente: Autor

De acuerdo al análisis se puede distinguir que el momento máximo se encuentra en la reacción A; es decir punto donde se encontrará ubicada la chumacera del sistema.

2.8.3.9. Cálculo eje sometido a flexión

Entonces el máximo momento

$$M_{m\acute{a}x} = 585 \text{ [kg.cm]}$$

Características acero bonificado para maquinaria

Denominación: AC 709 = AISI 4140

Diámetro: 25mm = 1 in

$$S_y = 686 \text{ N/mm}^2 = \text{[MPa]}$$

$$S_{ut} = 1078 \text{ N/mm}^2 = \text{[MPa]}$$

Según el libro de Diseño Mecánico de (BUDYNÁS & NISBETT, 2 008),

Ec.2.33: Esfuerzo máximo σ_x

$$\sigma_x = \frac{M_{m\acute{a}x} \cdot C}{I}$$

Ec.2.34: Momento de inercia I

$$I = \frac{\pi \cdot d_{eje}^4}{64}$$

Donde:

$M_{m\acute{a}x}$: momento flector máximo

d_{eje} : diámetro del eje (25mm = 2,5cm)

$c = \text{distancia al eje neutro } (\frac{d_{eje}}{2})$

$$I = \frac{\pi \cdot (2,5)^4}{64} = 1,92 \text{ cm}^4$$

$$\sigma_x = \frac{585 \text{ [kg.cm]} \cdot 2,5/2 \text{ [cm]}}{1,92 \text{ cm}^4}$$

$$\sigma_x = 381 \left(\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}\right) \left(\frac{9,8\text{N}}{1 \text{ kg}}\right) \left(\frac{1 \text{ cm}^2}{100 \text{ mm}^2}\right)$$

$$\sigma_x = 37,3 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

2.8.3.10. Cculo eje sometido a torsión

Según el libro de Diseño Mecánico de (BUDYNÁS & NISBETT, 2 008):

Ec.2.35: Esfuerzo a torsión τ_{xy}

$$\tau_{xy} = \frac{M_{tr} \cdot C}{J}$$

Ec.2.36: Momento polar de inercia J

$$J = \frac{\pi \cdot d_{eje}^4}{32}$$

Donde:

M_{tr} : momento torsor = 145 [kg.cm]

d_{eje} : diámetro del eje (25mm = 2,5cm)

$c = \text{distancia al eje neutro } (\frac{d_{eje}}{2})$

$I =$ momento polar de inercia

$$J = \frac{\pi \cdot (2,5)^4}{32} = 3,83 \text{ cm}^4$$

$$\tau_{xy} = \frac{145 [\text{kg} \cdot \text{cm}] \cdot 2,5/2 [\text{cm}]}{3,83 \text{ cm}^4}$$

$$\tau_{xy} = 47,32 \left(\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}\right) \left(\frac{9,8\text{N}}{1 \text{ kg}}\right) \left(\frac{1 \text{ cm}^2}{100 \text{ mm}^2}\right)$$

$$\tau_{xy} = 4,63 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

2.8.3.11. Cálculo eje sometido a fatiga

Según libro, Diseño Mecánico de (BUDYNÁS & NISBETT, 2 008, págs. 301-319):

Ec.2.37: Límite de resistencia a la fatiga del eje

$$S_e = (S'_e)(k_a)(k_b)(k_c)(k_d)(k_e)(k_f)$$

Donde:

S'_e : límite de resistencia a la fatiga de la muestra de viga rotatoria

k_a : factor de superficie

k_b : factor de tamaño

k_c : factor de confiabilidad

k_d : factor de temperatura

k_e : factor de modificación por concentración de esfuerzos

k_f : factor de efectos diversos

Para calcular el límite de resistencia a la fatiga:

Ec.2.38: Límite de resistencia a la fatiga de la muestra de viga rotatoria

$$S'_e = 0,5 S_{ut}$$

$$S'_e = 0,5 \cdot 1078 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$S'_e = 539 \text{ [MPa]}$$

De acuerdo a la tabla 6–2, del libro de Diseño (BUDYNÁS & NISBETT, 2 008) el factor de superficie (k_a) para una superficie maquinada con $S_{ut} = 1078 \text{ MPa}$, se determina:

Ec.2.39: Factor de superficie k_a

$$k_a = aS_{ut}^b$$

De la tabla 6-2, $a = 4,51$ y $b = -0,265$ entonces:

$$k_a = (4,51)(1078)^{-0,265} = 0,7$$

Se considera al eje con carga de flexión y torsión, es decir se utiliza la siguiente ecuación, si $0,11 \leq d \leq 2 \text{ in}$:

Ec.2.40: Factor de tamaño k_b

$$k_b = (0,879)(d)^{-0,107}$$

Entonces:

$$k_b = (0,879)(1)^{-0,107} = 1,01$$

Según la tabla 6-5, del libro de diseño (BUDYNÁS & NISBETT, 2 008), el factor de confiabilidad, considerando el 90% es:

$$k_c = 0,897$$

Según la tabla 6-4, del libro de diseño (BUDYNÁS & NISBETT, 2 008), el factor de temperatura, considerando el 25°C es:

$$k_d = 1$$

Según apartado 6-26, del libro de diseño (BUDYNÁS & NISBETT, 2 008), el factor de modificación por concentración de esfuerzos con carga a flexión es:

$$k_e = 1$$

Y el factor de efectos diversos, considerando el peor caso:

$$k_f = 1$$

Finalmente para calcular el límite de resistencia a la fatiga:

$$S_e = (539)(0,7)(1,01)(0,897)(1)(1)(1)$$

$$S_e = 341,8 \text{ [MPa]}$$

A continuación se procede a calcular la resistencia de fluencia al corte, considerando que la flexión y la torsión son eventos del proceso.

Según la teoría de la energía de distorsión:

Ec.2.41: Resistencia de fluencia al corte S_{sy}

$$S_{sy} = 0,577 S_y$$

Donde:

S_y : resistencia de fluencia

$$S_{sy} = 0,577 (686 \text{ [MPa]})$$

$$S_{sy} = 395,8 \text{ [MPa]}$$

Ahora se calcula el límite de fatiga a la cortadura completamente corregida por medio del límite de resistencia a la fatiga.

Ec.2.42: Límite de fatiga a la cortadura S_{se}

$$S_{se} = 0,577 S_e$$

Donde:

S_{se} : límite de fatiga a la cortadura completamente corregida

S_e : límite de resistencia a la fatiga del eje

$$S_{se} = 0,577 (341,8 \text{ [MPa]})$$

$$S_{se} = 197,2 \text{ [MPa]}$$

2.8.3.12. Cálculo del factor de seguridad

Para calcular el factor de seguridad se utiliza el método de SODERBERG, según libro de diseño (BUDYNÁS & NISBETT, 2 008, pág. 735):

Ec.2.43: Factor de seguridad

$$n = \frac{\pi d^3}{16 * \sqrt{\left(\frac{T}{S_{sy}}\right)^2 + \left(\frac{M}{S_{se}}\right)^2}}$$

Donde:

n: factor de seguridad

d: diámetro del eje (25mm = 2,5cm)

T: torque = 145 [kg.cm]

M: momento máximo en el eje = 585 [kg.cm]

S_{sy}: resistencia de fluencia al corte = 395,8 [MPa] = 4033,2 $\frac{kg}{cm^2}$

S_{se}: límite de fatiga a la cortadura corregido = 197,2 [MPa] = 2009,4 $\frac{kg}{cm^2}$

$$n = \frac{\pi(2,5 \text{ cm})^3}{16 * \sqrt{\left(\frac{145 \text{ [kg.cm]}}{4033,2 \frac{kg}{cm^2}}\right)^2 + \left(\frac{585 \text{ [kg.cm]}}{2009,4 \frac{kg}{cm^2}}\right)^2}}$$

$$n = 10,75$$

Verificando:

$$d = \frac{(32 * M * n_r)^{1/3}}{\pi * S_e}$$

Donde:

n_r: factor de seguridad requerido

d: diámetro del eje (25mm = 2,5cm)

M : momento máximo en el eje = 585 [kg.cm]

S_e : límite de resistencia a la fatiga del eje = 341,8 [MPa] = 3482,9 $\frac{kg}{cm^2}$

$$n_r = \frac{d^3 * \pi * S_e}{32 * M}$$

$$n_r = \frac{(2,5)^3 * \pi * 3482,9 \frac{kg}{cm^2}}{32 * 585 [kg.cm]} = 9,13$$

Se concluye que el diámetro del eje ($d = 2,5$ cm) es aceptable, ya que el factor de seguridad requerido (n_r) es menor que el factor de seguridad de diseño (n).

$$n_r = 9,13 < n = 10,75$$

2.8.3.13. Cálculo para la selección de chumaceras

Para la selección del rodamiento se utiliza la capacidad de carga dinámica, referida del Catálogo SKF para la selección de rodamientos. Además se considera que los rodamientos van a girar a 700 r.p.m, y que el soporte de los mismos es de piso.

Según Catálogo SKF para la selección de rodamientos, considerando carga dinámica se determina:

Ec.2.44: Carga equivalente, según SKF

$$P = XF_r + YF_a$$

Donde:

P : carga equivalente [N]

F_r : carga radial real [N]

F_a : carga axial real [N]

X = factor radial

Y = factor axial

Considerando que la carga axial es casi despreciable, $F_a \approx 0$ entonces:

$$P = XF_r$$

Donde:

$$X = 1 \left(\frac{F_a}{F_r} \leq e \right)$$

$$F_r = 111,25 [kg] = 1091[N]$$

$$P = (1)(1091) = 1091[N]$$

Entonces, fórmula de duración:

Ec.2.45: Duración nominal en horas de servicio

$$L_{10h} = \frac{1000000}{60n} \left(\frac{C}{P} \right)^3$$

Donde:

L_{10h} : duración nominal en horas de servicio

n : velocidad constante de rotación en $\frac{rev}{min} = 700 \text{ r.p.m}$

C : capacidad de carga dinámica

P : carga dinámica equivalente sobre el rodamiento

De acuerdo a Catálogo SKF y considerando el caso de máquinas de 8 horas de trabajo, $L_{10h} = 15000$

$$C = P \cdot \sqrt[3]{\frac{60 \cdot n \cdot L_{10h}}{1000000}}$$

$$C = 1091 \cdot \sqrt[3]{\frac{60 \cdot 700 \cdot 15000}{1000000}}$$

$$C = 9353$$

De acuerdo a Catálogo SKF (pág. 122), rodamiento Y con soporte de pie se selecciona:

Denominación: SY 25 TF

Soporte: SY 505 M

Diámetro: 25mm = 1 in

Rodamiento: YAR 205 – 2F

Diámetro: 25mm = 1 in

Capacidad de carga dinámica: 9560 N

2.8.4. SELECCIÓN DE ELEMENTOS MECÁNICOS

2.8.4.1. Motor WEG

Este constituye el elemento fundamental para generar el movimiento semiautomático del sistema de fumigación electrostática. De acuerdo a cálculos obtenidos se planifica trabajar con:

Potencia	Velocidad	Peso	Voltaje/Corriente	Alimentación
2HP	1720rpm	23kg	220V/6,08A	Trifásica

Tabla 9: Características motor WEG
Fuente: Autor



Figura 57: Motor Trifásico 2HP
Fuente: Autor

2.8.4.2. Poleas

Son elementos mecánicos capaces de transmitir una fuerza. Dentro del sistema semiautomático de transporte se usan para transmitir y reducir la velocidad proveniente del motor (Anexo 14).

De acuerdo a los cálculos obtenidos, se utiliza poleas con las siguientes características:

Marca	Diámetro	Material	Perfil	N° canales
DUCASSE	3 in	Hierro fun.	Tipo V	1

Tabla 10: Características polea motriz
Fuente: Autor

La polea motriz se encuentra diseñada para ser acoplada a eje del motor. El calibre interior está dimensionado en 1", dispone de dos opresores con rosca 5/16" y cuña de 3/16".



Figura 58: Polea motriz 3 in
Fuente: <http://www.starline.com.mx/site/?p=1201>

Marca	Diámetro	Material	Perfil	N° canales
DUCASSE	8 in	Hierro fun.	Tipo V	1

Tabla 11: Características polea conducida
Fuente: Autor



Figura 59: Polea conducida 8 in

Fuente: <http://pellegrinioscarv.com.ar/engranajes-y-poleas>

La polea conducida se encuentra elaborada para ser acoplada a un eje de acero. El calibre interior está dimensionado en 1", dispone de dos opresores con rosca 5/16" y cuña de 3/16". La velocidad resultante aproximada es de 645 r.p.m.

2.8.4.3. Correas

Las correas son elementos mecánicos, su función es unir y transmitir movimiento desde la polea conductora hasta la polea conducida, se fundamentan en las fuerzas de fricción producidas por el conjunto polea-correa (Anexo 15).

En el sistema semiautomático de transporte, la correa une la polea de 3" con la de 8". De acuerdo a lo calculado la correa mantiene las siguientes características:

Marca	Material	Tipo	Perímetro	Peso (kg/m)
Mitsuboshi	Caucho	B	46"	0.197

Tabla 12: Características correa mitsuboshi B-46

Fuente: Autor

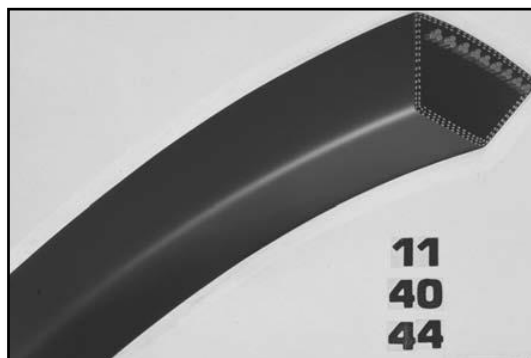


Figura 60: Correa mitsuboshi B-46

Fuente: <http://pellegrinioscarv.com.ar/engranajes-y-poleas>

2.8.4.4. Eje de acero

Son elementos mecánicos que no transmiten potencia, su función es permitir el libre movimiento de equipos de transmisión como: ruedas, poleas, piñones, otros. Durante su trabajo únicamente están sometidos a esfuerzos de flexión (Anexo 16).

El sistema semiautomático de transporte, dispone de dos ejes de acero redondo. El primero con una dimensión de 28cm de largo, está dispuesto para el movimiento de sistema poleas-banda. El segundo con 50cm de longitud recibe el movimiento del sistema poleas-banda y lo transmite para realizar el proceso de tracción por rozamiento. Los ejes de acero se diseñan con cuña de 3/16" y longitud de 10cm, su diseño se elabora considerando el esfuerzo último que cada eje debe soportar durante el desarrollo del trabajo.

Según lo calculado el eje de acero contiene las siguientes características:

Marca	Diámetro	Material DIN	Perfil ANSI	Resistencia
BOHLER	1 in	42 Cr Mo 4	4140	Tracción, torsión y flexión

Tabla 13: Características eje de acero (Anexo 16)

Fuente: Autor



Figura 61: Eje de acero redondo

Fuente: http://www.dipacmanta.com/alineas.php?ca_codigo=3703

2.8.4.5. Chumaceras

La chumacera es un conjunto mecánico que proporciona soporte y conserva el movimiento de los elementos dentro de un sistema. Las chumaceras dentro del sistema semiautomático de transporte se utilizan en cada etapa de transformación

de velocidad. Estos equipos acoplan en su estructura a ejes de acero dando como resultando un sistema de soporte y conservación de movimiento. Según cálculos de diseño la chumacera dispone de las siguientes características:

Catálogo	Detalle	Soporte	Diámetro	CCD (N)
SKF	SY 25 TF	SY 505 M	1"	9560

Tabla 14: Características chumacera (Anexo 17)
Fuente: Autor



Figura 62: Chumacera SY 25 TF

Fuente: <http://www.primebearing.com/UCP205-16-1-Pillow-Block.html>

2.8.4.6. Piñones

“Es una rueda o cilindro dentado que engrana en otra mayor formando un mecanismo para la transmisión del movimiento a un eje. Un engranaje básico está formado por dos ruedas dentadas: la mayor denominada corona, y la menor, piñón”. (ROJAS, 2 002, pág. 44).

El sistema semiautomático de transporte utiliza un engrane básico para reducir velocidades y mantener potencia dentro del proceso. Se dispone de un piñón de 18 dientes y de una corona de 60 dientes. El piñón sencillo se acopla al primer sistema de chumacera – eje de acero. La corona se ubica en el proceso final de transmisión, su posicionamiento es con el segundo conjunto chumacera – eje de acero, y su objetivo es conservar potencia y soportar fuerzas de tracción durante el proceso de movimiento. De acuerdo a los cálculos obtenidos, se utiliza piñones con las siguientes características:

Paso	Dientes	Ø primitivo	Tipo	Masa
12,7 mm	18	73,14 mm	B	0,59 Kg

Tabla 15: Características piñón (Anexo 18)

Fuente: Autor

El piñón se encuentra diseñado para ser acoplado al primer sistema de chumacera – eje de acero. El calibre interior (diámetro) está dimensionado en 1", dispone de dos opresores con rosca 5/16" y cuña de 3/16".



Figura 63: Piñón 18 dientes

Fuente: Autor

Paso	Dientes	Ø primitivo	Tipo	Masa
12,7 mm	60	242,66 mm	B	3,30 Kg

Tabla 16: Características corona (Anexo 11)

Fuente: Autor

La corona se encuentra diseñada para ser acoplada al segundo sistema de chumacera – eje de acero. El calibre interior (diámetro) está dimensionado en 1", dispone de dos opresores con rosca 5/16" y cuña de 3/16".



Figura 64: Corona 60 dientes

Fuente: Autor

2.8.4.7. Cadena

La cadena es un elemento de transmisión de potencia formada por una serie de eslabones unidos entre sí, mediante pernos. Su función principal es transmitir movimiento de un mecanismo a otro, generalmente entre ruedas dentadas.

Dentro del sistema semiautomático de transporte, la cadena se utiliza para transmitir movimiento entre el piñón y la corona, además se busca robustecer el proceso de transporte (potencia), distinción que ofrece el uso de este elemento. Considerando la selección de piñón y corona las características de la cadena son:

Paso	Norma	Carga lím	Carga prom	Peso por m
12,7 mm	ANSI 40-1	14,1 kN	17,5 kN	0,62 Kg/m

Tabla 17: Características cadena P40 1/2 (Anexo 19)

Fuente: Autor



Figura 65: Cadena P40 1/2

Fuente: <http://cadena-para-catarina-sprocket-industrial-paso.html>

2.8.4.8. Ruedas de fricción

La rueda dentro del sistema semiautomático de transporte cumple la función de arrastre por fricción y es el último elemento del sistema. Dos ruedas de caucho, la primera con movimiento fijo (velocidad motor) y la restante denominada rueda "loca" o dependiente de movimiento toman contacto a gran presión, de manera que, si un elemento es sujetado por el sistema, adquiere sentido y velocidad.

La estructura de la rueda con movimiento fijo se robustece con la implementación de una polea. Este elemento mejora la resistencia a la tracción que soporta la rueda de caucho convencional.

Material	Diámetro	Cap. Carga	Rodamiento	Presión
Caucho	10"	150 kg	Buje Nylon	40 psi

Tabla 18: Características rueda de fricción (Anexo 20)

Fuente: Autor



Figura 66: Rueda de fricción

Fuente: Autor

2.8.4.9. Base y soporte estructural

El soporte y la base estructural del sistema semiautomático de transporte se determinan de acuerdo al área que necesita el motor para ser acoplado con rigidez y la longitud del mismo se dimensiona considerando medidas correspondiente a: banda de poleas, cadena de engrane simple y estructura de soporte vertical.

Considerando cada una de las características anteriores de utiliza como base estructural: canal tipo "U" 150 x 50 x 3 mm con longitud de 1, 35 m necesaria para albergar todos los equipos. Como resultado del análisis se decide construir estructura vertical – soldada, diseño tipo rectángulo para soporte de sistema.

Material	Largo stand	Largo	Ancho	Espesor
Ac. ASTM A36	6 m	150 mm	50 mm	3 mm

Tabla 19: Características canal tipo U (Anexo 10)

Fuente: Autor



Figura 67: Canal estructural tipo U

Fuente: http://www.dipacmanta.com/alineas.php?ca_codigo=1604

2.8.5. SISTEMA DE TRACCIÓN

El sistema de tracción semiautomático de transporte es una infraestructura que brinda movilidad autónoma a coches con flores cortadas.

Los equipos que componen el sistema de tracción son: motor, poleas, banda, chumaceras, eje de acero, piñones, ruedas y cadena. Todos estos elementos forman un conjunto rígido de reducción de velocidad y conservación de potencia.

La velocidad que genera el motor es reducida y transmitida hacia el elemento final (ruedas de fricción), una vez que las ruedas mantienen movimiento, estas transmiten por rozamiento la velocidad, a una cadena que es remordida por el par de ruedas. La cadena mantendrá un movimiento constante, elíptico y cerrado, siguiendo el diseño del cable vía.

A continuación de que la cadena adquiera movimiento, el coche transportador se acoplará para brindar el transporte adecuado a cada uno de los coches con flores, que serán fumigados electrostáticamente durante su paso por el túnel de aplicación electrostática.

En la figura, se detalla en conjunto los elementos que forman parte del sistema de tracción:

1. Motor WEG trifásico, 2HP, 1720 rpm
2. Polea hierro fundido, $\varnothing = 3"$, Tipo B, 1 canal
- 2.2. Polea hierro fundido, $\varnothing = 3 \frac{1}{2}"$, Tipo B, 1 canal
- 2.3. Polea hierro fundido, $\varnothing = 8"$, Tipo B, 1 canal

3. Eje de acero redondo (transmisión), $\varnothing = 1"$
4. Corona sencilla 40B60T
- 4.2. Piñón sencillo 40B18T
5. Cadena transmisión P40 1/2"
6. Rueda de fricción, $\varnothing = 10"$

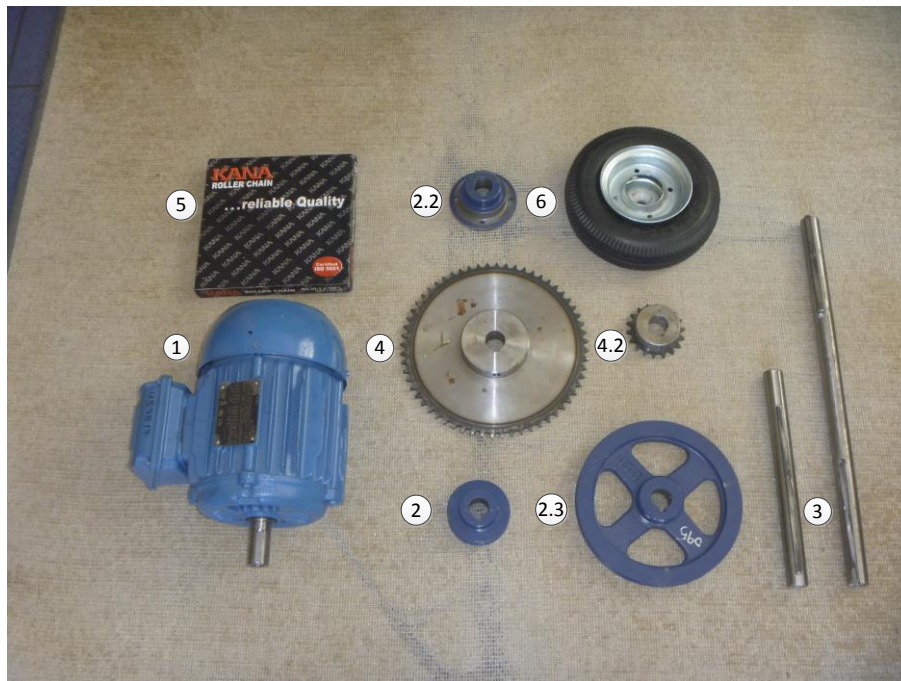


Figura 68: Elementos sistema de tracción
Fuente: Autor

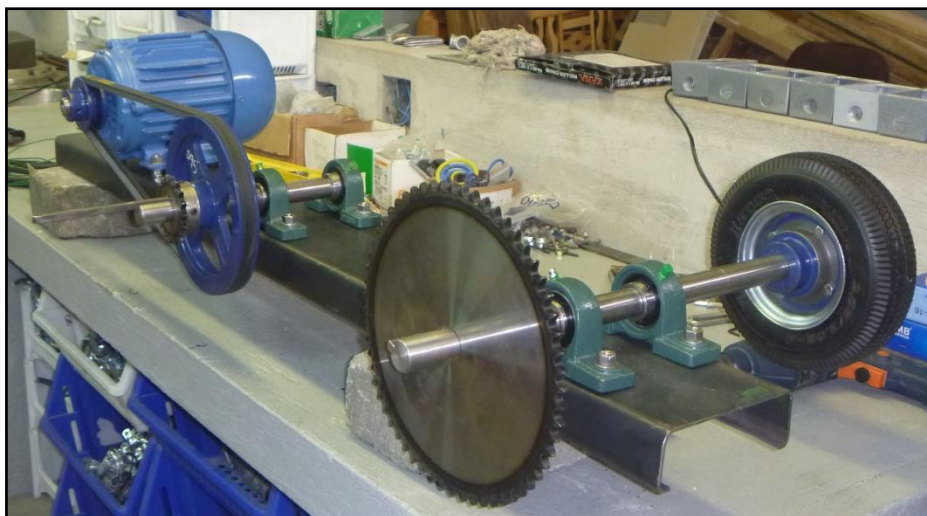


Figura 69: Sistema de tracción semiautomático
Fuente: Autor

CAPÍTULO III

3. DISEÑO DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN

Este capítulo describe las consideraciones técnicas para el diseño de los sistemas de control, neumático y eléctrico; del sistema semiautomático de transporte y fumigación electrostática de flores cortadas.

3.1. DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL

3.1.1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL

El sistema de control y automatismo dentro del desarrollo del proyecto, se presenta en dos etapas:

- Transporte de los coches con flores cortadas.
- Proceso de fumigación electrostática.

El movimiento de los coches con flores cortadas hacia el túnel de fumigación electrostática y poscosecha está sujeto al automatismo y control de un motor. Mientras que el proceso de fumigación depende del posicionamiento del coche y del accionar de elementos pasivos (solenoides).

Para complementar la respuesta de movimiento y parada, utiliza equipos de detección (sensores). Además, cualquier evento no programado (avería) se previene con dispositivos de emergencia.

Finalmente, el movimiento y la fumigación automatizada del proyecto prevalecen en dos mandos: control principal y control remoto. Sin embargo, todas y cada una de las decisiones del sistema semiautomático de fumigación de flores cortadas responderán a un controlador lógico programable (PLC).

3.1.2. PARÁMETROS DE DISEÑO

De acuerdo a la descripción del apartado anterior, los parámetros de diseño son:

- Una vez que los coches se enlacen al circuito cerrado de cable vía, se iniciará la transportación. El operador es quien decide cuando arrancar el sistema, ya sea utilizando el control principal o control remoto.
- Todo el proceso semiautomático de transporte conservará velocidad constante de 1 m/s.
- Durante la transportación, el coche con flores cortadas se detendrá al llegar al túnel de fumigación electrostática.
- El proceso de aplicación agroquímica a flores cortadas demorará entre 5 a 30 segundos, y su activación responderá a la presencia del coche en el túnel.
- Terminada la fumigación agroquímica, el coche con flores cortadas avanzará hacia el área de poscosecha.
- Para evitar daños por eventos no programados, el control principal y remoto deberá incluir detención por emergencia.

3.1.3. ESQUEMATIZACIÓN Y REQUERIMIENTOS

3.1.3.1. Diagrama de bloques del proceso

El diagrama de bloques describe de una forma macro el proceso semiautomático de transporte y fumigación de flores cortadas. Es una representación general para la organización de todo el proceso.

El sistema semiautomático de transporte y fumigación electrostática de flores cortadas no dispone de un regulador automático, es decir es un proceso de lazo abierto.

El PLC responde a señales digitales lógicas; sensores finales de carrera emiten señal de presencia y el controlador responde para que los actuadores (compresor – motor) realicen su trabajo.

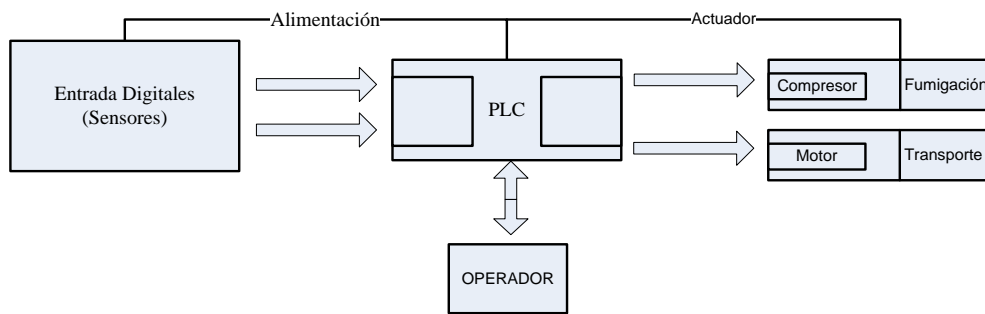


Figura 70: Diagrama de bloques

Fuente: Autor

3.1.4. SELECCIÓN DE ELEMENTOS DE CONTROL

La selección de elementos de control y automatismo para el sistema de transporte semiautomático, se determina considerando los requerimientos analizados en el apartado anterior.

3.1.4.1. PLC

La selección del Controlador Lógico Programable para la automatización del sistema de transporte semiautomático para la fumigación electrostática de flores, se realizó teniendo en cuenta el tipo de entradas y salidas que necesita el sistema. Un PLC brinda robustez, flexibilidad y su costo dentro de la aplicación es relativamente bajo.

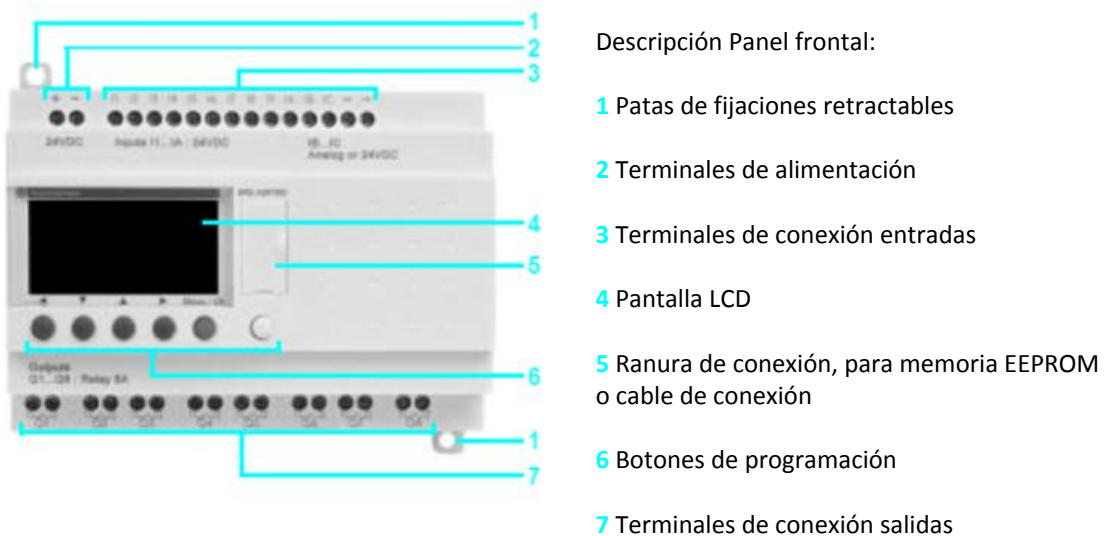


Figura 71: Estructura del ZELIO SR2A201FU 100/240V (Anexo 21)

Fuente: Manual Zelio Logic – Schneider Electric

Especificaciones técnicas:

- Visualización local (display).
- Módulo básico con 12 entradas / 8 salidas integradas.
- Programación sencilla directamente en Zelio Logic o mediante PC con Zelio Soft 2.
- Programación en lenguaje contactos LADDER.
- Reducido tamaño (124 x 90 x 60 mm) para el módulo básico.
- Montaje sobre riel DIN.
- No dispone de función de reloj.

Especificaciones de funcionamiento:

- Voltaje de alimentación: 100/240V.
- Límites voltaje de alimentación: 85/264V.
- Frecuencia: 50/60Hz.
- Consumo Amperios (sin módulos expansión): 100/50 mA.
- Voltaje de alimentación (entradas): 100/240V.
- Voltaje de alimentación (salidas): 5...30 V DC / 24...250 V AC.

3.1.4.2. Programación Zelio Logic

“El PLC Zelio Logic se puede programar con el software Zelio Soft o mediante la introducción directa (lenguaje de contactos). Zelio Soft le permite programar la aplicación en lenguaje BDF (Diagrama de bloques de funciones) o en lenguaje de contactos (Ladder)” (BASTIDAS, 2 012).

La transmisión del programa desde el computador hacia el PLC se realiza mediante Zelio Soft, dicha conexión se ejecuta por medio de un cable SR2CBL01.

Las características principales de Zelio Soft son:

- Detección de cualquier error de programación con su función de prueba de coherencia.
- Modos de simulación y monitoreo: prueban el programa en tiempo real, con o sin él relé inteligente conectado a la PC.

- Ventanas de supervisión: permite ver los estados de las E/S del relé inteligente en su entorno de aplicación.
- Descarga y carga de programas.
- Edición de archivos personalizados.
- Compilación automática de programas.
- Ayuda en línea.

Es importante mencionar, que el lenguaje de contactos puede desempeñar funciones lógicas combinatorias. Es decir, que podrá programar las aplicaciones con el software Zelio Soft 2 o desde la pantalla y el teclado de programación incorporados. En la figura 82, muestra la interfaz de usuario y entorno de programación de Zelio Soft en lenguaje de contactos.

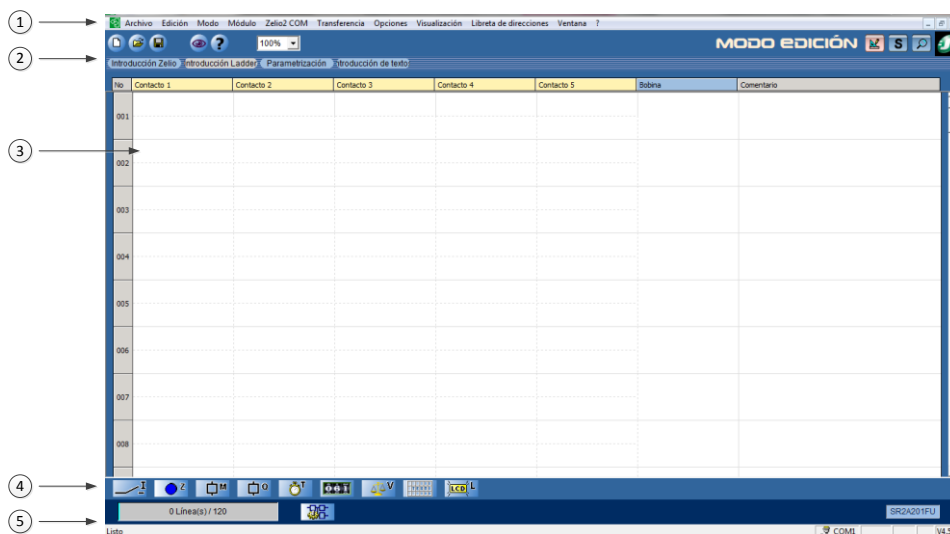


Figura 72: Entorno programación ZELIO Soft, lenguaje de contactos

Fuente: Autor

1. Barra de menús.
2. Barra de herramientas
 - Coherencia, ayuda y modo edición
 - Tipos de introducción
3. Interfaz de programación.

4. Bloques de programación.

5. Número de filas ocupadas y módulo seleccionado.

3.1.4.3. Sensor final de carrera

Este sensor es la entrada digital que está comunicada con el PLC Zelio Logic, en el sistema se encuentra ubicado en el túnel. Su función es detectar la llegada del coche y la respuesta es el paro momentáneo del mismo, hasta que el proceso de fumigación termine. De acuerdo a las necesidades técnicas se consideró usar:

Detector final de carrera bipolar, con palanca y contactos NA y NC. Constituido por: cuerpo metálico, bipolar (NA +NC) y cabeza multidireccional con varilla flexible y resorte.



Figura 73: Sensor final de carrera

Fuente: Autor

3.1.4.4. Variador de velocidad

El sistema semiautomático de transporte dispone de un motor eléctrico, su función es transmitir movimiento y generar un ciclo cerrado de transportación. El motor forma parte de un sistema de tracción mecánico, construido para disminuir la velocidad y conservar la potencia.

Para alcanzar con mayor precisión y control las velocidades requeridas por el sistema (aprox. 1 m/s) se utiliza un variador de velocidad. Las funciones trascendentes que brinda son:

- Aceleración – desaceleración controlada
- Inversión del sentido de marcha

- Frenado
- Protección integrada

Según consideraciones técnicas del motor a controlar se selecciona variador de velocidad ALTIVAR ATV-312HU15M3 con las siguientes características:

Alimentación	Corriente	Potencia	Comunicación	Peso
Trifásica 208/240 AC	8 A nominal	2HP 1,5 KW	Modbus	1,93 kg

Tabla 20: Características variador ALTIVAR 312HU15M3 (Anexo 22)
Fuente: Manual ATV312HU15M3



Figura 74: Variador ALTIVAR 312HU15M3
Fuente: www.schneider-electric.com/ATV312H075M2/

3.1.4.5. Timer

En la implementación del sistema la función que cumple el timer es modificar el tiempo de fumigación electrostática.

Una vez que el coche con flores cortadas alcanza la ubicación en el túnel de fumigación (detención), inicia el proceso de aplicación agroquímica. El tiempo que tarda el proceso de fumigación dependerá de la programación del timer.

Considerando valores recomendados en procesos con uso de fumigación electrostática se selecciona el timer on-delay RE7TL11BU, con las siguientes características:

Alimentación	ΔT	Calibración	Consumo	Peso
24 DC 110/240 AC	0,05 – 300s	Time + 10%	8 A	0,15 kg

Tabla 21: Especificaciones timer on-delay RE7TL11BU (Anexo 23)

Fuente: Manual RE7TL11BU



Figura 75: Timer on-delay RE7TL11BU

Fuente: <http://www.schneider-electric.com/products/timer-on-delay/RE7TL11BU/>

3.1.4.6. Luz piloto

En la implementación del sistema la luz piloto señalará las condiciones de funcionamiento, entre las cuales tenemos: energización de equipos, marcha – parada del sistema y fumigación.



Figura 76: Luz piloto señalización

Fuente: <http://www.schneider-electric.com/products/luz-piloto-para-tab-7xr0dj-a.html>

3.1.4.7. Pulsador de emergencia

El pulsador de emergencia protege a todo el sistema de eventuales situaciones de peligro. Su función, es desconectar el suministro eléctrico a todos los equipos del sistema, cuando las condiciones normales de trabajo se vean afectadas.



Figura 77: Pulsador de emergencia

Fuente: <http://www.directindustry.es/prod/emas/botones-pulsadores-parada-emergencia-38087-773967.html>

3.1.4.8. Gabinete metálico

El gabinete metálico es la estructura que alberga y protege a todos los equipos de control del sistema semiautomático de transporte y fumigación de flores cortadas. De acuerdo a las necesidades de espacio de trabajo se considera utilizar: gabinete metálico BEAUCOUP de 800 x 500 x 20 mm.



Figura 78: Gabinete metálico BEAUCOUP

Fuente: <http://www.inselec.com.ec/content/product.php?id=239&m=1>

3.2. DISEÑO DEL SISTEMA NEUMÁTICO

3.2.1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA NEUMÁTICO

Dentro del proceso de prevención y cuidado de las flores, el sistema neumático es parte fundamental. El sistema neumático está desarrollado de acuerdo al funcionamiento de la fumigación electrostática. Cada uno de los elementos que forman parte del kit de fumigación electrostática se acoplan al sistema semiautomático de transporte y fumigación.

La fuente de alimentación neumática de todo el sistema es un compresor, este es el encargado de suministrar aire durante todo el proceso. El aire que emite el compresor es direccionado hacia un circuito neumático. Tuberías y electroválvulas forman un circuito lógico que direccionan el aire y controlan la aplicación adecuada de agroquímicos en las flores cortadas.

3.2.2. PARÁMETROS DE DISEÑO

De acuerdo a la descripción del apartado anterior, los parámetros de diseño son:

- Durante todo el proceso de transporte y fumigación se debe asegurar el suministro eléctrico del sistema.
- El sistema "fumigación electrostática", comanda el diseño en suministro y descarga de aire.
- El sistema neumático proporcionará una presión constante de 40 psi.
- El sistema "fumigación electrostática", utiliza aire como elemento neumático (presión) y agua como elemento de control (fumigación).

3.2.3. ESQUEMATIZACIÓN

3.2.3.1. Diagrama de instrumentación

El diagrama de instrumentación es una representación gráfica utilizada en sistemas de control. Emplea símbolos, su objetivo es comunicar de una forma fácil la información de un sistema.

El sistema semiautomático de transporte y fumigación electrostática de flores cortadas, emplea un circuito neumático. Este adquiere un diseño específico según el proceso de fumigación electrostática.

El circuito neumático inicia con la compresión y almacenaje de aire producido por un motor (compresor). El aire está direccionado para realizar dos funciones: alimentar tanque de compresión (producto químico) y descarga o accionamiento neumático de boquillas de fumigación.

Estas dos funciones de trabajo neumático están controladas por compuertas lógicas (solenoides). El accionamiento de estos elementos depende del procesamiento de señales que el PLC realice.

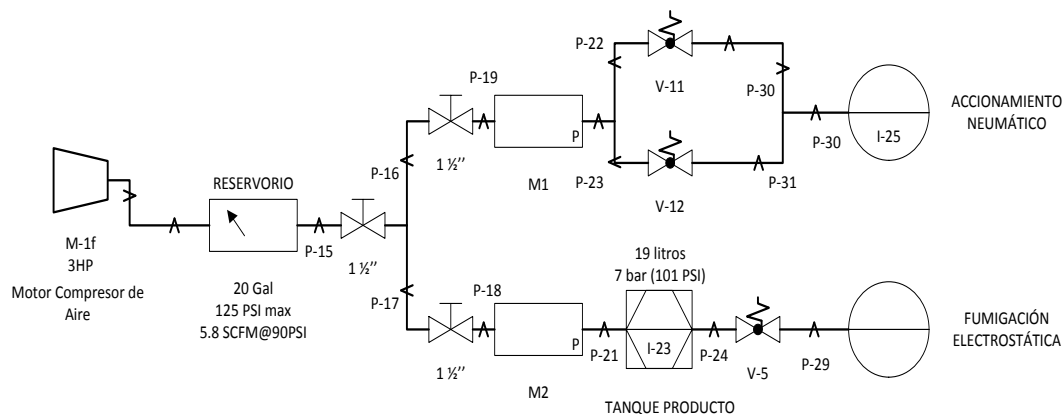


Figura 79: P&ID Sistema neumático
Fuente: Autor

3.2.4. SELECCIÓN DE ELEMENTOS NEUMÁTICOS

La selección de elementos neumáticos para el sistema semiautomático de transporte y fumigación, se determina considerando los requerimientos analizados en el apartado anterior.

3.2.4.1. Compresor de aire

El compresor de aire es la fuente de alimentación del sistema neumático, este elemento debe estar eléctricamente conectado durante todo el proceso. Su ausencia impediría la aplicación de productos agroquímicos a las flores cortadas.

De acuerdo a las necesidades técnicas se consideró usar:

Equipo	Almacenamiento	Potencia	Alimentación	Consumo
CAMBELL HAL T63BXCZ1216	20 gal (125 psi máx)	3 HP	120/240 V	15/7,5 A

Tabla 22: Especificaciones Compresor CAMBELL

Fuente: Autor



Figura 80: Compresor CAMBELL 3HP

Fuente: Autor

3.2.4.2. Llave de paso neumática

La llave de paso neumática controla la circulación de aire hacia las diferentes tuberías. Su función dentro del circuito neumático es permitir apertura o cierre de aire, además son elementos de control manual que brindan seguridad dentro de un proceso de mantenimiento.



Figura 81: Llave de paso neumática

Fuente: <http://ecommerce.construaplaza.co.cr/store/product.php?productid=4024>

3.2.4.3. Manómetro

El manómetro es un instrumento que mide la presión de los fluidos. Dentro del sistema neumático su función es prevenir caída de presión o sobre presurización.

De acuerdo a las necesidades técnicas se consideró usar: manómetro (glicerina), conducción $\varnothing=1/4"$, medición 0 – 160 psi.



Figura 82: Manómetro (glicerina)

Fuente: http://puntodeventa.co/manometros/Manometros_de_presion_glicerina/

3.2.4.4. Tubería neumática

Son tubos flexibles encargados de conducir el aire, determinan la conexión entre diferentes elementos neumáticos. Considerando el funcionamiento del sistema semiautomático de transporte y fumigación se utiliza: tubería flexible polietileno, conducción $\varnothing=1/4"$, presión máx 160 psi.



Figura 83: Tubería neumática

Fuente: <http://hidraflex.com/es/32-tuberia-neumatica>

3.2.4.5. Electroválvula

La función que cumple la electroválvula dentro del sistema semiautomático de transporte es controlar la salida de agua y aire hacia las boquillas de fumigación electrostática. Su funcionamiento dependerá de las decisiones programadas en el PLC Zelio Logic.

De acuerdo a las necesidades técnicas se consideró usar: electroválvula simple, conducción $\varnothing=1/4"$, alimentación 24VAC.



Figura 84: Electroválvula simple

Fuente: <http://www.nauticexpo.es/electrovalvulas-barco-32816-337644.html>

3.2.4.6. Boquilla fumigación electrostática

La boquilla de fumigación electrostática es el elemento final del sistema neumático. De acuerdo a su diseño aire y agua fluyen hacia la punta de la boquilla, chocan y causan el efecto nebulización electrostática.



Figura 85: Boquilla de fumigación electrostática

Fuente: Autor

3.3. DISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO

3.3.1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO

El sistema eléctrico es el pilar fundamental para el buen funcionamiento de cada uno de los equipos del proyecto. Este apartado describe cada uno de los elementos eléctricos que rigen el funcionamiento adecuado del proyecto.

El desarrollo eléctrico del proyecto se caracteriza por el uso de tres tipos de alimentación: 220 V, 120V y 24VAC. La potencia y el control son las dos áreas eléctricas que engloban a estos tipos de suministro eléctrico.

3.3.2. CRITERIOS TÉCNICOS

El proyecto se ha elaborado de acuerdo a lo que determinan las normas técnicas emitidas por organismos nacionales, como la Empresa Eléctrica Quito S.A: “Normas Para Sistemas de Control y Automatismo”, y, utilizando normas internacionales como las del National Electric Code (NEC / USA), IEEE Standard 141: “Electric Power Distribution for Industrial Plants” (USA) y/o IEC-60364: “Electrical installations of buildings” (Europa).

También se han tomado en cuenta las recomendaciones técnicas de los fabricantes, sobre los materiales y equipos utilizados en el sistema eléctrico: tableros, conductores eléctricos, dispositivos de protección, canalizaciones, elementos de servicio, otros.

3.3.2.1. Características de las instalaciones eléctricas

- Las acometidas a los tableros y subtableros son trifásicas y están construidas en tuberías independientes.
- Los tableros disponen de una bornera independiente, conectada al chasis, para conexión y distribución de tierra.
- Cada circuito tiene un conductor de protección independiente, no existen conductores de tierra compartidos.

- La distribución de tierra es radial en toda la instalación, no existen “lazos” en el conductor de protección.
- Las acometidas eléctricas están construidas con conductor de protección (tierra).

3.3.3. SELECCIÓN DE ELEMENTOS ELÉCTRICOS

Los materiales y equipos satisfacen las especificaciones establecidas por el Código Eléctrico Nacional (NEC / USA) y la Asociación Nacional de Constructores Eléctricos (NEMA / USA); tienen al menos una de las siguientes aprobaciones: UL, NEMA o CE.

3.3.3.1. Conductores eléctricos

Los conductores son de cobre (Cu), flexibles, con aislamiento tipo THHN, para una temperatura máxima de 90°C, y, del calibre AWG especificado en el diseño, el mismo que fue calculado al 80% de la capacidad de conducción; en lo referente a los conductores de fase, neutro y tierra, se observa el código de colores; los conductores tienen al menos una de las siguientes aprobaciones: INEN, ASTM, NEMA o UL.

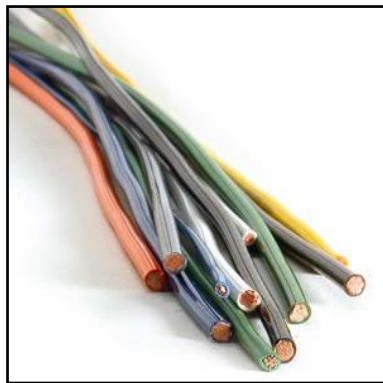


Figura 86: Conductores eléctricos

Fuente: <http://www.fierros.com.co/revista/Aislantes-y-Conductores-electricos.htm>

3.3.3.2. Tuberías y ductos eléctricos

Se utilizó tubería, cajas y accesorios tipo EMT (Electrical Metallic Tubing) de los diámetros especificados en el diseño aprobado; los ángulos que no admitían

tubo doblado se construyeron utilizando cajas de paso EMT o cajas tipo “condulet”.



Figura 87: Tuberías y ductos eléctricos

Fuente: <http://www.almacenpanamericano.com.co/?q=content/tuber-y-accesorios-emt>

3.3.3.3. Piezas, receptáculos y placas

Los conductores eléctricos se conectan a los equipos y accesorios eléctricos (breakers, borneras, apliques, PLC, sensores, variador, otros.) utilizando terminales de compresión con aislamiento, adecuados al calibre del conductor; conductores de calibre 8 AWG o superior se conectan utilizando terminales de compresión sin aislamiento, o, directamente en los equipos que así lo admiten.



Figura 88: Terminales eléctricos

Fuente: <http://www.utter.com.mx/index.php?ver=productos&cat=23>

CAPÍTULO IV

4. IMPLEMENTACIÓN, PRUEBAS Y ANÁLISIS

Este capítulo detalla la conectividad eléctrica, esquemas, programación, y calibración de los elementos que conforman el sistema semiautomático de transporte y fumigación electrostática de flores cortadas.

4.1. IMPLEMENTACIÓN

4.1.1. DIAGRAMA DE PROCESOS

La descripción cronológica del sistema semiautomático de transporte y fumigación electrostática de flores cortadas, se detalla:

DIAGRAMA DE PROCESOS	
TRANSPORTE	FUMIGACIÓN
1. Posicionamiento de coche con flores cortadas en sistema de transporte lazo cerrado.	
2. Arranque sistema de tracción por cadena.	
3. Movilización de coche con flores cortadas hacia túnel de fumigación.	
4. Sensor final de carrera envía señal a PLC.	
5. Detención de coche con flores cortadas en túnel.	
	6. Inicio de aplicación electrostática de agroquímicos sobre flores cortadas (duración controlada 20s).
7. Arranque sistema de tracción por cadena y movilización de coche con	

flores.	
8. Avance (salida de túnel) de coche con flores cortadas hacia área de poscosecha.	
9. Detención sistema de tracción, desacoplamiento del coche con flores cortadas del sistema de transporte lazo cerrado.	
10. Fin del proceso	

Tabla 23: Diagrama de procesos

Fuente: Autor

4.1.1.1. Distribución de entradas y salidas PLC ZELIO

Cada una de las variables encontradas durante el desarrollo del diagrama de procesos es seleccionada para mantener un cuadro de requerimientos que colaboren al desarrollo óptimo del sistema. El número de variables encontradas disponen la selección del controlador PLC ZELIO LOGIC (SR2-A201FU). Es importante realizar la distribución de entradas y salidas, colabora al proceso de programación e instalación del sistema.

El cuadro de señales de entrada describe las señales que actuarán sobre el controlador, el tipo de alimentación, el número de conductores e incluso se direcciona cada variable hacia la denominación que tiene el controlador.

CUADRO SEÑALES ENTRADA							
Sensor/Equipo	# de Cables	120V		220V	24VAC	24VAC	COMENTARIO
		N	F	F	N	F	
Parada de Emergencia	2	1	1	-	-	-	ZELIO I1
Marcha local/Parada local	3	1	2	-	-	-	ZELIO I2, I3
Marcha remota/Parada remota	3	1	2	-	-	-	ZELIO I4,I5
Pulsador Aplicación	2	1	1	-	-	-	ZELIO I7
Fin de carrera 1, túnel	2	1	1	-	-	-	ZELIO I8
Fin de carrera 2, cable	2	1	1	-	-	-	ZELIO I9

Tabla 24: Cuadro de señales de entrada

Fuente: Autor

El cuadro de señales de salida describe las señales que actuarán en el espacio físico, el tipo de alimentación, el número de conductores e incluso se direcciona cada variable hacia la denominación que tiene en el controlador.

CUADRO SEÑALES SALIDA							
Sensor/Equipo	# de Cables	120V		220V	24VAC	24VAC	COMENTARIO
		N	F	F	N	F	
Arranque variador	2	1	1	-	-	-	Zelio Q2
Válvula producto	2	-	-	-	1	1	Zelio Q3
Válvula aire	2	-	-	-	1	1	Zelio Q4

Tabla 25: Cuadro de señales de salida
Fuente: Autor

4.1.1.2. Conexión del PLC ZELIO LOGIC

El PLC ZELIO LOGIC (SR2-A201FU) utiliza una fuente de alimentación de 120 V en corriente alterna. Posee una protección industrial en línea de fase (breakers C60N) y (fusible 1A). A la salida suministra dos voltajes diferentes (output), 110VAC – 24VAC, para el control del variador de velocidad y electroválvulas, respectivamente.

Con relación a los componentes indirectos al PLC ZELIO LOGIC, se dispone de transformador de voltaje 220/24 VAC para alimentación de electroválvulas. Acometida adicional de 220VAC con protección en fase para alimentación de timer (tiempo de fumigación). Además, se condicionado segunda acometida de 110VAC, para suministro del sistema electrónico de fumigación electrostática.

En el plano 1 (Anexos), TABLERO DE AUTOMATIZACIÓN, se presenta el diagrama de control del PLC ZELIO LOGIC (SR2-A201FU) con los distintos componentes antes mencionados.

4.1.1.3. Conexión etapa de potencia

La etapa de potencia del sistema está constituida por: suministro eléctrico del sistema de 220VAC, interruptor magnético (breaker C16), contactor LC1D25 y equipo variador de velocidad ATV 312. En el plano 2 (Anexos), TABLERO DE AUTOMATIZACIÓN se muestra el diagrama de potencia del sistema.

4.1.1.4. Conexión del variador de velocidad

El variador constituye el equipo de control encargado de marcha y paro del motor. Electrónicamente se configura para iniciar automáticamente, (dependiendo del procesamiento del PLC) y brinda la respuesta digital de movimiento de todo el sistema. En el plano 3 (Anexos), TABLERO DE AUTOMATIZACIÓN se muestra el diagrama de conexión del variador de velocidad.

4.1.2. DESARROLLO DEL SOFTWARE

La programación del sistema semiautomático de transporte y fumigación se realizó utilizando el software ZELIO Soft 2. El PLC ZELIO LOGIC programado, interpretará la respuesta lógica que brinden los sensores finales de carrera y señales (respuesta) hacia actuadores iniciarán los procesos semiautomáticos de transporte y fumigación.

Considerando los procesos fundamentales del sistema de transporte y fumigación, el desarrollo del software se ha dividido en cuatro apartados: diagrama de flujo, descripción entradas/salidas, programación ladder (comentarios) y simulación.

4.1.2.1. Diagrama de flujo del proceso

El flujograma describe el proceso de automatización que debe seguir el sistema para alcanzar el objetivo de fumigación y transporte semiautomático. Cronológicamente el proceso de automatización se describe:

- Energización del sistema.
- Inicio del proceso de transporte (MARCHA).
- Detección de coche en el túnel (PARADA) y aplicación de agroquímico.
- Reinicio de transporte semiautomático de coches.
- Llegada área poscosecha, fin de proceso.

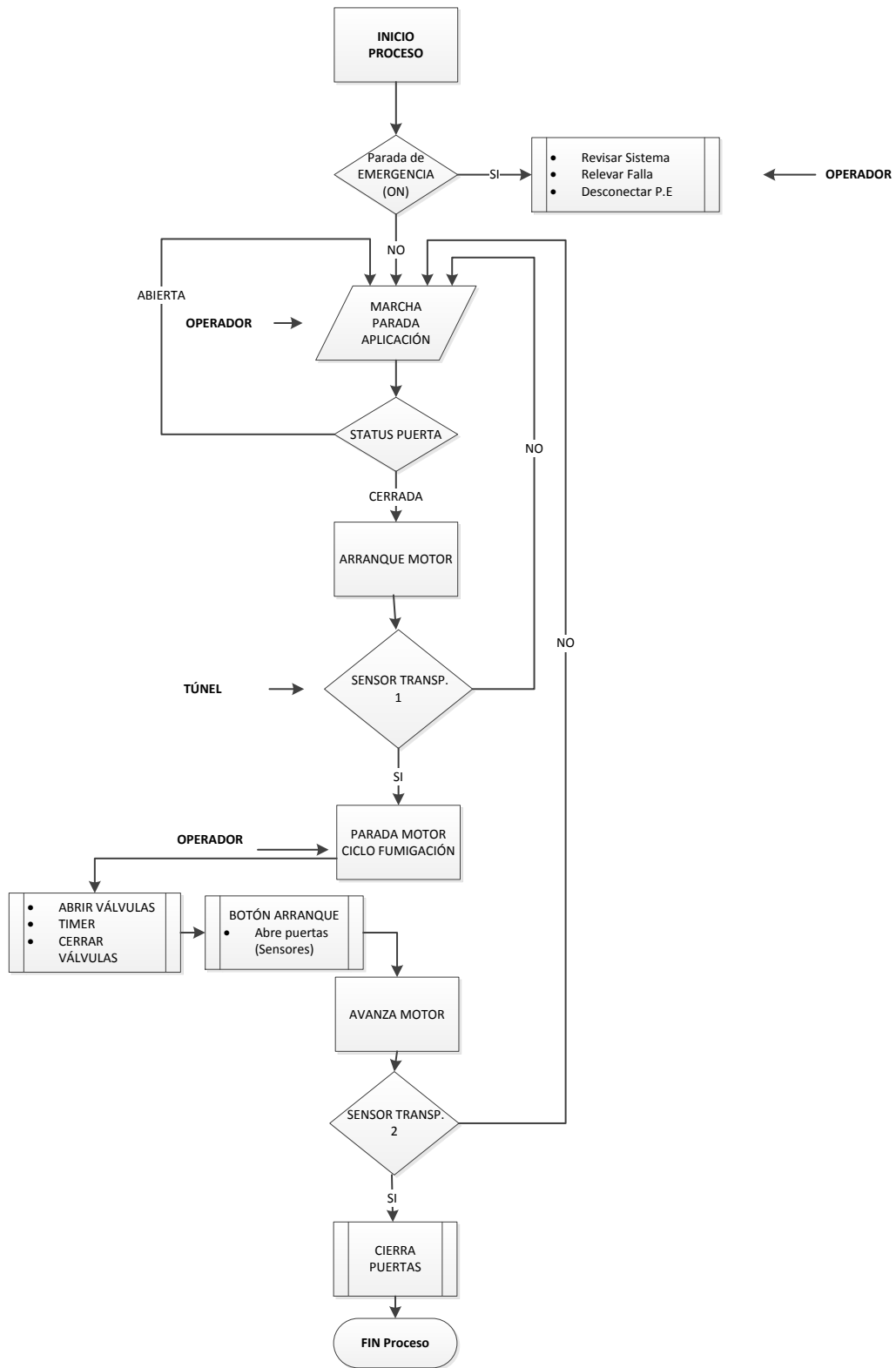


Figura 89: Flujograma sistema de fumigación y transporte
Fuente: Autor

4.1.2.2. Descripción entradas/salidas

En el desarrollo de la programación del sistema de transporte y fumigación se utilizó las siguientes variables:

ENTRADAS DIGITALES	
Descripción	Variable
Parada emergencia local y remota	I1
Marcha local	I2
Parada local	I3
Marcha remota	I4
Parada remota	I5
Señal aplicar	I6
Reserva	I7
Final carrera 1, túnel	I8
Final carrera 2, cable	I9
SALIDAS DIGITALES	
Descripción	Variable
Reserva 1	Q1
Arranque variador	Q2
Válvula producto	Q3
Válvula aire	Q4
Reserva 2	Q5
Reserva 3	Q6
Listo para aplicar	Q7
Reserva 4	Q8

Tabla 26: Entradas - Salidas digitales – programación

Fuente: Autor

4.1.2.3. Programación ladder

Los siguientes comentarios explican el proceso de cada línea de programación del sistema de transporte y fumigación:

1. Relé auxiliar parada de emergencia; local, remoto y variador se aplican a la misma entrada I1; contactos son NC; contactos deben ser cableados en serie.
2. Relé auxiliar marcha local; señal se aplica de entrada I2; contacto (pulsador) es NO.
3. Relé auxiliar parada local; señal se aplica de entrada I3; contacto (pulsador) es NC.
4. Relé auxiliar marcha remota; señal se aplica de entrada I4; contacto (pulsador) es NO.
5. Relé auxiliar tiempo aplicar; pulsador local y remoto se cablean directamente a bobina relé de tiempo Y-D señal se aplica de entrada I6; contactos (pulsadores) son NC; contactos deben ser cableados en serie.
6. Relé auxiliar fin de carrera 1, túnel; señal se aplica a la entrada I8; contacto es NO; cambia de estado (cierra) cuando el coche llega al punto de aplicación en el túnel; esta señal detiene el variador – motor.
7. Si la parada de emergencia no está operada, orden de marcha local o remota se pueden accionar - también SETEA relé auxiliar MD que a su vez activa salida Q2 que inicia arranque de variador.
8. Orden de marcha local o remota - también acciona relé de tiempo T2 que "releva" durante 5s señal de fin de carrera túnel para habilitar arranque variador.
9. La operación de la parada de emergencia o la orden de parada -loc o rem- RESETEA relé auxiliar MD que a su vez desactiva la salida Q2 y detiene el variador.
10. Si se cumplen las condiciones, la orden de marcha local o remota activa el relé auxiliar MD, pero la activación de la salida Q2 que arranca el variador únicamente ocurre cuando activa señal listo para aplicar.
11. Señal de marcha (1 opción), genera señal arranque variador, pero ésta no aparece en Q2 porque fin de carrera túnel está operado, para relevarlo se utiliza temporizador T2-W.
12. Relé auxiliar luz listo para aplicar; la señal de encendido se accionará únicamente si, el coche está en posición.

13. Salida Luz, listo Aplicar. Se acciona si relé auxiliar luz listo para aplicar está en ON.
14. Salida Válvula producto, se acciona cuando I6 señal de aplicar Y-D están en estado ON.
15. Timer, que determina el tiempo de retardo para el cierre de la válvula de aire.
16. Salida válvula de aire, se acciona junto con la válvula de producto, cuando la señal de aplicar Y-D está en estado ON. Se cierra de acuerdo al tiempo de Timer Y-D.

4.1.2.4. Simulación

El proceso de simular un código tiene como alcance verificar el buen funcionamiento de la programación. Este método de trabajo es fundamental para entender el alcance óptimo de la programación, ya que los errores encontrados son corregidos antes de ejecutar el sistema en campo real. La simulación del sistema de transporte y fumigación se describe:

Al energizar el sistema de control LOCAL se alimenta también el mando remoto (tablero) y el variador. El PLC ZELIO LOGIC con alimentación activa muestra en su pantalla las variables de entrada y salida en su estado pasivo (sin sombreado).



Figura 90: Pantalla activa PLC ZELIO LOGIC

Fuente: Autor

Una vez encendido todos los dispositivos del sistema de transporte y fumigación, se procede a ejecutar el proceso de transporte. Utilizando el pulsador

Con el coche con flores cortadas en el túnel, se debe iniciar el proceso de fumigación electrostática. El pulsador "aplicar" (entrada I6) habilita la fumigación, las electroválvulas de producto y aire (activa salidas Q3 y Q4) se abren durante 20s, un vez transcurrido el lapso de tiempo se cierran las electroválvulas; se programa un retardo de 5s para que la electroválvula de aire se cierre después de inactivar la electroválvula de producto, como medida de prevención y ahorro.

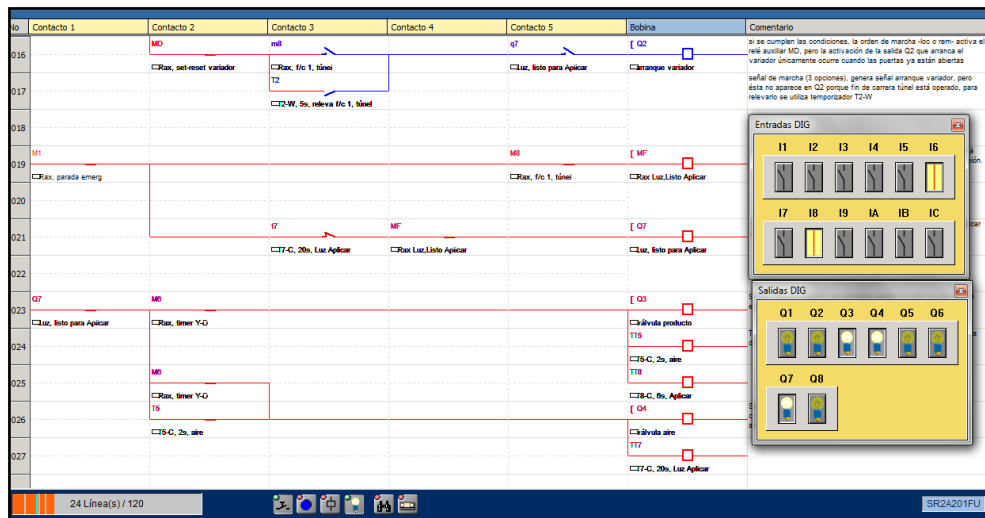


Figura 93: Válvula producto y aire – activos
Fuente: Autor

Finalmente, terminado el proceso de fumigación electrostática se desactiva luz piloto "listo para aplicar" y vuelve a arrancar el sistema de transporte, llevando el coche con flores hacia poscosecha.

4.1.3. MONTAJE DEL SISTEMA

En este apartado se describe la implantación del sistema de transporte y fumigación y cada uno de los elementos que condicionan el funcionamiento adecuado del proceso.

4.1.3.1. Tableros de control

En el sistema de transporte y fumigación se implementa tres tableros de control: tablero local, tablero remoto y tablero variador frecuencia.

- Tablero local: es el tablero de automatización principal. Distribuye la alimentación eléctrica hacia los demás elementos. En su estructura alberga

el centro de automatización constituido por: PLC ZELIO LOGIC (SR2-A201FU), interruptor magnético (breaker, 1 polo 60A), líneas de protección (fusibles 1A), timer SIEMENS, transformador 220/24 VAC y elementos del sistema electrónico de fumigación electrostática. Los elementos aviso/accionamiento que forman parte del tablero local son:

INDICADORES TABLERO LOCAL	
Elementos	Descripción
ON/OFF	Encendido y apagado del sistema
PARADA DE EMERGENCIA	Detención total del sistema (eventos)
MARCHA/PARADA	Inicio de transportación y detención momentánea
APLICAR	Inicio de proceso de fumigación
SISTEMA ENERGIZADO	Indica alimentación eléctrica adecuada
TRANSPORTADOR EN MOVIMIENTO	Indica proceso de transporte adecuado
LISTO PARA APLICAR	Indica posición adecuada del coche (inicio de fumigación)
VOLTÍMETRO	Indica valor de alimentación eléctrica

Tabla 27: Indicadores tablero local
Fuente: Autor

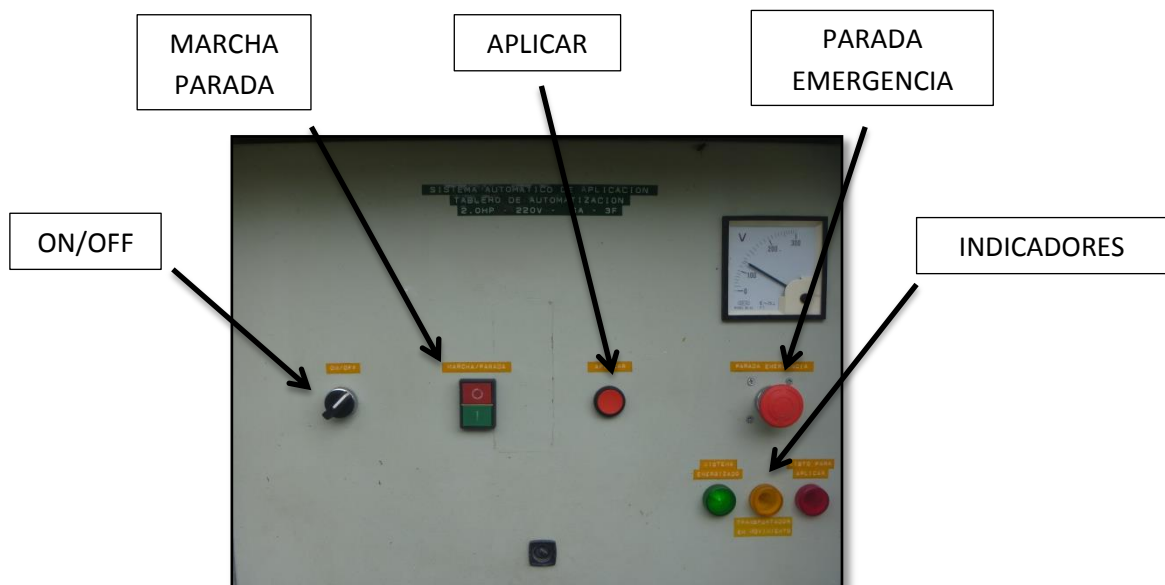


Figura 94: Tablero automatización – local
Fuente: Autor

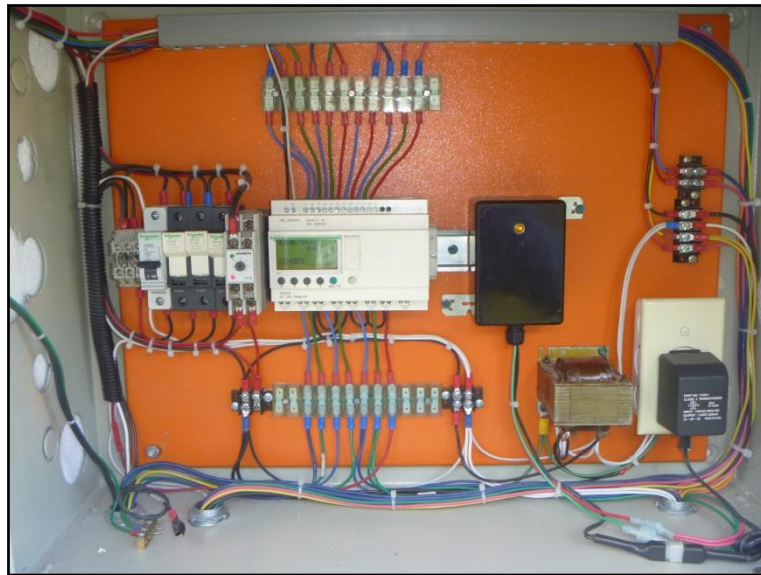


Figura 95: Tablero local – elementos automatización

Fuente: Autor

- Tablero remoto: es el tablero de automatización secundario. Controla de forma remota al sistema de transporte y fumigación. Los elementos que forman parte del tablero local son:

INDICADORES TABLERO REMOTO	
Elementos	Descripción
PARADA DE EMERGENCIA	Detención total del sistema (eventos)
MARCHA/PARADA	Inicio de transportación y detención momentánea
APLICAR	Inicio de proceso de fumigación
TRANSPORTADOR EN MOVIMIENTO	Indica proceso de transporte adecuado
LISTO PARA APLICAR	Indica posición adecuada del coche (inicio de fumigación)

Tabla 28: Indicadores tablero remoto

Fuente: Autor



Figura 96: Tablero automatización – remoto
Fuente: Autor

- Tablero variador frecuencia: está constituido por equipo encargado de controlar la velocidad del motor. Además, cumple con la función de albergar la acometida principal de todo el sistema de transporte y fumigación. Los elementos que alberga este tablero son: variador ALTIVAR 312, líneas de protección (fusibles 1A) e interruptor magnético (breaker, 3 polos 16 A).

INDICADORES TABLERO VARIADOR FRECUENCIA	
Elementos	Descripción
ON/OFF	Encendido y apagado del sistema
PARADA DE EMERGENCIA	Detención total del sistema (eventos)
FALLA VARIADOR	Indica error en variador

Tabla 29: Indicadores tablero variador frecuencia
Fuente: Autor

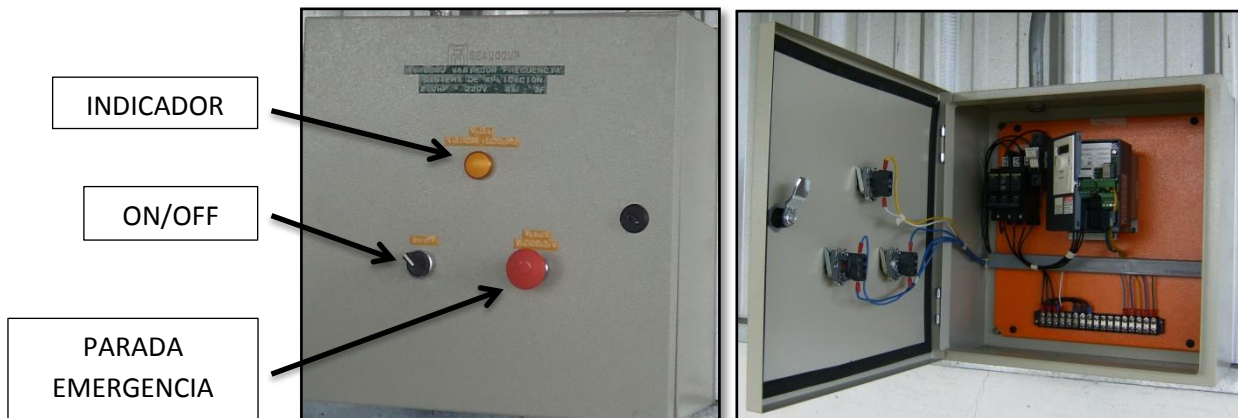


Figura 97: Tablero variador velocidad
Fuente: Autor

4.1.3.2. Sistema de transporte

En el sistema de transporte se considera la implementación del sistema de tracción. En consideración a la fuerza de arrastre se opta por ubicar el sistema en el área de llegada a poscosecha. Este tramo seleccionado del lazo cerrado de cable vía es recto. La infraestructura de soporte tipo U, se configura para acoplar directamente al sistema de tracción. El proceso seguido para la ubicación del sistema de tracción fue:

1. Ubicación y acoplamiento de sistema de tracción con estructura de soporte.
2. Sujeción (soldadura) entre bases estructurales.
3. Ubicación de soporte, rueda superior (rueda loca).
4. Colocación de cadena transportadora entre ruedas de fricción.
5. Conexión líneas de alimentación eléctrica.

Las consideraciones técnicas del proceso de ubicación del sistema de tracción se presentan en planimetría (Anexos).

Para la ubicación del sistema de tracción se consideró que la estructura de soporte mantenga las mismas dimensiones que la base del sistema, es decir se utiliza base estructural: canal tipo "U" 150 x 50 x 3 mm.

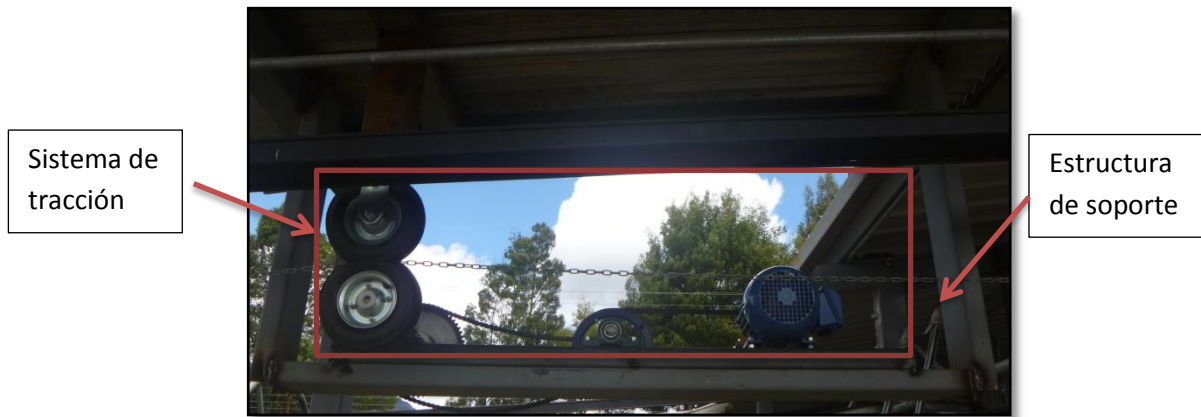


Figura 98: Ubicación sistema de tracción
Fuente: Autor

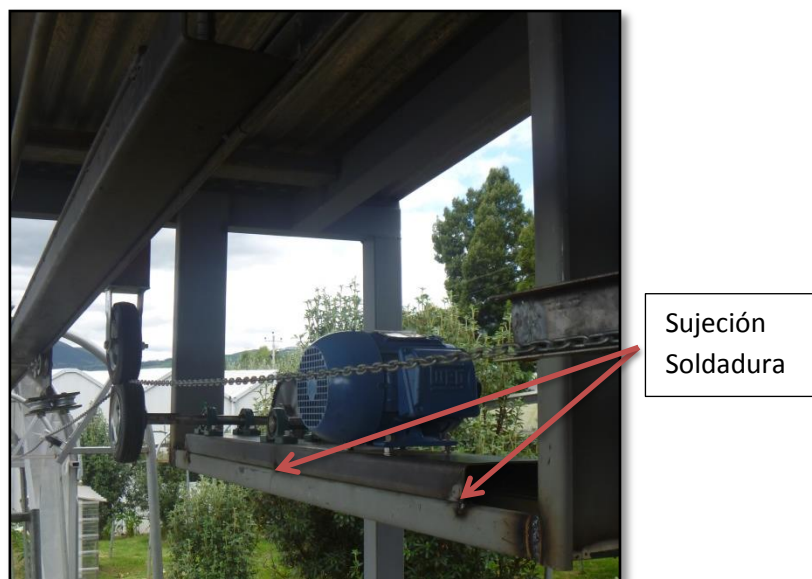


Figura 99: Sujeción entre bases estructurales
Fuente: Autor

Es importante mencionar que la estructura de soporte se diseña utilizando como punto de referencia la dirección y altura que mantiene la cadena transportadora. Desde este punto de vista se busca ubicar el eje de rozamiento entre rueda y rueda, paralelo a la dirección de la cadena.

Con la ubicación del sistema de tracción, se procede a colocar el soporte de la rueda loca. Su dimensionamiento depende del eje de rozamiento entre rueda y rueda.



Figura 100: Ubicación soporte y rueda loca
Fuente: Autor

Finalmente, se ubica la cadena transportadora entre las dos ruedas. La primera con movimiento fijo (velocidad motor) se mantiene llena de aire a un nivel del 95% de su capacidad. La restante denominada rueda "loca", ubicada sin aire empieza a ser llenada. Su propósito es remorder la cadena (entre ruedas) ubicada en su eje conforme avanza su llenado; provocar contacto a gran presión generará rozamiento y como consecuencia sentido y velocidad.



Figura 101: Ubicación cadena entre ruedas
Fuente: Autor

4.1.3.1. Sistema neumático

El sistema neumático destinado al proceso de fumigación se implementa siguiendo las consideraciones técnicas para la instalación del sistema de fumigación electrostática.

Para la instalación del sistema neumático se siguió el proceso siguiente:

1. Diseño e implementación de circuito neumático (anexos).
2. Conexión suministro aire (compresor) a circuito neumático.
3. Conducción de líneas neumáticas hacia puntos de fumigación (boquillas).
4. Conexión líneas neumáticas, boquillas con circuito neumático.
5. Inicio (arranque) suministro aire sistema neumático.

Considerando P&ID sistema neumático, se construye el circuito de control de fumigación. Este se forma de los siguientes elementos: llave de paso y tubería neumática, manómetros y electroválvulas.

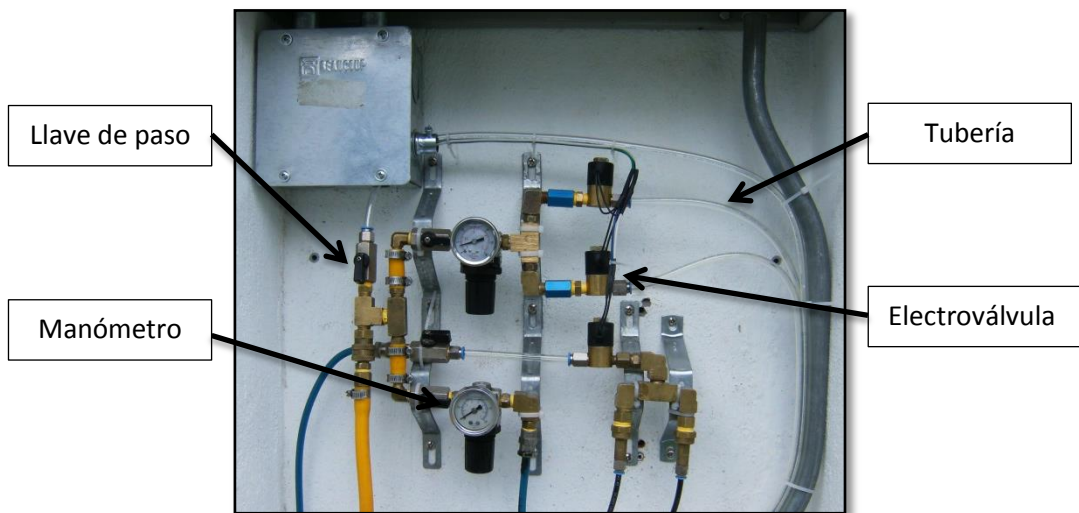


Figura 102: Circuito neumático

Fuente: Autor

El elemento encargado de almacenar y proporcionar el producto químico es el tanque de acero inoxidable "cornelius". Constituido por dos conectores, uno encargado del suministro de aire y el otro de la expulsión o descarga.

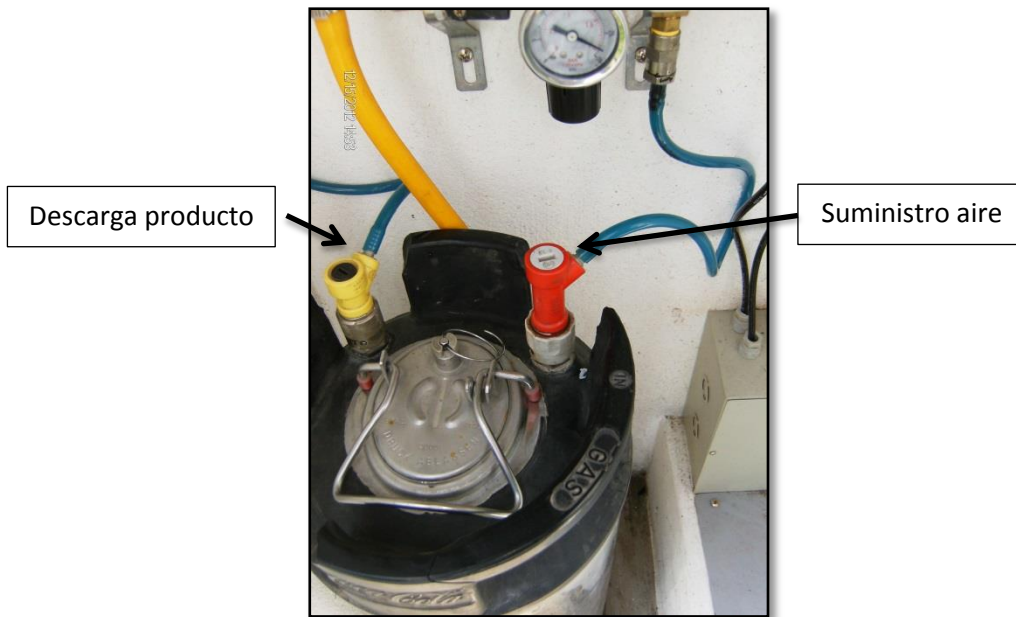


Figura 103: Tanque producto químico
Fuente: Autor

La alimentación neumática del sistema proviene de un compresor (3HP). Este se conecta en la llave inicial del circuito neumático, su acoplamiento utiliza conectores neumáticos macho – hembra.

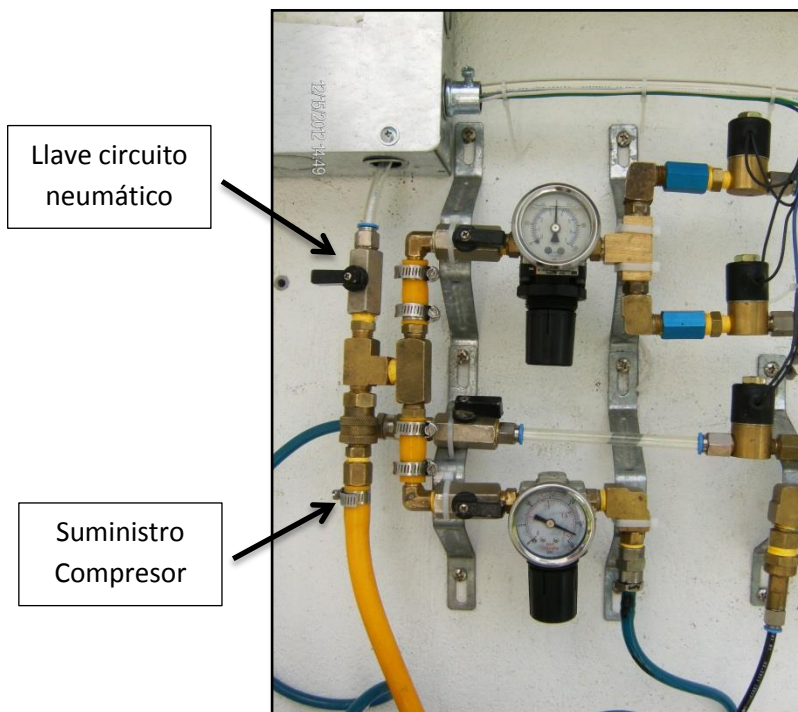


Figura 104: Conexión suministro de aire
Fuente: Autor

Una vez implementado el circuito neumático; las líneas de conducción de aire son direccionadas y conectadas hacia los puntos de aplicación (boquillas). Existen dos líneas de alimentación principales bifurcadas en dos adicionales, respectivamente. Un total de cuatro boquillas de fumigación son alimentadas desde el circuito neumático.

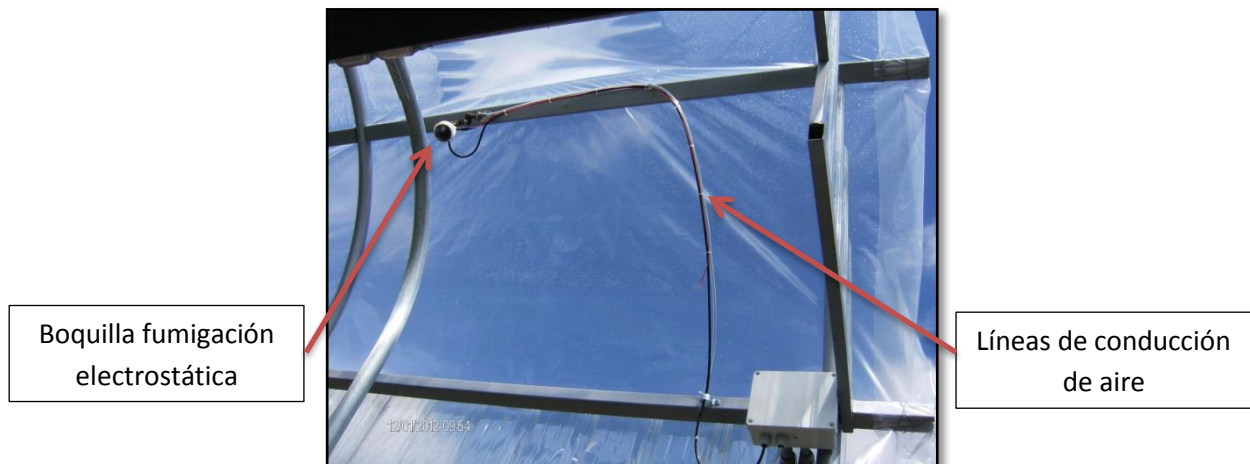


Figura 105: Conducción de líneas neumáticas
Fuente: Autor

Finalmente, el sistema neumático alimentado con 220VAC, suministra aire al proceso de fumigación de forma constante. Como elemento de protección de sobre tensiones se implementa un guarda motor, elemento que evitará la pérdida total del sistema.



Figura 106: Sistema neumático
Fuente: Autor

4.1.4. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

Para las pruebas de funcionamiento del sistema semiautomático de transporte y fumigación se procede:

Para iniciar el proceso semiautomático de transporte y fumigación se procede a la ubicación de transportadores mecánicos en el lazo cerrado de cable vía.



Figura 107: Transportadores mecánicos
Fuente: Autor



Figura 108: Ubicación coche flores cortadas
Fuente: Autor

Un total de cinco transportadores mecánicos están en el lazo cerrado de cable vía. Con relación al recorrido hacia el túnel, los transportadores mantienen la siguiente ubicación:

- Transportador 5: área poscosecha (desembarque).
- Transportador 4: área fumigación electrostática (túnel).
- Transportador 3: área inicio de transporte (unión lazo cerrado cable vía – cable vía ordinario).

Una vez ubicados los transportadores mecánicos en el lazo cerrado de cable vía se procede a poner en funcionamiento el sistema. Accionando el pulsador marcha (local o remoto), el sistema de transporte inicia el movimiento en dirección hacia el túnel. Transcurridos 7s el transportador alcanza la posición en el túnel y automáticamente se detiene el proceso de transportación.



Transportador
mecánico, área
túnel

Figura 109: Transportador mecánico, túnel
Fuente: Autor

Con el transportador ubicado en el área del túnel, la luz piloto LISTO PARA APLICAR se enciende (tablero local o remoto), y habilita al operador para iniciar el proceso de fumigación electrostática.

Accionando el pulsador APLICAR, inicia la fumigación electrostática. Transcurridos 20s finaliza el proceso de aplicación agroquímica y reinicia el sistema de transporte.



Figura 110: Fumigación electrostática
Fuente: Autor

Un segundo transportador se dirige hacia el túnel, mientras tanto aquel que sale del túnel se encamina hacia el área de poscosecha. El ciclo finaliza cuando la fumigación electrostática vuelve a iniciar, ya que en este tiempo el primer transportador ya puede ser dirigido a poscosecha.



Figura 111: Coche, área poscosecha
Fuente: Autor

4.1.5. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Los resultados luego del funcionamiento del sistema semiautomático de transporte y fumigación, se presentan en la optimización del tiempo y en la prevención de enfermedades.

- Optimización del tiempo

Una vez iniciado el proceso de transporte y fumigación se determina que cada coche instalado en el sistema semiautomático, tarda 42s en ser procesado. Este es un resultado óptimo en comparación con los 2min que tardaban los operarios en ingresar un coche de flores cortadas hacia poscosecha.

Es importante mencionar que este resultado proviene de la optimización de procesos. Anteriormente, los operarios aplicaban el producto agroquímico por separado a 24 canastas de flores cortadas (un coche). Esto implica 2 min, en ubicación de coche, descarga de canastas y fumigación. Mientras que el sistema semiautomático de transporte y fumigación fumiga un coche de 24 unidades en un solo proceso, utilizando 42s hasta finalizar.

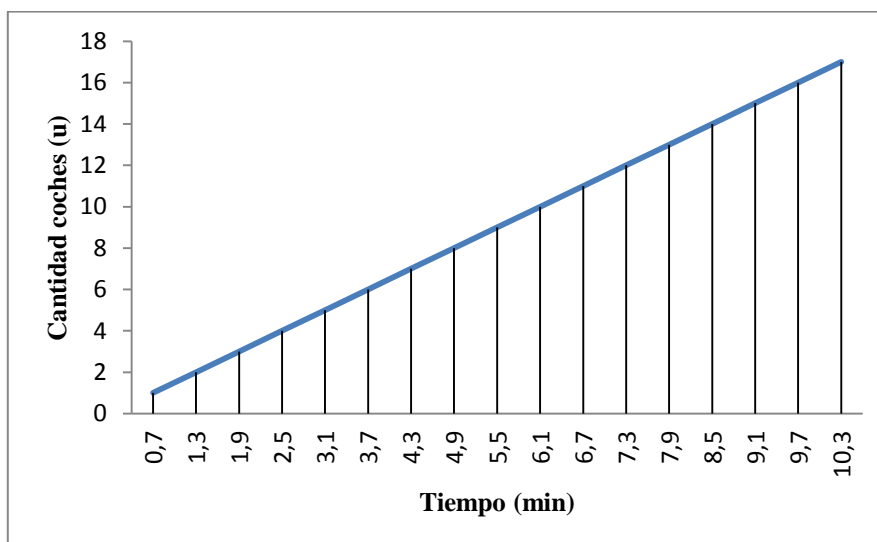


Figura 112: Tiempo de transporte vs procesamiento coches

Fuente: Autor

- Prevención de enfermedades

Este es un resultado favorable de la utilización de fumigación electrostática. El uso adecuado de este sistema dentro del proceso semiautomático de transporte y fumigación redujo la influencia de enfermedades en las flores. Estadísticamente, se redujo el 70% de enfermedades. La condición favorable de este fenómeno es porque el área de incidencia mejora utilizando partículas cargadas eléctricamente.

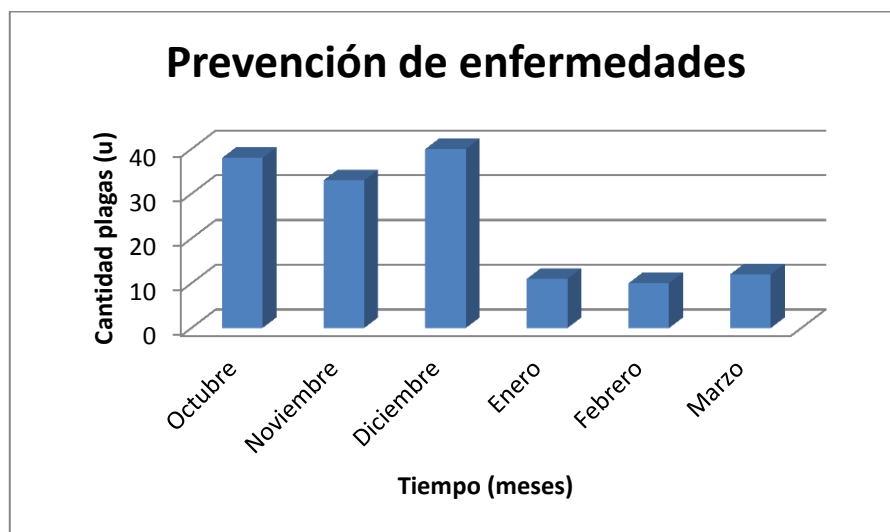


Figura 113: Incidencia enfermedades en flores
Fuente: Autor

Trabajando con el sistema convencional de fumigación los meses de octubre, noviembre y diciembre mantienen un promedio de 37 plagas. En cambio, utilizando el sistema de fumigación electrostática el promedio de los meses enero, febrero y marzo alcanza un valor de 11 plagas.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- La implementación del sistema de transporte semiautomático optimiza el proceso de movilidad, reduciendo tiempos de producción al 30% en comparación a sistemas no automáticos. Este resultado contribuye al uso adecuado de recursos y sobre todo a la producción, base fundamental en el desarrollo de una empresa.
- La automatización del proceso de fumigación electrostática redujo en un 50%, el uso de agroquímicos. La cantidad de líquido fumigante se optimiza con la automatización del proceso de fumigación. Determinando el funcionamiento adecuado y la obtención de resultados positivos para la producción y el medio ambiente.
- El control programado de la aplicación de productos agroquímicos y el uso de tecnología moderna (fumigación electrostática), disminuyó en un 50% la incidencia de plagas y enfermedades en las flores cortadas. Resultado que colabora con la producción a gran escala que maneja una empresa florícola.
- La inversión en el sistema de transporte y fumigación de flores cortadas será recuperable, debido al mejoramiento en eficiencia de transporte y aplicación de agroquímicos, el análisis económico demostró que la inversión es recuperable aproximadamente en un año.
- La automatización del sistema de transporte y fumigación de flores cortadas permite a todos quienes están involucrados tener acceso y

conocimiento a tecnología moderna. El avance tecnológico es una herramienta fundamental para el progreso empresarial.

5.2. RECOMENDACIONES

- Para una adecuada utilización del sistema de transporte semiautomático es necesario considerar cada uno de los apartados del manual de usuario, esto garantiza un proceso eficaz. Su adecuado uso garantiza el libre funcionamiento del sistema.
- Es importante capacitar a los operadores, antes, durante y después del funcionamiento del sistema de transporte semiautomático. Esto beneficiará al funcionamiento adecuado del sistema y a la selección de respuestas oportunas a eventos no programados que involucren peligro o error.
- Se recomienda estrictamente usar los equipos de seguridad personal como overoles, botas, guantes, mascarillas y gorras, dentro de la industria florícola – durante el funcionamiento del sistema de transporte y fumigación, debido a que los productos agroquímicos tienen nivel de toxicidad y podrían conllevar a futuros problemas de salud.
- Para alargar la vida útil de los equipos se recomienda realizar periódicamente mantenimientos preventivos, chequeos visuales diarios y fundamentalmente la limpieza en las instalaciones donde se ubica la maquinaria y los dispositivos de control.
- Se recomienda que el personal encargado de la manipulación eléctrica de los componentes del sistema, estén capacitados y usen el equipo y las herramientas adecuadas para no ocasionar daños en los aparatos electrónicos, o que el trabajador sufra lesiones dentro de sus labores. Una vez alimentado eléctricamente todo el sistema, no se debe manipular internamente ninguno de los gabinetes de control.
- Se recomienda a las industrias automatizar sus procesos de producción, vincularse con tecnología de última generación (fumigación electrostática), ya que esto garantiza la disminución de tiempos y eficiencia en costos de

mano de obra. Factores que colaboran al progreso y calidad todo ente empresarial.

5.3. BIBLIOGRAFÍA

LIBROS

- [1] ACEDO SÁNCHEZ, J. (2 006). *Instrumentación y control avanzado de procesos*. Días de Santos.
- [2] ALAS LÓPEZ, A. (2 005). *MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA LA APLICACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS CUARENTENARIOS*. El Salvador.
- [3] ALCIATORE, D. G., & HISTAND, M. B. (2 008). *Introducción a la mecatrónica y los sistemas de medición*. McGraw-Hill.
- [4] BAWA, H. S. (2 004). *Procesos de manufactura*. Retro India.
- [5] BOLTON, W. (2 010). *Sistemas de control electrónico en la ingeniería mecánica y eléctrica*. Alfa-Omega.
- [6] BUDYNÁS, R., & NISBETT, K. (2 008). *Diseño en Ingeniería mecánica de Shigley*. México: McGraw - Hill.
- [7] FRAILE, M. J. (2 008). *Máquinas eléctricas*. España: McGraw-Hill.
- [8] KOTHARI, D. P., & NAGRATH, I. J. (2 008). *Sistemas eléctricos de potencia*. McGraw-Hill.
- [9] KUO, B. (1 996). *Sistemas de control automático*. Prentice - Hall.
- [10] LEONTOVICH, V. M. (1 973). *Pórticos y Arcos*. México: Continental S.
- [11] MALONEY, T. J. (2 006). *Electrónica Industrial Moderna*. Person Education.
- [12] NORTON, R. (2 009). *Diseño de maquinaria*. México: McGraw-Hill.
- [13] OGATA, K. (2 010). *Ingeniería de control moderna*. Person Education.
- [14] PÉREZ GARCÍA, M. A., ÁLVAREZ ANTON, J. C., & CAMPO RODRÍGUEZ, J. C. (s.f.). *Instrumentación electrónica*. Thomson.
- [15] SHINSKEY, F. G. (1 996). *Sistemas de control de procesos, aplicación, diseño y sintonización*. McGraw - Hill.
- [16] THORNTON, G. (2 006). *Guía para la supervisión de sistemas de control interno*. Quito: Instituto de Auditores Internos.

PÁGINAS WEB

- [17] ANÓNIMO. (12 de 2 001). *EL PLC*. Obtenido de AUTÓMATAS PROGRAMABLES. Curso básico de autómatas programables: <http://www.sc.ehu.es/sbweb/webcentro/automatica/WebCQMH1/PAGINA%20PRINCIPAL/PLC/plc.htm>
- [18] ANÓNIMO. (31 de 10 de 2 014). *Floricultura*. Obtenido de WIKIPEDIA La enciclopedia libre: <http://es.wikipedia.org/wiki/Floricultura>
- [19] ANÓNIMO. (04 de 11 de 2 014). *Rueda*. Obtenido de WIKIPEDIA La enciclopedia libre: <http://es.wikipedia.org/wiki/Rueda>
- [20] ANÓNIMO. (05 de 11 de 2 014). *Sensor*. Obtenido de WIKIPEDIA La enciclopedia libre: <http://es.wikipedia.org/wiki/Sensor>
- [21] ANÓNIMO. (15 de 07 de 2 014). *Sensor de proximidad*. Obtenido de WIKIPEDIA La enciclopedia libre: http://es.wikipedia.org/wiki/Sensor_de_proximidad
- [22] ANÓNIMO. (s.f.). *EL MOTOR ELÉCTRICO*. Obtenido de TECNOLOGÍA: <http://www.areatecnologia.com/EL%20MOTOR%20ELECTRICO.htm>
- [23] BASTIDAS, J. (03 de 02 de 2 012). *Formación autodidacta Zelio Logic*. Obtenido de slideshare: http://www.slideshare.net/jesus_bast/tutorial-zelio-logic
- [24] ROMERO PÉREZ, J. (23 de 01 de 2 001). *Sistemas de transmisión*. Obtenido de Educación Tecnológica: <http://www.educaciontecnologica.cl/transmision.htm>
- [25] TORO RAMÍREZ. (s.f.). *Garrucha libre de mantenimiento*. Obtenido de Fundiciones TORO RAMÍREZ S.A.S: <http://www.garruchastoro.com/index.php/lineas-de-produccion/garrucha-libre-de-mantenimiento>

TESIS

- [26] ESTÉVEZ, S. (2 008). *Diseño estructural de la cubierta metálica para dos canchas de ecuavoley*. Quito.
- [27] GARCÉS, A., & FIERRO, D. (2 005). *Diseño y construcción del prototipo de una unidad semiautomática de fumigación para el cultivo de rosas en invernadero para la Empresa florícola jardines Piaveri Cia. Ltda*. Quito.

[28] MARTÍNEZ, P., & PRECIADO, F. (2 011). *Diseño y construcción de una máquina transportadora y clasificadora de humus de lombriz de capacidad de 1500 kg/h.* Quito.

ARTÍCULOS

[29] ANÓNIMO. (s.f). *FUMIGACION ELECTROSTÁTICA.* Obtenido de Innovaciones Agrícolas Guatemala: <http://innovacionesagricolasguatemala.es.tl/Fumigaci%F3n-Electrost%E1tica.htm>

[30] Garín, A. d. (09 de 12 de 2 002). *Plantación.* Obtenido de Las flores de nuestra tierra.

[31] HUERTAS, J. I., RODRÍGUEZ, C. F., & J. E. (2 002). MECANIZACIÓN DE LAS LABORES DE FUMIGACIÓN EN LA INDUSTRIA DE FLORES. *UNIANDES*, 6.

[32] ROJAS, M. C. (2 002). Piñones. Diente por diente y vuelta por vuelta. *METAL ACTUAL*, 5.

[33] Systems, E. S. (2 006). *Lo que los agricultores deben saber de la fumigación electrostática.* Watkinsville.

ANEXOS

ANEXO 1: Cargas vivas mínimas para cubiertas en Kg/m²

INCLINACION DE LA CUBIERTA	AREA TRIBUTARIA DE CARGA EN METROS CUADRADOS PARA CUALQUIER ELEMENTO ESTRUCTURAL		
	0 a 20	21 a 60	Sobre 60
Plana o con pendiente menor que 1:3 Arco o bóveda con flecha menor a 1/8 de luz	100	80	60
Pendiente de 1:3 a menos de 1:1 Arco o bóveda con flecha de 1/8 de luz a menos de 3/8 de luz	80	70	60
Pendiente de 1:1 y mayor Arco o bóveda con flecha de 1/8 de luz o mayor	60	60	60
Marquesinas, excepto cubiertas con tela	25	25	25
Invernaderos y edificios agrícolas	50	50	50

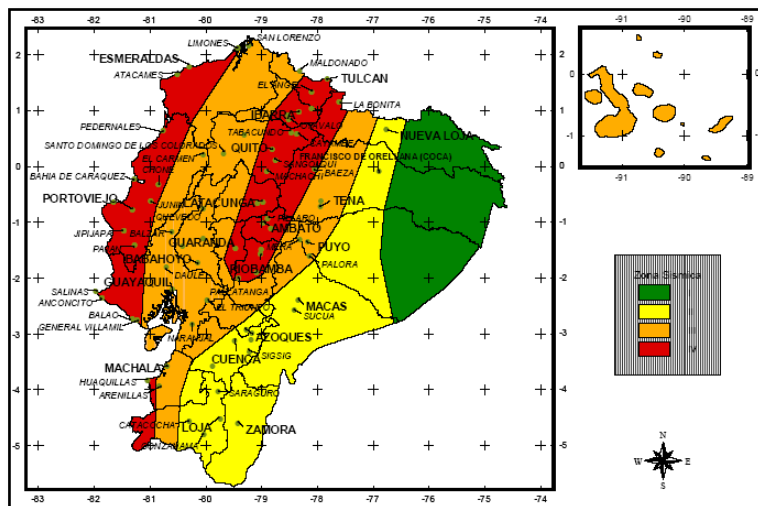
FUENTE: INEN; Código Ecuatoriano de la Construcción; Parte 1; Pág.4

ANEXO 2: Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada

Zona sísmica	I	II	III	IV
Valor factor Z	0.15	0.25	0.30	0.4

FUENTE: INEN; Código Ecuatoriano de la Construcción; Parte 1; Pág.18

Ecuador, zonas sísmicas para propósitos de diseño



FUENTE: INEN; Código Ecuatoriano de la Construcción; Parte 1; Pág.18

ANEXO 3: Coeficiente de suelo S y Coeficiente Cm

Perfil tipo	Descripción	S	Cm
S1	Roca o suelo firme	1,0	2,5
S2	Suelos intermedios	1,2	3,0
S3	Suelos blandos y estrato profundo	1,5	2,8
S4	Condiciones especiales de suelo	2,0*	2,5

FUENTE: INEN; Código Ecuatoriano de la Construcción; Parte 1; Pág.24

ANEXO 4: Tipo de uso, destino e importancia de la estructura

Categoría	Tipo de uso, destino e importancia	Factor
1. Edificaciones esenciales y/o peligrosas	Hospitales, clínicas, centros de salud o de emergencia sanitaria. Instalaciones militares, de policía, bomberos, defensa civil. Garajes o estacionamientos para vehículos y aviones que atienden emergencias. Torres de control aéreo. Estructuras de centros de telecomunicaciones u otros centros de atención de emergencias. Estructuras que albergan equipos de generación, transmisión y distribución eléctrica. Tanques u otras estructuras utilizadas para depósito de agua u otras sustancias anti-incendio. Estructuras que albergan depósitos tóxicos, explosivos, químicos u otras sustancias peligrosas.	1,5
Estructuras de ocupación especial	Museos, iglesias, escuelas y centros de educación o deportivos que albergan más de trescientas personas. Todas las estructuras que albergan más de cinco mil personas. Edificios públicos que requieren operar continuamente	1,3
Otras estructuras	Todas las estructuras de edificación y otras que no clasifican dentro de las categorías anteriores	1,0

FUENTE: INEN; Código Ecuatoriano de la Construcción; Parte 1; Pág.24

ANEXO 5: Valores del coeficiente de reducción de respuesta estructural R

Sistema estructural	R
Sistemas de pórticos espaciales sismo-resistentes, de hormigón armado con vigas descolgadas o de acero laminado en caliente, con muros estructurales de hormigón armado(sistemas duales).	12
Sistemas de pórticos espaciales sismo-resistentes, de hormigón armado con vigas descolgadas o de acero laminado en caliente.	10
Sistemas de pórticos espaciales sismo-resistentes, de hormigón armado con vigas banda y muros estructurales de hormigón armado(sistemas duales).	10
Sistemas de pórticos espaciales sismo-resistentes, de hormigón armado con vigas descolgadas y diagonales rigidizadoras.*	10
Sistemas de pórticos espaciales sismo-resistentes de hormigón armado con vigas banda y diagonales rigidizadoras. *	9
Sistemas de pórticos espaciales sismo-resistentes de hormigón armado con vigas banda.	8
Estructuras de acero con elementos armados de placas o con elementos de acero conformados en frío. Estructuras de aluminio.	7
Estructuras de madera	7
Estructura de mampostería reforzada o confinada	5
Estructuras con muros portantes de tierra reforzada o confinada	3

FUENTE: INEN; Código Ecuatoriano de la Construcción; Parte 1; Pág.29

ANEXO 6: Coeficiente de Exposición (Ce)

Este Factor de Exposición Ce, representa la variabilidad de la presión de la velocidad del viento en el sitio de la estructura debido a las condiciones topográficas del terreno. Se dividen en tres grados de exposición:

Exposición B áreas urbanas y suburbanas, áreas boscosas u otro terreno con numerosas obstrucciones, donde la superficie del terreno prevalece en la dirección de barlovento por una distancia de al menos 1.61 Km o 20% de la altura de la edificación, lo que sea mayor.

Exposición C terreno abierto, llanuras y sabanas con obstrucciones dispersas que tienen alturas promedio menores a 10 m.

Exposición D Representa el caso más crítico con áreas planas no obstruidas expuestas al flujo de viento con velocidades de 80 mph (129 Km/h) o más por una distancia de al menos 1.61 Km (1milla) o más.

Altura sobre el nivel del piso (Pies) X 304.8 para mm	Exposición D	Exposición C	Exposición B
0-15	1.39	1.06	0.62
20	1.45	1.13	0.67
25	1.50	1.19	0.72
30	1.54	1.23	0.76
40	1.62	1.31	0.84
60	1.73	1.43	0.95
80	1.81	1.53	1.04
100	1.88	1.61	1.13
120	1.93	1.67	1.20
160	2.02	1.79	1.31
200	2.10	1.87	1.42
300	2.23	2.05	1.63
400	2.34	2.19	1.80

FUENTE: UBC Uniform Building Code; 1997; Capítulo 16

ANEXO 7: Coeficiente de Presión (C_q)

Método	Descripción	C _q Factor
Método 1	(Método de Fuerza Normal):	
	Paredes:	
	Paredes Barlovento	0.8 interior
	Paredes Sotavento	0.5 exterior
	Techos:	
	Viento perpendicular al cumbrero	
	Techo a sotavento o techo plano	0.7 exterior
	Techo a barlovento:	
	Menor a 2:12 (16.7%)	0.7 exterior
	Pendiente 2:12 (16.7%) o menor a 9:12 (75%)	0.9 exterior
Pendiente 9:12 (75%) a 12:12 (100%)	0.4 interior	
Pendiente mayor a 12:12 (100%)	0.7 interior	
Viento paralelo al cumbrero y techos planos	0.7 exterior	
Método 2	(Método de Área Proyectada):	
	En área vertical proyectada:	
	Estructuras de 40ft (12.19 m) o menos de altura	1.3 cualquier dirección horizontal
	Estructuras sobre los 40ft (12.19 m) de altura	1.4 cualquier dirección horizontal
	En área horizontal proyectada	0.7 hacia arriba

FUENTE: UBC Uniform Building Code; 1997; Capítulo 16

ANEXO 8: Factor de Importancia (I_w)

CATEGORÍA	OCUPACION O FUNCION DE LA ESTRUCTURA	IMPORTANCIA I _w
1. Facilidades esenciales	Áreas de albergue para emergencias y hospitales Estaciones de Policía y Bomberos Torres de control de aviación Estructuras y equipamiento en centros de comunicación gubernamental.	1.15
2. Facilidades riesgosas	Almacenamiento de sustancias químicas, explosivos o tóxicas. Sustancias nocivas para la salud, contaminantes.	1.15
3. Estructuras de ocupación especial	Edificaciones de ocupación con una capacidad mayor a 300 estudiantes. Ocupaciones usadas para colegios o centros educativos con una capacidad mayor a 500 estudiantes. Ocupaciones con 50 o más pacientes incapacitados que no incluye en la categoría 1. Todas las estructuras con una ocupación mayor a 5000 personas.	1.00
4. Estructuras de ocupación normal	Todas las estructuras con ocupaciones o funciones no descritas en las categorías 1, 2 o 3.	1.00

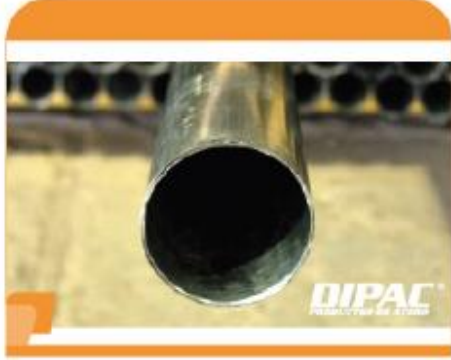
FUENTE: UBC Uniform Building Code; 1997; Capítulo 16

ANEXO 9: Tubo estructural redondo

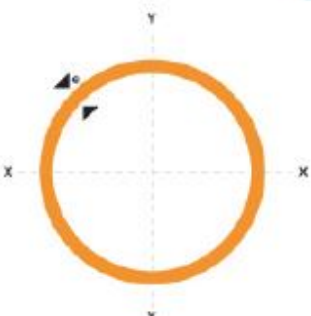
TUBO ESTRUCTURAL REDONDO

Especificaciones Generales

- Norma** ASTM A-500
- Recubrimiento** Negro o galvanizado
- Largo normal** 6.00m
- Otros largos** Previa Consulta
- Dimensiones** Desde 7/8" hasta 3"
- Espesor** Desde 1.50mm a 3.00mm



DIAMETRO	ESPESOR	PESO	AREA	I	W	I
pugadas	mm	kg/m	cm2	cm4	cm 3	cm
7 / 8 "	1.50	0.77	0.98	0.53	0.47	0.73
1 "	1.50	0.88	1.13	0.81	0.64	0.85
1 1/4 "	1.50	1.12	1.43	1.63	1.03	1.07
1 1/2 "	1.50	1.35	1.72	2.89	1.52	1.30
1 3/4 "	1.50	1.50	2.02	4.87	2.10	1.52
2 "	1.50	1.82	2.32	7.06	2.78	1.74
2 1/2 "	1.50	2.29	2.92	14.06	4.42	2.19
3 "	1.50	2.76	3.52	24.56	6.45	2.64
1 "	2.00	1.15	1.47	1.01	0.80	0.83
1 1/4 "	2.00	1.47	1.87	2.08	1.31	1.05
1 1/2 "	2.00	1.78	2.27	3.71	1.95	1.29
1 3/4 "	2.00	2.09	2.67	6.02	2.71	1.50
2 "	2.00	2.41	3.07	9.14	3.60	1.73
2 1/2 "	2.00	3.03	3.86	18.29	5.76	2.18
3 "	2.00	3.68	4.66	32.11	8.43	2.62
2 "	3.00	3.54	4.51	12.92	5.09	1.69
2 1/2 "	3.00	4.48	5.70	26.15	8.24	2.14
3 "	3.00	5.42	6.90	46.29	12.15	2.59

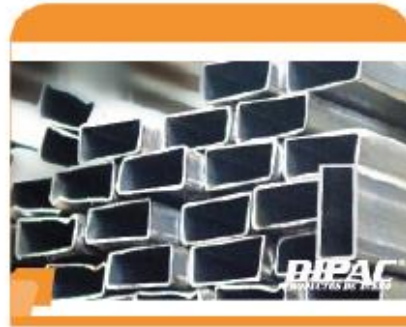


ANEXO 10: Tubo estructural rectangular

TUBO ESTRUCTURAL RECTANGULAR

Especificaciones Generales

Norma	ASTM A-500
Recubrimiento	Negro o galvanizado
Largo normal	6.00m
Otros largos	Previa Consulta
Dimensiones	Desde 12.00mm x 25.00mm a 40.00mm x 80.00mm
Espesor	Desde 2.00mm a 3.00mm



DIMENSIONES				AREA	EJES X-X			EJES Y-Y		
A mm	B mm	ESPEGOR mm	PESO Kg/m	AREA cm ²	I cm ⁴	W cm ³	i cm	I cm ⁴	W cm ³	i cm
20	40	1,2	1,09	1,32	2,61	1,30	1,12	0,88	0,88	0,83
20	40	1,5	1,35	1,65	3,26	1,63	1,40	1,09	1,09	0,81
20	40	2,0	1,78	2,14	4,04	2,02	1,37	1,33	1,33	0,79
25	50	1,5	1,71	2,10	6,39	2,56	1,74	2,19	1,75	1,02
25	50	2,0	2,25	2,74	8,37	3,35	1,75	2,80	2,24	1,01
25	50	3,0	3,30	4,14	12,56	5,02	1,74	3,99	3,19	0,99
30	50	1,5	1,88	2,25	7,27	2,91	1,90	3,32	2,21	1,21
30	50	2,0	2,41	2,94	9,52	3,81	1,80	4,28	2,85	1,21
30	50	3,0	3,30	4,21	12,78	5,11	1,74	5,66	3,77	1,16
30	70	2,0	3,03	3,74	22,20	6,34	2,44	6,85	3,90	1,25
30	70	3,0	4,48	5,41	30,50	8,71	2,37	7,84	5,23	1,20
40	60	1,5	2,29	2,91	14,90	4,97	2,26	7,94	3,97	1,65
40	60	2,0	3,03	3,74	18,08	6,13	2,22	9,81	4,90	1,62
40	60	3,0	4,48	5,41	25,31	8,44	2,16	13,37	6,69	1,57
30	70	1,5	2,34	2,91	18,08	5,17	2,49	4,76	3,17	1,28
30	70	2,0	2,93	3,74	22,20	6,34	2,44	5,85	3,90	1,25
30	70	3,0	4,25	5,41	30,50	8,71	2,37	7,84	5,23	1,20
40	80	1,5	2,76	3,74	31,75	7,94	2,91	10,77	5,39	1,70
40	80	2,0	3,66	4,54	37,32	9,33	2,87	12,70	6,35	1,67
40	80	3,0	5,42	6,61	52,16	13,04	2,81	17,49	8,75	1,63
50	100	2,0	4,52	5,74	74,94	14,99	3,61	25,65	10,26	2,11
50	100	3,0	6,71	8,41	106,34	21,27	3,56	35,97	14,39	2,07
50	150	2,0	6,17	7,74	207,45	27,66	5,18	37,17	14,87	2,19
50	150	3,0	9,17	11,41	298,35	39,78	5,11	52,54	21,02	2,15

ANEXO 11: Panel AR2000



Panel AR2000


De la moderna línea **Estilpanel**, el Panel AR-2000 es el que ha sido diseñado con el mejor desempeño mecánico y estructural.

Su exclusivo sello hidráulico, así como sus rigidizadores longitudinales, desarrollados con la más alta tecnología de Novacero hacen de éste un panel excepcional por sus atributos de hermeticidad, resistencia a cargas, accesibilidad y mayor ancho útil.

Los paneles **AR2000** poseen un sistema de instalación en base a conectores omega y pernos autoperforantes. La utilización del conector omega en la instalación de Estilpanel, establece el principio de cubierta flotante; es decir, que se adapta a la contracción y dilatación del acero, producto de los cambios de temperatura.

Este sistema está diseñado para soportar cargas de succión de viento y para absorber los desplazamientos producidos por los sismos.



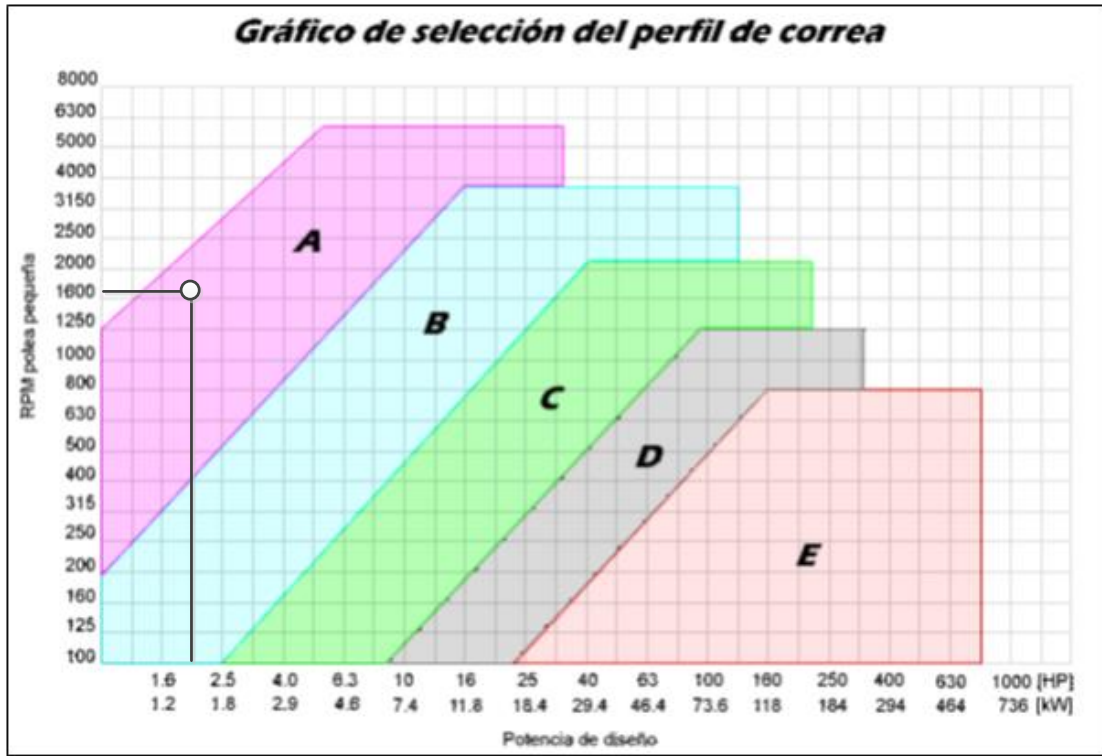
GEOMETRIA	Espesor de lámina (mm)	Ancho útil (mm)	PESO (Kg/m ²)	Altura de onda (mm)	Mínima Pendiente (Grados)	Separación máxima entre apoyos (m)	USOS
 AR2000	0.30	1040	2.70	37	4°	1.20	Cubiertas y paredes
	0.35		3.15			1.60	
	0.40		3.60			1.80	
	0.45		4.05			2.10	
	0.50		4.50			2.40	
	0.60		5.40			2.60	

ANEXO 12: Cálculo de potencia de diseño

Factor de servicio	Motores eléctricos: <ul style="list-style-type: none"> • De corriente alterna monofásicos • Asíncronas • Jaula de ardilla de par normal • De corriente continua bobinado shunt Motores a gas Motores de combustión interna policilíndricas.	Motores eléctricos: <ul style="list-style-type: none"> • De corriente alterna con par de gran potencia • De rotor bobinado y anillos rozantes • De corriente continua bobinado compound Motores monocilíndricos Ejes de transmisión Tomas de fuerza con embrague
Agitadores de líquidos Ventiladores pequeños y medianos Bombas centrífugas.	1,0 a 1,2	1,1 a 1,3
Punzonadoras Mezcladoras pequeñas y medianas Generadores Compresores de tornillo Cizallas Prensas Máquinas de imprenta Cribas vibratorias	1,1 a 1,3	1,2 a 1,4
Elevadores Compresores de pistones Maquinaria de lavanderías Bombas de pistones Ventiladores grandes Maquinaria textil Máquinas herramientas	1,2 a 1,4	1,4 a 1,6
Malacates y huinches Molinos Chancadoras de mandíbulas Transportadora de correa sinfín	1,3 a 1,5	1,5 a 1,8

Fuente: Catálogo Reflex, cálculo de potencia de diseño

ANEXO 13: Gráfico de selección del perfil de correa



Fuente: Catálogo Roflex, correas trapezoidales

ANEXO 14: Hoja técnica poleas

CATÁLOGO POLEAS										
<u>Poleas perfil "A/B"</u>										
1 Canal										
F = 7/8" hasta 1 B 64 SDS; F = 1" Otras										
Nº de Parte	Diámetro Primitivo		OD inch	Tipo	Bush	E inch	K inch	L inch	M inch	Peso (kg)
	Correa A inch	Correa B inch								
1 B 3.4 SH	3.0	3.4	3.75	D-1	SH	9/16	0	1 5/16	1/8	0,55
1 B 3.6 SH	3.2	3.6	3.95	D-1	SH	9/16	0	1 5/16	1/8	0,59
1 B 3.8 SH	3.4	3.8	4.15	D-1	SH	9/16	0	1 5/16	1/8	0,73
1 B 4.0 SH	3.6	4.0	4.35	C-1	SH	1/4	5/16	1 5/16	3/16	0,82
1 B 4.2 SH	3.8	4.2	4.55	C-1	SH	1/4	5/16	1 5/16	3/16	0,91
1 B 4.4 SH	4.0	4.4	4.75	C-1	SH	1/4	5/16	1 5/16	3/16	1,00
1 B 4.6 SDS	4.2	4.6	4.95	C-1	SDS	5/16	5/16	1 3/8	3/16	1,09
1 B 4.8 SDS	4.4	4.8	5.15	C-1	SDS	5/16	5/16	1 3/8	3/16	1,18
1 B 5.0 SDS	4.6	5.0	5.35	C-1	SDS	5/16	5/16	1 3/8	3/16	1,36
1 B 5.2 SDS	4.8	5.2	5.55	C-1	SDS	5/16	5/16	1 3/8	3/16	1,55
1 B 5.4 SDS	5.0	5.4	5.75	C-1	SDS	5/16	5/16	1 3/8	3/16	1,73
1 B 5.6 SDS	5.2	5.6	5.95	C-1	SDS	5/16	5/16	1 3/8	3/16	1,82
1 B 5.8 SDS	5.4	5.8	6.15	C-1	SDS	5/16	5/16	1 3/8	3/16	2,00
1 B 6.0 SDS	5.6	6.0	6.35	C-1	SDS	5/16	5/16	1 3/8	3/16	2,09
1 B 6.2 SDS	5.8	6.2	6.55	C-2	SDS	5/16	5/16	1 3/8	3/16	2,18
1 B 6.4 SDS	6.0	6.4	6.75	C-2	SDS	5/16	5/16	1 3/8	3/16	2,27
1 B 6.6 SDS	6.2	6.6	6.95	C-2	SDS	5/16	5/16	1 3/8	3/16	2,45
1 B 6.8 SDS	6.4	6.8	7.15	C-2	SDS	5/16	5/16	1 3/8	3/16	2,55
1 B 7.0 SDS	6.6	7.0	7.35	C-2	SDS	1/2	1/8	1 3/8	1/8	2,73
1 B 7.4 SDS	7.0	7.4	7.75	C-2	SDS	1/2	1/8	1 3/8	1/8	2,86
1 B 8.0 SDS	7.6	8.0	8.35	C-3	SDS	1/2	1/8	1 3/8	1/8	3,00
1 B 8.6 SDS	8.2	8.6	8.95	C-3	SDS	1/2	1/8	1 3/8	1/8	3,18
1 B 9.4 SDS	9.0	9.4	9.75	C-3	SDS	1/2	1/8	1 3/8	1/8	3,64
1 B 11.0 SDS	10.6	11.0	11.35	C-3	SDS	1/2	1/8	1 3/8	1/8	4,55
1 B 12.4 SDS	12.0	12.4	12.75	C-3	SDS	1/2	1/8	1 3/8	1/8	5,45
1 B 13.6 SDS	13.2	13.6	13.95	C-3	SDS	1/2	1/8	1 3/8	1/8	6,36
1 B 15.4 SK	15.0	15.4	15.75	C-3	SK	9/16	1/8	1 15/16	3/8	7,73
1 B 16.0 SK	15.6	16.0	16.35	C-3	SK	9/16	1/8	1 15/16	3/8	8,18
1 B 18.4 SK	18.0	18.4	18.75	C-3	SK	9/16	1/8	1 15/16	3/8	9,09
1 B 20.0 SK	19.6	20.0	20.35	C-3	SK	9/16	1/8	1 15/16	3/8	10,45
	24.6	25.0	25.35							
	29.6	30.0	30.35							
	37.6	38.0	38.35							

Fuente: Catálogo DUCASSE, poleas perfil clásico tipo B

ANEXO 15: Hoja técnica bandas en V



IVAN BOHMAN C.A.
Sirviendo al País desde 1935



MITSUBOSHI

BANDAS EN "V" INDUSTRIALES Y AUTOMOTRICES CON TECNOLOGIA JAPONESA



LA MARCA REGISTRADA MITSUBOSHI "SET FREE" ES GARANTÍA DE ALTA CALIDAD EN BANDAS TIPO "V" DESARROLLADAS POR NUESTRO DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CON CONOCIMIENTOS ACTUALIZADOS EN PRODUCCIÓN DE BANDAS, CON LAS SIGUIENTES CARACTERÍSTICAS:

AJUSTE LIBRE.- TODAS LAS BANDAS EN "V" CONVENCIONALES MITSUBOSHI SON "SET FREE", QUIERE DECIR QUE NO ES NECESARIO UN AJUSTE PRECISO, TODOS LOS TAMAÑOS ESPECÍFICOS DE LAS BANDAS EN "V" CONVENCIONALES SON MANUFACTURADAS CON MÍNIMA TOLERANCÍA LONGITUDINAL QUE RESULTA EN UNA CONDICIÓN PARA USARLA CON EL AJUSTE NESESARIO.

CAPACIDAD DE CARGA SUPERIOR.- LAS BANDAS MITSUBOSHI SON FABRICACIÓN CONSISTE DE UN CORDÓN DE POLIESTER ESPECIALMENTE TRATADO QUE LE DA LA CAPACIDAD PARA SOPORTAR MAYOR CARGA DE TRABAJO A LA ESPECIFICACIONES EN SU DISEÑO.

CAPACIDAD DIMENSIONAL.- SE PUEDE CONSEGUIR UNA ESTABILIDAD DIMENSIONAL CON LAS BANDAS MITSUBOSHI. TIENEN AJUSTE PRECISO POR LO TANTO PERMANECEN AJUSTADAS A LO LARGO DE SU VIDA DE SERVICIO. SON DISEÑADAS PARA ABSORBER PROBLEMAS DEBIDO AL DILATAMIENTO Y CONSTANTE FATIGA POR FLEXIÓN.

LARGA VIDA ÚTIL.- LA COMBINACIÓN DE BALANCE Y COHESIÓN SUPERIOR DE LOS COMPONENTES DE LA FABRICACIÓN DE LA BANDA, DAN UNA MARCADA RESISTENCIA A CARGAS DE CHOQUE, ALTAS TEMPERATURAS Y CALENTAMIENTOS SUJETO A FATIGA.

INCREMENTO EN PRODUCTIVIDAD.- LAS BANDAS MITSUBOSHI PUEDEN INCREMENTAR SU PRODUCTIVIDAD, ASEGURAN ALTA CAPACIDAD DE CARGA, MENOR MANTENIMIENTO Y UNA LARGA VIDA ÚTIL.

BANDA CONVENCIONAL

LAS BANDAS MITUBOSHI SE UTILIZAN EN DIFERENTES TIPOS DE TRANSPORTES CON ALTA VELOCIDAD, E INSTALADAS EN MAQUINARIA LIGERA, PESADA O DE AUTOMOCION, LAS BANDAS TIENEN UNA EXCEPCIONAL ESTABILIDAD EN SU LONGIUTUD. RIGUROSOS CONTROLES HAN DEMOSTRADO ESTA OPTIMA CALIDAD EN LAS BANDAS.



CONSTRUCCION INTERNA



DIMENSIONES DE LOS DIFERENTES TIPOS DE BANDAS EN "V" (CORTE TRANSVERSAL)



MEDIDAS DISPONIBLES EN PULGADAS

TIPO A			TIPO B				TIPO C	
REFERENCIA			REFERENCIA				REFERENCIA	
A-20	A-50	A-80	B-30	B-60	B-90	B-158	C-60	
A-21	A-51	A-81	B-31	B-61	B-91	B-162	C-68	
A-22	A-52	A-82	B-32	B-62	B-92	B-173	C-75	
A-23	A-53	A-83	B-33	B-63	B-93	B-180	C-78	
A-24	A-54	A-84	B-34	B-64	B-94	B-195	C-80	
A-25	A-55	A-85	B-35	B-65	B-95	B-240	C-90	
A-26	A-56	A-86	B-36	B-66	B-96		C-95	
A-27	A-57	A-87	B-37	B-67	B-97		C-96	
A-28	A-58	A-88	B-38	B-68	B-98		C-100	
A-29	A-59	A-90	B-39	B-69	B-100		C-105	
A-30	A-60	A-91	B-40	B-70	B-102		C-108	
A-31	A-61	A-93	B-41	B-71	B-103		C-112	
A-32	A-62	A-96	B-42	B-72	B-105		C-120	
A-33	A-63	A-97	B-43	B-73	B-107		C-128	
A-34	A-64	A-100	B-44	B-74	B-108		C-135	
A-35	A-65	A-105	B-45	B-75	B-110		C-136	
A-36	A-66	A-112	B-46	B-76	B-112		C-144	
A-37	A-67	A-120	B-47	B-77	B-114		C-150	
A-38	A-68		B-48	B-78	B-118		C-162	
A-39	A-69		B-49	B-79	B-120		C-173	
A-40	A-70		B-50	B-80	B-124		C-180	
A-41	A-71		B-51	B-81	B-128		C-190	
A-42	A-72		B-52	B-82	B-130		C-195	
A-43	A-73		B-53	B-83	B-132		C-210	
A-44	A-74		B-54	B-84	B-134		C-225	
A-45	A-75		B-55	B-85	B-136		C-240	
A-46	A-76		B-56	B-86	B-140		C-255	
A-47	A-77		B-57	B-87	B-142		C-280	
A-48	A-78		B-58	B-88	B-144			
A-49	A-79		B-59	B-89	B-150			

DIAMETRO DE POLEAS RECOMENDABLE

TIPO BANDA	DIÁMETRO PRIMITIVO STANDART	DIÁMETRO PRIMITIVO MÍNIMO
A	95 mm	65 mm
B	145 mm	115 mm
C	225 mm	175 mm

AL UTILIZAR POLEAS DE DIAMETRO PEQUEÑOS, SE ACORTA LA VIDA DE LA BANDA, POR QUE NO SOLO HACE QUE LA BANDA SUFRA UN EXCESO DE ESFUERZO CUANDO FLEXIONA, SINO QUE PRODUCE UN DECREMENTO EN LA TRANSMISIÓN DE FUERZAS.

ES ESENCIAL QUE LA BANDA NO CORRA SOBRE POLEAS CUYOS DIAMETROS ESTEN POR DEBAJO DE LOS RECOMENDADOS PARA CADA TIPO DE SECCION COMO SE INDICA EN LA TABLA;

IVAN BOHMAN C.A.

Fuente: Catálogo MITSUBOSHI, características correa tipo B

ANEXO 16: Hoja técnica ejes macizos y ejes huecos

Ejes macizos y ejes huecos métricos y en pulgadas



Precisión

Calidades

Los ejes INA se suministran en las calidades según tabla 2.

Tabla 2 - Calidades de los ejes

Rotondas	Eje	Calidad
W	Eje macizo métrico	n6
WH	Eje hueco métrico	n7
WZ	Eje macizo en pulgadas	Cl. "L"

Tolerancias de longitud

Las tolerancias de longitud para ejes cortados figuran en tabla 3.

Tabla 3 - Tolerancias de longitud

Longitud del eje L mm		Tolerancia mm
Más de	Hasta	Máx.
-	400	±0,5
400	1000	±0,8
1000	2000	±1,2
2000	4000	±2
4000	6000	±3

Chafilanes en los extremos de los ejes

Una vez cortados, los ejes se suministran con chafilanes en ambos extremos (fig. 3, tabla 4). Los ejes también se pueden suministrar sin chafilanes.

Tabla 4 - Diseño de los chafilanes

Díametro del eje d_{LW} mm	Chafilán x mm
$d_{LW} \leq 10$	1 ⁺¹
$10 < d_{LW} \leq 30$	1,5 ⁺¹
$30 < d_{LW} \leq 80$	2,5 ⁺¹

Redondez, paralelismo, profundidad de la capa templada

Estos valores están en función del diámetro del eje d_{LW} y figuran en las tablas de medidas.

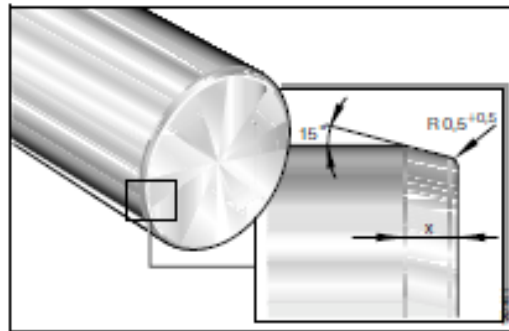
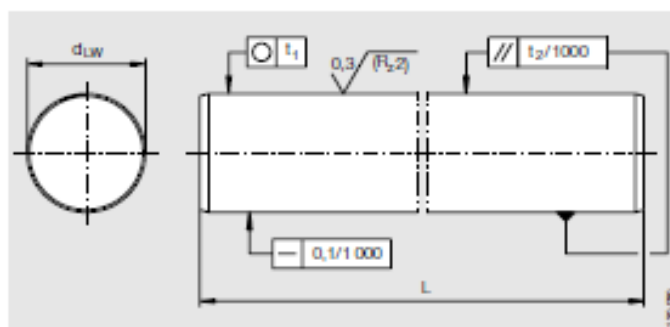


Figura 3 - Ejecución de los extremos de los ejes

Ejes macizos

en pulgadas

Serie WZ



WZ

Tabla de medidas · Medidas en mm

Diámetro del eje		Referencia	Peso kg/m	Longitud ¹⁾ l _{max}	Materiales ²⁾		Tolerancia Clase "L" μm	Redondez t ₁ μm	Paralelismo t ₂ ³⁾ μm	Profundidad de la capa templada Rm ⁴⁾ mm
pulgada	mm				Acero bonificado	Acero resistente a la corrosión ⁵⁾ X 46 Cr 13				
3/16	6,35	WZ 04	0,25	4 000	●	—	-13-25	4	5	
3/8	9,525	WZ 06	0,56	4 000	●	●	-13-25	4	6	
1/2	12,7	WZ 08	0,99	4 000	●	●	-13-25	5	8	
5/8	15,875	WZ 10	1,55	4 000	●	●	-13-25	5	8	
3/4	19,05	WZ 12	2,24	4 000	●	●	-13-25	6	9	
7/8	22,22	WZ 14	3,05	4 000	●	—	-13-25	6	9	
1	25,4	WZ 16	3,97	4 000	●	●	-13-25	6	9	
1 1/8	28,575	WZ 18	4,11	4 000	●	—	-13-25	7	11	
1 1/4	31,75	WZ 20	6,22	4 000	●	●	-13-25	7	11	
1 3/8	34,95	WZ 22	7,51	4 000	●	—	-15-28	7	11	
1 1/2	38,1	WZ 24	8,95	4 000	●	●	-15-28	7	11	
2	50,8	WZ 32	15,91	4 000	●	—	-15-33	7	11	
2 1/2	63,525	WZ 40	24,85	4 000	●	—	-18-38	8	13	
3	76,225	WZ 48	35,79	4 000	●	—	-20-43	8	13	

¹⁾ Los ejes se fabrican de forma estándar en acero bonificado.

De acero resistente a la corrosión sólo sobre consulta y como ejecución especial.

²⁾ Medición de diferencias de diámetro.

³⁾ Según DIN 6773, parte 3.

⁴⁾ Reducción de la capacidad de carga para rodamientos lineales a bolas debido a la dureza menor de los ejes (véase Dureza de la superficie de rodadura en aceros especiales, página 5).

⁵⁾ Longitud mayor sobre consulta.

V 320

VCL

AISI : 4140
DIN : 42 Cr Mo 4
W N° : 1.7223/25

Tipo de aleación : C 0,41 Cr 1,1 Mo 0,2 Si 0,2 Mn 0,7 %
Color de identificación : Verde - Blanco
Estado de suministro : Bonificado, 250-310 HB Típico. Ver tabla inf.
Largo Standard : 3,5 - 5 metros

Acero especial de bonificación con aleación de cromo molibdeno.

Muy resistente a la tracción y a la torsión, como también a cambios de flexión. Se suministra en estado bonificado, lo que permite, en la mayoría de los casos, su aplicación sin necesidad de tratamiento térmico adicional.

APLICACIONES: Partes de maquinaria y repuestos de dimensiones medianas, con grandes exigencias en las propiedades arriba mencionadas y también ciertos elementos para la construcción de motores, engranajes, pernos, tuercas, pines, émbolos, árboles de transmisión, ejes de bombas, cañones de armas para la cacería.

INDICACIONES PARA EL TRATAMIENTO TÉRMICO

Forjado: 1050 - 850 °C
Normalizado: 840 - 880 °C
Recocido: 690 - 720 °C
Enfriamiento lento en el horno
Temple: al aceite 830 - 860 °C
al agua 820 - 850 °C
Dureza Obtenible: 52 - 56 HRC
Revenido: 540 - 680 °C
Nitrurar: 580 °C



Resistencia en estado Recocido		CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS EN ESTADO BONIFICADO						
máx. N/mm²	Dureza Brinell máx.	Diámetro mm.		Límite de fluencia N/mm²	Resistencia a la tracción N/mm²	Elongación (Lo = 5d) % mín.	Estricción % mín.	Resistencia según DVM Joule
		desde	hasta					
770	241	16	16	835	1030 - 1250	10	40	34
		40	100	715	930 - 1130	11	45	41
		100	160	595	830 - 1030	12	50	41
		160	250	530	730 - 900	13	55	41
				490	690 - 840	14	55	41

Soldadura: Consultar con nuestro Departamento Técnico

BÖHLER

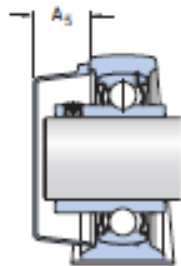
27

10

ANEXO 17: Hoja técnica chumaceras

**Y-bearing plummer block units with a cast housing and grub screws, metric shafts
d 12 – 60 mm**

Dimensions														Basic load ratings		Fatigue load limit	Limiting speed with shaft tolerance h6	Designation
d	A	A ₁	B	H	H ₁	H ₂	J	L	N	N ₁	G	s ₁	C	C ₀	P _u	r/min	Bearing unit	
mm														kN	kN	kN		-
12	32	18	27,4	57	30,2	14	97	127	20,5	11,5	10	15,9	9,56	4,75	0,2	9 500	SY12TF	
15	32	18	27,4	57	30,2	14	97	127	20,5	11,5	10	15,9	9,56	4,75	0,2	9 500	SY15TF	
17	32	18	27,4	57	30,2	14	97	127	20,5	11,5	10	15,9	9,56	4,75	0,2	9 500	SY17TF	
20	32	21	31	65	33,3	14	97	127	20,5	11,5	10	18,3	12,7	6,55	0,28	8 500	SY20TF	
	34	23	31	65	33,3	14	97	127	20,7	13	10	18,3	12,7	6,55	0,28	8 500	SYJ 20 TF	
	32	21	31	65	33,3	14	97	127	20,5	11,5	10	18,3	12,7	6,55	0,28	5 000	SY20TR	
25	36	22	34,1	70,5	36,5	16	102	130	19,5	11,5	10	19,8	14	7,8	0,335	7 000	SY25TF	
	38	24	34,1	70,5	36,5	16	102,5	140	21,5	13	10	19,8	14	7,8	0,335	7 000	SYJ 25 TF	
	36	22	34,1	70,5	36,5	16	102	130	19,5	11,5	10	19,8	14	7,8	0,335	4 300	SY25TR	
30	40	25	38,1	82,5	42,9	17	117,5	152	23,5	14	12	22,2	19,5	11,2	0,475	6 300	SY30TF	
	42	27	38,1	82,5	42,9	16	118	165	24	17	14	22,2	19,5	11,2	0,475	6 300	SYJ 30 TF	
	40	25	38,1	82,5	42,9	17	117,5	152	23,5	14	12	22,2	19,5	11,2	0,475	3 800	SY30TR	
35	45	27	42,9	93	47,6	19	126	160	21	14	12	25,4	25,5	15,3	0,655	5 300	SY35TF	
	46	28	42,9	93	47,6	17	129	167	24	17	14	25,4	25,5	15,3	0,655	5 300	SYJ 35 TF	
	45	27	42,9	93	47,6	19	126	160	21	14	12	25,4	25,5	15,3	0,655	3 200	SY35TR	
40	48	30	49,2	99	49,2	19	135,5	175	24,5	14	12	30,2	30,7	19	0,8	4 800	SY40TF	
	49	31	49,2	99	49,2	18	136,5	184	25,5	17	14	30,2	30,7	19	0,8	4 800	SYJ 40 TF	
	48	30	49,2	99	49,2	19	135,5	175	24,5	14	12	30,2	30,7	19	0,8	2 800	SY40TR	
45	48	32	49,2	107,5	54	21	143,5	187	22,5	14	12	30,2	33,2	21,6	0,915	4 300	SY45TF	
	52	36	49,2	107,5	54	20	143,5	190	23,5	17	14	30,2	33,2	21,6	0,915	4 300	SYJ 45 TF	
	48	32	49,2	107,5	54	21	143,5	187	22,5	14	12	30,2	33,2	21,6	0,915	2 400	SY45TR	
50	54	34	51,6	114,5	57,2	22	157	203	26	18	16	32,6	35,1	23,2	0,98	4 000	SY50TF	
	58	38	51,6	114,5	57,2	22	157,5	206	26,5	20	16	32,6	35,1	23,2	0,98	4 000	SYJ 50 TF	
	54	34	51,6	114,5	57,2	22	157	203	26	18	16	32,6	35,1	23,2	0,98	2 200	SY50TR	
55	60	40	55,6	126	63,5	24	171,5	219	27,5	18	16	33,4	43,6	29	1,25	3 600	SY55TF	
	60	40	55,6	126	63,5	24	171,5	219	27,5	20	16	33,4	43,6	29	1,25	3 600	SYJ 55 TF	
	60	40	55,6	126	63,5	24	171,5	219	27,5	18	16	33,4	43,6	29	1,25	1 900	SY55TR	
60	60	42	65,1	138	69,8	26,5	190,5	240	29,5	18	16	39,7	52,7	36	1,53	3 400	SY60TF	
	65	47	65,1	138	69,8	26,5	188,5	241	29,5	20	16	39,7	52,7	36	1,53	3 400	SYJ 60 TF	
	60	42	65,1	138	69,8	26,5	190,5	240	29,5	18	16	39,7	52,7	36	1,53	1 800	SY60TR	



Designations Bearing unit	Separate components		Mass Bearing unit	Appropriate end cover	
	Housing	Bearing		Designation	Dimension A ₅
			kg		mm
SY 12 TF	SY 503 M	YAR 203/12 -2F	0,52	-	-
SY 15 TF	SY 503 M	YAR 203/15 -2F	0,51	-	-
SY 17 TF	SY 503 M	YAR 203-2 F	0,50	-	-
SY 20 TF	SY 504 M	YAR 204-2 F	0,57	ECY 204	18,5
SYJ 20 TF	SY 504	YAR 204-2 F	0,55	-	-
SY 20 TR	SY 504 M	YAR 204-2 RF	0,57	ECY 204	18,5
SY 25 TF	SY 505 M	YAR 205-2 F	0,72	ECY 205	18
SYJ 25 TF	SY 505	YAR 205-2 F	0,73	-	-
SY 25 TR	SY 505 M	YAR 205-2 RF	0,72	ECY 205	18
SY 30 TF	SY 506 M	YAR 206-2 F	1,10	ECY 206	20
SYJ 30 TF	SY 506	YAR 206-2 F	1,05	-	-
SY 30 TR	SY 506 M	YAR 206-2 RF	1,10	ECY 206	20
SY 35 TF	SY 507 M	YAR 207-2 F	1,45	ECY 207	22
SYJ 35 TF	SY 507	YAR 207-2 F	1,50	-	-
SY 35 TR	SY 507 M	YAR 207-2 RF	1,45	ECY 207	22
SY 40 TF	SY 508 M	YAR 208-2 F	1,80	ECY 208	23,5
SYJ 40 TF	SY 508	YAR 208-2 F	1,85	-	-
SY 40 TR	SY 508 M	YAR 208-2 RF	1,80	ECY 208	23,5
SY 45 TF	SY 509 M	YAR 209-2 F	2,20	ECY 209	23
SYJ 45 TF	SY 509	YAR 209-2 F	2,40	-	-
SY 45 TR	SY 509 M	YAR 209-2 RF	2,20	ECY 209	23
SY 50 TF	SY 510 M	YAR 210-2 F	2,70	ECY 210	29,5
SYJ 50 TF	SY 510	YAR 210-2 F	2,95	-	-
SY 50 TR	SY 510 M	YAR 210-2 RF	2,70	ECY 210	29,5
SY 55 TF	SY 511 M	YAR 211-2 F	3,60	ECY 211	34
SYJ 55 TF	SY 511	YAR 211-2 F	3,70	-	-
SY 55 TR	SY 511 M	YAR 211-2 RF	3,60	ECY 211	34
SY 60 TF	SY 512 M	YAR 212-2 F	4,45	ECY 212	35,5
SYJ 60 TF	SY 512	YAR 212-2 F	4,85	-	-
SY 60 TR	SY 512 M	YAR 212-2 RF	4,45	ECY 212	35,5

ANEXO 18: Hoja técnica ruedas dentadas



Ruedas dentadas métricas

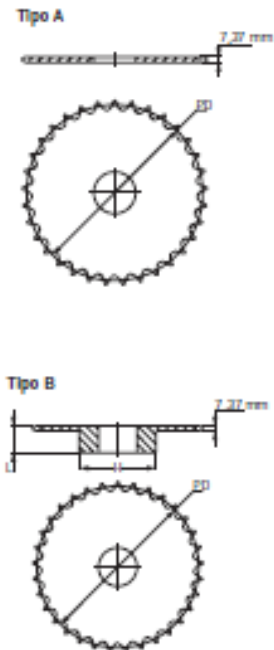
Simplex
Orificio mínimo

ISO 08B-1 12,70 mm Paso

Orificio mínimo Tipo B – Acero/Fundición Tipo A – Acero

Cantidad de dientes	Diámetro primitivo mm	Tipo	Orificio		Cabeza		Peso kg	Designación	Cantidad de dientes	Diámetro primitivo mm	Tipo	Orificio		Peso kg	Designación
			Mín	Máx	h	L						Mínimo	h ₀		
6	22,15	B	10	10	20	25	0,04	PNS 08B-288	8	22,18	A	8	0,03	PNS 08B-288	
7	24,13	B	10	10	26	25	0,09	PNS 08B-289	9	24,13	A	8	0,04	PNS 08B-289	
10	31,50	B	10	13	26	25	0,17	PNS 08B-291	10	31,50	A	8	0,06	PNS 08B-291	
11	33,07	B	10	13	28	25	0,24	PNS 08B-291	11	33,07	A	10	0,07	PNS 08B-291	
12	34,97	B	10	17	22	28	0,21	PNS 08B-292	12	34,97	A	10	0,09	PNS 08B-292	
13	37,04	B	10	20	27	28	0,27	PNS 08B-293	13	37,04	A	10	0,10	PNS 08B-293	
14	37,07	B	10	26	13	28	0,23	PNS 08B-294	14	37,07	A	10	0,12	PNS 08B-294	
15	41,09	B	10	28	15	28	0,29	PNS 08B-295	15	41,09	A	10	0,13	PNS 08B-295	
16	44,30	B	12	30	10	28	0,44	PNS 08B-296	16	44,30	A	10	0,14	PNS 08B-296	
17	49,11	B	12	30	12	28	0,51	PNS 08B-297	17	49,11	A	10	0,18	PNS 08B-297	
18	52,14	B	12	36	14	28	0,59	PNS 08B-298	18	52,14	A	10	0,20	PNS 08B-298	
19	57,14	B	12	40	10	28	0,67	PNS 08B-299	19	57,14	A	10	0,23	PNS 08B-299	
20	61,19	B	12	40	14	28	0,77	PNS 08B-300	20	61,19	A	10	0,25	PNS 08B-300	
25	86,22	B	12	40	18	28	0,85	PNS 08B-301	25	86,22	A	12	0,26	PNS 08B-301	
22	89,24	B	12	40	20	28	0,92	PNS 08B-302	22	89,24	A	12	0,30	PNS 08B-302	
23	93,27	B	14	40	10	28	0,96	PNS 08B-303	23	93,27	A	12	0,34	PNS 08B-303	
24	97,29	B	14	40	12	28	0,98	PNS 08B-304	24	97,29	A	12	0,37	PNS 08B-304	
26	103,33	B	14	40	15	28	1,01	PNS 08B-305	26	103,33	A	12	0,41	PNS 08B-305	
26	105,36	B	16	44	10	30	1,09	PNS 08B-306	26	105,36	A	14	0,44	PNS 08B-306	
27	109,40	B	16	44	12	30	1,13	PNS 08B-307	27	109,40	A	14	0,48	PNS 08B-307	
28	113,43	B	16	44	15	30	1,17	PNS 08B-308	28	113,43	A	14	0,51	PNS 08B-308	
29	117,46	B	16	44	18	30	1,21	PNS 08B-309	29	117,46	A	14	0,54	PNS 08B-309	
30	121,50	B	16	44	20	30	1,24	PNS 08B-310	30	121,50	A	14	0,57	PNS 08B-310	
32	129,54	B	16	44	10	30	1,35	PNS 08B-311	32	129,54	A	14	0,63	PNS 08B-311	
32	129,54	B	16	44	12	30	1,39	PNS 08B-312	32	129,54	A	14	0,68	PNS 08B-312	
32	132,60	B	16	44	15	30	1,43	PNS 08B-313	32	132,60	A	14	0,72	PNS 08B-313	
34	137,64	B	16	44	18	30	1,47	PNS 08B-314	34	137,64	A	14	0,78	PNS 08B-314	
35	141,68	B	16	44	20	30	1,51	PNS 08B-315	35	141,68	A	14	0,81	PNS 08B-315	
36	145,72	B	16	44	10	30	1,55	PNS 08B-316	36	145,72	A	14	0,87	PNS 08B-316	
37	149,76	B	16	44	12	30	1,59	PNS 08B-317	37	149,76	A	14	0,92	PNS 08B-317	
38	153,80	B	16	44	15	30	1,63	PNS 08B-318	38	153,80	A	14	0,97	PNS 08B-318	
39	157,83	B	16	44	18	30	1,67	PNS 08B-319	39	157,83	A	14	1,02	PNS 08B-319	
40	161,87	B	16	44	20	30	1,71	PNS 08B-320	40	161,87	A	14	1,08	PNS 08B-320	
42	169,91	B	16	44	10	30	1,83	PNS 08B-321	42	169,91	A	16	1,13	PNS 08B-321	
42	169,91	B	16	44	12	30	1,87	PNS 08B-322	42	169,91	A	16	1,19	PNS 08B-322	
43	173,95	B	16	44	15	30	1,91	PNS 08B-323	43	173,95	A	16	1,24	PNS 08B-323	
44	178,00	B	16	44	18	30	1,95	PNS 08B-324	44	178,00	A	16	1,29	PNS 08B-324	
45	182,04	B	16	44	20	30	1,99	PNS 08B-325	45	182,04	A	16	1,34	PNS 08B-325	
46	186,09	B	16	44	10	30	2,03	PNS 08B-326	46	186,09	A	16	1,40	PNS 08B-326	
47	190,14	B	16	44	12	30	2,07	PNS 08B-327	47	190,14	A	16	1,46	PNS 08B-327	
48	194,18	B	16	44	15	30	2,11	PNS 08B-328	48	194,18	A	16	1,52	PNS 08B-328	
50	208,30	B	16	44	18	30	2,19	PNS 08B-329	50	208,30	A	16	1,61	PNS 08B-329	
54	238,43	B	16	44	10	30	2,30	PNS 08B-334	54	238,43	A	20	2,00	PNS 08B-334	
57	230,54	B	16	44	12	30	2,33	PNS 08B-335	57	230,54	A	20	2,22	PNS 08B-335	
60	252,66	B	16	44	15	30	2,39	PNS 08B-340	60	252,66	A	20	2,50	PNS 08B-340	
64	258,82	B	16	44	18	30	2,40	PNS 08B-344	64	258,82	A	25	2,87	PNS 08B-344	
70	283,07	B	16	44	10	30	2,48	PNS 08B-370	70	283,07	A	25	3,43	PNS 08B-370	
72	291,14	B	16	44	12	30	2,50	PNS 08B-372	72	291,14	A	25	3,62	PNS 08B-372	
76	312,23	B	16	44	15	30	2,52	PNS 08B-376	76	312,23	A	25	3,99	PNS 08B-376	
80	323,48	B	16	44	18	30	2,53	PNS 08B-380	80	323,48	A	25	4,44	PNS 08B-380	
84	339,65	B	16	44	10	30	2,57	PNS 08B-384	84	339,65	A	25	4,97	PNS 08B-384	
88	343,69	B	16	44	12	30	2,58	PNS 08B-388	88	343,69	A	25	5,35	PNS 08B-388	
94	371,99	B	16	44	15	30	2,62	PNS 08B-392	94	371,99	A	25	5,98	PNS 08B-392	
96	384,11	B	16	44	18	30	2,63	PNS 08B-396	96	384,11	A	25	6,22	PNS 08B-396	
98	396,15	B	16	44	10	30	2,64	PNS 08B-398	98	396,15	A	25	6,25	PNS 08B-398	
114	444,90	B	16	44	12	30	2,69	PNS 08B-414	114	444,90	A	25	8,47	PNS 08B-414	

Los orificios mínimos permiten utilizar chavetas estándar. Según disponibles orificios más grandes para el caso de chavetas poco profundas, o donde no se requieren.

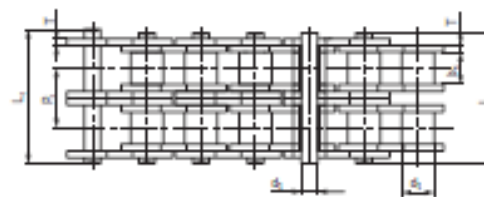
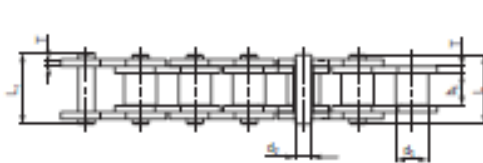
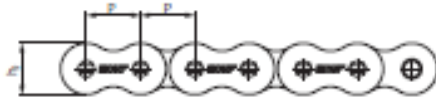


ANEXO 19: Hoja técnica cadena de rodillos



Cadenas de rodillos

ANSI



Cadena ANSI Nº	Cadena ISO Nº	Paso	Diámetro del rodillo		Distancia entre placas internas	Diámetro del pasador		Longitud del pasador		Altura de la placa interna	Espesor de la placa	Paso transversal	Carga límite de rotura	Carga de rotura promedio	Peso por metro	Designación
			d ₁ max	d ₁ min		d ₂ max	d ₂ min	L ₁ max	L ₁ min							
15-1*	03C-1*	4,7425	2,68	2,28	1,62	4,30	4,90	-	4,20	0,60	-	1,8	2,0	0,08		PNC 15-1..
25-1*	06C-1*	6,350	3,30	2,58	2,25	7,90	8,40	-	6,00	0,80	-	2,5	4,5	0,15		PNC 25-1..
35-1*	09C-1*	9,125	4,08	4,77	2,58	12,40	13,17	-	9,00	1,30	-	7,9	10,8	0,32		PNC 35-1..
45-1	08B-1	12,700	7,77	6,25	2,58	12,75	13,00	-	9,91	1,30	-	6,7	12,6	0,61		PNC 45-1..
45-2	08A-2	12,700	7,96	7,85	2,96	14,60	17,80	0	12,00	1,50	0	14,3	17,5	0,62		PNC 45-2..
50-1	10A-1	15,875	10,16	9,60	3,00	20,70	22,20	22,20	11,09	2,03	-	22,2	26,4	1,02		PNC 50-1..
60-1	12A-1	19,050	11,91	12,57	3,96	25,90	27,70	28,30	18,00	2,42	-	21,8	41,5	1,50		PNC 60-1..
80-1	16A-1	25,400	15,88	15,75	7,92	32,70	35,00	36,50	24,00	3,25	-	56,7	68,4	2,60		PNC 80-1..
100-1	20A-1	31,750	19,06	18,90	9,52	42,40	44,70	44,70	30,00	4,00	-	88,5	100,2	3,91		PNC 100-1..
120-1	24A-1	38,100	22,22	25,22	11,10	50,30	54,30	54,30	35,70	4,80	-	127,0	156,2	5,62		PNC 120-1..
140-1	28A-1	44,450	25,40	25,22	12,70	54,10	59,00	59,00	41,00	5,60	-	172,4	232,0	7,50		PNC 140-1..
160-1	32A-1	50,800	28,58	31,55	14,27	64,80	69,60	69,60	47,80	6,40	-	226,8	281,9	10,10		PNC 160-1..
180-1	36A-1	57,150	31,71	35,18	17,64	72,80	78,60	78,60	53,60	7,20	-	280,2	361,8	12,15		PNC 180-1..
200-1	40A-1	63,500	34,68	37,85	19,85	80,20	87,20	87,20	60,00	8,00	-	363,8	431,6	14,15		PNC 200-1..
240-1	48A-1	76,200	47,62	47,26	22,81	96,50	102,00	102,00	72,29	9,50	-	530,2	622,4	22,20		PNC 240-1..
25-2*	06C-2*	6,350	3,30	3,38	2,25	14,5	15,0	-	6,00	0,80	6,40	7,0	8,6	0,28		PNC 25-2..
35-2*	09C-2*	9,125	4,08	4,77	2,58	22,5	23,2	-	9,00	1,30	10,12	15,8	19,7	0,62		PNC 35-2..
45-2	08B-2	12,700	7,77	6,25	2,58	25,7	26,9	-	9,91	1,30	11,96	12,3	16,9	0,81		PNC 45-2..
45-2	08A-2	12,700	7,96	7,85	2,96	23,0	32,2	-	12,00	1,50	16,28	28,2	26,9	1,12		PNC 45-2..
50-2	10A-2	15,875	10,16	9,60	3,00	28,9	40,4	41,2	15,09	2,03	18,11	44,6	58,1	2,00		PNC 50-2..
60-2	12A-2	19,050	11,91	12,57	3,96	48,8	50,5	51,1	18,00	2,42	22,78	42,6	82,1	2,92		PNC 60-2..
80-2	16A-2	25,400	15,88	15,75	7,92	62,7	64,2	64,8	24,00	3,25	26,29	112,4	141,8	5,15		PNC 80-2..
100-2	20A-2	31,750	19,06	18,90	9,52	76,4	80,5	80,5	30,00	4,00	36,74	177,0	239,4	7,80		PNC 100-2..
120-2	24A-2	38,100	22,22	25,22	11,10	95,8	99,7	99,7	35,70	4,80	45,44	254,0	334,9	11,70		PNC 120-2..
140-2	28A-2	44,450	25,40	25,22	12,70	102,2	107,9	107,9	41,00	5,60	68,87	364,8	427,5	15,14		PNC 140-2..
160-2	32A-2	50,800	28,58	31,55	14,27	122,2	128,1	128,1	47,80	6,40	88,55	452,6	562,4	20,14		PNC 160-2..
180-2	36A-2	57,150	31,71	35,18	17,64	138,6	144,4	144,4	53,60	7,20	46,84	540,1	686,0	25,22		PNC 180-2..
200-2	40A-2	63,500	34,68	37,85	19,85	151,9	158,8	158,8	60,00	8,00	71,55	737,4	877,4	32,24		PNC 200-2..
240-2	48A-2	76,200	47,62	47,26	22,81	182,4	190,8	190,8	72,29	9,50	87,83	1030,4	1264,2	44,23		PNC 240-2..
25-2*	06C-2*	6,350	3,30	3,38	2,25	21,0	21,5	-	6,00	0,80	6,40	10,5	12,6	0,44		PNC 25-2..
35-2*	09C-2*	9,125	4,08	4,77	2,58	27,7	31,5	-	9,00	1,30	10,12	22,7	28,6	1,05		PNC 35-2..
45-2	08B-2	12,700	7,96	7,85	2,96	45,6	46,6	-	12,00	1,50	16,28	42,3	60,0	1,90		PNC 45-2..
50-2	10A-2	15,875	10,16	9,60	3,00	57,0	58,5	59,2	15,09	2,03	18,11	44,6	77,8	2,09		PNC 50-2..
60-2	12A-2	19,050	11,91	12,57	3,96	71,5	72,2	72,9	18,00	2,42	22,78	96,4	111,3	4,54		PNC 60-2..
80-2	16A-2	25,400	15,88	15,75	7,92	91,7	92,6	96,1	24,00	3,25	26,29	170,1	196,4	7,89		PNC 80-2..
100-2	20A-2	31,750	19,06	18,90	9,52	112,2	116,2	116,2	30,00	4,00	36,74	266,5	309,6	11,77		PNC 100-2..
120-2	24A-2	38,100	22,22	25,22	11,10	141,4	145,2	145,2	35,70	4,80	45,44	381,0	437,2	17,62		PNC 120-2..
140-2	28A-2	44,450	25,40	25,22	12,70	152,2	156,8	156,8	41,00	5,60	68,87	537,2	640,2	22,20		PNC 140-2..
160-2	32A-2	50,800	28,58	31,55	14,27	181,8	186,6	186,6	47,80	6,40	88,55	680,6	780,6	30,02		PNC 160-2..
180-2	36A-2	57,150	31,71	35,18	17,64	206,4	210,2	210,2	53,60	7,20	46,84	860,7	982,6	38,22		PNC 180-2..
200-2	40A-2	63,500	34,68	37,85	19,85	222,5	230,4	230,4	60,00	8,00	71,55	1041,6	1217,8	49,02		PNC 200-2..
240-2	48A-2	76,200	47,62	47,26	22,81	271,2	278,6	278,6	72,29	9,50	87,83	1300,9	1564,5	71,60		PNC 240-2..

* Cadena de bujes; d₁ indica el diámetro externo del buje

Para modelos desmontables, agregar el sufijo "D" después de la cantidad de hilas. Ejemplo: la cadena nº 140-1 desmontable se designa PNC 140-1D...

Las longitudes estándar son 10 pies/3 m. Para completar la designación, indicar la longitud de la cadena. Ejemplo: la cadena nº 140-1 x 30 pies se especifica PNC 140-1X10FT

Para las uniones, agregar a la designación de la cable: "C/C" para "conector" y "D/C" para "unión acodado" (garrite obtener un número impar de pasos).

ANEXO 20: Rueda neumática

www.colsoncaster.com.mx



RUEDA 2.50 - 4 NN

- Material: Caucho Termoplástico y Rín Metálico.
- Color: Negro
- Diámetro: 9 pulgadas
- ⊕ Capacidad de carga: 140 Kg. / 308 Libras
- ⊖ Ancho del Bordin: 2-5/16 pulgadas
- ⊖ Ancho de Banda: 2-9/16 pulgadas
- Rodamiento: Bolas no precisión
- ⊖ Diámetro del eje: 5/8 pulgadas

CARACTERÍSTICAS:

Banda de Termoplástico que amortigua sus cargas.
Montada en un rín metálico con tubo central para balero o buje.

- Rueda altamente resiliente.
- Resistente a ataques químicos.
- No se poncha.
- No mancha los pisos.
- Super resistente a impactos.
- No recoge basuras.



RUEDA NEUMÁTICA 350/400-10 4 LONAS

- Material: Rín Metálico y Llanta Neumática
- Color: Negro
- Diámetro: 10 pulgadas
- ⊕ Capacidad de carga: 150 Kg. / 330 Libras
- ⊖ Ancho del Bordin: 5 pulgadas
- ⊖ Ancho de Banda: 3-1/2 pulgadas
- Rodamiento: Bujes Nylon
- ⊖ Diámetro del eje: 5/8 pulgadas
- Presión Máxima: 40 PSI

CARACTERÍSTICAS:

Llanta neumática fabricada en 4 lonas de Nylon y banda de caucho natural (goma natural) de altísima calidad con diseño tipo pantanero; ensamblada en un neumático de butilo en rín metálico con buje de 5/8.



RUEDA NEUMÁTICA 6X2 4 LONAS

- Material: Rín Metálico y Llanta Neumática
- Color: Negro
- Diámetro: 6 pulgadas
- ⊕ Capacidad de carga: 90 Kg. / 198 Libras
- ⊖ Ancho del Bordin: 2-1/16 pulgadas
- ⊖ Ancho de Banda: 1-3/4 pulgadas
- Rodamiento: Bujes Nylon o Bola No Precisión
- ⊖ Diámetro del eje: 5/8 pulgadas
- Presión Máxima: 40 PSI

CARACTERÍSTICAS:

Llanta neumática fabricada en 4 lonas de Nylon y banda de caucho natural (goma natural) de altísima calidad; ensamblada en un neumático de butilo en rín metálico. Con posibilidad de usar buje o balerina.


colson

ANEXO 21: Hoja técnica ZELIO SR2A201FU

Product data sheet
Characteristics

SR2A201FU

compact smart relay Zelio Logic - 20 I O - 100..240 V AC - no clock - display



Main

Range of product	Zelio Logic
Product or component type	Compact smart relay

Complementary

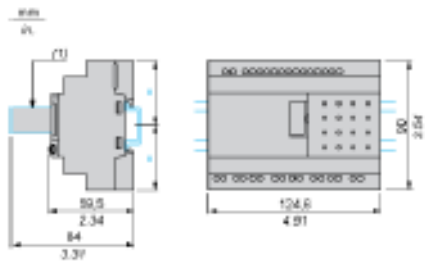
Local display	With
Number of control scheme lines	120 with ladder programming <= 200 with FBD programming
Cycle time	0...90 ms
Backup time	10 years at 25 °C
Clock drift	6 s/month at 25 °C 12 min/year at 0...55 °C
Checks	Program memory on each power up
[U _s] rated supply voltage	100..240 V
Supply voltage limits	85...264 V
Supply frequency	50/60 Hz
Supply current	50 mA at 240 V (without extension) 100 mA at 100 V (without extension)
Power consumption in VA	11 VA without extension
Isolation voltage	1780 V
Protection type	Against inversion of terminals (control instructions not executed)
Discrete input number	12
Discrete input voltage	100...240 V AC
Discrete input current	0,6 mA
Discrete input frequency	47...53 Hz 57...63 Hz
Voltage state 1 guaranteed	>= 79 V for discrete input
Voltage state 0 guaranteed	<= 40 V for discrete input
Current state 1 guaranteed	> 0,17 mA for discrete input
Current state 0 guaranteed	< 0,5 mA for discrete input
Input impedance	350 kOhm (discrete input)
Number of outputs	8 relay output(s)
Output voltage limits	5...30 V DC (relay output) 24...250 V AC
Contacts type and composition	NO for relay output
Output thermal current	8 A for all 8 outputs (relay output)

The information provided in this document is for general information and for technical specifications of the products of the products contained herein. This information is not intended as a substitute for, and is not to be used for, determining suitability or reliability of these products for specific user applications. It is the only user of this information who is responsible for performing the appropriate and complete risk analysis, evaluation and testing of the products with respect to the relevant specific application or use thereof. The manufacturer shall be responsible for the release of the information contained herein.

Electrical durability	500000 cycles DC-13 at 24 V, 0.6 A for relay output conforming to ENIEC 60947-5-1 500000 cycles DC-12 at 24 V, 1.5 A for relay output conforming to ENIEC 60947-5-1 500000 cycles AC-15 at 230 V, 0.9 A for relay output conforming to ENIEC 60947-5-1 500000 cycles AC-12 at 230 V, 1.5 A for relay output conforming to ENIEC 60947-5-1
Switching capacity in mA	>= 10 mA at 12 V (relay output)
Operating rate in Hz	10 Hz (no load) for relay output 0.1 Hz (at Ie) for relay output
Mechanical durability	10000000 cycles (relay output)
[Uimp] rated impulse withstand voltage	4 kV conforming to ENIEC 60947-1 and ENIEC 60664-1
Clock	Without
Response time	50...255 ms with FBD programming (from state 1 to state 0) for discrete input 50...255 ms with FBD programming (from state 0 to state 1) for discrete input 50 ms with ladder programming (from state 1 to state 0) for discrete input 50 ms with ladder programming (from state 0 to state 1) for discrete input 5 ms (from state 1 to state 0) for relay output 10 ms (from state 0 to state 1) for relay output
Connections - terminals	Screw terminals, clamping capacity: 2 x 0.25...2 x 0.75 mm ² AWG 24...18 flexible with cable end Screw terminals, clamping capacity: 2 x 0.2...2 x 1.5 mm ² AWG 24...16 solid Screw terminals, clamping capacity: 1 x 0.25...1 x 2.5 mm ² AWG 24...14 flexible with cable end Screw terminals, clamping capacity: 1 x 0.2...1 x 2.5 mm ² AWG 25...14 solid Screw terminals, clamping capacity: 1 x 0.2...1 x 2.5 mm ² AWG 25...14 semi-solid
Tightening torque	0.5 N.m
Overvoltage category	III conforming to ENIEC 60664-1
Product weight	0.38 kg
Environment	
Immunity to microbreaks	<= 10 ms
Product certifications	CSA C-Tick GL GOST UL
Standards	ENIEC 60068-2-27 Ea ENIEC 60068-2-6 Fc ENIEC 61000-4-11 ENIEC 61000-4-12 ENIEC 61000-4-2 level 3 ENIEC 61000-4-3 ENIEC 61000-4-4 level 3 ENIEC 61000-4-5 ENIEC 61000-4-6 level 3
IP degree of protection	IP40 (front panel) conforming to IEC 60529 IP20 (terminal block) conforming to IEC 60529
Environmental characteristic	Low voltage directive conforming to ENIEC 61131-2 EMC directive conforming to ENIEC 61131-2 zone B EMC directive conforming to ENIEC 61000-6-4 EMC directive conforming to ENIEC 61000-6-3 EMC directive conforming to ENIEC 61000-6-2
Disturbance radiated/conducted	Class B conforming to EN 55022-11 group 1
Pollution degree	2 conforming to ENIEC 61131-2
Ambient air temperature for operation	-20...55 °C conforming to IEC 60068-2-1 and IEC 60068-2-2 -20...40 °C in non-ventilated enclosure conforming to IEC 60068-2-1 and IEC 60068-2-2
Ambient air temperature for storage	-40...70 °C
Operating altitude	2000 m
Altitude transport	<= 3048 m
Relative humidity	95 % without condensation or dripping water
Contractual warranty	
Period	Срок гарантии на Оборудование составляет 18 месяцев со дня ввода его в эксплуатацию, что подтверждается соответствующим документом, но не более 24 месяцев с даты поставки

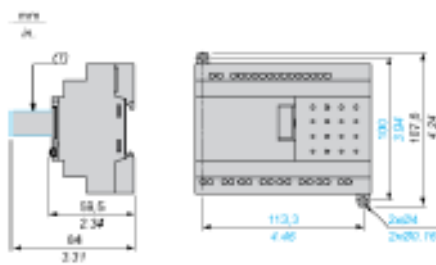
Compact and Modular Smart Relays

Mounting on 35 mm/1.38 in. DIN Rail



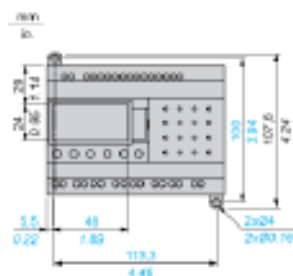
(1) With SR2USB01 or SR2BTC01

Screw Fixing (Retractable Lugs)



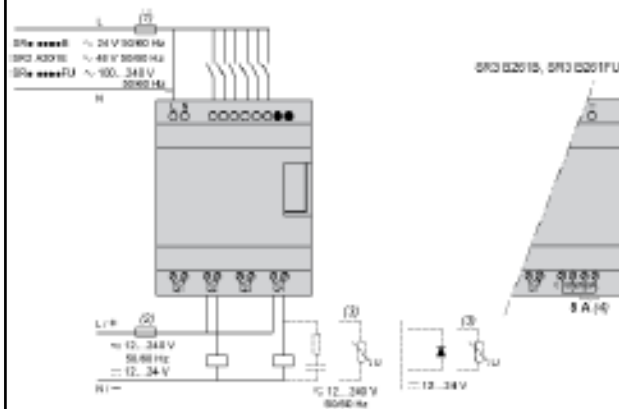
(1) With SR2USB01 or SR2BTC01

Position of Display



Connection of Smart Relays on AC Supply

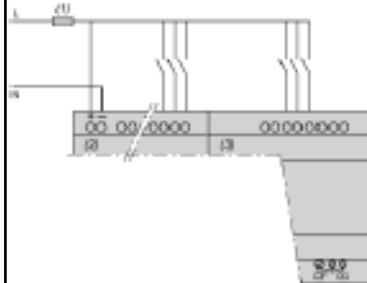
SR***1B, SR***1FU



- (1) 1 A quick-blow fuse or circuit-breaker.
- (2) Fuse or circuit-breaker.
- (3) Inductive load.
- (4) Q9 and QA: 5 A (max. current in terminal C: 10 A).

With Discrete I/O Extension Module

SR3B***B + SR3XT***B, SR3B***FU + SR3XT***FU



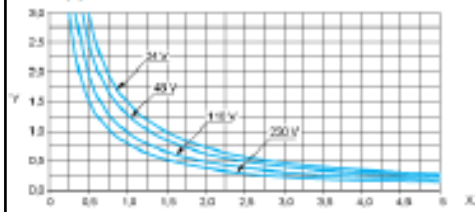
- (1) 1 A quick-blow fuse or circuit-breaker.
- QF and QG: 5 A for SR3XT141**

Compact and Modular Smart Relays

Electrical Durability of Relay Outputs

(in millions of operating cycles, conforming to IEC/EN 60947-5-1)

AC-12 (1)

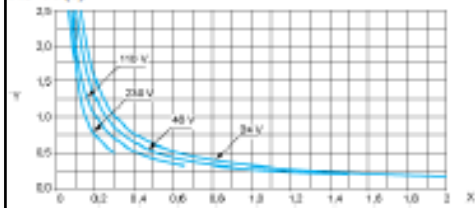


X: Current (A)

Y: Millions of operating cycles

(1) AC-12: switching resistive loads and opto-coupler isolated solid-state loads, $\cos \geq 0.9$.

AC-14 (1)

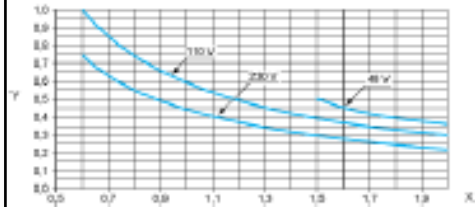


X: Current (A)

Y: Millions of operating cycles

(1) AC-14: switching small electromagnetic loads ≤ 72 VA, make: $\cos = 0.3$, break: $\cos = 0.3$.

AC-15 (1)



X: Current (A)

Y: Millions of operating cycles

(1) AC-15: switching electromagnetic loads ≥ 72 VA, make: $\cos = 0.7$, break: $\cos = 0.4$.

ANEXO 22: Hoja técnica Variador ATV312

<i>Product Data Sheet</i>		ATV312HU15M3 AC DRIVE 2 HP 240V 3 PHASE
Technical Characteristics		
Approvals	UL Listed, CSA Certified, CE Marked	
Integrated Communications Ports	Modbus and CANopen	
Ampere Rating	8.0A	
EMC Filter	No Integrated EMC Filter (C2 EMC Filter available as option)	
Degree of Protection	IP20	
Horsepower Rating	2.0HP	
Motor Power Rating	1.5kW	
Operating Temperature	14°F to 122°F (-10°C to 50°C)	
Input Voltage	208/240Vac	
Marketing Trade Name	Altivar 312	
Input Phase	3-Phase	
Output Phase	3-Phase	
Type	ATV312	
Shipping and Ordering		
Category	22152 -	
Discount Schedule	CP4B	
GTIN	00785901689300	
Package Quantity	1	
Weight	4.25 lbs.	
Availability Code	Stock Item: This item is normally stocked in our distribution facility.	
Returnability	Y	
Country of Origin	ID	
<small>document.</small>		

ANEXO 23: Hoja técnica timer RE7TL11BU

Product data sheet	RE7TL11BU
Characteristics	on-delay timing relay - 0.05..1 s - 24 V AC DC - 10C
Main	
Commercial Status	Commercialised
Range of product	Zelio Time
Product or component type	Industrial timing relay
Component name	RE7
Time delay type	A
Time delay range	0.05 s...300 h
[Us] rated supply voltage	24 V AC/DC 50/60 Hz 110...240 V AC 50/60 Hz
Complementary	
Discrete output type	Relay
Contacts material	90/10 silver nickel contacts
Width pitch dimension	22.5 mm
Voltage range	0.85...1.1 Us
Connections - terminals	Screw terminals, clamping capacity: 2 x 2.5 mm ² flexible without cable end Screw terminals, clamping capacity: 2 x 1.5 mm ² flexible with cable end
Tightening torque	0.6...1.1 N.m
Setting accuracy of time delay	+/- 10 % of full scale
Repeat accuracy	+/- 0.2 %
Temperature drift	< 0.07 %/°C
Voltage drift	< 0.2 %/V
Minimum pulse duration	20 ms
Reset time	50 ms
Maximum switching voltage	250 V AC/DC
Mechanical durability	20000000 cycles
[Ith] conventional free air thermal current	8 A
[Ie] rated operational current	<= 0.2 A DC-13 115 V at 70 °C conforming to IEC 60947-5-1/1991/VDE 0660 <= 0.1 A DC-13 250 V at 70 °C conforming to IEC 60947-5-1/1991/VDE 0660 <= 3 A AC-15 at 70 °C conforming to IEC 60947-5-1/1991/VDE 0660 <= 2 A DC-13 24 V at 70 °C conforming to IEC 60947-5-1/1991/VDE 0660
Minimum switching capacity	12 V/10 mA
Marking	CE
Overvoltage category	III conforming to IEC 60664-1
[Ui] rated insulation voltage	300 V between contact circuit and power supply CSA certified 300 V between contact circuit and control inputs CSA certified 250 V between contact circuit and power supply IEC certified 250 V between contact circuit and control inputs IEC certified
Supply disconnection value	> 0.1 Us
Operating position	Any position without derating
Surge withstand	2 kV conforming to IEC 61000-4-5 level 3
Power consumption in VA	8.5 VA 240 V 1.8 VA 110 V 1.6 VA 48 V 0.7 VA 24 V
Power consumption in W	1.2 W 48 V 0.5 W 24 V
Terminal description	(15-16-18)OC_OFF (B1-A2)CO ALT

Height	78 mm
Width	22.5 mm
Depth	80 mm
Product weight	0.15 kg
Environment	
Immunity to microbreaks	3 ms
Standards	EN/IEC 61812-1
Product certifications	CSA UL UL
Ambient air temperature for storage	-40...85 °C
Ambient air temperature for operation	-20...60 °C
Relative humidity	15...85 % (3K3) conforming to IEC 60721-3-3
Vibration resistance	0.35 mm (f = 10...55 Hz) conforming to IEC 60068-2-6
Shock resistance	15 gn for 11 ms conforming to IEC 60068-2-27
IP degree of protection	IP50 (housing) IP20 (laminats)
Pollution degree	3 conforming to IEC 60684-1
Dielectric strength	2.5 kV
Non-dissipating shock wave	4.8 kV
Resistance to electrostatic discharge	8 kV (in air) conforming to IEC 61000-4-2 level 3 6 kV (in contact) conforming to IEC 61000-4-2 level 3
Resistance to electromagnetic fields	10 W/m conforming to IEC 61000-4-3 level 3
Resistance to fast transients	2 kV conforming to IEC 61000-4-4 level 3
Disturbance radiated/conducted	CISPR 11 group 1 - class A CISPR 22 - class A
Contractual warranty	
Period	18 months

ANEXO 24: Análisis económico

COSTO DEL PROYECTO

El costo del proyecto se determina considerando todos los elementos (directos e indirectos) que influyeron en su implementación. Teniendo en cuenta que el tiempo de procesamiento disminuye a 42s, y que este aporte aumenta la productividad, se concluye que la inversión del proyecto es recuperable.

COSTOS DIRECTOS

Se considera costos directos, a todos los elementos que intervienen directamente en la implementación del proyecto, tales como: materiales, mano obra, ingeniería.

Cant	Descripción	Valor unitario	Subtotal
2	Tubo estructural, redondo, galvanizado, Ø=1.½",	17,95	35,90
0,5	Tubo estructural, redondo, galvanizado, Ø=1.½",	21,54	10,77
3	Tubo estructural, redondo, galvanizado, Ø=2",	24,20	72,60
2	Tubo estructural, rectangular, 40x20x2mm, l=6m, tipo "N"	16,05	32,10
2	Perfil tipo "U", número 5-7, 40x20x1,5mm, l=6m, CARPMET	10,47	20,94
1	Hierro redondo (varilla), liso, Ø=10mm	4,44	4,44
1	Galón desoxidante DESOXICÓNDOR	4,93	4,93
1	Galón antioxidante CÓNDOR, gris, mate	13,80	13,80
1	Galón esmalte CÓNDOR, blanco, brillante	12,75	12,75
2	Lámina de policarbonato transparente: l=11,60m, a=2,10m, e=6mm	326,34	652,68
8	Perfil tipo "U" policarbonato, l=2,10m, e=6mm	4,60	36,80
2	Clip base tapa policarbonato transparente, l=11,60m	78,00	156,00
1	Relé lógico programable (micro PLC), 6 entradas, 4 salidas relé	226,80	226,80
1	Breaker para control, 1 polo, 6 A, para riel DIN	4,71	4,71
1	Interruptor principal, selector de dos posiciones, ON / OFF	12,50	12,50
2	Porta fusible industrial para riel DIN, 10x38mm, con	5,94	11,88

	fusible 2A		
2	Pulsador rasante simple, 1 contacto NA	11,20	22,40
5	Luz piloto, 120/24V, diámetro 22mm, verde, verde, roja	13,16	65,80
2	Detector de fin de carrera bipolar, con palanca, contactos 1NA+1NC	31,80	63,60
2	Electroválvula (solenoides), conducción Ø=1/4", 120/24V	56,70	113,40
1	Gabinete metálico, 60x40x20, pintura electrostática	69,28	69,28
1	Elementos de conexión, sujeción y soporte	56,31	56,31
1	Materiales conducción fluidos: producto y aire	300	300
1	Mano de obra fabricación estructura metálica, y revestimientos	480	480
1	Mano de obra montaje equipos, cableado y programación tablero control	220	220
1	Mano de obra montaje túnel en finca y conexión de fluidos y electricidad	380	380
1	Ingeniería: diseño, planos	520	520
		Total	3600,39 US

Tabla 30: Costos directos de fabricación
Fuente: Autor

COSTOS INDIRECTOS

Se considera costos indirectos, a todos los elementos que no influyen directamente con el proceso de producción.

Cant	Descripción	Valor unitario	Subtotal
6	Internet (mensual)	20,8	125
1	Material de oficina	100	100
400	Impresiones	0,1	40
1	Gastos varios	160	160
		Total	425 US

Tabla 31: Costos indirectos de fabricación
Fuente: Autor

COSTO TOTAL

El costo total es la suma de los costos directos e indirectos de producción.

Detalle	Cantidad
Costos directos	3600,39
Costos indirectos	425
Costo total	4025,39 US

Tabla 32: Costo total

Fuente: Autor

RELACIÓN COSTO – BENEFICIO

La relación costo – beneficio determina el grado de aceptabilidad del proyecto mediante la valoración en términos monetarios de todos los elementos contables (costos) que influyen en la implementación del proyecto.

Analizando los gastos operativos anteriores y futuros se busca determinar que el beneficio obtenido a corto o mediano plazo supere los costos de inversión del proyecto. Es por eso que se realiza un flujo de caja, para comparar la situación actual (sin implementación) y la situación futura (con la implementación) ampliada a un lapso de 5 años.

COSTOS DE PRODUCCIÓN SIN MÁQUINA

SITUACIÓN ANTES													
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTALES
SUELDO FIJO	340	340	340	340	340	340	340	340	340	340	340	340	4080
DÉCIMO TERCERO									340				340
DÉCIMO CUARTO												340	340
TOTAL x EMPLEADO	340	340	340	340	340	340	340	340	680	340	340	680	4760
# DE EMPLEADOS	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
TOTAL NÓMINA	3400	3400	3400	3400	3400	3400	3400	3400	6800	3400	3400	6800	47600

Tabla 33: Flujo de caja mensual, sin máquina
Fuente: Autor

COSTOS DE PRODUCCIÓN CON SISTEMA DE TRANSPORTE SEMIAUTOMÁTICO

SITUACIÓN NUEVA													
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTALES
SUELDO FIJO	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	2040
DÉCIMO TERCERO									170				170
DÉCIMO CUARTO												170	170
TOTAL x EMPLEADO	170	170	170	170	170	170	170	170	340	170	170	340	2380
# DE EMPLEADOS	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
TOTAL NÓMINA	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	3400	1700	1700	3400	23800
DEPRECIACIÓN	-33,54	-33,54	-33,54	-33,54	-33,54	-33,54	-33,54	-33,54	-33,54	-33,54	-33,54	-33,54	-402,50
MANTENIMIENTO	68,43	68,43	68,43	68,43	68,43	68,43	68,43	68,43	68,43	68,43	68,43	68,43	821,10
CON. ENERGÍA	18,88	18,88	18,88	18,88	18,88	18,88	18,88	18,88	18,88	18,88	18,88	18,88	226,53
OTROS	20,13	20,13	20,13	20,13	20,13	20,13	20,13	20,13	20,13	20,13	20,13	20,13	241,50
TOTAL PROYECTO	1773,89	1773,89	1773,89	1773,89	1773,89	1773,89	1773,89	1773,89	3473,89	1773,89	1773,89	3473,89	24686,63

Tabla 34: Flujo de caja mensual, con máquina

Fuente: Autor

COSTOS DE PRODUCCIÓN PROYECTADA 5 AÑOS

AÑO	1	2	3	4	5
SITUACIÓN ACTUAL					
SUELDO FIJO	4080	4488,00	4936,80	5430,48	5973,53
DÉCIMO TERCERO	340	340	340	340	340
DÉCIMO CUARTO	340	374,00	411,40	452,54	497,79
TOTAL x EMPLEADO	4760	5202,00	5688,2	6223,02	6811,32
# DE EMPLEADOS	10	10	10	10	10
TOTAL S. ACTUAL	47600	52020	56882	62230,2	68113,22
SITUACIÓN CON EL SISTEMA SEMIAUTOMÁTICO					
SUELDO FIJO	2040	2244,00	2468,40	2715,24	2986,76
DÉCIMO TERCERO	170	170	170	170	170
DÉCIMO CUARTO	170	187,00	205,70	226,27	248,90
TOTAL x EMPLEADO	2380	2601,00	2844,10	3111,51	3405,66
# DE EMPLEADOS	10	10	10	10	10
TOTAL NÓMINA	23800	26010	28441	31115,1	34056,61
DEPRECIACIÓN	-402,50	-402,50	-402,50	-402,50	-402,50
MANTENIMIENTO	821,10	903,21	993,53	1092,88	1202,17
CONSUMO ENERGÍA	226,53	226,53	226,53	226,53	226,53
OTROS	241,50	246,33	251,26	256,28	261,41
TOTAL S. ACTUAL	24686,63	26983,57	29509,82	32288,30	35344,22
AHORRO	22913,37	25036,43	27372,18	29941,90	32769,00

Tabla 35: Flujo de caja, proyectado 5 años

Fuente: Autor

Para obtener un alcance representativo de las tablas anteriores, se ha de explicar en qué consisten las variaciones: salario de empleados y costos adicionales.

En la primera tabla, se presentan los valores actuales con los que se maneja el cliente. El salario de un trabajador es de 340 USD/mes por jornada de 8 horas. El

proceso de transporte y fumigación requiere de 10 trabajadores (jornada completa).

En la segunda tabla, utilizando el sistema semiautomático de transporte se tiene una disminución del 50% en la carga horaria, es decir, 4 horas diarias se utilizan para el proceso de transporte y fumigación. Por lo tanto, el salario representativo manteniendo 10 obreros es de 170 USD/mes por trabajador. Obviamente, por la presencia de una máquina se incurre en gastos por consumo eléctrico, mantenimiento, depreciación, y un valor por eventualidades.

Finalmente, se presenta una proyección a 5 años del flujo de caja con la implementación y sin la utilización de la máquina.

Se puede determinar en primera instancia que el beneficio económico de este proyecto se identifica como un ahorro. La presencia del sistema semiautomático de transporte disminuye tiempos de producción, generando un ahorro anual para el cliente.

ÍNDICES TIR – VAN

En este apartado se analiza la factibilidad de inversión del proyecto utilizando índices financieros. La tasa interna de retorno (TIR) es el porcentaje de ganancia que produce un proyecto en un tiempo determinado, el cual es comparado con un porcentaje de inversión que toda empresa establece a sus proyectos.

De acuerdo a la siguiente fórmula se calcula el TIR:

$$I = \frac{FC_1}{(1 + TIR)^1} + \frac{FC_2}{(1 + TIR)^2} + \dots + \frac{FC_n}{(1 + TIR)^n}$$

Donde:

FC: son los flujos de caja de cada período

I: es la inversión inicial del proyecto

TIR: es la tasa interna de retorno que arroja el proyecto

Utilizando hoja de cálculo EXCEL (FINANCIERO), el resultado de la tasa de retorno a cinco años fue de 622% (Anexo 24). Este valor es relativo considerando que no se despliegan todos los costos que presenta el proyecto. Pero admite factibilidad, el resultado obtenido representa la realidad del proyecto, basada representativamente como un ahorro.

Otro índice es el valor actual neto (VAN), su función es determinar el valor actual que tiene la inversión sobre la base de los flujos que se calculan dentro de los 5 años. Si ese valor sobrepasa a la inversión del proyecto se considera rentable.

De acuerdo a la siguiente fórmula se calcula el VAN:

$$VAN = \frac{FC_1}{(1+k)^1} + \frac{FC_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{FC_n}{(1+k)^n} - I$$

Donde:

FC: son los flujos de caja de cada período

I: es la inversión inicial del proyecto

k: es la tasa de descuento (tasa de rendimiento mínima a considerarse debido a la índole del proyecto y el riesgo país)

VAN: es el valor actual neto

Utilizando hoja de cálculo EXCEL (FINANCIERO), el resultado del valor actual neto a 5 años es de 106886 USD (Anexo 24). Es decir, el proyecto es rentable en ahorro - beneficio, a la capacidad de trabajo del sistema semiautomático de transporte y representa un ahorro neto anual pagándose en el primer año de proyección.

Finalmente, si bien los índices calculados anteriormente brindan una visión económica positiva, también es importante mencionar los ejes secundarios que se presentan en la empresa.

Con relación al tiempo de trabajo, se podrá destinar las cuatro horas restantes del proceso de transporte y fumigación de flores cortadas en otras actividades que generen producción.

Una última consideración, es el aporte al cuidado del medio ambiente y de la salud humana. El manejo adecuado del proceso de fumigación reduce la incidencia de productos químicos en el ambiente y en la salud de los operadores.

CÁLCULO del VAN y la TIR

Esta hoja te permite calcular fácilmente el Valor Actual Neto (V.A.N.) y la Tasa Interna de Retorno (T.I.R.) de un negocio o proyecto de inversión. Pon tus datos en las celdas con fondo blanco. Tienes todas las explicaciones a la derecha.

1	Datos para el análisis						3	información
Inversión <small>importe</small> <input style="width: 60px;" type="text" value="4.025"/>							¿Qué poner aquí? La tasa de descuento	¿Qué es el VAN? ¿Cómo se calcula? Análisis resultado
Flujo de caja (neto anual) <small>inversión</small> <input style="width: 60px;" type="text" value="-4.025"/>	<small>1</small>	<small>2</small>	<small>3</small>	<small>4</small>	<small>5</small>	<small>5</small>	¿Qué es la TIR? ¿Cómo se calcula? Análisis resultado producto recomendado	
2 Cálculo del V.A.N. y la T.I.R.								
Tasa de descuento <small>%</small> <input style="width: 60px;" type="text" value="10,00%"/>								
V.A.N a cinco años 106.886,35	Valor positivo, inversión (en principio) factible							
T.I.R a cinco años 622,58%	Valor superior a la tasa, inversión (en principio) factible							

◀ anterior

planes inteligentes

siguiente ▶