



**DISEÑO Y SIMULACION DE UN SISTEMA DE DUCTO PARA LA SELECCION
Y CLASIFICACION AUTOMATICA DE RESIDUOS SOLIDOS GENERADOS EN
EDIFICIOS RESIDENCIALES**

Leydy Díaz Joya
Brandon Yesid Moreno Rodríguez

Universidad Antonio Nariño
Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica
Bogotá, Colombia

2020

**DISEÑO Y SIMULACION DE UN SISTEMA DE DUCTO PARA LA SELECCION
Y CLASIFICACION AUTOMATICA DE RESIDUOS SOLIDOS GENERADOS EN
EDIFICIOS RESIDENCIALES**

Leydy Díaz Joya
Brandon Yesid Moreno Rodríguez

Proyecto de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:
Ingeniera Mecánica e Ingeniero Mecatronico

Director:
Ph.D. Diego Calero Arellano

Universidad Antonio Nariño
Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica
Bogotá, Colombia

2020

Nota de Aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

AGRADECIMIENTOS

Agrademos a nuestros padres de familia, amigos y docentes, en especial al Ing. Diego Calero por su gran aporte como tutor y representante de nuestro proyecto de grado, quien nos ha guiado de una manera audaz y amable.

CONTENIDO

	Pág.
LISTA DE TABLAS.....	8
LISTA DE FIGURAS	10
RESUMEN	13
1. INTRODUCCIÓN	14
2. OBJETIVOS	17
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	17
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
3.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	18
3.2. JUSTIFICACIÓN.....	21
4. MARCO TEÓRICO.....	22
4.1 ESTRUCTURAS MECÁNICAS DEL CHUTE O BASURA.....	22
4.1.1. DUCTO DE BASURA	22
4.1.1.1. DUCTOS CUADRADOS	25
4.1.1.2. DUCTOS REDONDOS	25
4.1.2. PUERTAS Y ANCLAJES	27
4.2. SISTEMAS ELECTROMECÁNICOS	29
4.2.1. BANDA TRANSPORTADORA	29
4.2.2. SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA.....	31
4.2.2.1. TIPOS DE MOTOR REDUCTORES DE VELOCIDAD	31
4.2.3 MOTORES ELÉCTRICOS	34
4.2.3.1. ECUACIONES PARA EL FUNCIONAMIENTO DE UN MOTOR	34
4.2.3.2. MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA DC	38
4.2.3.3. MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA AC	38
4.3 SISTEMAS ELECTRÓNICOS DE AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL.....	39
4.3.1 SENSORES OPTICOS DE POSICION	39
4.3.2. INTERRUPTORES Y PULSADORES	40
4.4 CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE - PLC	42
4.5 CONTROL DE VELOCIDAD DE UN MOTOR.....	43
4.5.1. CONTROL DE VELOCIDAD DE UN MOTOR DC	43

4.5.2. CONTROL DE VELOCIDAD DE UN MOTOR AC	45
5. METODOLOGIA	47
5.1 DISEÑO CONCEPTUAL	47
5.2 ESTRUCTURA MECÁNICA	50
5.3 MECANISMO VOLTEADOR.....	51
5.4 SISTEMAS DE MANDO Y CONTROL.....	58
5.5 MECANISMO VOLTEADOR.....	60
5.6 BANDA TRANSPORTADORA.....	61
6. DESARROLLO DEL PROYECTO RESULTADOS Y ANALISIS	63
6.1 ESTUDIO DE LA CAPACIDAD	63
6.1.1. CONTENEDOR ORGANICO – COLOR VERDE.....	64
6.1.2. CONTENEDOR PLASTICO – AZUL.....	64
6.1.3. CONTENEDOR PAPEL – GRIS	65
6.1.4. CONTENEDOR VIDRIO – BLANCO	65
6.1.5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE BASURA GENERADA POR EL EDIFICIO	67
6.2 SELECCIÓN DUCTOS Y ANCLAJES.....	71
6.2.1. CALCULO DE LA VELOCIDAD DE LA BASURA	72
6.3 SELECCIÓN BANDA TRANSPORTADORA Y MOTOR REDUCTOR	77
6.3.1. RECUBRIMIENTOS Y CALIDAD DEL RECUBRIMIENTO	79
6.3.2. CAPACIDAD DE TRANSPORTE DE LA CINTA	80
6.4 SELECCIÓN MECANISMO VOLTEADOR Y MOTOR REDUCTOR.....	90
6.4.1. MECANISMO DE CUATRO BARRAS.....	93
6.4.2. CÁLCULOS DE LOS ENGRANES RECTOS.....	97
6.4.3. PROPIEDADES DEL DIENTE DE ENGRANE.....	99
6.4.4. RELACIÓN ENTRE PASO CIRCULAR Y DIAMETRAL.....	100
6.4.5. DIAMETRO DEL CIRCULO DE BASE	102
6.4.6. SELECCION DEL MOTOR REDUCTOR DEL MECANISMO VOLTEADOR	106
6.5 PROGRAMACIÓN PLC.....	107
6.6 CONTROL DE VELOCIDAD BANDA TRANSPORTADORA Y MECANISMO VOLTEADOR	118
6.7 ANÁLISIS DE COSTOS.....	121
CONCLUSIONES	125
BIBLIOGRAFÍA	129

ANEXOS	131
ANEXO A. Tablas para la selección de la banda transportadora	131
ANEXO B: Manual de instalación.....	135
ANEXO C. Manual de usuario	136
ANEXO D. Cotización banda transportadora.....	137
ANEXO E. Cotización motor reductor de banda transportadora y mecanismo volteador	138
ANEXO F. PLANOS	139

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Componentes del sistema automático de Chutes de basura.	20
Tabla 2. Ductos cuadrados para Chutes de basura. (https://metalconductos.com/nosotros)	25
Tabla 3. Ductos cuadrados para Chutes de basura. (http://www.tecosa.com.mx/ductos-)	26
Tabla 4. Componentes del sistema de ductos.....	49
Tabla 5. Componentes del mecanismo volteador.	52
Tabla 6. Elementos de la canasta de volteo. (Diseño propio)	53
Tabla 7. Desechos y no desechos del contenedor orgánico.	64
Tabla 8. Desechos y no desechos del contenedor plástico.	65
Tabla 9. Desechos y no desechos del contenedor papel.....	65
Tabla 10. Desechos y no desechos del contenedor vidrio.	66
Tabla 11. Especificaciones y dimensiones de los contenedores de basura. (http://www.sulo.cl/es/productos/contenedores-de-carga-trasera/citybac-de-2-ruedas.html)	67
Tabla 12. Datos para capacidad de basuras con la cantidad de pisos, apartamentos y 4 personas por familia. (https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/88581/D-79978.pdf)	68
Tabla 13. Datos de los cálculos para la cantidad de pisos, apartamentos y 4 personas por familia.	69
Tabla 14. Datos para capacidad de basuras con la cantidad de pisos, apartamentos y 3 personas por familia.	69
Tabla 15. Datos de los cálculos para la cantidad de pisos, apartamentos y 3 personas por familia.	70
Tabla 16. Datos para capacidad de basuras con la cantidad de pisos, apartamentos y 2 personas por familia.	70
Tabla 17. Datos de los cálculos para la cantidad de pisos, apartamentos y 2 personas por familia.	71
Tabla 18. Velocidad de la bolsa de basura al caer en la canasta.	74
Tabla 19. Dimensiones de bolsa de basura.	75
Tabla 20. Capacidades de los materiales vidrio y metal.	76
Tabla 21. Propiedades para la selección del grado o calidad de los recubrimientos. (http://www.siban.com/beltsiflex-bandas-transportadoras/).....	79
Tabla 22. Selección de la banda transportadora, datos necesarios para los cálculos.	80
Tabla 23. Resultados esperados de los cálculos de la banda transportadora.....	87
Tabla 24. Datos caracterizados para la selección de Moto Reductor de la banda transportadora. ...	88
Tabla 25. Componentes del conjunto canasta.	92
Tabla 26. Datos iniciales para los cálculos de los engranes rectos, tomados de los planos.	99
Tabla 27. Fórmulas para características de dientes de engranes, para un ángulo de presión 20°. (Libro Robert L. Mott 4Ed)	100
Tabla 28. Lista de pasos circulares normalizados. (Libro Robert L. Mott 4Ed)	100
Tabla 29. Lista de pasos diametrales normalizados (Libro Robert L. Mott 4Ed)	101
Tabla 30. Resultados de los cálculos de engranes rectos.	105
Tabla 31. Datos caracterizados para la selección de Moto Reductor del mecanismo.	106
Tabla 32. Tiempos determinados para la programación.	113
Tabla 33. Datos obtenidos para la velocidad máxima que puede tener la cinta transportadora.....	119

Tabla 34. Lista de materiales, análisis de costos.	122
Tabla 35. Lista de instrumentación, análisis de costos.	122
Tabla 36. Lista de equipos, análisis de costos.	123
Tabla 37. Lista de mano de obra, análisis de costos.	123

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Sistema de ductos con separación de residuos seco y húmedo. (garbage-chute-brochure.pdf)	16
Figura 2. Sistema de ducto automatizado para residuos de basura. (https://spanish.alibaba.com/g/garbage-chute-system.html)	19
Figura 3. Esquema del funcionamiento principal del ducto de Chutes y sus respectivos contenedores.....	20
Figura 4. Sistema de ductos generalizados y ducto seleccionado.....	24
Figura 5. Esquema con dimensiones de una tolva.	28
Figura 6. Dimensiones de la tolva por piso de cada edificio.	28
Figura 7. Partes principales de una banda transportadora. (https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/objetos/figutut84/anx1tut84.pdf)	30
Figura 8. Diseño general de un engrane helicoidal (http://www.edu.xunta.gal/centros/espazoAbalar/aulavirtual2/pluginfile.php/296/mod_resource/content/1/10_paquetes/Paquetes_web/5_mecanismos/43_engranajes.html).....	32
Figura 9. Engrane cónico esquema general. (http://www.edu.xunta.gal/centros/espazoAbalar/aulavirtual2/pluginfile.php/296/mod_resource/content/1/10_paquetes/Paquetes_web/5_mecanismos/43_engranajes.html).....	33
Figura 10. Esquema general del Tornillo Sin Fin Corona. (https://clr.es/blog/es/aplicaciones-tornillos-sinfin/)	34
Figura 11. Circuito de armadura del motor. (Libro - Introduction to Mechatronics)	35
Figura 12. Características del motor DC. (Libro - Introduction to Mechatronics)	36
Figura 13. Clasificación de los motores eléctricos. (https://www.areatecnologia.com/electricidad/tipos-de-motores-electricos.html).....	37
Figura 14. Interruptor con contacto normalmente abierto en reposo. (https://instrumentacionycontrol.net/funciones-logicas-de-un-plc-2/)	40
Figura 15. Interruptor con contacto normalmente abierto en activado. (https://instrumentacionycontrol.net/funciones-logicas-de-un-plc-2/)	40
Figura 16. Interruptor con contacto normalmente cerrado en reposo. (https://instrumentacionycontrol.net/funciones-logicas-de-un-plc-2/)	41
Figura 17. Interruptor con contacto normalmente abierto activado. (https://instrumentacionycontrol.net/funciones-logicas-de-un-plc-2/)	41
Figura 18. Conexiones eléctricas de motores trifásico. (https://www.pinterest.dk/pin/470344754825906415/).....	44
Figura 19. Control de velocidad de un motor DC. (Diseño propio. https://www.orientalmotor.com.mx/tecnica/metodos-de-control-de-velocidad-para-diversos-tipos-de-motores-de-control-de-velocidad.html)	45
Figura 20. Control de velocidad de un motor AC. (https://www.orientalmotor.com.mx/tecnica/metodos-de-control-de-velocidad-para-diversos-tipos-de-motores-de-control-de-velocidad.html)	46
Figura 21. Diseño general del sistema de ductos automatizado. (Diseño propio).....	48

Figura 22. Edificio en obra civil para el sistema de ductos automatizados. (Diseño propio)	50
Figura 23. Accionamiento del mecanismo volteador. (Diseño propio)	51
Figura 24. Mecanismo Volteador. (Diseño propio)	52
Figura 25. Canasta mecánica del mecanismo volteador. (Diseño propio)	53
Figura 26. Sistema de cuatro barras. (Diseño propio)	54
Figura 27. Esquema del mecanismo de cuatro barras. (Matlab)	55
Figura 28. Características eslabón azul. (Diseño propio).....	56
Figura 29. Características eslabón verde. (Diseño propio).....	56
Figura 30. Características eslabón rojo. (Diseño propio).....	57
Figura 31. Características bases laterales.	58
Figura 32. Tablero de mando, puesto en cada piso del edificio.	59
Figura 33. Mecanismo Volteador (Diseño propio)	60
Figura 34. Banda transportadora en conjunto de sus elementos. (Diseño propio)	61
Figura 35. Componente más lejano de la banda transportadora. (Diseño propio)	62
Figura 36. Contenedores, ensamble general. (Diseño propio)	63
Figura 37. Dimensiones de los contenedores de reciclaje. (http://www.sulo.cl/es/productos/contenedores-de-carga-trasera/citybac-de-2-ruedas.html)	66
Figura 38. Puerta o tolva de descarga de basura. (Diseño propio)	71
Figura 39. Ducto de basura con sistema de ventilación. (Diseño propio).....	72
Figura 40. Velocidad de impacto de los residuos sólidos. (Diseño propio)	73
Figura 41. Bolsa de basura para los residuos sólidos. (https://www.abc-pack.com/noticias/ensayos-especificos-sobre-envase-para-uso-alimentario/fig-1-esquema-de-dimensiones-de-una-bolsa-tipo-camiseta/).....	75
Figura 42. Grafica esfuerzo en función de la deformación.	77
Figura 43. Lamina deslizadora, desechos a contenedores. (Diseño propio).....	78
Figura 44. Banda transportadora con el motor reductor. (Diseño propio)	78
Figura 45. Propiedades y denominación para la selección de banda transportadora.	80
Figura 46. Motor reductor de engranaje Tornillo sin fin Corona. (https://www.bantracol.com/motorreductores-motores-electricos)	87
Figura 47. Conexión eléctrica del motor reductor de la banda transportadora. (Diseño propio)	89
Figura 48. Selección del mecanismo volteador. (Diseño propio).....	90
Figura 49. Conexión eléctrica del motor reductor del mecanismo volteador. (Diseño propio).....	91
Figura 50. Conjunto transportador canasta. (Diseño propio).....	92
Figura 51. Accionamiento de posición del mecanismo de cuatro barras, cuatro posiciones.....	93
Figura 52. Conjunto rieles y posiciones de los sensores. (Diseño propio).....	94
Figura 53. Grafica velocidad vs el tiempo del eslabón azul.	95
Figura 54. Grafica de posición vs tiempo del eslabón azul.	96
Figura 55. Torque VS Tiempo del eslabón azul.	96
Figura 56. Motor reductor y engranes rectos. (Diseño propio)	97
Figura 57. Engrape y Piñón del mecanismo volteador. (Diseño propio)	98
Figura 58. Par de engranes rectos, el piñón empuja al engrane. (Figura modificada - Libro Robert L. Mott 4Ed).....	98

Figura 59. Características de los dientes de engranes rectos. (Libro Robert L. Mott 4Ed)	99
Figura 60. Propiedades de pares de engranes. (Libro Robert L. Mott 4Ed)	102
Figura 61. Angulo de base para engranes rectos. (Figura modificada - del Libro Robert L. Mott 4Ed)	103
Figura 62. Motor reductor de engranaje Helicoidal. (https://www.bantracol.com/motorreductores-motores-electricos)	106
Figura 63. Programmable Logic Control “PLC” S7 -1200.	107
Figura 64. Entradas del PLC.	108
Figura 65. Salidas del PLC.	109
Figura 66. Sistema eléctrico del usuario. (Diseño propio)	110
Figura 67. Primera parte de programación PLC.	111
Figura 68. Segunda parte programación PLC.	114
Figura 69. Tercera parte programación PLC.	115
Figura 70. Cuarta parte 1 programación PLC.	116
Figura 71. Cuarta parte 2 programación PLC.	117
Figura 72. Diseño general del sistema de depósito, contenedores.	118
Figura 73. Velocidad vs Tiempo de la banda transportadora.	119
Figura 74. Consumo de los motores eléctricos.	120

RESUMEN

Una de las alternativas para mitigar el problema del impacto de la generación de residuos sólidos es el reciclaje. Entre las soluciones que se han propuesto para aumentar el reciclaje en ciudades en crecimiento está la separación en la fuente. En algunos edificios residenciales el transporte de residuos hasta el depósito se realiza a través de un sistema de ductos conocido como *Chute* [1]. A pesar de que la clasificación de residuos sea realizada por los residentes, estos residuos se vuelven a mezclar en el depósito, generando problemas de limpieza y reduciendo el reciclaje en la fuente de generación de residuos.

Algunas soluciones se han propuesto para separar residuos orgánicos de los reciclables, sin embargo, existen pocas o ninguna alternativa que seleccione los diferentes tipos de materiales reciclables como orgánico, vidrio, metal, plástico o papel. El presente trabajo propone el diseño y simulación de un sistema de *Chute* para selección automática de residuos sólidos que se generan en ambientes domésticos. A través del diseño y la programación para su funcionamiento, se pretende dar solución al problema de separación de residuos principalmente depositando los residuos en el contenedor correspondiente de manera que permita que los residuos sólidos no se dispersen, de igual manera se diseñó un mecanismo volteador de cuatro barras para cumplir con esta función en conjunto con una banda transportadora que guiara una canasta puesta sobre esta para dirigir la basura al contenedor, de igual manera se hace una desviación al ducto galvanizado para disminuir la velocidad a la que desenreda la basura.

PALABRAS CLAVE: *Chute*, residuos sólidos, mecanismo volteador, reciclaje.

[1] Chute de basura: sistema de ducto para desalojar basuras y componentes sólidos, orgánicos e inorgánicos.

1. INTRODUCCIÓN

Los impactos ambientales generados por las actividades humanas son numerosos. Un ejemplo de impacto negativo es la generación de residuos sólidos. Una de las alternativas para mitigar este problema es la re-utilización de ciertos tipos de residuos o reciclaje.

A nivel mundial se puede observar que la separación en la fuente de los residuos es una forma de contribuir al cuidado del planeta. Cada latinoamericano genera un kilo de basura al día y la región en su conjunto, unas 541.000 toneladas, lo que representa alrededor de un 10% de la basura mundial (Foro de ministros de medio ambiente de america latina y caribe , 2018).

Para la separación de residuos sólidos, el método más conocido e implementado a nivel doméstico es el método de clasificación manual, el cual consisten en depositar los residuos en diferentes contenedores teniendo en cuenta el material de estos, este método es apoyado por programas de pedagogía que instruyen a las personas sobre el tema (Cristian Fabian, 2018).

Normalmente los residuos deben depositarse en bolsas de colores para generar la recolección separada y así mismo de esta manera los residuos ordinarios se colocan en bolsas de color verde, los residuos de papel y cartón se colocan en bolsas de color gris y los residuos de plástico, metal y vidrio se colocan en bolsas de color azul.

Los *Chute* o ductos de basura que ya son una opción para el manejo de la basura que facilitan el transporte de residuos en edificios residenciales con un número de pisos importante. Los *Chute* de basura son cada día más considerados en los proyectos de edificios residenciales, para ofrecer una ventaja en cuanto a la transporte e higiene del proceso del desecho depositando por una vía directa al contenedor de basura en los edificios residenciales.

Los *Chute* o sistemas de ductos de basura son instalados en viviendas multifamiliares que deben tener conductos verticales desde cada uno de los apartamentos del edificio residencial hasta el depósito, igual forma el depósito de basura debe poder captar el almacenamiento de basuras de cada apartamento.

Los beneficios de los ductos para el *Chute* de basura están diseñados por su ventilación que evita la acumulación de malos olores y gases, es decir el ideal para edificaciones de varios niveles, en este caso un edificio de cuatro pisos, con cuatro apartamentos cada piso, higiene y comodidad y la seguridad para los usuarios al hacer uso de los desechos.

Las medidas de los ductos para basura en edificios residenciales, no tienen una medida específica ya que se adaptan a las necesidades de la administración y sitio donde será puesto

y utilizado, la administración dará a conocer la construcción y personalización de cada ducto de acuerdo a las necesidades y capacidad del edificio.

Algunos de los requerimientos para estos *Chute* de basura son: la resistencia al óxido de los fluidos o desecho corrosivos, la rigidez de alta resistencia a la tracción y a los impactos, facilidad de manejo, funcionamiento silencioso por el aislamiento acústico del material y que su mantenimiento no presenta ningún inconveniente para su limpieza con agua o productos químicos (Shuts de basura , 2012).

De acuerdo con lo anterior, se pueden evidenciar tecnologías existen para la clasificación de residuos sólidos, en los cuales ya existe algunas soluciones automáticas de residuos orgánicos. La mayoría de estos *Chute* automáticos separan los residuos en dos tipos de residuos: "Seco" y "húmedo" que representan al residuo reciclable y al orgánico respectivamente. De igual manera los sistemas automáticos para la selección y clasificación automática de residuos sólidos existentes, cumplen con depositar por contenedores los residuos correspondientes, quiere decir que el ducto estará solo en posición vertical, sin desviaciones o separación, haciendo el deposito directamente al contenedor intercambiando los contenedores de manera que todos los residuos sean mezclados y luego separados de manera manual.

A diferencia del diseño propuesto permite que los desechos al ser depositados por la tolva puesta en cada piso del edificio, caen de manera gravitacional por el ducto galvanizado encontrándose con una desviación en la parte inferior del ducto permitiendo que la basura no caiga de forma impactante en la canasta puesta sobre la banda transportadora

Como muestra la Figura 1, esta solución automática usa canales inclinados centrales que cambian entre los modos "Seco" y "húmedo" mediante la rotación de las puertas colgadas en los cuartos de basura, es un sistema diferente para el desecho de basura en hoteles, material de construcción de tiendas, alimentos y bebidas, restaurantes, obras de construcción. Los cuales se depositan en contenedores específicos o dependo su uso, con su respectiva señal seleccionada del sistema de mando.

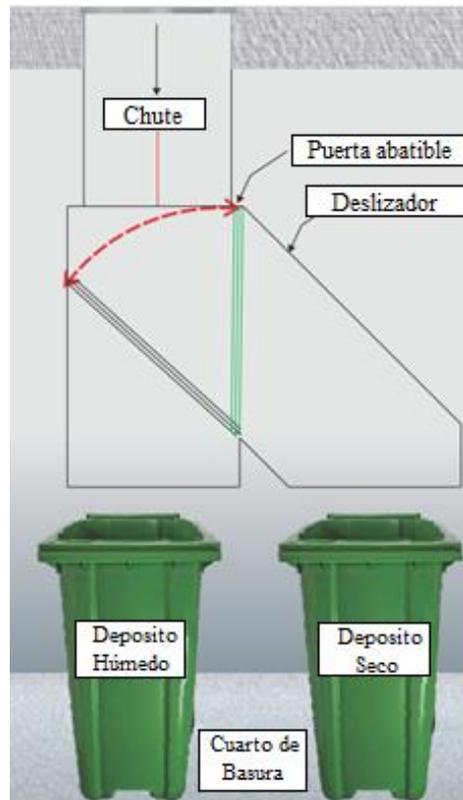


Figura 1. Sistema de ductos con separación de residuos seco y húmedo. (garbage-chute-brochure.pdf)

Las desventajas de ductos para sistemas de separación de residuos "Seco" y "húmedo" son especialmente concentrados en la parte de proporción de volumen de los residuos ya que por el tipo de residuos tendría complicaciones durante el recorrido del ducto hasta el depósito. Sin embargo, algunos de estos sistemas se accionan con una aleta giratoria de accionamiento mecánico para desviar la basura seca dependiendo de la señal que mande al usuario sistema operativo de accionamiento de control eléctrico (Green India Garbage Chutes).

El ducto es un sistema funcional que permite que el usuario no tenga complejidad al usarlo de manera no adecuada, ya que es de manera eficiente y fácil el manejo para los usuarios.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar y simular un sistema de ducto para la selección y clasificación automática de 4 tipos de residuos sólidos para edificios residenciales de cuatro pisos.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar el diseño mecánico del sistema de transporte de residuos (tuberías y anclajes) y depósitos a través de la determinación de la capacidad de trabajo y con la asistencia del software (CAD).
- Realizar el diseño del sistema electromecánico de transporte de contenedores (moto-reductores y bandas) y simular su funcionamiento con software (CAD).
- Diseñar el sistema de control e implementarlo en un simulador de PLC, de manera que permita establecer la ubicación de los residuos en los contenedores correspondientes y de acuerdo a su capacidad.
- Diseñar y simular un mecanismo volteador para colocación de los residuos en los contenedores correspondientes.
- Proyectar un manual de construcción, montaje y operación del sistema.
- Evaluar los costos necesarios para la implementación y el montaje en edificios residenciales.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

A pesar de los esfuerzos tecnológicos empleados en la separación de residuos orgánico y reciclable, existe una variedad de materiales que pueden ser aprovechados como vidrio, plástico, papel, orgánicos y metales. Sin embargo la mala gestión (SEMANA SOSTENIBILIDAD, 2018) de los residuos hace que el porcentaje de reciclaje sea mínimo y que la cantidad de residuos que llega a los vertederos principales sobrepase la capacidad de estos, generando emergencias sanitarias.

Una de las estrategias propuestas en la separación de residuos en bolsas de diferentes colores. Sin embargo, no se tiene un control adecuado en el depósito final del edificio residencial, ya que los residuos son mezclados nuevamente. Esto genera un trabajo desorganizado en la recolección final por parte de los recicladores.

En la mayoría de edificios residenciales se utilizan *Chutes* que facilitan el transporte desde las residencias hasta los depósitos de basura. Sin embargo, esta solución no involucra la separación y/o clasificación de residuos.

Recientemente, se han propuesto diseños de *Chutes* que separan, de forma semiautomática, entre residuos orgánicos y reciclables en general (CATORCE6. OEA, 2018). No obstante, esta alternativa no permite la separación y clasificación de los diferentes materiales reciclables, lo que finalmente genera el tratamiento desorganizado de este tipo de desechos.

Considerando este tipo de problemas existentes se hace necesario un sistema de *Chutes* para edificios residenciales, el cual permita la separación automática de los residuos en diferentes contenedores correspondientes a materiales orgánicos y diferentes tipos de materiales reciclables.

El presente trabajo tiene como finalidad el diseño de un sistema de selección y clasificación automática de residuos generados en edificios residenciales como se muestra en la Figura 2. El sistema incluirá un ducto único como los utilizados actualmente. Sin embargo, la innovación importante se enfoca en la automatización del sistema: El usuario podrá seleccionar, a través de pulsadores, el tipo de residuos en cada estación en el momento de desecharlo.



Figura 2. Sistema de ducto automatizado para residuos de basura.
(<https://spanish.alibaba.com/g/garbage-chute-system.html>)

Una vez desechado, al final del ducto, un sistema de moto-reductores con bandas permitirá el desplazamiento de los diferentes contenedores: papel y cartón en un contenedor gris, envases y plásticos en un contenedor azul, cristal y vidrio en un contenedor blanco, orgánica en un contenedor verde. Estas rutinas de selección se programarían a través del uso de un controlador lógico programable (PLC).

Los ductos de basura totalmente automatizado son sistemas que permiten que en los edificios haya un solo ducto para garantizar la eficiencia y operen de manera adecuada y las tolvas de entrada puestas en cada piso del edificio estén bloqueadas por defecto. Los sistemas automatizados dentro del conducto, controla la función de las cerraduras de puertas electromagnéticas con un pulsador que aísla la electricidad y detiene todas las funciones en ejecución (GARBAGE Y LINEN CHUTES CATALOGUE).

Como muestra la Figura 3, para obtener un mejor manejo del depósito se debe introducir la basura o el reciclaje por el *Chute* de basura y este caerá directamente al depósito de basura, la cinta transportadora estará en reposo siempre y cuando el depósito de basura este desocupado de lo contrario la cinta transportadora estará en breve movimiento dependiendo de lo que haya seleccionado el usuario, allí el depósito de basura podrá desocupar en el contener correcto.

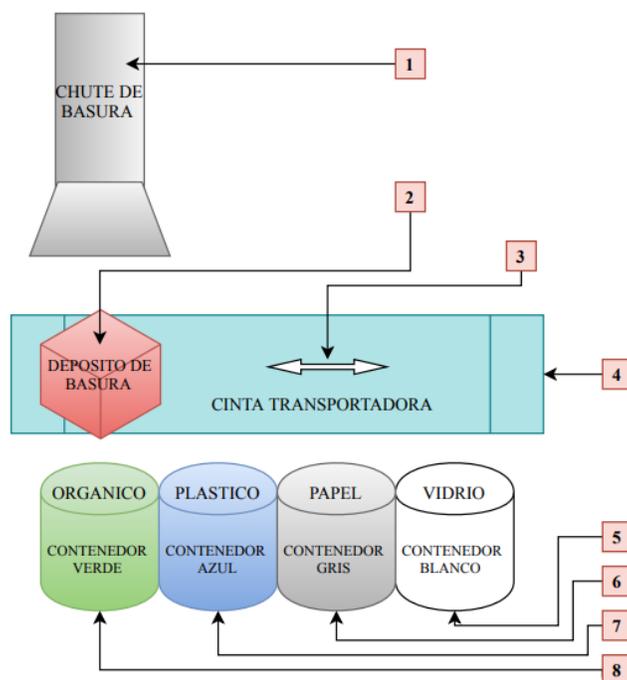


Figura 3. Esquema del funcionamiento principal del ducto de Chutes y sus respectivos contenedores.

Los componentes del sistema de ducto para la selección y clasificación automática de residuos sólidos generados en edificios residenciales como se muestra en la Tabla 1 son necesarios ya que para obtener medición general de los componentes es necesario tener en cuenta para que cantidad de pisos es, cantidad de apartamentos por cada piso y número mínimo de personas por familia.

ITEM	DESCRIPCION
1	Chute de basura
2	Depósito de basura
3	Sentido de la cinta transportadora
4	Banda y cinta transportadora
5	Contenedor Blanco – Vidrio
6	Contenedor Blanco – Gris
7	Contenedor Blanco – Azul
8	Contenedor Blanco – Verde

Tabla 1. Componentes del sistema automático de Chutes de basura.

Debido al tiempo y a la logística necesaria para realizar un montaje en un edificio residencial se ha propuesto el diseño y construcción de un prototipo a escala. De esta manera la empresa auspiciante del proyecto (DOVOZ Colombia) puede revisar y observar su funcionamiento con el fin de comercializar un producto nuevo.

3.2. JUSTIFICACIÓN

Debido a la variedad de materiales generados durante el proceso de reciclaje, es necesario un proceso automático en el que los habitantes de edificio residenciales puedan seleccionar a que deposito desean enviar sus residuos a través del *Chute*. Esto permite reducir indirectamente la cantidad de desechos que se llevan al relleno sanitario, buscando aprovechar al máximo los productos reutilizables. La solución propuesta es útil para los edificios ya que brindar seguridad y confiabilidad para los usuarios, teniendo como expectativa la sencillez de su funcionamiento. La importancia del proyecto, recae en la innovación de la industria de manejo de residuos, en la generación de nuevos productos y en la reducción del impacto ambiental.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 ESTRUCTURAS MECÁNICAS DEL CHUTE O BASURA

La estructura mecánica de un ducto de basura generalmente se compone de la separación de los residuos que contienen varias piezas, en algunos casos con una desviación al final del ducto para seleccionar entre dos tipos de carga. Sin embargo, cada una de estas piezas tienen tareas específicas, es decir que los ductos de basura no necesariamente son para dos tipos de carga como la Figura 1, en este caso la carga estará directa a la canasta puesta sobre la cinta transportadora como se muestra en la Figura 3.

Entre otros componentes se puede encontrar el sistema de ventilación que esta puesta en la parte superior del ducto, la tolva para descargar con seguridad, el ducto, los contenedores, entre otros, son sistemas que permiten que haya una buena circulación del aire dentro del ducto y además cuenta con estrictas medidas de seguridad contra incendios y con seguridad en las tolvas de cada piso (sistema de electroimán).

Existen sistemas de ductos de basura que contiene mecanismos de control de ruido que permiten evitar resonancias, una guillotina que se encarga de cortar el material de desecho para facilitar su manejo y un separador para la basura orgánica e inorgánica. El proceso de control de la basura termina con el material llegando a la máquina compactadora y su posterior traslado a un contenedor (Componentes de un ducto de basura , 2011).

La automatización de los ductos de basura en edificios residenciales permite que operen y disponga de manera rápida los residuos sólidos, segura e higiénica, teniendo como resultado en el edificio ahorros de energía, una ventaja de comodidad para los usuarios y una diferenciación contra otros edificios.

4.1.1. DUCTO DE BASURA

En los edificios residenciales normalmente está disponible un sistema de ductos para desechos orgánicos, con un sistema de evacuación de basura únicamente ya que la administración de los edificios tiene parámetros previos dependiendo las dimensiones y características del edificio y su superficie.

Las administraciones en los edificios residenciales son quienes dan la disposición de obtener y facilitar la información necesaria para el uso adecuado de los *Chutes* de basura, brindando el manual de uso a cada usuario. El deposito final debe captar el almacenamiento de basura de cada apartamento que hay en cada piso.

El sistema de evacuación de basura en los edificios actuales, es uno de los más usados ya que permite a los usuarios una red conductora de basura, por medio de una tolva de acceso directo en cada piso, teniendo como función principal recoger los desechos o residuos conducidos por efecto de la gravedad a través del ducto que desemboca en los contenedores.

Los ductos verticales conducen por gravitación la basura desde las tolvas a los contenedores en la parte inferior (sótano) del edificio, estos ductos son en material liso, resistentes al fuego ya que tiene un sistema de emergencia por incendios, altamente anticorrosivos y fácil limpieza, el ducto es en acero inoxidable (INTEGRACIÓN DE LAS INSTALACIONES BÁSICAS EN LA ESTRUCTURA, 2011).

La Figura 4 hace referente al sistema de ductos generalizados y ducto seleccionado que tiene como función desechar por la tolva los residuos sólidos, que estará puesta en cada piso del edificio a una distancia de 1,5m de altura desde piso hasta la tolva (altura seleccionada para evitar los inconvenientes con menores de edad), las dimensiones generales son iguales para cualquier tipo de ductos de basura, sin importar parámetros como la cantidad de pisos y la cantidad de apartamentos.

La distancia entre la pared y el ducto de basura galvanizado y la distancia entre las paredes que encierran el ducto de basura, son dimensiones específicas, ver Figura 4, para no perder espacio del área civil. Las tapas superiores para extracción de olores junto con la flauta evitan que los olores acumulados se propaguen dentro del ducto galvanizado ocasionando accidentes innecesarios.

Las uniones de tipo T son uniones que solo están fijas cuando el ducto galvanizado está en función con la tolva para desechar los residuos y las uniones tipo L para los soportes principales. Al finalizar el *Chute* de basura tendrá una reducción de velocidad para evitar que los residuos sólidos descarguen de manera rápida y así de esta manera evitar que los residuos se esparzan sobre la banda transportadora y caigan directamente a la canasta de volteo.

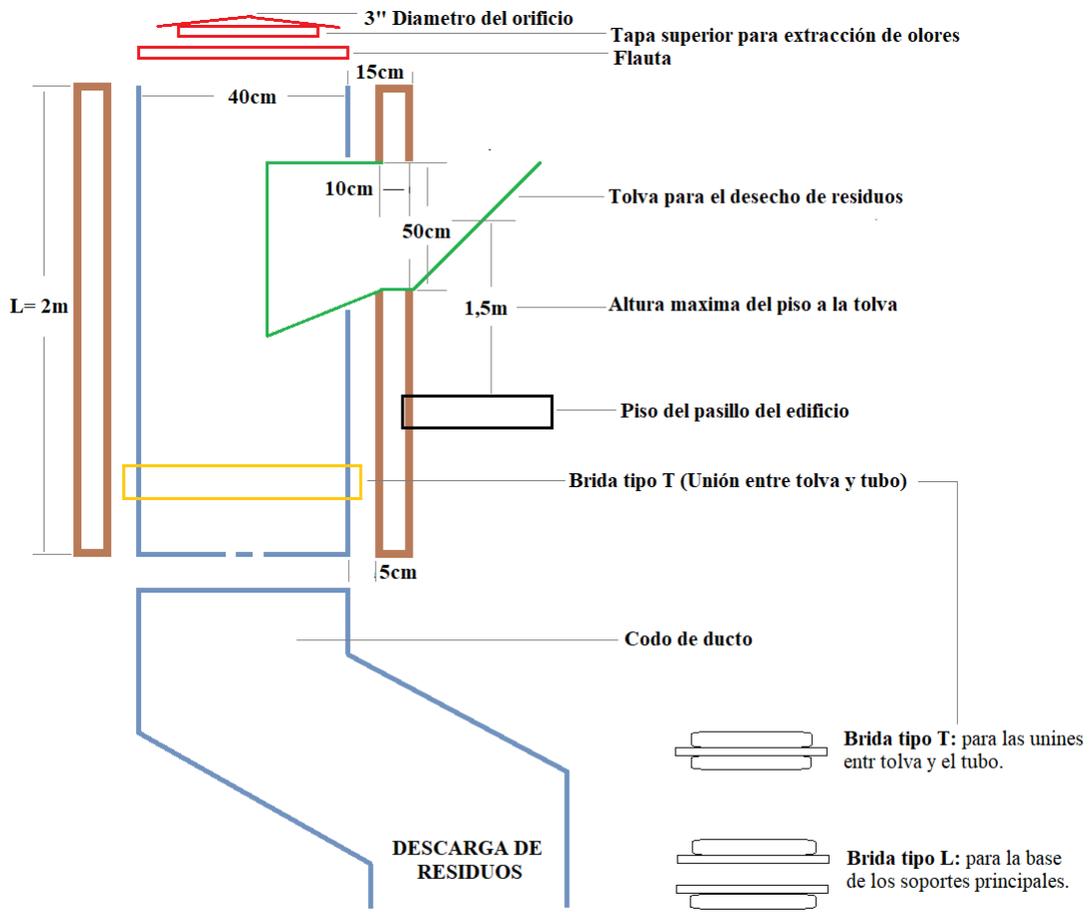


Figura 4. Sistema de ductos generalizados y ducto seleccionado.

4.1.1.1. DUCTOS CUADRADOS

Son ductos fabricados como ducteria cuadrada en lámina galvanizada, aluminio o acero inoxidable, esta lamina es austenítico de uso general para la fabricación de estructuras cubicas de caras centradas, normalmente son laminas no magnéticas en un estado recocido que solo pueden endurecer en un estado frio, no es necesario pitarlos ya que estos se le pueden hacer un baño o limpieza con agua o sustancias químicas para evitar una mejor resistencia a la corrosión (Metalconductos S.A.S. , 2014), (ESPIRODUCTOS).

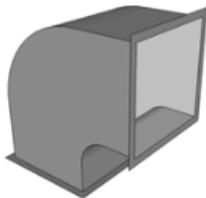
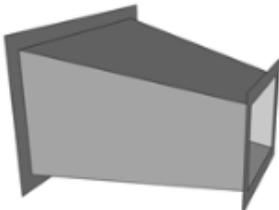
<p>Ducto cuadrado con codo</p> <p>Codo de 90°, 45 y 60° en tamaños cuadrados o rectángulos desde 4X4 hasta 60X60 en diversos calibres.</p>	
<p>Ducto cuadrado</p> <p>longitud de 112cm en tamaños cuadrados o rectángulos desde 4X4 hasta 60X60 en diversos calibres.</p>	
<p>Ducto cuadrado Conexiones Céntricas</p> <p>Conexiones Céntricas o excéntricas en diversas medidas y calibres</p>	

Tabla 2. Ductos cuadrados para Chutes de basura. (<https://metalconductos.com/nosotros>)

4.1.1.2. DUCTOS REDONDOS

Son ductos fabricados como ducteria redonda en lámina galvanizada, aluminio o acero inoxidable son ductos utilizados para los *Chutes*, depósito de ropa, depósito de telas blancas en hospitales, asilamientos térmicos, aislamientos de tubería, etc. A diferencia de los ductos cuadrados este presenta una considerable capacidad de diámetro ya que permite facilitar que los residuos sólidos sean depositados de manera adecuada, sin presentar inconvenientes. Sin embargo, permite que la obra civil del edificio obtenga mejor espacio para su construcción dentro del edificio.

<p style="text-align: center;">Ducto redondo</p> <p>Longitud de 91,5cm, 274cm y 550cm de 4 a 40" de diámetro en diversos calibres</p>	
<p style="text-align: center;">Ducto redondo con codo</p> <p>Codo de 90° de 4 a 40" diámetros de diferentes calibres.</p>	
<p style="text-align: center;">Ducto redondo con codo</p> <p>Codo de 45° de 4 a 40" diámetros de diferentes calibres.</p>	
<p style="text-align: center;">Ducto redondo con codo</p> <p>Codo de 60° de 4 a 40" diámetros de diferentes calibres.</p>	
<p style="text-align: center;">Ducto cuadrado a redondo</p> <p>Transformación de cuadrado a redondo concéntrica y excéntrica (La contracción concéntrica es cuando se dobla una parte del ducto para obtener un efecto de doblez estilo brazo. En una contracción excéntrica ocurre justo lo contrario que en la concéntrica) son piezas especiales con respecto a sus capacidades y especificaciones en diferentes calibres.</p>	

Tabla 3. Ductos cuadrados para *Chutes* de basura. (<http://www.tecosa.com.mx/ductos->)

4.1.2. PUERTAS Y ANCLAJES

En los edificios se hace uso de ductos cilíndricos para una resistencia mecánica y de corrosión, con características principales como ductos cilíndricos lisos y lavables (Refroplas, 2012). Para el sistema de desechos es necesario saber las dimensiones de las tolvas como se muestra en las Figura 5 y Figura 6, para especificar el volumen máximo que deben tener los residuos sólidos al ser arrojados por el ducto, pasando por la tolva puesta en cada piso del edificio. La tolva es de acero inoxidable compuesta por un electroimán que se activa dependiendo el pulsador que haya seleccionado el usuario por cierto tiempo, programado por el sistema de mando.

- **Boca de entrada:** Son piezas rectangulares, reforzadas rígidas, diseñadas para ser instaladas en las paredes del ducto con la tapa metálica. Dimensiones de la boca: 35X41cm a 35X62cm.
- **Tapa superior:** Tiene un sistema de ventilación para la extracción de olores, se instala en la parte superior del ducto.
- **Flauta circular para limpieza de ducto:** Sistema de flauta circular el agua a presión, ubicada en la parte superior del ducto, para limpieza total.
- **Sensor automático contra incendio:** Detector automático contra incendio alimentado por agua a presión, que se activa a partir de los 70°C.

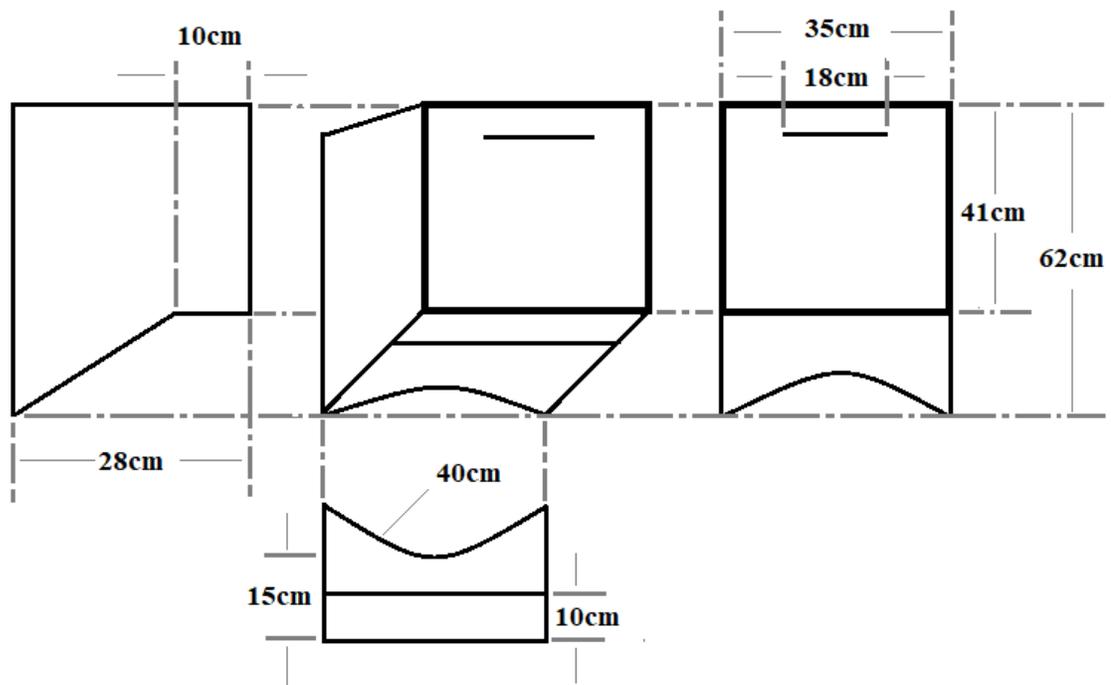


Figura 5. Esquema con dimensiones de una tolva.

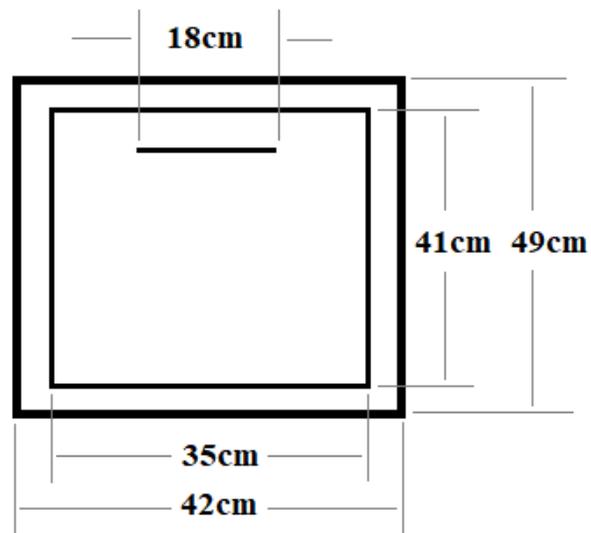


Figura 6. Dimensiones de la tolva por piso de cada edificio.

4.2. SISTEMAS ELECTROMECAÑICOS

Los sistemas electromecánicos son dependientes de variables mecánicas y eléctricas o elementos intercomunicados, que permiten que las variables mecánicas sean controladas y accionadas con electricidad, esto quiere decir, que con los componentes electromecánicos permitirán al sistema de control y controles de posición ser dirigidos.

En el ducto de basura el sistema electromecánico permite la selección y clasificación automática de residuos sólidos generados en edificios residenciales, por una señal computacional, entonces los sistemas eléctricos si tienen poca resistencia de flujo de electricidad siempre se denominaran conductor eléctrico (Dademuchconnection, 2019).

Los dispositivos electromecánicos son aquellos que permiten una combinación de partes eléctricas y mecánicas para conformar un mecanismo o maquinas. Sin embargo, los sistemas eléctricos se convierten en series que permiten la capacidad necesaria del desarrollo de un elemento o componente eléctrico o electrónico que se encuentran conectados directamente entre sí con el propósito de generar, modificaciones o transportar las señales electrónicas o eléctricas.

Algunos de los principales elementos de energía electromecánica son los elementos de inercia, de resorte, de amortiguadores, resistivos, inductivos y capacitivos. Las características principales y necesarias como el circuito eléctrico que está formado por fuente de energía (tomacorriente), conductores (cables), y un receptor que transforma la electricidad de luz (lámparas), en movimiento (motores) o en calor (estufas).

Para que un sistema eléctrico produzca una transformación es importante que haya corriente, conjunto con compuestos de elementos conductores, directamente conectados de una fuente de tensión o voltaje, sin embargo, para que los dispositivos permitan abrir y cerrar circuitos llamados interruptores.

4.2.1. BANDA TRANSPORTADORA

Una banda transportadora de menor longitud dura más que la que lleva un material grueso o demasiado pesado que normalmente de utilizan en las empresas industriales una cantera, a mayor velocidad duran menos. Esto quiere decir que normalmente las bandas transportadoras de mayor longitud son para materiales pesados, industriales, de alimentos, entre otros. Porque una banda transportadora de menor longitud tendrá mayor durabilidad, porque no se hará uso pesado de ella y su actividad de funcionamiento o accionamiento será diferente al de las bandas de mayor longitud (CATALOGO, DISMET) (INDUROB, MEDELLIN).

Las bandas transportadoras efectúan la carga en cualquier parte de la cinta transportadora, con el fin de llegar a un punto fijo de descarga, por ejemplo, si es necesario transportar los desechos de un lugar de salida a un lugar de depósito, el *Chute* de basura descargará los desechos y residuos directamente en el contenedor correspondiente.

Las bandas transportadoras tienen varias capas sintéticas textiles para una mayor capacidad de resistencia a la tracción. Esto depende del material a transportar sobre la cinta transportadora, ya que puede haber materiales de sobrecarga o materiales que no se puedan manejar en este tipo de selección de banda transportadora. Sin embargo, hay varios tipos de materiales para la fabricación de una banda transportadora, como el algodón o el poliéster. Para las capas plásticas hay fabricaciones en PVC (Policloruro de vinilo) donde se puede transportar cajas, PU (Poliuretano) para transportar planta de alimentos, PE (Polietileno, poliolefino) para transportar alimentos con certificación y plantas de cárnicos, teflón para transportar a altas temperaturas o silicona, de caucho y lona, para minería de alto impacto (Solucionamos y representamos S.A.S., 2015).

Los componentes del sistema están compuestos por un transportador de cintas con un tambor motriz, un tambor de cabeza o de cola para los dos lados o cualquier sentido de la banda.

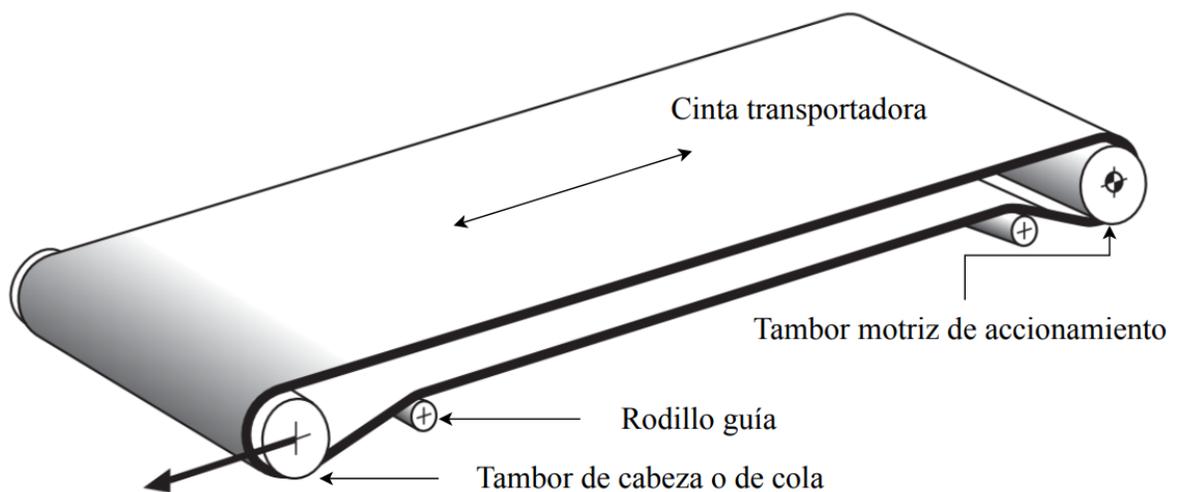


Figura 7. Partes principales de una banda transportadora.
(<https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/objetos/figutut84/anx1tut84.pdf>)

Como se muestra en la Figura 7 el tambor motriz de accionamiento va directamente conectado con el motor reductor seleccionado según su capacidad de avance, velocidad a la que va la cinta transportadora, material a transportar, recubrimiento de la cinta transportadora, etc. El tambor de cabeza o de cola tiene como función seguir la línea de paso que la acciona con el

movimiento del tambor motriz de accionamiento, teniendo en cuenta la funcionalidad de los rodillos de guía para tener tensión y capacidad sobre la cinta transportadora.

4.2.2. SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA

4.2.2.1. TIPOS DE MOTOR REDUCTORES DE VELOCIDAD

Por lo general, se encuentran tres tipos de motor reductores de velocidad según su tipo de mecanismo: Sin Fin-Corona, Cónico y Helicoidales. Los reductores de velocidad de preferencia son donde su composición empieza por un eje de entrada quien recibe el movimiento a través de un motor y permite que el motor eléctrico funcione a varias velocidades constantes.

La máquina a trabajar trasmite un movimiento por parte del motor con unos engranes internos que transmiten el movimiento al eje de salida, esta velocidad del eje de salida se transforma en una velocidad correcta o constante por medio del motor reductor, para que funcione correctamente.

Los engranes helicoidales son engranes diseñados para montarse sobre ejes paralelos, ya que los dientes del engranaje helicoidal están en disposición de hacer una trayectoria con relación a la rotación, permitiendo así mismo la trasmisión entre los ejes paralelo como se muestra en la Figura 8 o también los ejes se puede cruzar en cualquier dirección.

Las ventajas de un engrane helicoidal permiten transmitir más potencia que los engranes rectos, transmiten mayor velocidad, y tiene una larga vida útil, porque tienen varios dientes en contacto que hace que el sistema trabaje silenciosamente con las trasmisión de fuerza y de movimiento uniforme (ENGRANAJES, 2020).

Para formar el engrane helicoidal es necesario saber el ángulo de hélice, el cual permite la orientación de las ruedas que engranan.

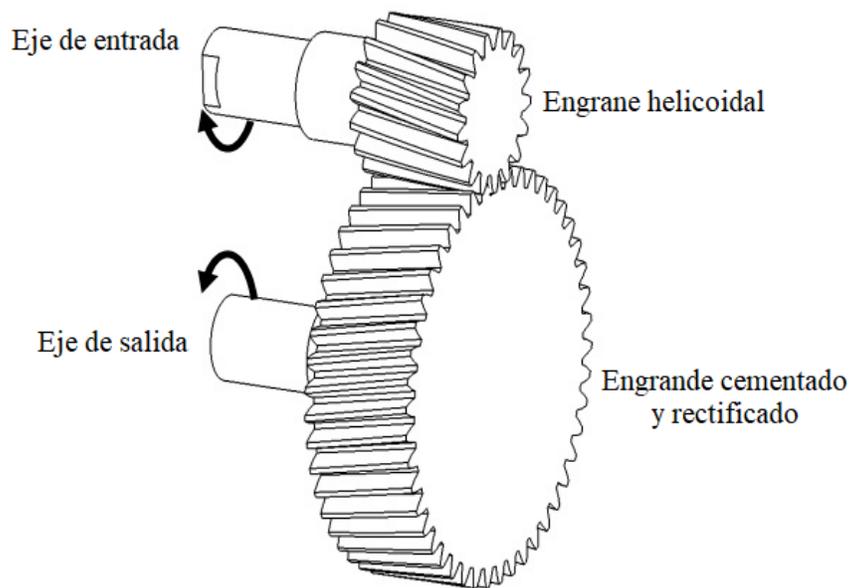


Figura 8. Diseño general de un engrane helicoidal
(http://www.edu.xunta.gal/centros/espazoAbalar/aulavirtual2/pluginfile.php/296/mod_resource/content/1/10_paquetes/Paquetes_web/5_mecanismos/43_engranajes.html)

El engrane cónico permite transmitir un movimiento entre los ejes perpendiculares, o para ángulos distintos de 90° . Se puede transmitir una gran cantidad de potencia para obtener una relación de velocidad constante y estable, a diferencia del engrane helicoidal este no posee un empuje axial ya que los ejes están de forma paralela.

Los engranes cónicos producen vibraciones continuamente cuando está en accionamiento y este debe mantener siempre lubricado ya que producen mucho ruido o transmite una velocidad alta, a su vez no permite transferir potencia si el eje no se encuentra en un estado paralelos.

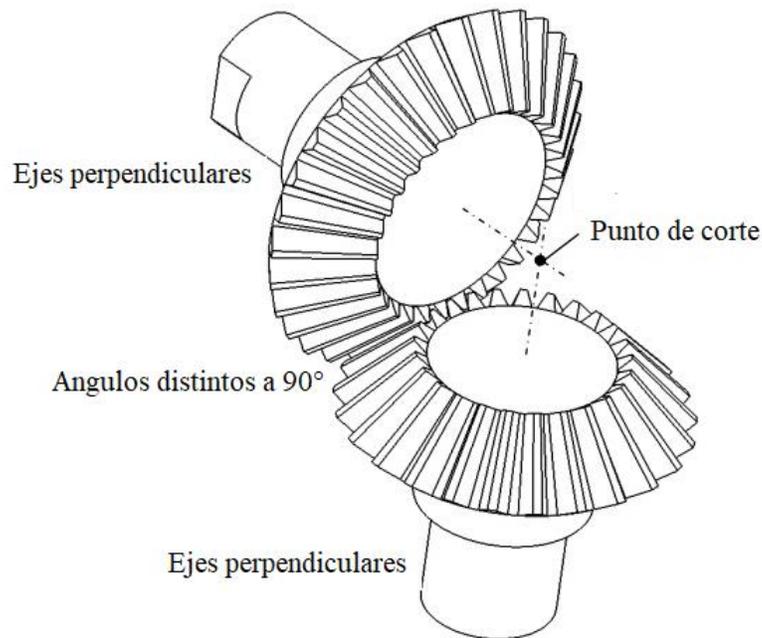


Figura 9. Engrane cónico esquema general.

(http://www.edu.xunta.gal/centros/espazoAbalar/aulavirtual2/pluginfile.php/296/mod_resource/content/1/10_paquetes/Paquetes_web/5_mecanismos/43_engranajes.html)

El engrane sin fin corona es uno de los engranes más usados ya que permite ser utilizado para mecanismos de transmisión, trabaja como un eje conductor motriz como se muestra en la Figura 10, engrana con la rueda dentada (Piñón/Corona) de tal forma que por cada vuelta completa que da el tornillo sin fin el engranaje gira un diente, usualmente se utilizan para transmitir fuerza y un movimiento entre dos ejes perpendiculares o a 90° , con el fin de pasar un movimiento radial en el eje x a un movimiento radial en el eje y.

Su relación de transmisión es muy baja ya que reduce espacios y mecanismos irreversibles, quiere decir que no habrá inconvenientes ya que no permitirá el giro forzado para cualquiera de los sentidos de accionamiento. A su vez como desventaja tendrá una gran pérdida de transmisión ya que genera bastantes pérdidas de energía de calor.

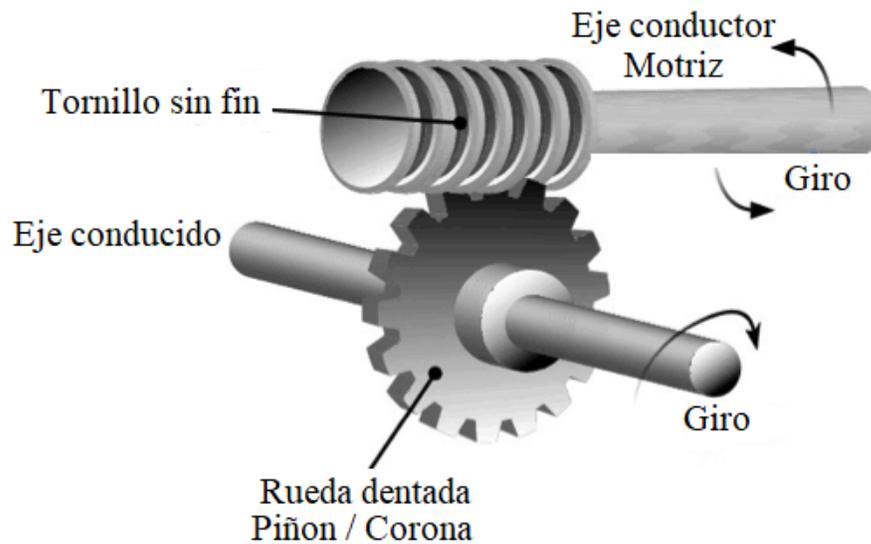


Figura 10. Esquema general del Tornillo Sin Fin Corona.
[\(https://clr.es/blog/es/aplicaciones-tornillos-sinfin/\)](https://clr.es/blog/es/aplicaciones-tornillos-sinfin/)

4.2.3 MOTORES ELÉCTRICOS

Los motores eléctricos son máquinas eléctricas que están en capacidad de transformar energía eléctrica a energía mecánica por medio de campos magnéticos variables, o en su diferencia los generadores que cambian la energía mecánica a energía eléctrica por medio de los generadores.

Los motores eléctricos tienen sistemas mecánicos que están constituidos por componentes, dispositivos o elementos que tienen como función especificar y fundamental transformar o transmitir el movimiento desde las fuentes que lo generan en distintos tipos de energía.

4.2.3.1. ECUACIONES PARA EL FUNCIONAMIENTO DE UN MOTOR

La armadura (R) del motor representada en la Figura 11, se encuentra en paralelo con una resistencia (RL) y una inductancia (L). Teniendo en cuenta que al girar la armadura en el campo magnético se va a inducir un voltaje (V_{emf}), donde es proporcional a la velocidad del motor (Libro - Introduction to Mechatronics).

$$V_{emf} = k_e * \omega \quad Ec. 1$$

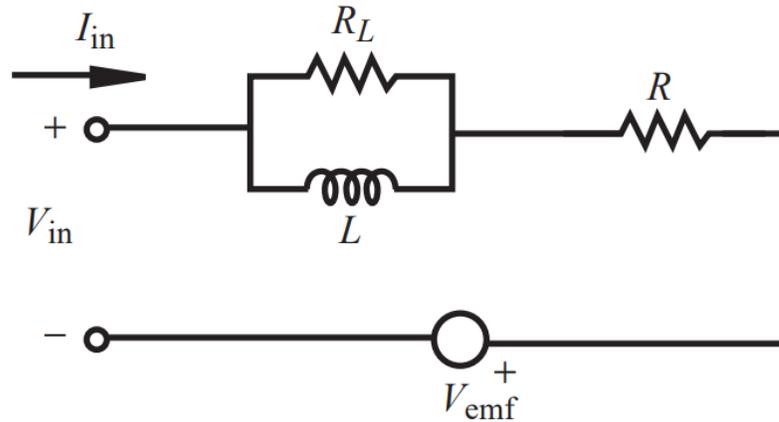


Figura 11. Circuito de armadura del motor. (Libro - Introduction to Mechatronics)

Como se muestra en la ecuación 1, (k_e) es la constante eléctrica del motor y (R_L) son las pérdidas en el circuito, donde suele ser mayor a (R).

Si el voltaje de entrada es representado por (V_{in}), la corriente que pasa por la armadura representada por (I_{in}), y suponiendo que ($R_L \approx 0$), esta sería la ecuación eléctrica para el motor.

$$V_{in} = L \frac{dI_{in}}{dt} + R * I_{in} + k_e * \omega \quad Ec. 2$$

Sin embargo, los motores DC son importantes y más fáciles de analizar, para poder determinar y concluir que entre el campo del estator y la corriente de la armadura es directamente proporcional.

$$T = k_t * I_{in} \quad Ec. 3$$

Donde (k_t) se define como la constante par del motor, también definida como la constante de torque, determinando que los parámetros son importantes y claramente son informadas por los fabricantes.

$$T = (J_a + J_L) \frac{d\omega}{dt} + T_f + T_l \quad Ec. 4$$

(T) El par del motor, donde (J_a , J_L), son los momentos polares de inercia de la armadura y carga adjunta, (T_f) es el par de fricción que opone la rotación de la armadura y (T_l) es el par disipado por la carga. Cuando se aplica un voltaje en el motor DC, este se acelera hasta encontrar un punto de equilibrio de funcionamiento en estado estacionario.

$$V_{in} = R * I_{in} + k_e * \omega \quad Ec. 5$$

Es importante que en estado estable la ecuación 4 se equilibran los pares de fricción y de carga.

$$V_{in} = \left(\frac{R}{k_t}\right) * T + k_e * \omega \quad Ec. 6$$

Se resuelve la ecuación y se obtiene.

$$T = \left(\frac{k_t}{R}\right) * V_{in} - \left(\frac{k_e * k_t}{R}\right) * \omega \quad Ec. 7$$

La ecuación 7 muestra la relación lineal entre el torque y la velocidad de un motor DC con un voltaje fijo. Para visualizar esta relación en la Figura 12 se observa el Torque-Velocidad y Potencia-Velocidad para un motor DC. Teniendo en cuenta la ecuación 7 también se puede expresar en términos de torque de arranque y velocidad máxima, como se nota en la ecuación 8.

$$T(\omega) = T_s * \left(1 - \frac{\omega}{\omega_{max}}\right) \quad Ec. 8$$

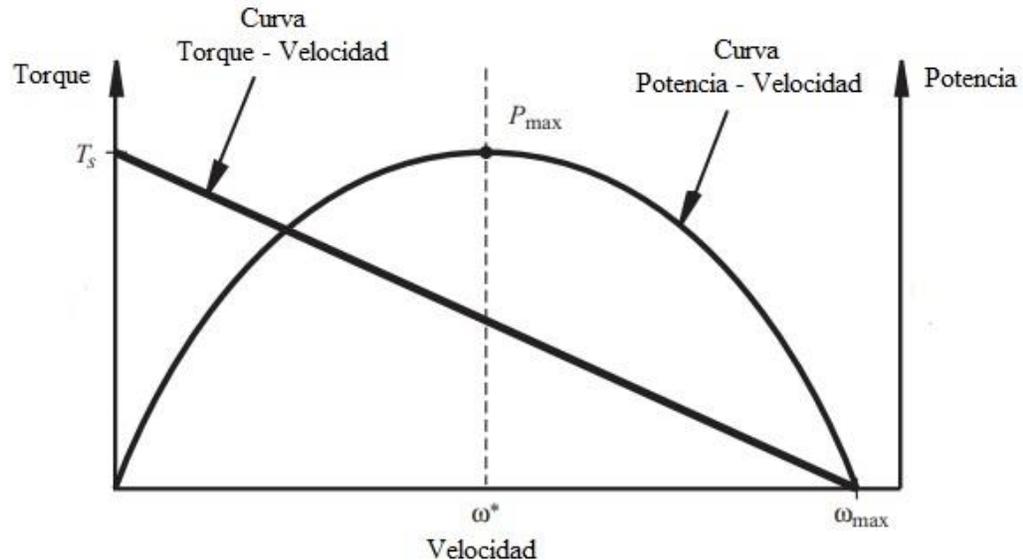


Figura 12. Características del motor DC. (Libro - Introduction to Mechatronics)

La velocidad del motor DC sin carga, es decir, en estado estable, se determina que ($T_l = 0$) y ($T = T_f$), donde el motor está en equilibrio y se denota el torque de parada y velocidad sin carga.

$$T_s = \left(\frac{k_t}{R}\right) * V_{in} \quad Ec. 9$$

$$\omega_{max} = \left(\frac{T_s * R}{k_e * k_t}\right) \quad Ec. 10$$

En representación de la ecuación 11, que se define como la potencia entregada por el motor.

$$P(\omega) = T(\omega) = \omega * Ts \left(1 - \frac{\omega}{\omega_{max}}\right) \quad Ec. 11$$

La potencia máxima de salida del motor se produce a la velocidad donde:

$$\frac{dP}{d\omega} = Ts \left(1 - \frac{2\omega}{\omega_{max}}\right) = 0 \quad Ec. 12$$

Resolviendo la ecuación por la velocidad.

$$\omega = \left(\frac{1}{2}\omega_{max}\right) \quad Ec. 13$$

Para determinar la resistencia, la corriente (I_s) se puede encontrar en términos de voltaje de suministro y resistencia en la armadura.

$$I_s = \left(\frac{V_{in}}{R}\right) \quad Ec. 14$$

En la ecuación 14 se permite cuando el rotor del motor no gira, dado que esta se ve afectada por la inversa inducida de los devanados del rotor. Teniendo en cuenta eso la corriente de pérdida es la corriente máxima a través del motor para un voltaje de suministro dado.

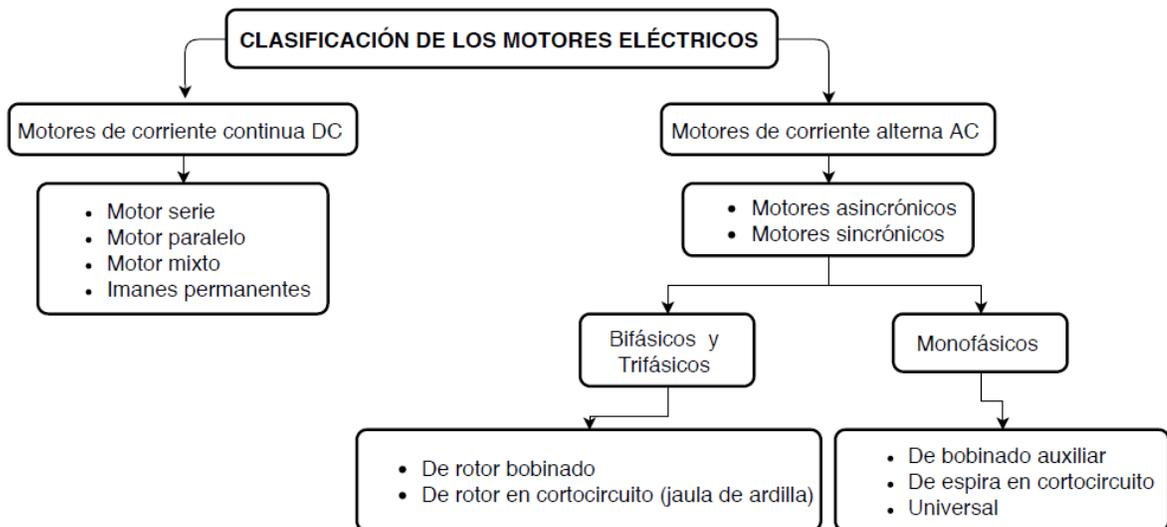


Figura 13. Clasificación de los motores eléctricos.

(<https://www.areatecnologia.com/electricidad/tipos-de-motores-electricos.html>)

Como se muestra en la Figura 13, la clasificación de los motores eléctricos depende si el motor es de corriente continua o corriente alterna, también llamados motores de inducción. Es importante saber que existe una gran diferencia entre estos dos en cuanto a sus características de funcionamiento y/o operación, teniendo en cuenta que los dos tipos de motores eléctricos funcionan por inducción electromagnética que permiten que el estator de un motor de inducción sea el encargado de crear el campo magnético para que el rotor que es el eje unido a las espiras y el que gira a su vez esta inducido.

4.2.3.2. MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA DC

Principalmente los motores DC son sistemas iniciales (motores y accionamientos), con potencias mínimas ya que la velocidad de los motores DC son controlados variando la tensión de alimentación y una amplia gama de voltajes, los más usados son de 12 y 24V.

Sus principales ventajas es el control de velocidad en un amplio rango, tiene accionamientos rápidos, con parada, de aceleración o inversión, alto par de arranque, una curva de par lineal de velocidad. Estos motores de corriente continua son utilizados desde herramientas y electrodomésticos pequeños hasta vehículos eléctricos, ascensores, montacargas, etc.

Los tipos de motores eléctricos más comunes son: con escobillas que son aplicaciones para permitir poner en el rotor del motor la corriente eléctrica y los motores eléctricos sin escobillas Son aplicaciones que alivian los problemas más asociados con los motores cepillados más comunes (TECNOLOGIA , s.f.).

4.2.3.3. MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA AC

Los motores AC son flexibles en funciones como lo es los variadores de velocidad, que permiten instalar una base de comparación con los motores de corriente continua. Sin embargo, la corriente alterna es quien transmite a través de cables eléctricos y de tomas de corriente (Enchufes) que permiten la cantidad y dirección de la corriente que variaría continuamente según su funcionamiento.

Los tipos de motor de corriente alterna AC son el motor sincrónico que se caracterizan por la capacidad de campo magnético giratorio del estator que es igual a la velocidad de giro del campo inducido en el rotor (velocidad del rotor), a su vez la rotación del rotor se sincroniza con la frecuencia de la corriente de suministro y la velocidad permanecerá constante y el motor asincrónico la velocidad de campo magnético giratoria producida por el estator es mayor que a la velocidad de giro del rotor (TECNOLOGIA , s.f.).

La diferencia principal entre un motor asincrónico y uno sincrónico especifica un motor sincrónico gira a una velocidad constante denominada sincrónica que es proporcionalmente a la frecuencia de la línea con el alimentado, en cuanto al motor asincrónico esta gira a una velocidad menor a la del motor sincrónico debido a un resbalamiento o deslizamiento entre el rotor y el campo magnético giratorio del estator (VENTAGENERADORES , 2015).

4.3 SISTEMAS ELECTRÓNICOS DE AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL

Los sistemas electrónicos de control cumplen con una función de desarrollar una función principal de monitorear el funcionamiento de un sistema a partir de variables de entrada de sensores para generar acciones a través de los actuadores. Quiere decir que para que el sistema de control se establecen los resultados inmediatos de las variables de entrada, obteniendo una velocidad justamente rápida (de acuerdo a los sensores y actuadores empleados) y como finalidad deberá tener la capacidad de reducir los valores suficientes a las derivadas de los márgenes de error.

Teniendo en cuenta que el funcionamiento es sencillo, las magnitudes de entrada (sensores) envían la señal al sistema de control automático y este a las magnitudes de salida (actuadores), dando como resultados un sistema de control automático que simplifica capacidades de otros sistemas ya sea eléctricos, mecánicos, automatizados o de control. Pero no todos los sistemas de control cumplen con esta función ya que para su accionamiento tiene diferentes capacidades y formas de ser desarrollado.

4.3.1 SENSORES OPTICOS DE POSICION

Los sensores de posición son interruptores de proximidad que permiten la presencia o ausencia de un objeto, sin embargo, hay varios tipos de sensores ópticos que generalmente trabajan con una señal eléctrica para proporcionar la posición a lo largo de la medición, de acuerdo a esto también se reflejan los términos referentes al desplazamiento, ángulo, posición angular, giratoria, rotación, para este proyecto se utilizara el sensor de posición para ejercer geometrías o líneas angulares. (Celera - Encoders inductivos Zettlex , 2019).

Los sensores de posición ópticos estarán puestos dos de ellos en los rieles del mecanismo volteador y uno al finalizar el ducto de basura, estos cumplen con la función de emisión de un haz de luz que es interrumpido o reflejado por la basura al ser depositada, estos sensores están conformados por una fuente que tiene un rango de radiaciones infrarrojas que emiten luz y disipan menos calor, un receptor quien recibe el haz luminoso de la fuente que normalmente puede ser un fotodiodo o un foto transistor que están en conjunto con el emisor, quiere decir que permiten detectar la mayor circulación de corriente cuando la longitud de onda recibida sea igual a la del LED en el emisor, un lente que dirige el haz de luz directamente al emisor con el receptor para acortar el campo de visión que puede aumentar la distancia de detención, y por ultimo un circuito de salida con dos tipos, una salida discreta y otra digital esto quiere decir que se denominan según su trabajo en dos estados y los más comunes e utilizados son los relé, NPN o PNP, TRIAC, MOSFET (SlideShare - Sensores Opticos, 2013).

4.3.2. INTERRUPTORES Y PULSADORES

Es un operador eléctrico que tiene como objetivo principal abrir o cerrar un circuito de forma permanente. Algunos interruptores tienen la característica de accionarse automáticamente, es un accionamiento particular que se conectan con potencia y se desconectan del circuito rápidamente cuando este produce una fuga o alguna derivación de la corriente.

En el lenguaje de escalera o también llamado lenguaje de cascada hay dos símbolos empleados básicos como los de entrada y salida, denominados contacto normalmente abierto y contacto normalmente cerrado.

El contacto normalmente abierto (NA) tiene como característica principal no accionarse, si no se reposiciona automáticamente a su estado natural que es encontrarse abierto o desconectado. Como se encuentra en Figura 14.

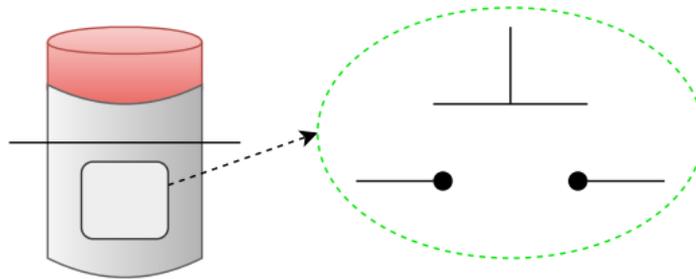


Figura 14. Interruptor con contacto normalmente abierto en reposo.
(<https://instrumentacionycontrol.net/funciones-logicas-de-un-plc-2/>)

A su vez el usuario presiona el interruptor para accionar los contactos internos y cambiar si estado lógico de abierto (desconectado) ha cerrado (conectado) como se muestra en la Figura 15.

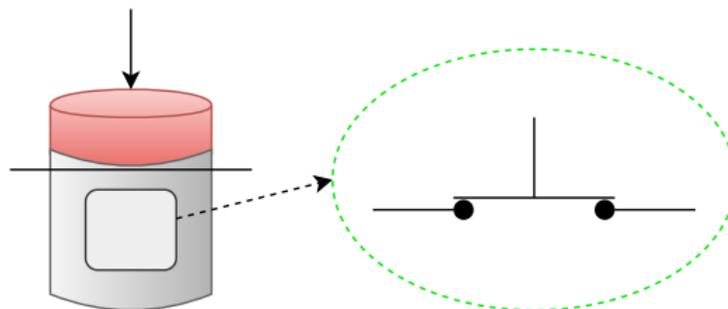


Figura 15. Interruptor con contacto normalmente abierto en activado.
(<https://instrumentacionycontrol.net/funciones-logicas-de-un-plc-2/>)

El contacto normalmente cerrado (NC) tiene la misma función, activarse con un botón y de esta manera genera un contacto normalmente abierto, sin embargo también se reposiciona automáticamente a su estado natural que es encontrarse cerrado o conectado, como se muestra en Figura 16.

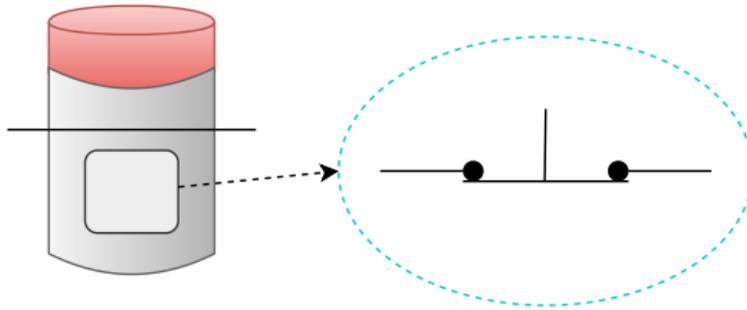


Figura 16. Interruptor con contacto normalmente cerrado en reposo.
(<https://instrumentacionycontrol.net/funciones-logicas-de-un-plc-2/>)

Cuando el usuario presione el interruptor abrirá la unión que existe entre los dos contactos internos del botón, cambiando su estado lógico de cerrado (conectado) ha abierto (desconectado), ver Figura 17.

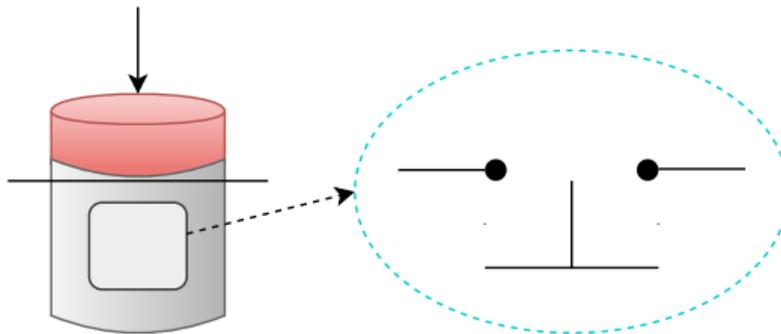


Figura 17. Interruptor con contacto normalmente abierto activado.
(<https://instrumentacionycontrol.net/funciones-logicas-de-un-plc-2/>)

Para la programación del PLC junto con los interruptores y pulsadores es necesario conocer los elementos de entrada y de salida para interactuarlos por un sistema de automatización. Sin embargo, es importante relacionar los elementos de entrada como de salida para que las respuestas estén de acuerdo al sistema que se quiera operar.

4.4 CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE - PLC

Para el sistema de PLC las señales de entradas pueden ser directamente desde una computadora teniendo como función principal tener el control de los datos que le manden los sensores, sin embargo, no siempre las entradas o salidas serán mostradas por una computadora, existe una alternativa de simular el sistema que se desea accionar por medio de la programación y obteniendo sus márgenes de error y su funcionamiento. Por otra parte, el control lógico programable habrá detallado sus actividades de control que va a desarrollar durante el accionamiento paso a paso.

Un PLC tiene componentes como el hardware quien dispone de partes electrónicas que conforma al sistema de control y como objetivo principal tiene elementos importantes como el microprocesador o el microcontrolador que permiten el funcionamiento de la activación y desactivación de los elementos o mandos que se conectan directamente del elemento de potencia, sin embargo, el proceso funcionara con una secuencia lógica determinada.

El Software es un componente que programa de forma de manipular el sistema de control, determinando un sistema de instrucciones para la generación de mandos que gobiernen la parte electrónica, estos datos a obtener estarán puestos en una memoria, la cual se accede a la ejecución de las instrucciones. Si se llega hacer un cambio al sistema de instrucciones que componen el programa de accionamiento se alterara la ejecución del sistema de control, pero la modificación no implicara un cambio en hardware.

El programador es un componente que ordena el memorizado en el PLC las instrucciones del software y posteriormente será el componente CPU, es quien incorpora un microprocesador, con circuitos de entrada y salida en una fuente de alimentación integrada, control de movimiento de alta velocidad y entradas analógicas incorporadas, todo ello en una carcasa compacta, conformando así un potente controlador.

Los PLC tienen los estados lógicos cerrado y abierto con los dígitos binarios (0) y (1), son símbolos de entrada del lenguaje en escalera, y para hallar los resultados es necesario hace uso de los símbolos para permitir una función que energizara un cambio en el estado de los interruptores que se encuentren vigentes:

- Abierto equivale a (0) lógico
- Cerrado equivale a (1) lógico

4.5 CONTROL DE VELOCIDAD DE UN MOTOR

Uno de los métodos más factibles para el control de velocidad de un motor es el ejemplo de variadores de frecuencia. A su vez los motores hidráulicos están controlados continuamente por válvulas de regulación en un sistema de bombas o deflectores en ventiladores, mientras en las maquinas giratorias que modifican su velocidad con engranajes o accionamientos de correas.

La regulación de velocidad por medio del accionamiento con correas, cajas de engranaje y acoplamientos hidráulicos presentan perdidas de energía y requiere que el motor funcione a su máxima velocidad constantemente.

Los sistemas de control son aquellas variables de salida de un sistema o proceso, un sistema general que se tiene una serie de entradas que provienen del sistema a controlar, llamado planta, y se diseña un sistema para que, a partir de estas entradas, modifique ciertos parámetros en el sistema planta, con lo que las señales anteriores volverán a su estado normal ante cualquier variación (Control de velocidad de un motor de la corriente de la armadura , 2017).

4.5.1. CONTROL DE VELOCIDAD DE UN MOTOR DC

Como se nombró anteriormente el sistema de control de un motor DC trabaja con dos tipos de elementos que se utilizan en el motor de escobillas o sin escobillas, en cuanto a la estructura de un motor sin escobillas, posee una bobina con devanado en estrella (en Y) y devanado en delta (en triangulo) de tres fases, U, V y W como se muestra en la Figura 18 que se encuentra en el estator, y el rotor está compuesto por imanes magnetizados en una configuración con múltiples polos, el LCD es un display de información que trabaja computacionalmente.

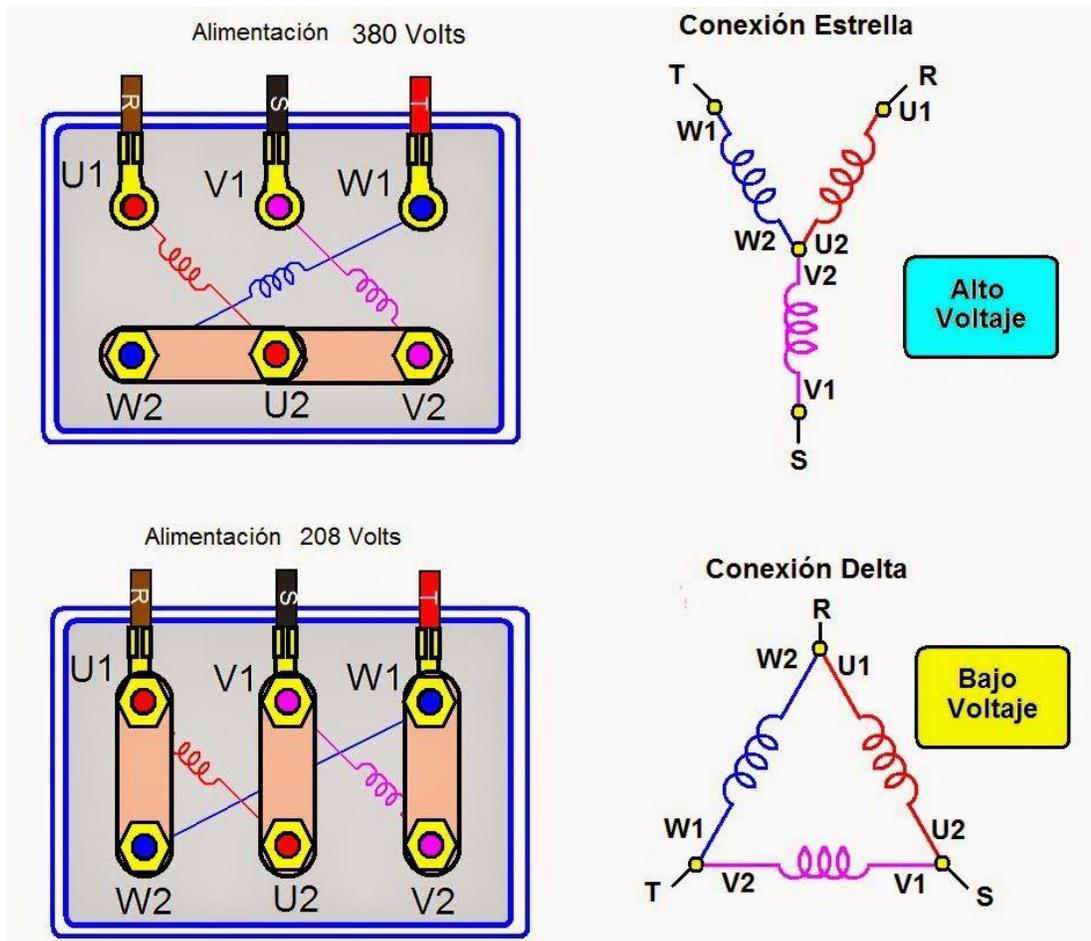


Figura 18. Conexiones eléctricas de motores trifásico.
 (<https://www.pinterest.dk/pin/470344754825906415/>)

De igual manera se puede controlar un motor DC a través de finales de carrera o sensores de posición, quiere decir que cada vez que llegue al límite de movimiento activara los componentes electrónicos que garantiza la desconexión de los motores, teniendo en cuenta que en la programación se requiere de temporizadores a la conexión y desconexión que permite cortar el paso de corriente.

No se requiere de un variador de frecuencia, ya que se utiliza un PLC que permite controlar la posición de los motores eléctricos a través de sensores, quiere decir que su accionamiento estará en conjunto con un motor y un reductor que garantiza la eficiencia del mecanismo de cuatro barras.

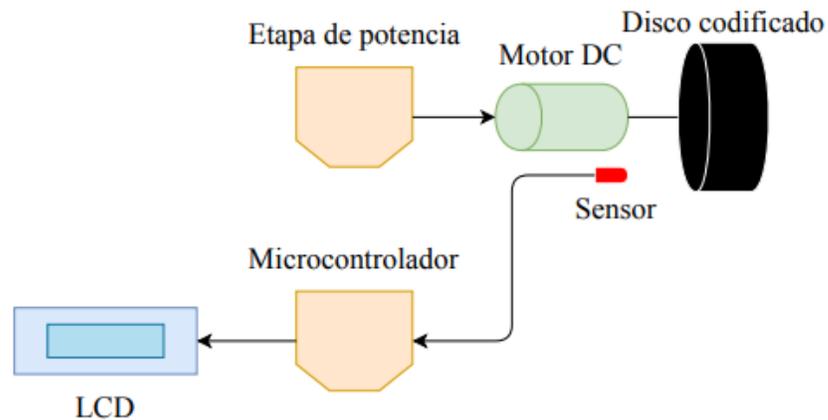


Figura 19. Control de velocidad de un motor DC. (Diseño propio.
<https://www.orientalmotor.com.mx/tecnica/metodos-de-control-de-velocidad-para-diversos-tipos-de-motores-de-control-de-velocidad.html>)

4.5.2. CONTROL DE VELOCIDAD DE UN MOTOR AC

Para controlar la velocidad de un motor de corriente alterna, se hace empleo de un tacómetro para detectar la velocidad, de igual manera permite trabajar con las características de un motor DC y ver su comportamiento, el estado del motor AC se muestra en Figura 20, el tacómetro está compuesto por un imán conectado directamente al eje del motor y una bobina de estator que detecta los polos magnéticos y genera un voltaje de AC de 12 ciclos por revolución. Al obtener este voltaje y su frecuencia con el aumento de velocidad a la que ira le motor AC de rotación, la velocidad del motor de controlar rotacionalmente en función de la señal (Control de velocidad de motores AC, Artículo universitario).

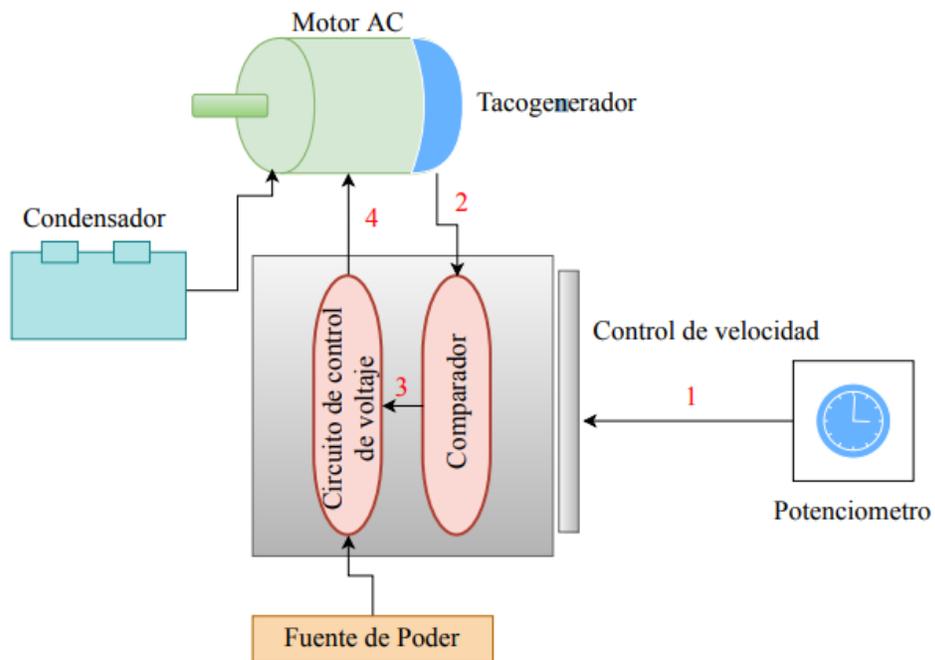


Figura 20. Control de velocidad de un motor AC.

(<https://www.orientalmotor.com.mx/tecnica/metodos-de-control-de-velocidad-para-diversos-tipos-de-motores-de-control-de-velocidad.html>)

Una característica principal para calcular el control de velocidad del motor AC es que la velocidad de rotación de un motor de inducción, cuando se aumenta y se reduce el voltaje que se aplica al motor, el deslizamiento se modifica y, por consiguiente, la velocidad de rotación se modifica.

5. METODOLOGIA

5.1 DISEÑO CONCEPTUAL

El diseño de la estructura del *Chute* de basura su objetivo principal es mostrar, como conceptualmente y físicamente se ve el diseño general de la automatización del sistema de mando, sistema de control, mecanismo volteador, banda transportadora, contenedores, entre otros.

Los componentes generales se determinan en la Figura 21, son especificaciones generales del sistema de ducto para la selección y clasificación automática de residuos sólidos generados en edificios residenciales. El diseño puede cambiar acorde a los elementos de necesidad del cliente que desee adquirir el proyecto, puede hacer cambios de dimensiones y parámetros según el funcionamiento y carga de trabajo, quiere decir que puede ser para residuos sólidos, como para otros sistemas.

El conjunto A, es el *Chute* de basura para transportar los desechos, tiene cuatro entradas debido a la cantidad de pisos en el edificio, aunque podría tener más entradas dependiendo de la cantidad de pisos del edificio. El elemento 5 de este conjunto es una banda transportadora seleccionada para transportar la canasta y guiarla, el elemento 14 son los contenedores de descarga con su respectivo color para cada desecho, el elemento 1 es un conjunto de rieles que tiene como función guiar el mecanismo volteador hasta el punto.

El conjunto B demuestra el mecanismo volteador que tiene como función accionarse cuando la basura se deposite en el elemento 4 que es la canasta puesta sobre el elemento 5 de la banda transportadora haciendo un volteo en el contenedor respectivo, los elementos 8 y 9 son los eslabones que están en conjunto con la canasta, la salida del engranaje y motor-reductor del elemento 6, los elementos 10 y 11 son los engranes rectos.

El conjunto C es una vista detallada del funcionamiento general, donde el elemento 13 es la bolsa de basura de los residuos sólidos, que será depositada por el elemento 12, una lámina deslizadora que conecta con los contenedores de basura, el elemento 5 es la base de la banda transportadora.

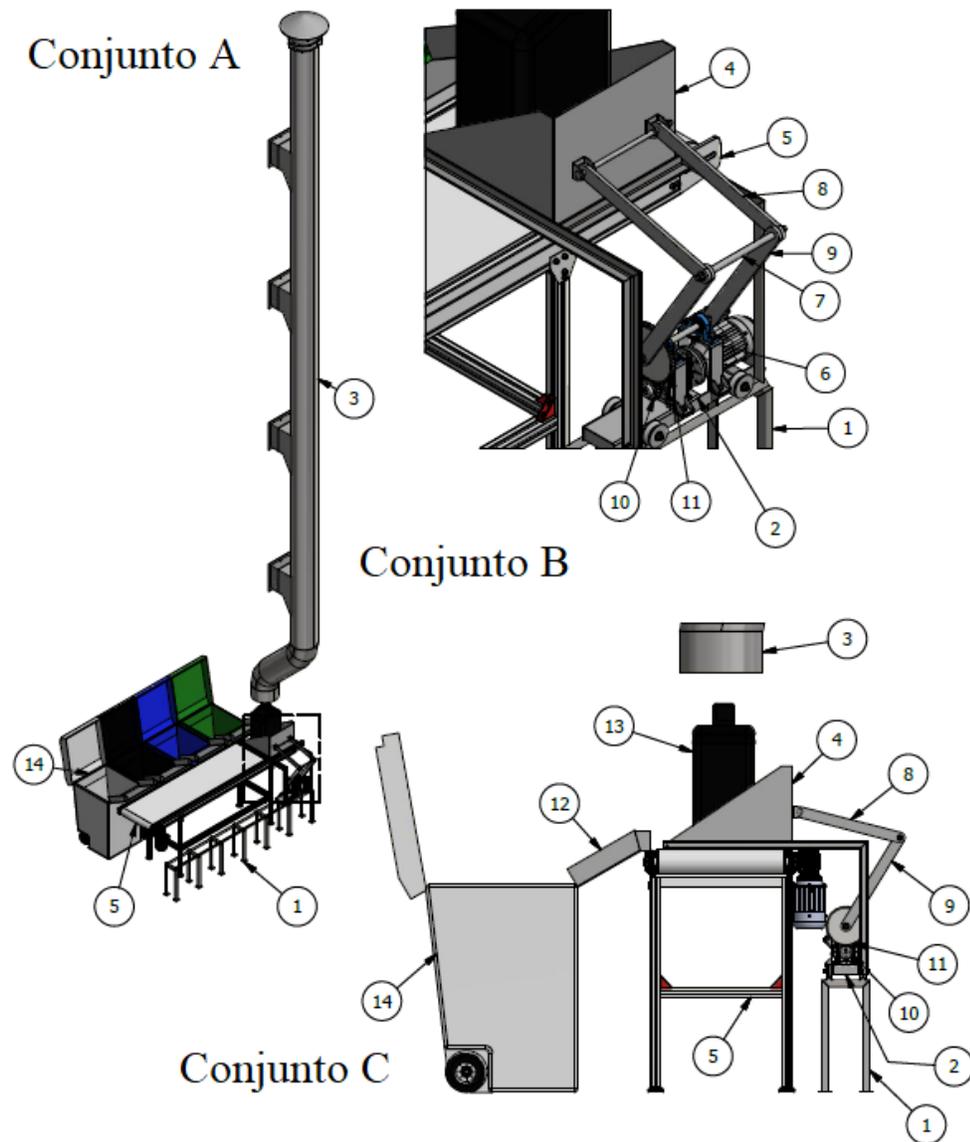


Figura 21. Diseño general del sistema de ductos automatizado. (Diseño propio)

En la Tabla 4 se especifican los componentes para el diseño y fabricación del sistema de ductos, los elementos que conforman el sistema serán fabricados y están diseñados de lámina galvanizada 1/2" de espesor para evitar la corrosión de estos.

ITEM	CANT	DESCRIPCION
1	1	Conjunto rieles – Carro reductor
2	1	Carro del Sistema reductor
3	1	Conjunto Chute de descarga
4	1	Conjunto Canasta
5	1	Banda transportadora
6	1	Eje principal engranes
7	1	Eje intermedio eslabones
8	2	Eslabón 1 – LAM ASTM A-36 – ESP 1/2"
9	2	Eslabón 2 – LAM ASTM A-36 – ESP 1/2"
10	1	Piñón
11	1	Engranaje
12	4	Lamina deslizadora
13	1	Bolsa de basura
14	4	Contenedores de basura

Tabla 4. Componentes del sistema de ductos.

Del diseño del sistema de clasificación de los contenedores de basura, es necesario tener en cuenta que para desechar los residuos en el contenedor correcto el usuario deberá pulsar un mando específico en cuanto su selección de residuos, activando el motor-reductor del mecanismo volteador para desocupar la tolva puesta sobre la banda transportadora en el contenedor correcto.

Del diseño del sistema de control la programación del PLC, muestra el funcionamiento general de la activación de los pulsadores que harán los usuarios en cada piso del edificio mando las señales al sistema de control y sistema de mando para que el *Chute* de basura y sus componentes sean activados de manera correcta y especificada, mostrando las entradas y salidas del sistema.

En la Figura 22 se muestra la edificación civil con el sistema de ductos automatizados, para los cuatro pisos y cuatro apartamentos por piso, el edificio está diseñado con un sótano para

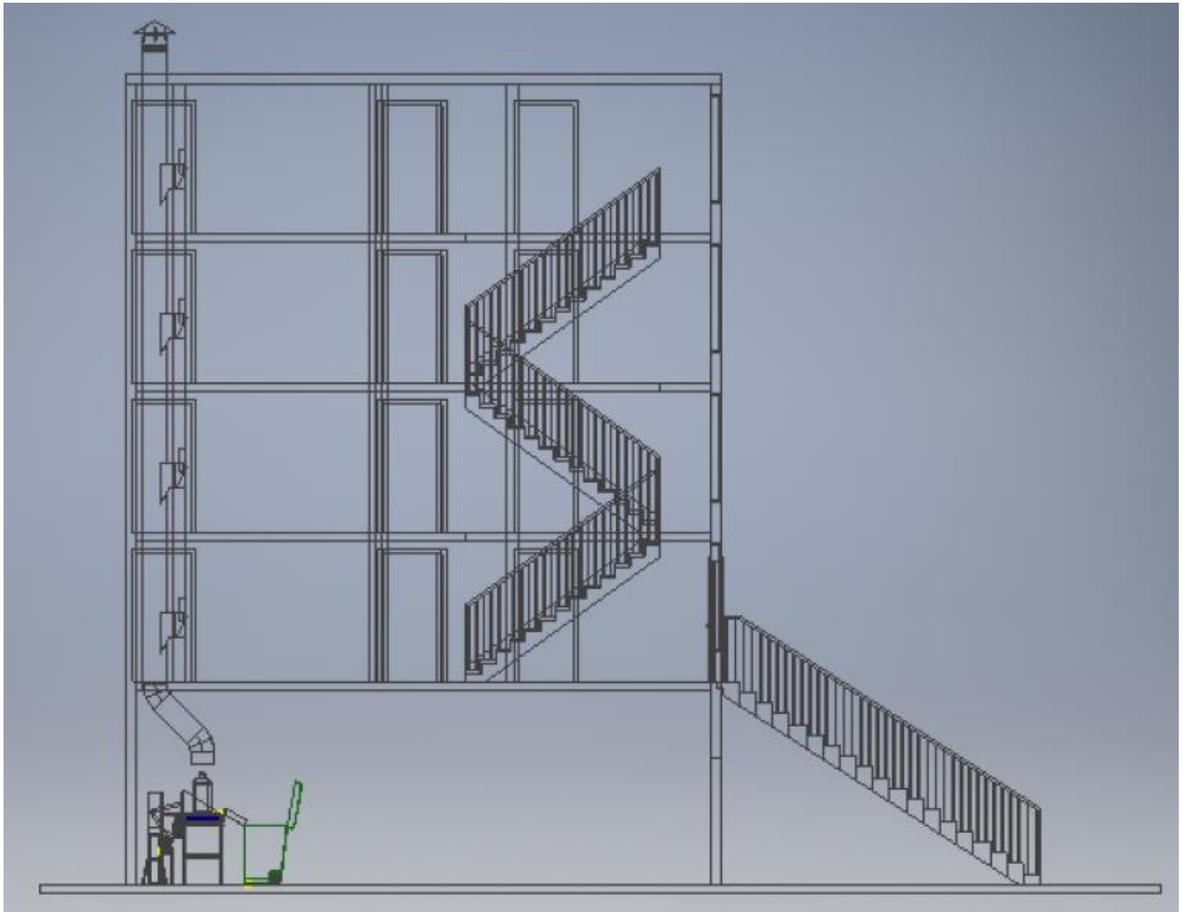


Figura 22. Edificio en obra civil para el sistema de ductos automatizados. (Diseño propio)

5.2 ESTRUCTURA MECÁNICA

Fundamentalmente este sistema está constituido por un sistema que tiene como función transmitir un movimiento sobre la banda transportadora mediante un movimiento mecánico que ara el cambio de posición de la descarga de basura, en sus respectivos contenedores. Este sistema mecánico estará controlado por el PLC programático.

La señal que manda el tablero de control y mando dependerá de su full funcionamiento ya que este depende de la selección que haga el usuario.

La banda transportadora se moverá continuamente y el sistema se arrastrará con fricción por uno de los tambores puestos en uno de los exteriores de las bandas que será accionado por el motor reductor quien recibirá una fuente de alimentación que compone el sistema y el otro tambor seguirá girando obteniendo un retorno a la banda.

El motor reductor es el accionamiento del tambor motriz quien se encargará de mover la cinta y el eje de salida engrana con el eje del tambor motriz de la cinta. El motor reductor del mecanismo volteador es el accionamiento que se encarga de transmitir la potencia en la salida del reductor en conjunto con el piñón y el engrane como se muestra en la Figura 23.

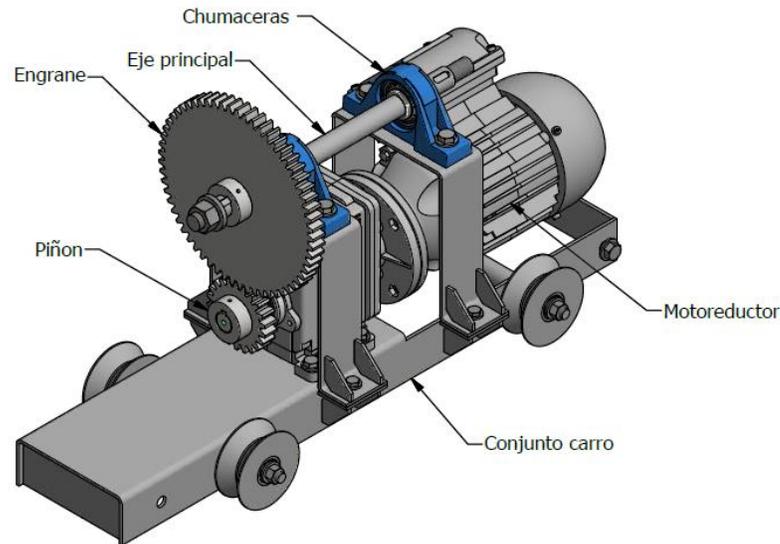


Figura 23. Accionamiento del mecanismo volteador. (Diseño propio)

5.3 MECANISMO VOLTEADOR

Se consideraron varias soluciones para movilizar la carga desde la banda al depósito tales como cilindros hidráulicos o movimientos rotacionales. Sin embargo, la opción del mecanismo volteador de cuatro barras fue implementada debido a la menor cantidad de componentes y el posible menor consumo de energía.

Tiene como función accionarse por un tiempo determinado en conjunto como se muestra en la Figura 24 con el motor reductor y los engranes rectos que aparecen en la parte de afuera, donde el piñón y el engrane ejercen una actuación a cierta velocidad para que la canasta que esta puesta sobre la banda transportadora cumpla con su trabajo de desechar los residuos sólidos en el contenedor correspondiente, a su vez dependiendo de la selección que haya realizado el usuario, por el conjunto de rieles quien se encarga de guiar el motor-reductor y el carro guía, se encargara de movilizar el conjunto hasta su respectivo punto. Sin embargo, en la Tabla 5 se especifica los elementos del mecanismo volteador.

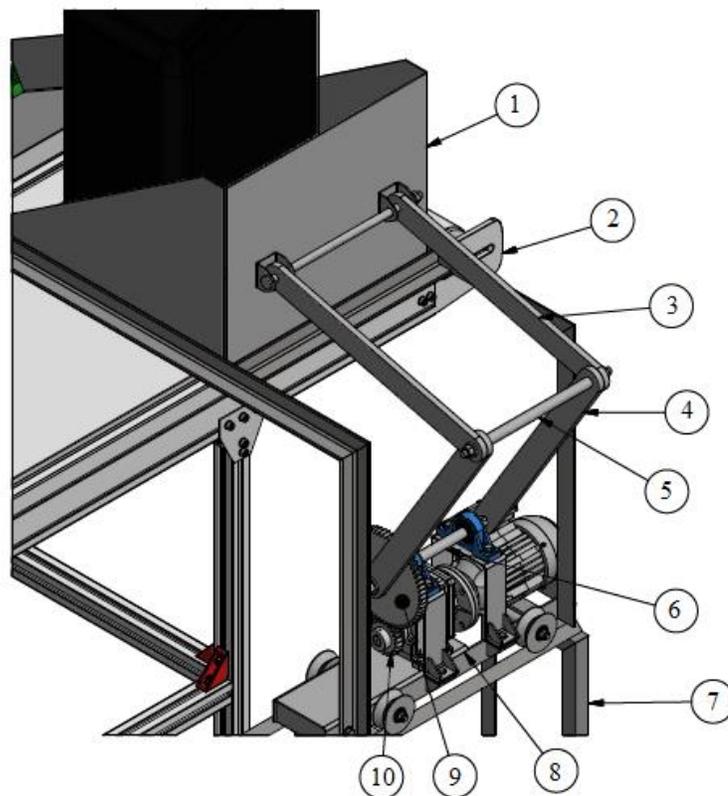


Figura 24. Mecanismo Volteador. (Diseño propio)

ITEM	CANT	ELEMENTO
1	1	Canasta
2	1	Banda Transportadora
3	2	Eslabón 1
4	2	Eslabón 2
5	1	Eje intermedio
6	1	Eje principal de engranes
7	1	Conjunto rieles
8	1	Motor redactor y carro
9	1	Engrane
10	1	Piñón

Tabla 5. Componentes del mecanismo volteador.

En la Figura 25 se encuentra una de las estructuras mecánicas del mecanismo volteador que permite direccionar los residuos sólidos enviados por el ducto de basura y mantenerlos en la canasta para ser desocupados en el contenedor.

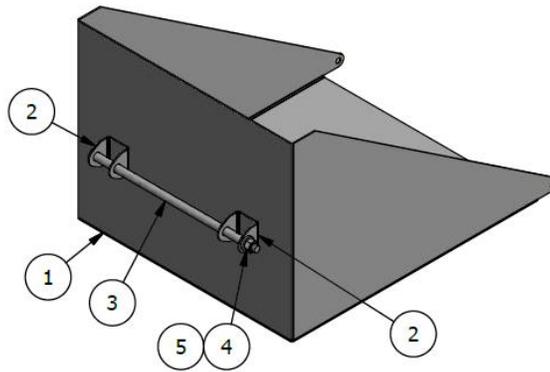


Figura 25. Canasta mecánica del mecanismo volteador. (Diseño propio)

ITEM	CANT	ELEMENTO
1	1	Canasta de volteo – LAM – CAL 12 ASTM A-36 - GALV
2	2	Soporte del eje del pivote – LAM – CAL 12 ASTM A-36 - GALV
3	1	Eje pivote
4	1	Tuerca HEX ϕ 1/2''
5	1	Arandela ϕ 1/2''

Tabla 6. Elementos de la canasta de volteo. (Diseño propio)

El mecanismo volteador tendrá un sistema de cuatro barras como se muestra en la Figura 26 en la parte izquierda en conjunto con el motor reductor, los engranes rectos y la canasta puesta sobre la banda transportadora, el mecanismo de cuatro barras, tiene cuatro eslabones para funcionar de manera que la canasta no tenga desviación, quiere decir que la canasta siempre estará fija en la misma posición sin que esta se salga de la base guía que hace conjunto con el carro guía del motor reductor. Ejercerá una fuerza para accionarse de manera que haga un volteo a la canasta desechando los residuos sólidos en los contenedores correspondiente.

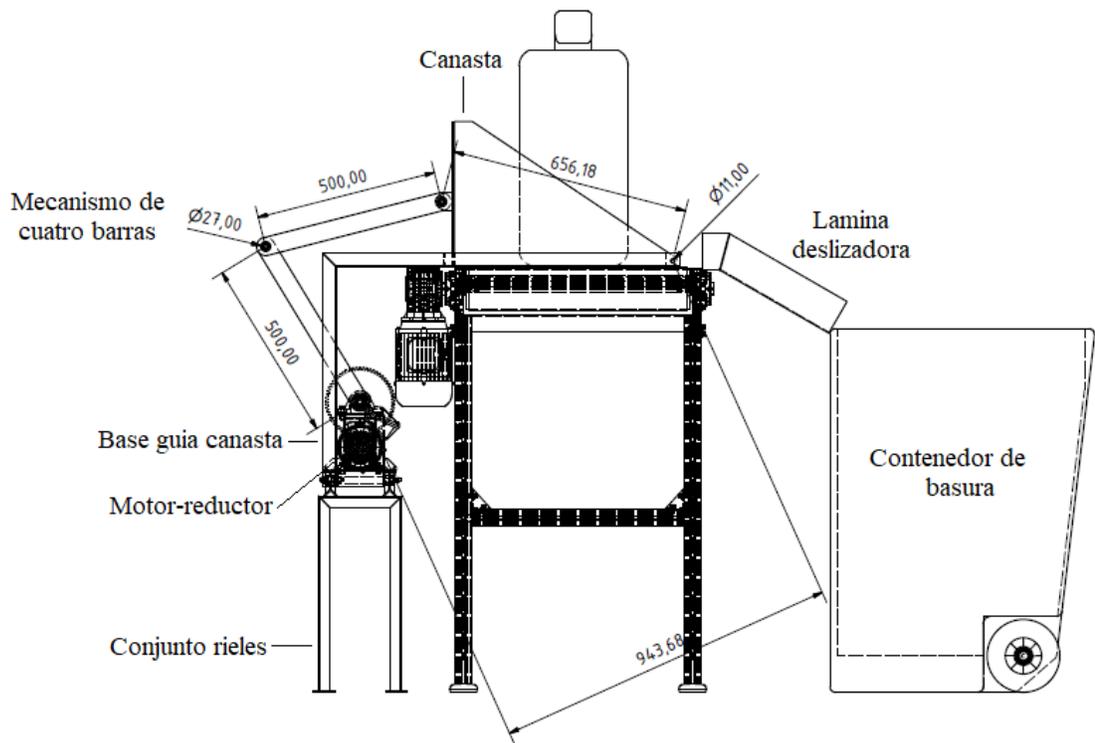


Figura 26. Sistema de cuatro barras. (Diseño propio)

La programación del mecanismo de cuatro barras se realizó por medio de un complemento de SIMULINK de MATLAB llamado Multibody Simscape, en la Figura 27 los enlaces Crank Link (manivela), Connector Link (Enlace coenctor) y Rocker Link (Enlace basculante), Crank Side Base (Base lateral de manivela), Rocker Side Base (Base lateral basculante), son elementos que respresentan el mecanismo de cuatro barras que al ser pulsados en la programación permite darle las características necesarias a acaso uno de los eslabones, se obtienen las gráficas de accionamiento de velocidad, posición y torque al que va a trabajar. Iniciando el diseño en INVENTOR los eslabones azules, eslabón verde y eslabón rojo, de las cotas se obtiene la longitud, el ancho y el diámetro de cada uno de los eslabones.

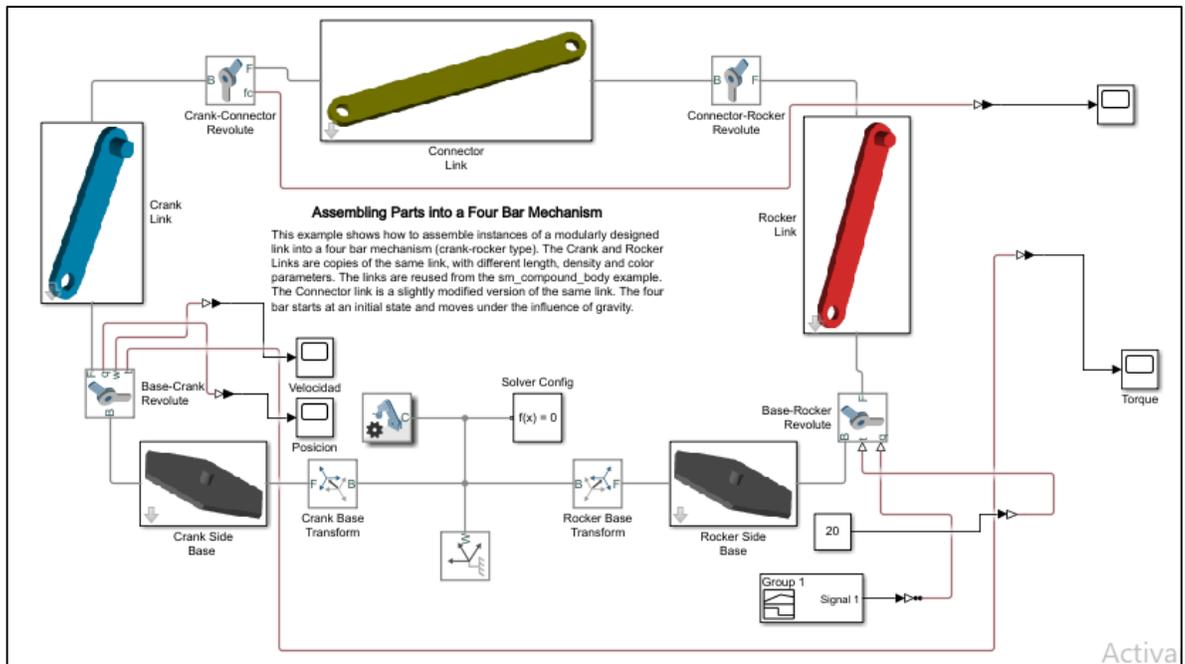


Figura 27. Esquema del mecanismo de cuatro barras. (Matlab)

En la Figura 28 se muestra el eslabón azul que representa a las primeras barras del mecanismo que está conectada de los engranes rectos, principalmente del engranaje, quien dará la velocidad necesaria para que el eslabón ejerza una fuerza conectando con el eslabón verde. Sus parámetros necesarios son Link Density (Densidad del enlace), que se obtiene de los lineamientos del diseño, Link Length (Longitud del enlace), Link Width (Ancho del enlace), Link Thickness (Espesor del enlace), Peg/Hole radius (Radio del agujero) y así para todos los eslabones del mecanismo de cuatro barras.

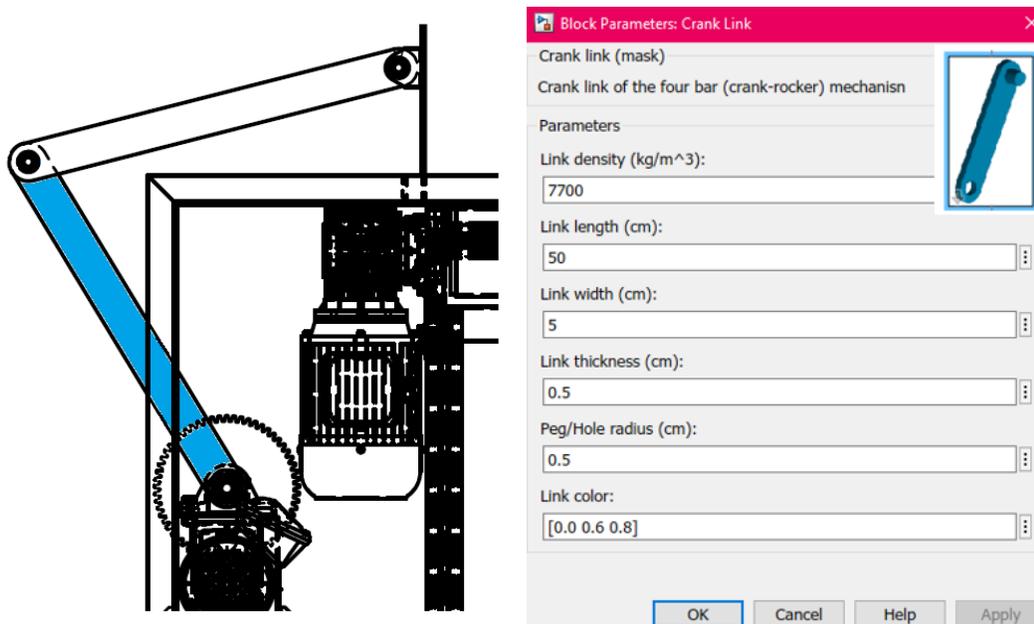


Figura 28. Características eslabón azul. (Diseño propio)

En la Figura 29 se muestra el eslabón verde que conecta con los eslabones azules y la canasta de volteo, dará el empuje al eslabón rojo. Teniendo en cuenta que los eslabones azul y verde tienen las mismas características, ya que para la canasta de volteo pueda girar de manera que los desechos no queden dentro de ella y sean depositados totalmente a los contenedores de basura.

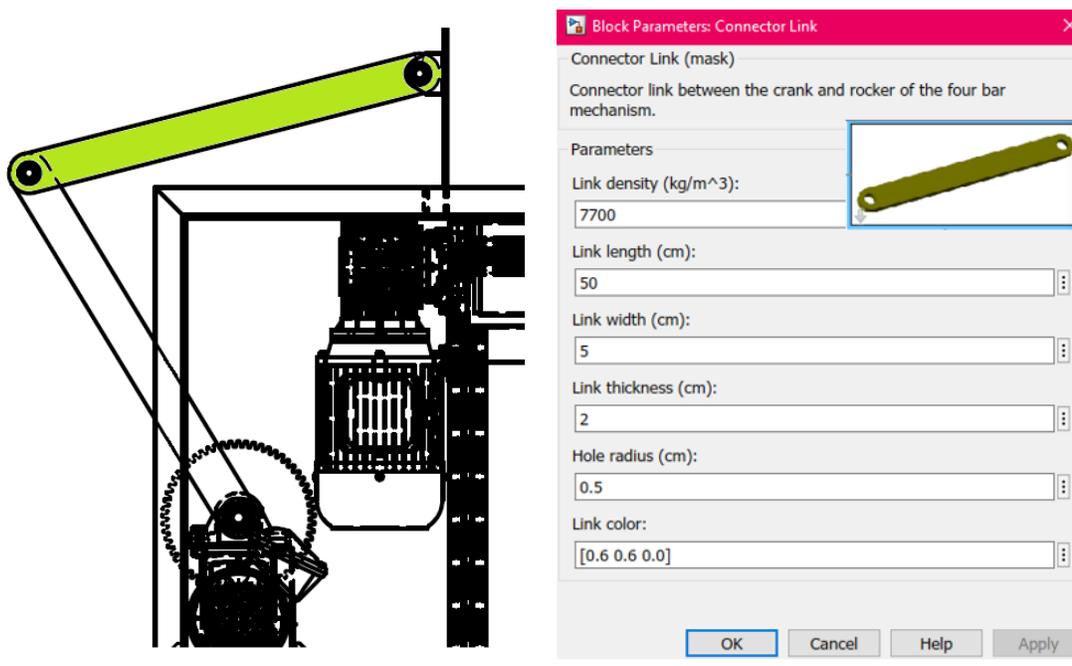


Figura 29. Características eslabón verde. (Diseño propio)

En la Figura 30 se muestra el eslabón rojo que representa finalmente el accionamiento del mecanismo de cuatro barras cumpliendo con desechar los residuos sólidos para una descarga total.

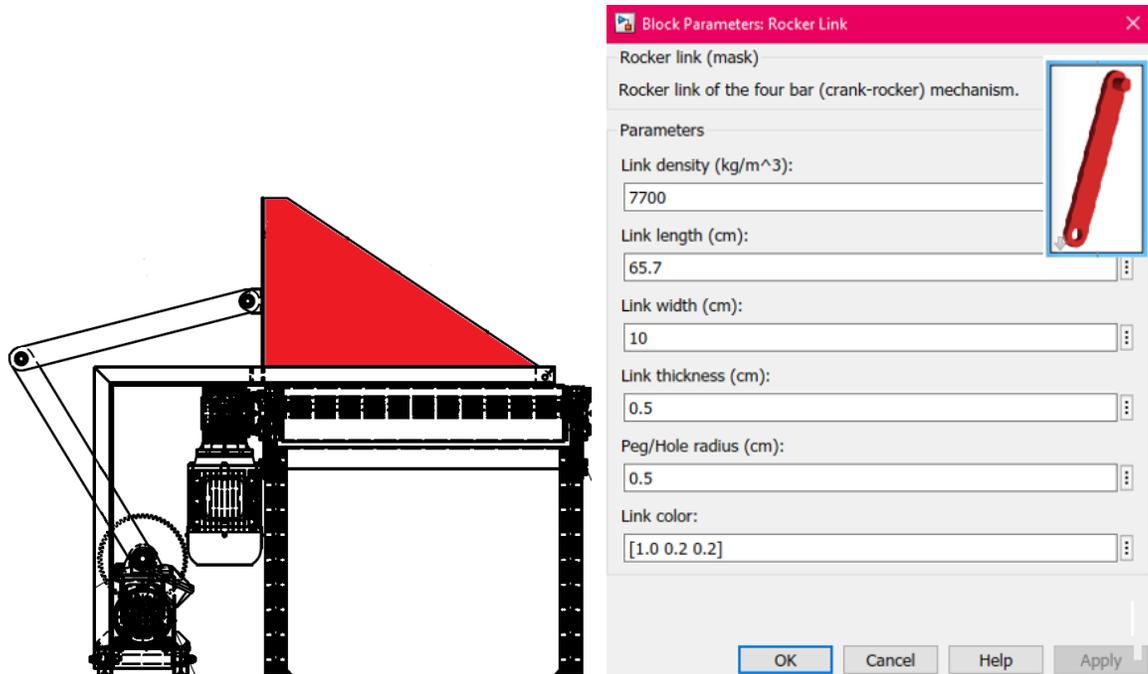


Figura 30. Características eslabón rojo. (Diseño propio)

Como se muestra en la Figura 31, son las bases laterales de la manivela y el basculante, que permiten que los eslabones trabajen con un movimiento que desarrollan fuerzas de muy baja intensidad y transmiten poca potencia con rotación pura, teniendo las mismas características.

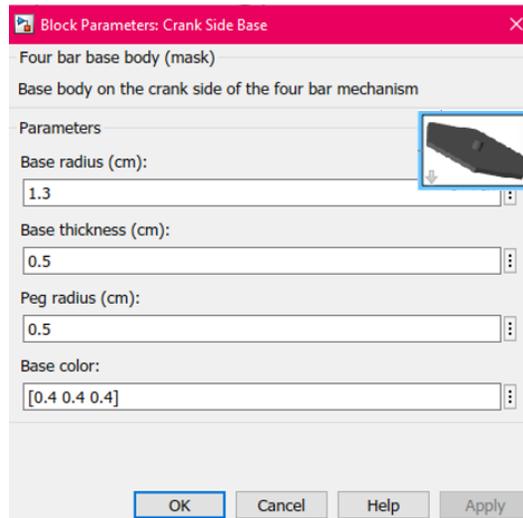
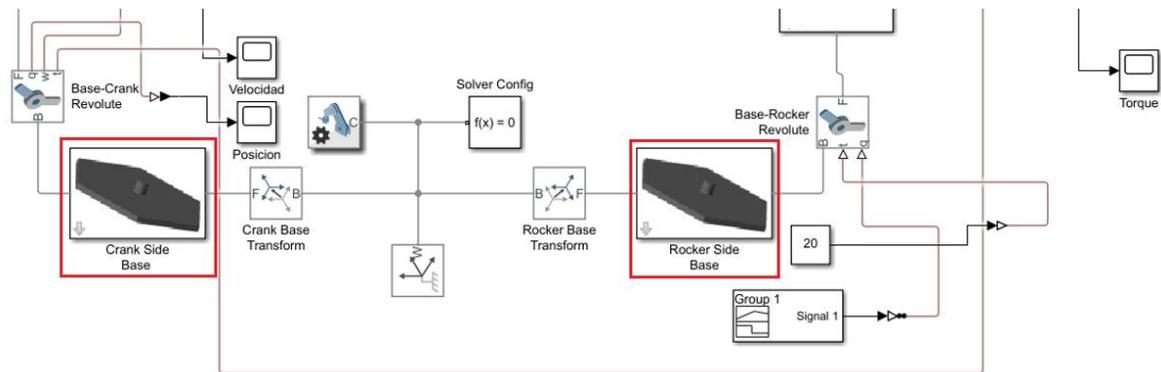


Figura 31. Características bases laterales.

5.4 SISTEMAS DE MANDO Y CONTROL

El esquemático eléctrico está complementado con toda la parte eléctrica del control de mando individual de cada piso. Se hace a través de un sistema el cual está compuesto por, cuatro contactores principales que serán nuestros mandos para cada depósito, un paro de emergencia principal el cual está encargado de cortar el circuito, un relé que se encarga de comunicar la señal para cada contacto de comunicación del circuito, led identificador de referencia el cual nos indica el acceso a nuestra puerta a través de un electroimán y un contador eléctrico el cual se tiene como referencia para habilitar nuestra puerta. Se implementará un tablero de mando el cual será utilizado por los usuarios para seleccionar el tipo de basura correspondiente a través de pulsadores (cada color de los pulsadores corresponde al tipo de basura), como se muestra en la Figura 32, una vez selecciona el tipo de basura se habilitará la puerta que estará controlada por un sistema de seguridad activando un electroimán, el cual dará acceso al ducto de descargue.

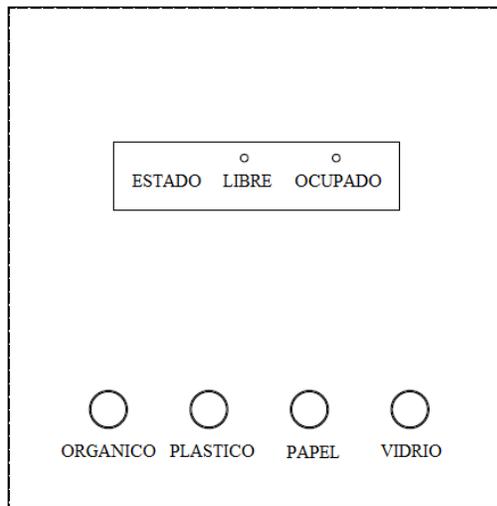


Figura 32. Tablero de mando, puesto en cada piso del edificio.

La basura llegara por la parte inferior del ducto donde caerá a la canasta ubicada sobre la banda transportadora, que a su vez se accionara con ayuda de un motor reductor hasta llegar al punto seleccionado. Cuando la canasta se encuentre en frente del depósito correspondiente se realiza el proceso de descargue y vuelve a su posición inicial este movimiento esta monitoreado usando sensores de proximidad.

El sistema eléctrico y de control estará en el tablero de control en el cual se encuentra principalmente por un PLC que sirve para recibir las señales de los pulsadores y sensores, así como actuar sobre los contactores correspondientes a los motores reductores. También se encuentra un variador el cual regula la velocidad del motor-reductor, un contactor para hacer el respectivo cableado del motor.

El sistema de mando será el conjunto de dispositivos encargados de administrar el comportamiento, con el fin de reducir las probabilidades de fallo y obtener los resultados deseados, quiere decir que el usuario al presionar el pulsador en el tablero de mando, mandara la señal de uso para el resto de los pisos con un indicador luminoso incluyendo el tablero del usuario que pulso.

Además, analizar el tipo de control que se realiza. El control de lazo cerrado necesita una realimentación para actuar, es decir tener sensores de posición y velocidad para implementar una acción a través de un controlador en los motores. Eso es algo que no van a implementar ya que se va a programar el movimiento del motor para cumplir cierto requerimiento de acuerdo al tiempo, por el cual se consideró un control de lazo abierto ya que el motor tendrá un movimiento prescrito, guiado por tiempos predeterminados.

Básicamente lo que se controla con el sistema programable de *Chutes* es únicamente a que depósito se requiere enviar los residuos sólidos, de manera que se le facilite al usuario la selección de los residuos sólidos a su mejor parecer dependiendo su tipo de residuo, y así mismo el mecanismo volteador desocupara en el contenedor correcto.

La programación del PLC se hará con un editor de programa (LD micro) utilizando el lenguaje de programa *LADDER* el cual consiste en indicar mediante los caracteres y tienen tanto bobinas como contactos asociados a las mismas de los tipos vistos en el punto anterior.

5.5 MECANISMO VOLTEADOR

El mecanismo volteador como se muestra en la Figura 33 tiene como función principal moverse desde el punto inicial donde la banda transportadora y el mecanismo están en reposo. Su funcionamiento es sencillo ya que depende de la señal que mande el tablero o sistema de mando para dirigirse directamente al contenedor correspondiente, para su función de volteo es necesario que los eslabones trabajen a la par para que la canasta sea volteada de la manera correcta, sus brazos se accionan de manera segura satisfaciendo los tiempos empleados en la programación del PLC.

El motor reductor estará puesto sobre un soporte principal que a su vez estará guiada por un soporte carro, que al accionarse se moverá completamente el mecanismo con todos sus componentes, Además tiene un conjunto de rieles para movilizar el mecanismo de acuerdo con el movimiento de la banda.

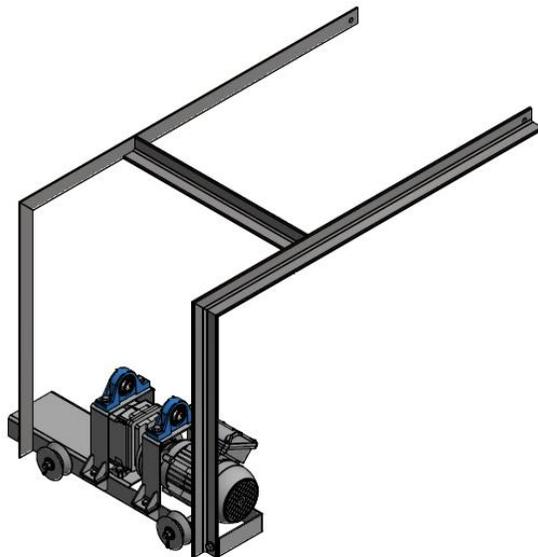


Figura 33. Mecanismo Volteador (Diseño propio)

5.6 BANDA TRANSPORTADORA

Como se muestra en Figura 34 la banda transportadora estará en conjunto con otros elementos, como el mecanismo volteador que al moverse la banda este mismo se moverá, una lámina deslizadora que cumple con permitir que los residuos sólidos sean completamente vaciados en el contenedor y por último los contenedores de basura. Su funcionamiento depende de la velocidad a la que gira el motor reductor y los engranes restos conectados directamente a los eslabones que permiten que el mecanismo voltee de manera adecuada, sin embargo, la banda transportadora se moverá para el lado correspondiente y se devolverá al punto de la misma manera.

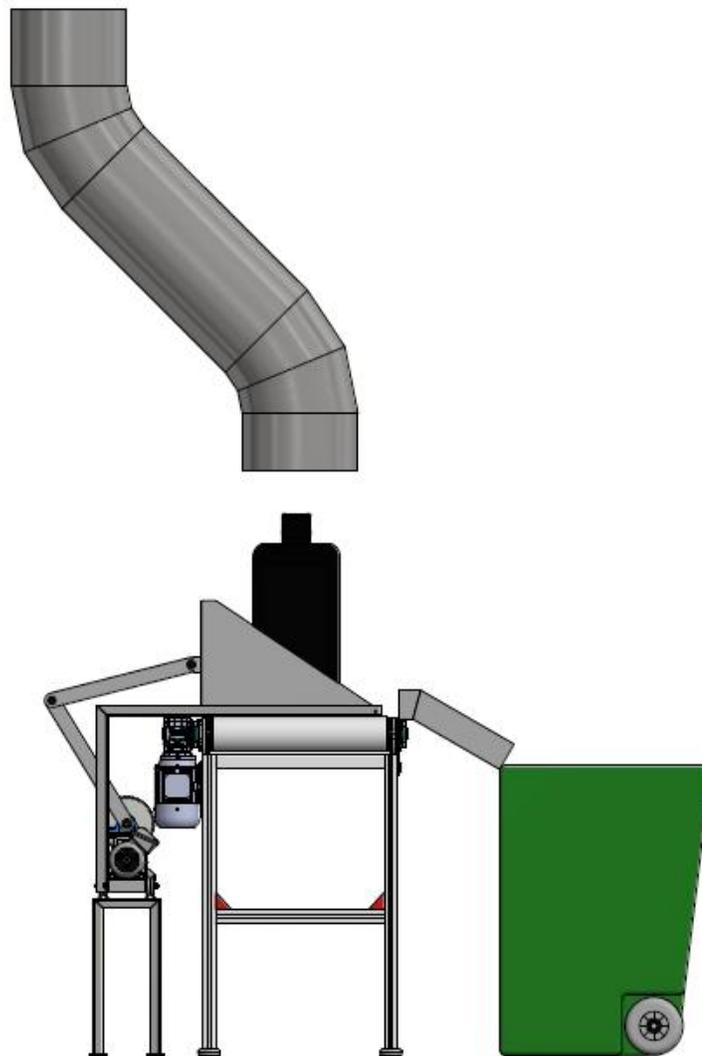


Figura 34. Banda transportadora en conjunto de sus elementos. (Diseño propio)

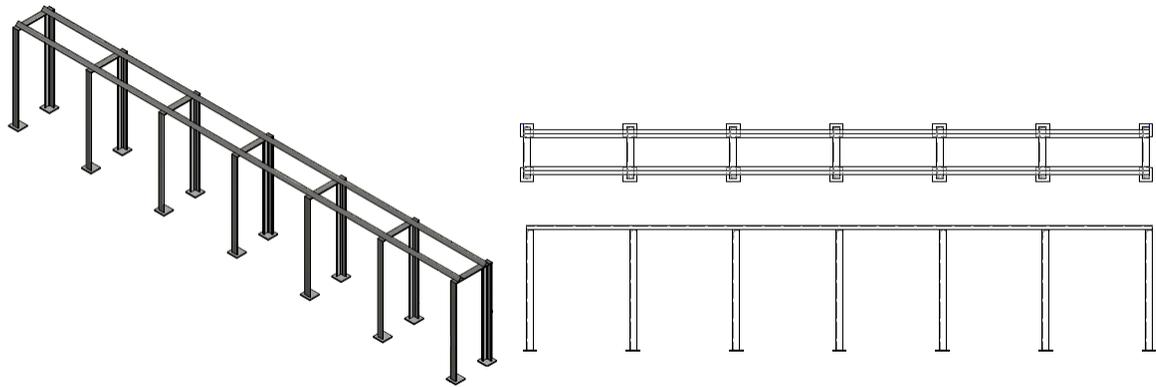


Figura 35. Componente más lejano de la banda transportadora. (Diseño propio)

La banda transportadora se moverá de acuerdo a tiempos establecidos para evitar el uso de sensores adicionales. Además, las distancias a los contenedores permiten realizar un control de velocidad y tiempo para posicionar la canasta.

6. DESARROLLO DEL PROYECTO RESULTADOS Y ANALISIS

6.1 ESTUDIO DE LA CAPACIDAD

En los edificios los usuarios deben corresponder al manejo del basuras y reciclajes de bolsas diferentes para un proceso de separación de residuos y reciclaje, para que cuando se depositen lo hagan en el contenedor correcto seleccionado esto con el fin de un buen manejo en el *Chute*. Estableciendo tres parámetros importantes como la consideración de 4 tipos de desecho (como ejemplo se seleccionó Orgánico, Platico, Papel y Vidrio), cualquier desecho fuera de especificación o dimensiones pueden afectar el funcionamiento y los tamaños de los depósitos dependen de la frecuencia en la que se escoge los residuos sólidos.

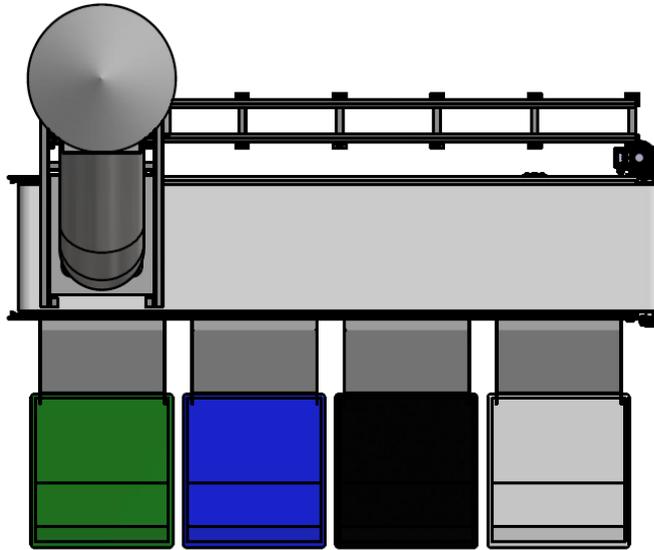


Figura 36. Contenedores, ensamble general. (Diseño propio)

Existen varios tipos de residuos entre los más usados en un edificio residencial y teniendo en cuenta la prioridad, los desechos como el orgánico son uno de los residuos sólidos más utilizados por la humanidad y más desechados de manera permanente por ende es el contenedor principal que estará en conjunto con la banda transportadora y el *Chute* de basura.

6.1.1. CONTENEDOR ORGANICO – COLOR VERDE

El contenedor verde solo sirve para depositar material orgánico o residuos sólidos, sin embargo, estos contenedores de color verde son los más habituales en cualquier parte ya que los usuarios hacen su mayor depósito en estos. A su vez también se deposita residuos biodegradables que se descomponen, ver Tabla 7.

El reciclaje orgánico o los desechos de residuos sólidos son de mayor elaboración biocombustible a partir de las semillas y fruta seca, para crear alternativas sostenible y baratas obteniendo la fabricación de un combustible de origen fósil. Para evitar malos olores en los contenedores orgánicos la descomposición de la basura orgánica normalmente se entierran las semillas de las frutas o verduras ya que este tiene una mayor descomposición rápida.

DESECHOS	NO DESECHABLES
Restos de vegetales	Polvo de barrer
Restos de animales (comida)	Hilo dental
Restos de café	Algodón
Alimentos	Cenizas
Servilletas de papel	Toallas
Papeles engrasados de contenido alimenticio	
Desperdicios	

Tabla 7. Desechos y no desechos del contenedor orgánico.

6.1.2. CONTENEDOR PLASTICO – AZUL

En este contenedor solo se depositan plásticos, latas, envases plásticos y envases metálicos, con el fin de reutilizarlos como materia prima para un nuevo modelamiento, limpiando los desechos con productos químicos, ver Tabla 8.

Las latas de aluminio y plásticos son desechos de mayor contaminación, pero a su vez su reciclaje es útil para ahorrar energía y evitar emisiones de carbono, así como las bolsas plásticas también son desechos de mayor contaminación ya que estos toman cierta parte de ríos, calles, rutas, el mar, etc.

DESECHOS	NO DESECHABLES
Latas y bebidas	Cintas magnéticas
Bandeja de aluminio	Juguetes
Leche, batidos, vino	Cepillos
Productos de limpieza	Tuberías (PVC)
Colonias	Pañales
Bolsas de plásticos	Persianas
Botellas de aerosol	Electrodomésticos

Tabla 8. Desechos y no desechos del contenedor plástico.

6.1.3. CONTENEDOR PAPEL – GRIS

Este tipo de residuos pueden llegar a ocupar mucho espacio dentro del contenedor y para un menor espacio se debería cortar o plegar correctamente las cajas para permitir disminuir su tamaño para así poder depositarla en el contenedor y obtener un menor volumen, ya que sus formas originales ocupan un volumen total del contenedor dependiente de su tamaño, ver Tabla 9.

DESECHOS	NO DESECHABLES
Periódicos y revistas	Restos de medicamentos
Papel de envolver	Papeles plastificados
Cajas de cartón	Papeles aluminio
Bolsa de papel	Material metálico de cuadernos
Sobre, Facturas	Pañales
Paquetes de cartón	Papel manchado e aceite
Cajas de huevos	Servilletas

Tabla 9. Desechos y no desechos del contenedor papel.

6.1.4. CONTENEDOR VIDRIO – BLANCO

Estos residuos solo se debe depositar vidrio, junto con esa categoría no se debe depositar cerámica o porcelana, metálicos ni plásticos ya que son materiales muy parecidos o casi iguales al vidrio.² Para el depósito de botellas o tarros de vidrio hay que quitarles el tapón y reciclarlo en el contenedor correspondiente según sea el material, de esta forma el vidrio llegara directamente al procesamiento sin tener que limpiar la botella, ver Tabla 10.

² La integridad de este tipo de desechos no se considera importante ya que solamente se menciona como ejemplo de separación.

DESECHOS	NO DESECHABLES
Botella de vidrio	Espejos
Botellas de bebida	Cerámica
Frascos de vidrio	Cristales
Conservantes	Frascos de medicamentos
Cosméticos	Bombillas
Frascos de mermelada	Restos de varilla
Recipientes de vidrio	Jarrones o porcelanas

Tabla 10. Desechos y no desechos del contenedor vidrio.

Para saber las capacidades de volumen en basura que se va a depositar en cuatro tipos de contenedores, es necesario saber las dimensiones de los contenedores como se especifica en la Figura 37 y

Tabla 11.

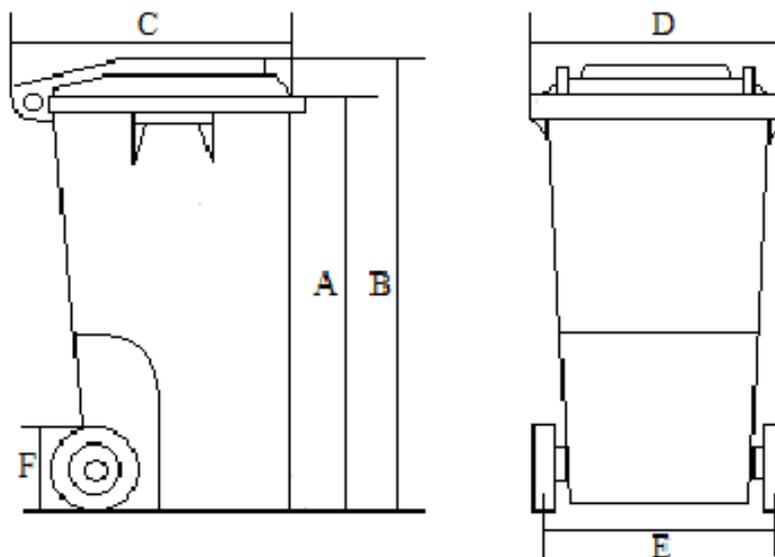


Figura 37. Dimensiones de los contenedores de reciclaje.

(<http://www.sulo.cl/es/productos/contenedores-de-carga-trasera/citybac-de-2-ruedas.html>)

MEDIDA	DEPOSITO	DEPOSITO	DEPOSITO
	120 (L)	240 (L)	360 (L)
[A] Alto sin tapa	90,5 cm	100cm	102cm
[B] Alto total	96 cm	108cm	109,5cm
[C] Largo	86cm	79cm	85cm
[D] Ancho total	48cm	58cm	62cm
[E] Ancho de rueda a rueda	48,5cm	67cm	55cm
[F] Diámetro rueda	20 cm	20 cm	20 cm
Carga útil	50 kg	100 kg	100 kg
Peso	9,6 kg	13,5 kg	19 kg

Tabla 11. Especificaciones y dimensiones de los contenedores de basura.
(<http://www.sulo.cl/es/productos/contenedores-de-carga-trasera/citybac-de-2-ruedas.html>)

6.1.5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE BASURA GENERADA POR EL EDIFICIO

Cada habitante genera diferente cantidad de basura dependiendo cuantas personas habiten dentro del apartamento, la edad, si hay menores de edad o no, etc. Se tiene como promedio general que una persona estará a diario en el hogar y produce en Colombia 0.32 kg/día máximo 1,2 kg/día de basura, se utilizará este factor para calcular la cantidad de basura que se produce en el edificio (Uaesp_Bogotá, 2012).

El edificio en estudio tiene cuatro (4) apartamentos por piso en los cuatro (4) pisos, obteniendo un total de dieciséis (16) apartamentos. Como estos apartamentos son de un dormitorio dos por cada uno, dependiendo los habitantes, podrán albergar un máximo de dos personas a cuatro personas por apartamento, por lo que el máximo número de ocupantes en el edificio se estima de sesenta y cuatro (64) personas.

Entonces:

T_p → Total, de personas en el edificio

P_b → Producción de basura por persona

C_b → Capacidad total de basura por día en de 0,32 kg/personas

$$C_b = T_p \cdot P_b \quad \text{Ec. 15}$$

Se calcula la basura generada para 3 días en caso de inconvenientes de los usuarios, entonces con la capacidad total de basura por día se tiene que:

$$C_b \cdot 3 \text{ días} \quad \text{Ec. 16}$$

La densidad de basura en Bogotá es de 200 - 300 kg/m³, dato necesario para calcular el volumen de basura producido y saber cuántos receptáculos se necesitan.

$$V_{basura} = \frac{C_b}{250 \frac{kg}{m^3}} \quad \text{Ec. 17}$$

En la

Tabla 12 se hace el cálculo de capacidad de basura para una familia conformada por cuatro personas, simulando que el edificio tendrá 64 personas para generar 0,32 Kg de basura diariamente.

CALCULO DE CAPACIDAD DE BASURA		
Pisos del edificio	4	Pisos
Apartamentos por cada piso	4	Apart
Total personas por piso	16	T - Apart
Familia por apartamento	4	Personas
Total de personas en el edificio	64	Personas
Producción de basura por persona	0,32	Kg

Tabla 12. Datos para capacidad de basuras con la cantidad de pisos, apartamentos y 4 personas por familia. (<https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/88581/D-79978.pdf>)

Por día generan diferentes cantidades de basura y dependiendo cada cuanto la familia deposita la basura se sabrá cuanta basura al día se deposita y cada tres días, sin embargo, se sabrá el volumen que ocuparan dentro del contenedor de basura correspondiente teniendo en cuenta que el volumen por los contenedores es diferente como se muestra en Tabla 13.

TABLA DE CAPACIDADES DE LOS DEPOSITOS DE BASURA				
CONTENEDOR	120 (L)	240 (L)	360 (L)	Unidades
Carga útil del contenedor	50	100	100	Kg
Producción de basura por persona	0,32	0,32	0,32	Kg/Día
Basura por familia	1,28	1,28	1,28	Kg /Familia
Total de basura generada en edificio	20,48	20,48	20,48	Kg/Día/Ed
Capacidad restante para el llenado	29,52	79,52	79,5	Kg
Basura generada por 3 días en el edificio	61,44	61,44	61,44	Kg / 3Dias- Ed
Volumen total de la basura	0,0819	0,0819	0,0819	m3/Día

Tabla 13. Datos de los cálculos para la cantidad de pisos, apartamentos y 4 personas por familia.

En la Tabla 14 se calcula para un núcleo familiar de tres personas simulando que el edificio tendrá 48 personas en total y se genera 0,32 Kg de basura diariamente como se mencionó anteriormente.

CALCULO DE CAPACIDAD DE BASURA		
Pisos del edificio	4	Pisos
Apartamentos por cada piso	4	Apart
Total personas por piso	12	T - Apart
Familia por apartamento	3	Personas
Total de personas en el edificio	48	Personas
Producción de basura por persona	0,32	Kg

Tabla 14. Datos para capacidad de basuras con la cantidad de pisos, apartamentos y 3 personas por familia.

Por día generan diferentes cantidades de basura y a su vez se sabe la cantidad de volumen que ocupan, así mismo se podrá notificar, cada cuanto se puede hacer el desecho de los residuos en los carros de basura; Esto para ver cada cuanto día se llenan los contenedores ocupando el volumen total. Como se muestra en la Tabla 15 el volumen ocupado diariamente, disminuye por la cantidad de personas que hay por familia.

TABLA DE CAPACIDADES DE LOS DEPOSITOS DE BASURA				
CONTENEDOR	120 (L)	240 (L)	360 (L)	Unidades
Carga útil del contenedor	50	100	100	Kg
Producción de basura por persona	0,32	0,32	0,32	Kg/Día
Basura por familia	0,96	0,96	0,96	Kg /Familia
Total de basura generada en edificio	15,36	15,36	15,36	Kg/Día/Ed
Capacidad restante para el llenado	84,64	84,64	84,64	Kg
Basura generada por 3 días en el edificio	46,08	46,08	46,08	Kg / 3Dias- Ed
Volumen total de la basura	0,0614	0,0614	0,0614	m3/Día

Tabla 15. Datos de los cálculos para la cantidad de pisos, apartamentos y 3 personas por familia.

En la Tabla 16 se calcula para un núcleo familiar de dos personas simulando que el edificio tendrá 32 personas en total y se genera 0,32 Kg como el resto de los cálculos anteriormente.

CALCULO DE CAPACIDAD DE BASURA		
Pisos del edificio	4	Pisos
Apartamentos por cada piso	4	Apart
Total personas por piso	8	T - Apart
Familia por apartamento	2	Personas
Total de personas en el edificio	32	Personas
Producción de basura por persona	0,32	Kg

Tabla 16. Datos para capacidad de basuras con la cantidad de pisos, apartamentos y 2 personas por familia.

El cálculo para las dos personas por apartamento de los cuatro pisos del edificio, es para saber qué tan poca cantidad de basura pueden generar diariamente, sabiendo que familias de dos miembros no siempre depositan la basura diariamente si no a medida que puedan. En la Tabla 17 se observa que la familia conformada por dos personas no genera un volumen necesario para desocupar los contenedores diariamente, teniendo en cuenta que pueden haber familias de en el edificio que conforman más de un núcleo familiar de dos personas, quiere decir que

la cantidad máxima de personas que habrán en el edificio serán 64 personas o más y de igual manera no todos los apartamentos tendrá la misma cantidad de personas.

TABLA DE CAPACIDADES DE LOS DEPOSITOS DE BASURA				
CONTENEDOR	120 (L)	240 (L)	360 (L)	Unidades
Carga útil del contenedor	50	100	100	Kg
Producción de basura por persona	0,32	0,32	0,32	Kg/Día
Basura por familia	0,64	0,64	0,64	Kg /Familia
Total de basura generada en edificio	10,24	10,24	10,24	Kg/Día/Ed
Capacidad restante para el llenado	39,76	39,76	39,76	Kg
Basura generada por 3 días en el edificio	30,72	30,72	30,72	Kg / 3Dias- Ed
Volumen total de la basura	0,0409	0,0409	0,0409	m3/Día

Tabla 17. Datos de los cálculos para la cantidad de pisos, apartamentos y 2 personas por familia.

6.2 SELECCIÓN DUCTOS Y ANCLAJES

El área transversal de un ducto de basura debe tener un mínimo de $0.20m^2$ datos establecidos por los catálogos generales. Por ende, el ducto tiene un diámetro interior de 0,40m. Esta área transversal se estableció según los parámetros del diseño en el software (CAD) y los datos específicos generales, para la construcción del ducto, teniendo en cuenta el volumen de la basura promedio que se va a depositar sobre el ducto. De esta manera se limita la posibilidad de arrojar desechos que no son considerados domésticos por el ducto.

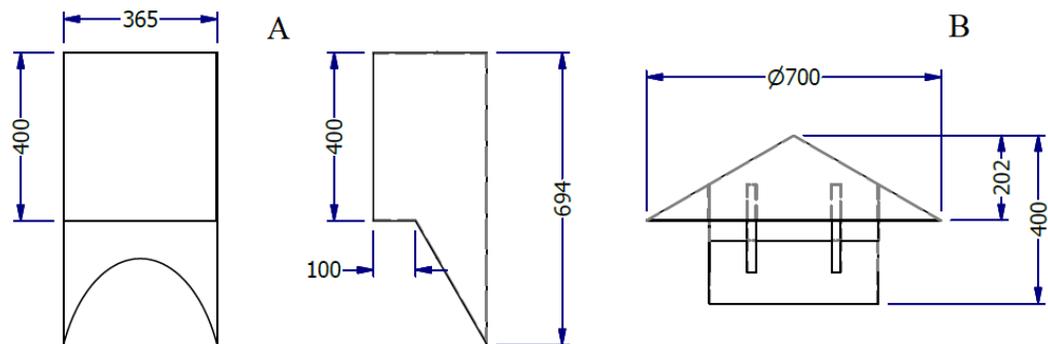


Figura 38. Puerta o tolva de descarga de basura. (Diseño propio)

Como se muestra en la Figura 38 el conjunto A de la puerta o tolva de descarga de basura está diseñada para un dimensión de la bolsa de máximo 42cm para ser desechada por el ducto de basura y la pieza B es la tapa que esta puesta en la parte superior del ducto para el sistema de ventilación .

El ducto para los cuatro (4) apartamentos de los cuatro pisos (4), será del mismo diámetro de 0,40m el cual será desde el último piso incluyendo el sistema de ventilación en la parte superior del ducto, hasta el sótano donde va a estar el depósito de basura con sus especificaciones en los diferentes contenedores como se muestra en la Figura 36.

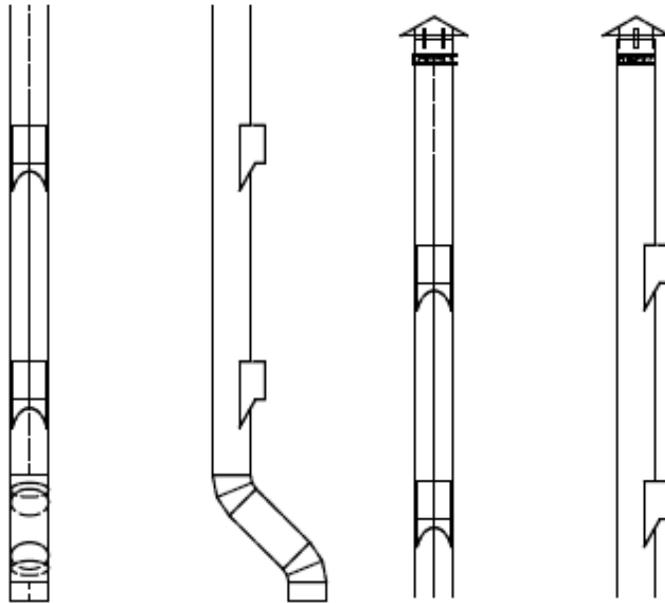


Figura 39. Ducto de basura con sistema de ventilación. (Diseño propio)

Como se muestra en la Figura 39 la plancha de acero galvanizado con que serán fabricados los ductos tendrán un espesor de 2 mm, al finalizar el ducto habrá un codo de 45° para reducir la velocidad a la que bajará la basura o los desechos, estará unido con un ducto recto nuevamente para darle dirección a la basura junto con un codo de 60° y ser depositado en el mecanismo volteador.

6.2.1. CALCULO DE LA VELOCIDAD DE LA BASURA

Con el fin de estimar la velocidad de caída de los desechos al final de chute, se puede calcular la velocidad en función de la altura considerad para cada piso. Cabe recordar que se colocará una desviación con un ángulo para reducir la velocidad. Esta reducción se obtiene alterando la componente rectangular de la velocidad final calculada.

En el ducto para el edificio de cuatro (4) pisos y cuatro (4) apartamentos la velocidad máxima que puede alcanzar la bolsa de basura para cada piso es de dependiente de la altura del piso desde el primer piso hasta el último piso, quiere decir que si se desea saber la altura del segundo piso del edificio deberá ser tomada en cuenta la altura del primer piso y así con todos los pisos del edificio) y la gravedad (aceleración) a la que caerá.

Entonces:

$$v_p = \sqrt{2gh_{apt}} \quad \text{Ec. 18}$$

h_{apt} → Altura de cada piso del edificio

g → Gravedad de $9,8 \text{ m/s}^2$

v_p → Velocidad a la que caerá la bolsa de basura

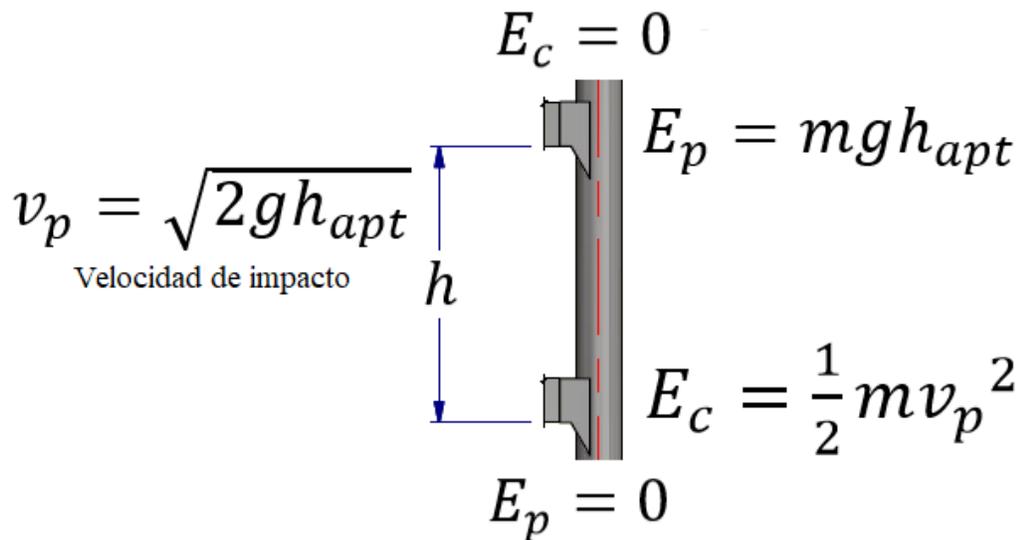


Figura 40. Velocidad de impacto de los residuos sólidos. (Diseño propio)

Como se muestra en la Figura 40 al comienzo toda la energía es potencial y la velocidad final no depende de la masa, y la energía cinética es cero y que no se produce a causa de un movimiento dependiente de la masa o velocidad. La energía cinética final es el resultado justo, antes del impacto y la energía potencial es cero ya que no se encuentra en estado gravitacional.

La energía potencial cumple con la posición para realizar el trabajo como consecuencia misma de su posición en estado gravitacional, exactamente la energía potencial gravitacional, también la energía potencial magnética o eléctrica.

$$E_p = mgh_{apt} \quad \text{Ec. 19}$$

Donde:

m → Es la masa de la basura

g → Gravedad de $9,8 \text{ m/s}^2$

h_{apt} → Altura de cada piso del edificio

La energía cinética es la energía de movimiento que depende de la masa y la velocidad del mismo, que al ser chocado con otro objeto genera un trabajo y una fuerza.

$$E_c = \frac{1}{2}mv_p^2 \quad \text{Ec. 20}$$

Las bolsas de basura al ser depositas por el ducto descenderán a una velocidad máxima ya que por su peso y gravedad están quedan en caída libre. Cabe entender que, si es mayor el peso de la basura, más rápido será la velocidad, no necesariamente el impacto es considerado por el peso de la basura o la velocidad, simplemente caerá de manera gravitacional impactando sobre la canasta.

PISO	1	2	3	4
ALTURA (m)	2,5	5	7,5	10
MASA (Kg)	0,32	0,32	0,32	0,32
VELOCIDAD (m/s)	7	9,90	12,13	14
ENERGIA POTENCIAL (J)	7,84	15,69	23,54	31,39
ENERGIA CINETICA (J)	7,84	15,69	23,54	31,39

Tabla 18. Velocidad de la bolsa de basura al caer en la canasta.

Los resultados de la Tabla 18, la masa es la cantidad de basura generada diariamente, para ello se utiliza, ya que de su valor depende la velocidad en la que cae la basura por el ducto a la canasta puesta sobre la banda y la velocidad se calcula de tal manera que la altura desde el piso al cuarto de basura será diferente para cada piso del edificio. A su vez, la energía potencial gravitacional y energía cinética son valores iguales para cada uno de estos elementos ya que permiten un proceso de trabajo – energía para un planteamiento útil de conservación de energía en procesos mecánicos, esto quiere decir que la energía se transforma en energía de impacto ya que los desechos al ser depositados caerán a gran velocidad y pueden romper la basura (no todos los desechos o basura se pueden romper o deformar), por tal razón se diseñó la canasta puesta sobre la banda transportadora para que los desechos no se desvíen y sea descargado en el contenedor totalmente.

Para certificar que la energía afecta los componentes del mecanismo o la carga en general, se determina que se rompe la basura dependiendo sus características (Orgánico, Papel,

Plástico, Vidrio y Metal). En este caso se hace una comparación de la energía de deformación/rotura de un material como vidrio y metal.

Un análisis sencillo para completar la comparación de la energía de deformación/rotura de un material como vidrio y metal, se identifican las capacidades de una bolsa para los desechos como se muestra en la Figura 41 y la Tabla 19 son datos específicos para bolsas de gran utilidad y acoples al volumen o área necesaria para ser usadas, con gran resistencia a los materiales a transportar.

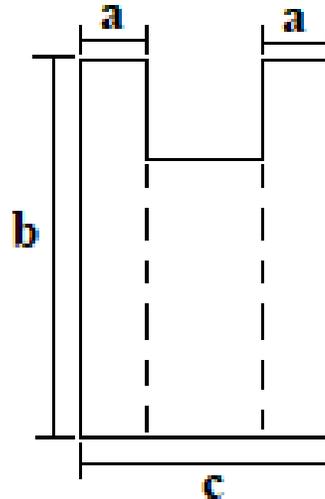


Figura 41. Bolsa de basura para los residuos sólidos. (<https://www.abc-pack.com/noticias/ensayos-especificos-sobre-envase-para-uso-alimentario/fig-1-esquema-de-dimensiones-de-una-bolsa-tipo-camiseta/>)

	BOLSA GRANDE	BOLSA MEDIANA	BOLSA PEQUEÑA
Ancho (cm)	35	26,5	19
Alto (cm)	44	30	22,5
Fuella - pliegue (cm)	15	12	10
Capacidad (L)	20	17	6,5
Área (m ²)	0,02	0,017	0,0065

Tabla 19. Dimensiones de bolsa de basura.

Para los mecanismos la deformación cumple con presentar el esfuerzo que modifica el comportamiento mecánico aumentando la resistencia y reduciendo la ductilidad, en otro plano la rotura también reduce su ductilidad y la tenacidad de fractura. En las siguientes formulas se determinará el módulo de elasticidad, la tensión ejercida sobre el área transversal de la bolsa y la deformación que tendrán los materiales (Vidrio y Metal).

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

Donde:

σ → Es la tensión ejercida que se denota como fuerza (F) sobre el área transversal (A)

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

ε → Deformación que se denota como relación entre el cambio de la longitud (l_f) con respecto a la longitud inicial (l_i)

$$\varepsilon = \frac{l_f - l_i}{l_i}$$

Teniendo en cuenta que la relación de longitudes es a partir del piso del edificio donde se desee depositar los desechos a la longitud final donde sean descargados, esto significa que la longitud final es la parte donde se encuentra la desviación de velocidad del ducto en conjunto con la canasta puesta sobre la banda transportadora.

	PISO 1	PISO 2	PISO 3	PISO 4
Área de la bolsa (m3)	0,02	0,02	0,02	0,02
Longitud l_i (m)	2,10	2,10	2,10	2,10
Longitud l_f (m)	2,5	5	7,5	9,8
Fuerza (N)	3,12	3,12	3,12	3,12
Deformación (m/m)	0,4	2,9	5,4	7,7
Tensión ejercida (N/m2)	156	156	156	156
Módulo de elasticidad (Pa)	819	112,97	60,67	42,54

Tabla 20. Capacidades de los materiales vidrio y metal.

En la Tabla 20 se determina los esfuerzos que representan el impacto de rotura que tendrá la basura en cada piso del edificio, siendo la energía cinética mayor a la energía que se presenta en la zona elástica, plástica y la ductilidad, quiere decir que, entre el piso tengo una menor longitud, el módulo de elasticidad será mayor con la misma fuerza, ya que es un límite de capacidad de volumen que tendrá la bolsa. Sin embargo hay materiales aparte que tienen un comportamiento elástico a causa de la relación entre la tensión y la deformación tal como se muestra en la Figura 42 donde las deformaciones se restablecen completamente eliminando la carga o la fuerza actuante. La tensión de rotura generalmente solo se utiliza para elementos o componentes estructurales que sean estáticos dúctiles, ya que estos determinan el límite elástico con un control de calidad para ser medido fácilmente.

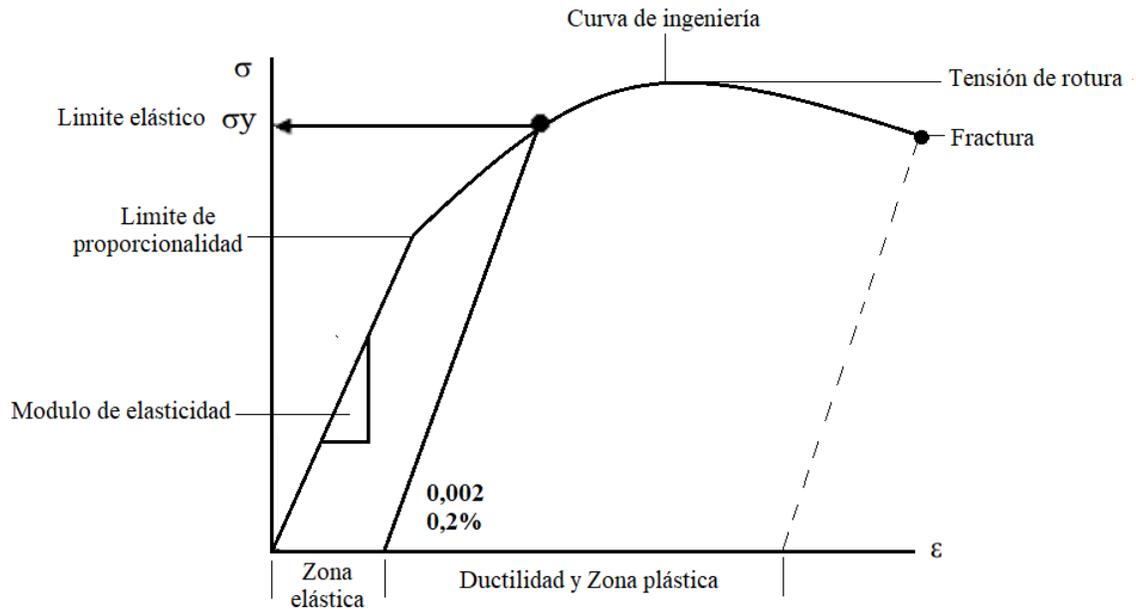


Figura 42. Grafica esfuerzo en función de la deformación.

6.3 SELECCIÓN BANDA TRANSPORTADORA Y MOTOR REDUCTOR

En el esquemático la clasificación de cada contacto el cual va estar programado con un *PLC*, teniendo un orden clasificado, el funcionamiento del sistema el cual está en el programa de *FLUID-SIM*. La visualización de todo el archivo se realizará a través de un video mostrando su funcionamiento establecido.

Se selecciona una banda textil ya que el funcionamiento general de la banda no permite que toda la cinta tenga contacto con el material a transportar, las bandas textiles son tejidos sintéticos denominados EP (poliéster y poliamida), son tejidos capacitados para la absorción de tensiones altas y resistencia a los impactos, y a su vez son tejidos EP que tienen gran resistencia a la rotura.

Para la función de la tolva sobre la banda transportadora, hace un peso necesario máximo de 25 Kg en total (20Kg peso de la tova, 5Kg peso máximo de la cantidad de desechos utilizados por los usuarios) con un impacto al soportar los desechos residuos a descargar sobre la tolva.

En la Figura 43 se muestra la lámina deslizadora que tiene como función desechar los residuos que serán desechos en los contenedores correspondientes, también será fabricado con lámina galvanizada.

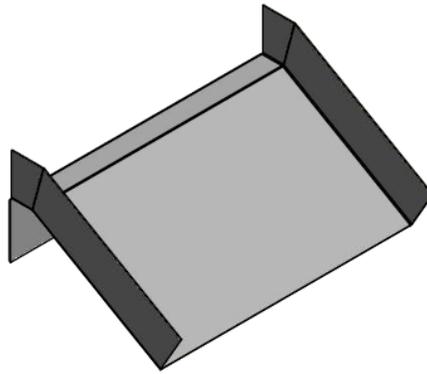


Figura 43. Lamina deslizador, desechos a contenedores. (Diseño propio)

Algunas de las características principales para la selección de una banda transportadora, son los recubrimientos ya que permiten mirar la cantidad de capas de tejido, la capacidad necesaria de trabajo, capacidad de resistencia del material a transportar, una calidad o grado de recubrimiento, que permite ver las características de los recubrimientos normalizados, sin embargo es necesario seleccionar el motor-reductor necesario y dependiendo su funcionamiento para especificar sus características ver la Figura 44.

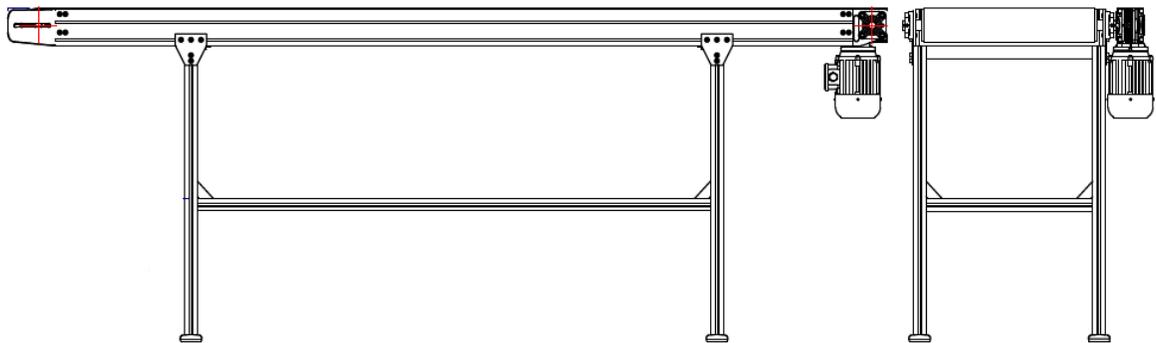


Figura 44. Banda transportadora con el motor reductor. (Diseño propio)

Según la norma los recubrimientos normalizados se establecen como una acción mecánica de rozamiento y desgaste, denominado abrasión, el cual provoca la erosión de un material o tejido según la selección, y a su vez son capaces de soportar cualquier movimiento y accionamiento que se haga sobre la banda transportadora ya que su funcionamiento no será de tipo industrial o mineral.

6.3.1. RECUBRIMIENTOS Y CALIDAD DEL RECUBRIMIENTO

Para la banda textil se encuentran espesores de 2+1.5mm y 3+1.5mm la primera cifra hace referencia al recubrimiento superior y el segundo número del recubrimiento inferior.

Para la selección del espesor (capas de tejido) del recubrimiento depende del material a transportar, el tamaño del material y la frecuencia de los impactos que también dependen de las condiciones de la caída del material sobre la banda transportadora, altura de caída. Se utilizará recubrimientos normales de 4+2mm ya que tiene cuatro capas de tejido para una mayor resistencia al impacto al desechar los residuos.

En la Tabla 21 se encuentran las propiedades para la selección del grado o calidad de los recubrimientos teniendo en cuenta el material a transportar y el área transversal del material.

PROPIEDADES DEL CAUCHO	LETRAS INDICATIVAS	DESCRIPCION
Calidad anti abrasiva	Y	Para transporte de materiales en condiciones normales
Calidad anti abrasiva	X	Para transporte de materiales pesados con golpeo y aristas vivas
Calidad anti abrasiva	W	Para transporte de materiales altamente abrasivos
Calidad anti abrasiva	RI	Anti impacto, para materiales pesados y voluminosos

Tabla 21. Propiedades para la selección del grado o calidad de los recubrimientos.
(<http://www.siban.com/beltsiflex-bandas-transportadoras/>)

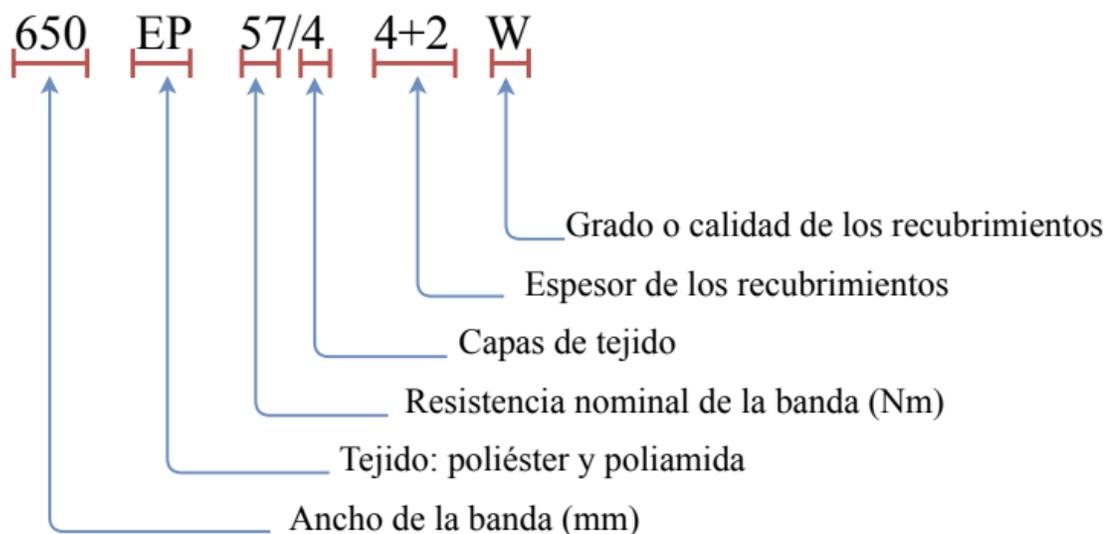


Figura 45. Propiedades y denominación para la selección de banda transportadora.

En Tabla 22 se especifican los datos iniciales para la selección de la banda transportadora.

MATERIAL DE TRANSPORTE	CAJA DE BASURA
Longitud banda (L)	3m
Ancho de la banda (B)	650mm
Velocidad de la banda (v)	0,2m/s
Área transversal	1,213m ²

Tabla 22. Selección de la banda transportadora, datos necesarios para los cálculos.

6.3.2. CABIDA DE TRANSPORTE DE LA CINTA

$$Q_v = 3600 \cdot V \cdot A \cdot K \quad \text{Ec. 21}$$

Donde:

V → Velocidad de la banda (m/s)

A → Área transversal de la caja de basura sobre la banda (m²)

k → Capacidad o coeficiente de reducción de transporte para la inclinación de la cinta.

$$k = 1 - 1,16 \left(\frac{\varphi \cdot \pi}{180} \right)^2 \quad \varphi = 0^\circ \text{ Angulo de inclinación de la cinta} \quad \text{Ec. 22}$$

Para el cálculo de la cabida de transporte en masa (Q_m) se debe tener en cuenta el peso específico (γ) de la Tabla 4 - Anexo A, con el ancho de banda del material que se transporte por la cinta.

$$Q_m = Q_v \cdot \gamma \quad \text{Ec. 23}$$

6.3.2.1. POTENCIA DE ACCIONAMIENTO DE LA CINTA

La potencia total (P_T) debe ser la sumatoria de las potencias particulares:

$$P_T = P_3 + P_2 + P_1 \quad \text{Ec. 24}$$

P_1 = Potencia para recorrido en la cinta en vacío y carga, con desplazamiento horizontalmente.

$$P_1 = \frac{C_b \cdot V + Q_m}{C_L \cdot K_f} \quad \text{Ec. 25}$$

Donde:

C_b → Factor de ancho de la banda (Tabla 7 - Anexo A)

V → Velocidad de la banda (m/s)

Q_m → Capacidad de transporte en masa de la banda, (t/h)

C_L → Factor de longitud de la banda (Tabla 8 – Anexo A)

K_f → Factor de servicio (Tabla 9 – Anexo A)

P_2 → Potencia de elevación para la carga hasta la altura de inclinación de la banda.

$$P_2 = \frac{H \cdot Q_m}{367} \quad \text{Ec. 26}$$

Donde:

H → Altura alcanzada por la cinta (m), estos cálculos no se usan de utilidad ya que la banda estará en estado horizontal solamente.

Q_m → Capacidad de traslado en masa de la banda. (t/h)

P_3 → Potencia para vencer rozamiento de elementos auxiliares y guías.

$$P_3 = P_a + P_b + P_c \quad \text{Ec. 27}$$

P_a → Potencia a los trippers instalados (Kw)

$$P_a = 1,5 \cdot V \quad \text{Ec. 28}$$

P_b → Potencia a dispositivos de limpieza (Kw)

$$P_b = 0,3 \cdot B \cdot V \quad \text{Ec. 29}$$

P_c → Potencia de las guías y faldones instalados (Kw)

$$P_c = 0,16 \cdot V \cdot L_f \quad \text{Ec. 30}$$

Donde: $L_f = 0$ → Ya que no se hará uso de faldones

La potencia total (P_T) es quien permite transmitir a partir del tambor motriz el accionamiento de la cinta haciendo la sumatoria de las potencias particulares anteriormente mencionadas.

La potencia requerida para el motor eléctrico (P_M) será:

$$P_M = \frac{P_T}{\eta} \quad \text{Ec. 31}$$

Donde:

P_T → Potencia total a transmitir (Kw)

η → Es el rendimiento total del motor, así como de la caja reductora. Para este calcula se debe tener en cuenta los rendimientos del motor eléctrico y la caja reductora.

$$\eta = \eta_m \cdot \eta_r \quad \text{Ec. 32}$$

η_m → Rendimiento del motor eléctrico, se tiene la productividad del motor eléctrico convencional y se puede evaluar entre 85 – 98 %.

η_r → Rendimiento de la caja reductora, caja reductora siempre y cuando este en engranes cilíndricos de dientes rectos y de varias etapas de transmisión que estará evaluado entre el 96 – 99 %.

Al ser calculada la potencia requerida para el motor eléctrico (P_M) se debe seleccionar una potencia normalizada de motores eléctricos de la Tabla 11 – Anexo A.

6.3.2.2. RESISTENCIA MÍNIMA A TRACCIÓN DE LA BANDA

Se calcula el esfuerzo máximo de tracción (F_b) que se origina en la banda.

$$F_b = \frac{P_T \cdot C_1 \cdot 1000}{V} \quad \text{Ec. 33}$$

Donde:

P_T → Potencia total a transmitir (Kw)

V → Velocidad de la banda (m/s)

C_1 → Factor de servicio (Tabla 12 – Anexo A)

Una vez calculado el esfuerzo máximo de tracción (F_b) a la que estará sometida la banda, el cálculo de la resistencia nominal minina (R) se expresa como:

$$R = \frac{F_b \cdot C_s}{B} \quad \text{Ec. 34}$$

F_b → Esfuerzo máximo de tracción (N)

B → Ancho de Banda (mm)

C_s → Coeficiente de seguridad

$C_s = 8$ → Para bandas con cable de acero.

$C_s = 10$ → Par el resto de las bandas

Se debe seleccionar una banda con una resistencia nominal (R_N) superior a la (R) calculada, de la Tabla 13 – Anexo A .

Con la elección de esta resistencia nominal para la banda también se puede calcular por la resistencia a la tracción del coeficiente de seguridad con la que trabaja la banda.

$$C_{seg} = \frac{R_N}{R}$$

6.3.2.3. CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE TRABAJO DE LA BANDA

La fuerza tangencial (F_t) que transmite el tambor motriz a la banda en el estado estacionario se calcula como:

$$F_t = \frac{P_T \cdot 1000}{V} \quad \text{Ec. 35}$$

Donde:

P_T → Potencia total a transmitir (Kw)

V → Velocidad de la banda (m/s)

La relación entre ambas tensiones de cada ramal de la banda se define mediante la ecuación de Euler-Eytelwein:

$$\frac{T_p}{T_f} = e^{\mu\alpha}$$

Donde:

T_p → Lado más tenso de la banda (N)

T_f → Lado menos tenso de la banda (N)

α → π → Banda y tambor s el ángulo de contacto entre (rad)

μ → Es el coeficiente de fricción entre banda y tambor, en la Tabla 14 – Anexo A se determinan los coeficiente de fricción (μ) entre banda y superficie del tambor.

La fuerza tangencial (F_t) es quien transmite al tambor motriz y a la banda la diferencia de las tensiones en el lado del flujo y el lado tenso, es decir que la entrada y salida de la banda será la fuerza tangencial en estado estacionario.

$$T_p = F_t + T_f$$

Donde:

F_t → Régimen de giro estacionario de la fuerza tangencial (N)

Despejando el sistema de ecuaciones se tiene:

$$T_p = \frac{e^{\mu\alpha}}{e^{\mu\alpha}-1} \cdot F_t \quad \text{Ec. 36}$$

$$T_f = \frac{1}{e^{\mu\alpha}-1} \cdot F_t \quad \text{Ec. 37}$$

Estado no estacionario: Se producen picos de tensiones durante el arranque, teniendo en cuenta el coeficiente de fricción mayor, las nuevas tensiones (T_{Ap}, T_{Bf}).

Calculo de la fuerza tangencial de arranque (F_{tA}):

$$F_{tA} = 1,6 \cdot F_t \quad \text{Ec. 38}$$

El coeficiente de fricción (μ_A) en los primeros pasos del motor de arranque será:

$$\mu_A = \mu + 0,05$$

$$T_{Ap} = \frac{F_{tA} \cdot e^{\mu_A \alpha}}{e^{\mu_A \alpha} - 1} \quad \text{Ec. 39}$$

$$T_{Bp} = \frac{F_{tA}}{e^{\mu_A \alpha} - 1} \quad \text{Ec. 40}$$

6.3.2.4. CÁLCULO DEL DIÁMETRO Y VELOCIDAD DE GIRO DEL TAMBOR MOTRIZ

Para el diámetro del tambor motriz (DT) la norma DIN-22101 establece la ecuación 41 para calcular el diámetro mínimo del tambor motriz de accionamiento para bandas transportadoras:

$$D_{Tmin} = \frac{36 \cdot F_t}{p \cdot \pi \cdot \alpha^\circ \cdot B} \quad \text{Ec. 41}$$

Donde:

F_t → Régimen de giro estacionario en la fuerza tangencial (N)

α° → Angulo de contacto entre banda y tambor (expresado en grados, °)

B → Ancho de banda de la cinta (m)

p → Cabida de transmisión tambor/banda. Este parámetro evaluado entre 1600 - 2000kg/m².

En la Tabla 15 – Anexo A, se debe seleccionar el diámetro nominal normalizado del tambor motriz que mejor sea aproximado al calculado.

Velocidad de giro del tambor motriz (η_T)

$$\eta_T = \frac{V \cdot 60}{\pi \cdot D_T} \quad \text{Ec. 42}$$

Donde:

V → Velocidad de la banda (m/s)

D_T → Diámetro elegido del tambor motriz (mm)

6.3.2.5. CARGA DEL TAMBOR MOTRIZ EN EL ARRANQUE (F_{tA})

El arranque produce las máximas exigencias de fuerza por parte del motor para lograr acelerar la cinta desde cero hasta la velocidad de régimen. Duran el arranque la fuerza de actúa sobre el tambor motriz se puede calcular a partir de las tensiones de la banda.

$$F_{tC} = T_{Ap} + T_{Bf} \quad \text{Ec. 43}$$

Donde:

F_{tC} → Carga tambor motriz en el arranque (N)

T_{Ap} → Lado tenso de la banda en el arranque (N)

T_{Bf} → Lado menos tenso de la banda en el arranque (N)

6.3.2.6. PAR MOTOR EN EL ARRANQUE (M_A)

El par motor máximo que se debe aplicar en el arranque de la cinta en conjunto con el tambor motriz, es el valor necesario para poder diseñar correctamente las prestaciones del motor que accione la cinta.

$$M_A = \frac{F_{tA} \cdot D_T}{2} \quad \text{Ec. 44}$$

Donde,

M_A → Par motor máximo en el arranque de la cinta ($N \cdot m$)

F_{tC} → Tambor motriz en el arranque con la fuerza tangencial (N)

D_T → Diámetro seleccionado del tambor motriz (m)

6.3.2.7. SELECCIÓN FINAL DE LA RESISTENCIA NOMINAL DE LA BANDA

La resistencia nominal de la banda debería ser, la menos, superior a la que se calculó.

$$Rn = \frac{T \cdot C_s}{B} \quad \text{Ec. 45}$$

Donde,

R → Resistencia nominal mínima de la banda (N/mm)

T → Tensión de trabajo máximo (N)

B → Ancho de banda (en mm)

C_s → Coeficiente de seguridad, según el tipo de banda:

$C_s = 8$ → para bandas con cable de acero

$C_s = 10$ → para el resto de bandas

SIMBOLO	DESCRIPCION	# EC	TABLA	RESULTADO
Q_v	Cabida de transporte de la cinta	21		873,36m ³ /h
k	Coefficiente de reducción	22		1
Q_m	Cabida de transporte en masa	23		0,1187m ³
P_T	Potencia total de accionamiento	24		0,35Kw
P_1	Potencia necesaria para mover la cinta	25		8,66X10-3Kw
C_b	Factor de ancho de la banda	25	7	81
C_L	Factor de longitud de la banda	25	8	222
K_f	Factor de servicio	25	9	1
P_2	Potencia necesaria para elevar la carga hasta la altura de inclinación de la banda.	26		0
H	Altura alcanzada por la cinta	26		0
P_3	Potencia necesaria para vencer rozamiento de elementos auxiliares y guías.	27		0,339Kw
P_a	Potencia a los trippers instalados	28		0,3Kw
P_b	Potencia a dispositivos de limpieza	29		0,039Kw
P_c	Potencia de las guías y faldones instalados	30		0
P_M	Potencia requerida para el motor eléctrico	31	11	0,405Kw
η	Rendimiento total del motor	32		0,864%
η_m	Rendimiento del motor eléctrico	32		91,5%
η_r	Rendimiento de caja reductora	32		97,5%
F_b	Esfuerzo máximo de tracción	33		2625N
C_1	Factor de servicio para esfuerzos	33	12	1,5
R	Resistencia nominal mínima	34	13	40,38N/mm
C_s	Coefficiente de seguridad, según el tipo de banda	34		10
F_t	Fuerza tangencial	35		1750N
T_p	Lado más tenso de la band	36		2446,22N
α	Angulo de contacto (banda/tambor)	36		π (rad)
μ	Coefficiente de fricción entre banda y tambor	36	14	0,35
T_f	Lado menos tenso de la banda	37		696,22N
F_{tA}	Fuerza tangencial de arranque	38		2,800N
T_{Ap}	Tensión nueva del lado más tenso de arranque	39		3699,97N
T_{Bp}	Tensión nueva del lado menos tenso de arranque	40		899,97N
D_T	Diámetro del tambor motriz	41	15	200mm

p	Cabida de transmisión tambor/banda	41		1.800Kg/m ²
α°	Ángulo de contacto entre banda y tambor	41		180grados
η_T	Velocidad del giro del tambor motor	42		19,09Rpm
F _{tC}	Carga del tambor motriz en el arranque	43		4599,94N
M _A	Tambor motriz para el arranque de la cinta	44		280Nm
Rn	Resistencia nominal de la banda	45	13	56,92N/m

Tabla 23. Resultados esperados de los cálculos de la banda transportadora.

Al haber seleccionado la banda transportadora y obtenido los resultados de la Tabla 23, se considera que los parámetros y dimensiones son necesarias para el funcionamiento que va a tener la banda transportadora ya que esta no trabajara de manera industrial, quiere decir que la banda seleccionada no será accionada para trabajo pesado y los valores no afectan su desempeño.

6.3.3. SELECCIÓN DE MOTOR REDUCTOR PARA LA BANDA TRANSPORTADORA

Motor eléctrico con caja reductora de velocidad de engranaje tornillo sin fin corona serie GS para la banda transportadora.



Figura 46. Motor reductor de engranaje Tornillo sin fin Corona.
(<https://www.bantracol.com/motorreductores-motores-electricos>)

Los motor reductores de la serie GS como se muestra en Figura 46 de engranes de tornillo sin fin corona, pueden ser motores trifásicos o monofásicos de corriente alterna con un voltaje de (110 – 440V), con un freno electromagnético conectado directamente al motor, más utilizados en mecanismo o trabajos de 50 y 60Hz, tiene una capacidad de trabajo continuo o reversibles para ser accionados con variadores de frecuencia, proveen un alto grado de eficiencia en transformación, cerca del 95% en todas las velocidades de entrada. Los

rodamientos de salida tienen una alta capacidad de carga radial y axial y una larga vida útil libre de mantenimiento (BANTRACOL, s.f.).

La serie GS en estos motores tienen como características principales accionarse para procesos livianos, una eficiencia alta, se capacitan por una larga vida útil sin desgaste con el paso del tiempo y rodamientos de gran tamaño en ambos ejes de salida y entrada, una relación con amplio rango de velocidad de salida para múltiples etapas de dos y tres etapas, hace que el equipo sea de aplicación pequeña como las de la función de una banda transportadora.

Para el par de salida nominal es necesario tener en cuenta que al calcularlo se debe hacer con la potencia en (HP) y la velocidad del reductor a la que va ir, como se muestra en la ecuación 46.

$$T_{Motor} = \frac{HP (716)}{rpm_{entrada}} \quad Ec. 46$$

Para obtener el torque del motor y del reductor es necesario saber lo potencia (Kw) y la velocidad a la que va hacer accionada la banda, como se muestra en la ecuación 47.

$$T_{Reductor} = \frac{(9,550) Kw}{rpm_{entrada}} \quad Ec. 47$$

CARACTERISTICAS	DATOS
Potencia	2HP – 1,5 Kw
Velocidad de entrada	700 rpm
Velocidad de salida	19,09 rpm (Según los cálculos)
Relación	37:1
Torque del motor	0,02 Nm
Torque del reductor	0,75 Nm
Par de salida nominal del motor	5,80 Kg·m
Par de salida nominal del reductor	75,01 Kg·m

Tabla 24. Datos caracterizados para la selección de Moto Reductor de la banda transportadora.

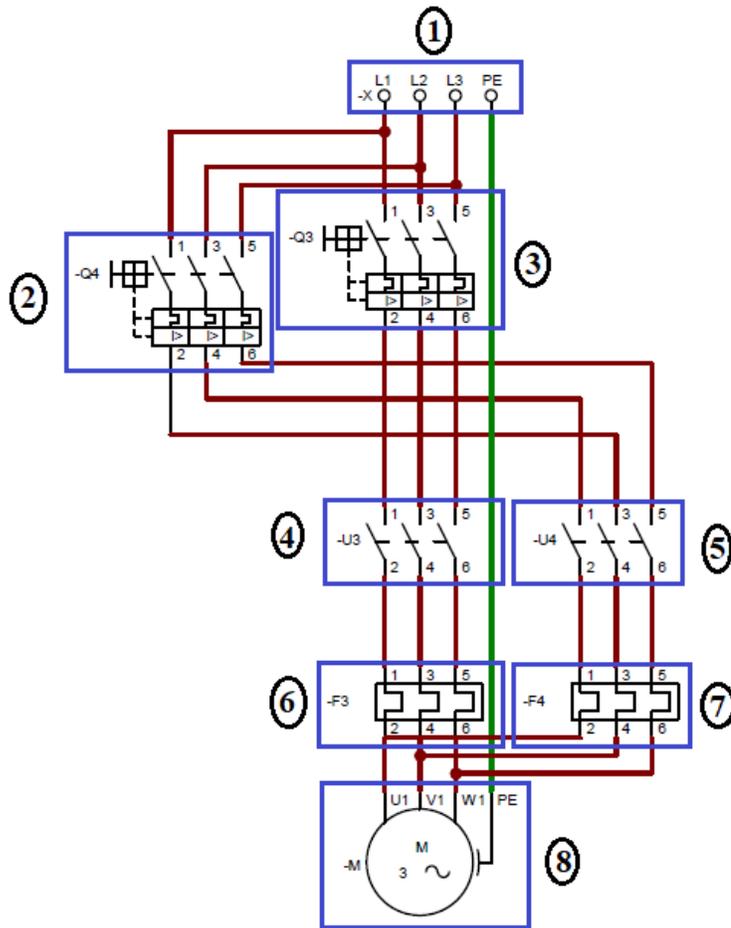


Figura 47. Conexión eléctrica del motor reductor de la banda transportadora. (Diseño propio)

Tanto para la Figura 47 y Figura 49 el conjunto 1, es la alimentación trifásica con protección a tierra, el conjunto 2 y 3 son disyuntores de tres líneas que permite el paso de corriente hacia el sistema del motor, el conjunto 4 y 5 son contactores de tres líneas que tienen una comunicación directa con el PLC y así una secuencia lógica programable, lo cual permite el funcionamiento de los motores; El conjunto 6 y 7 son relés térmicos que permiten la protección del motor reductor en cuanto al recalentamiento y el conjunto es el motor trifásico con protección que gira en ambos sentidos según la conexión eléctrica que tenga.

6.4 SELECCIÓN MECANISMO VOLTEADOR Y MOTOR REDUCTOR

El mecanismo volteador Figura 48 que tiene como función principal descargar los desechos de los residuos sólidos en el contenedor correspondiente desechando los residuos por la lámina deslizadora. Para ser activado este mecanismo tendrá una señal del sistema de control, activando el mecanismo volteador por cierto tiempo determinado para cumplir con su función, tiempo determinado desde la programación del PLC.

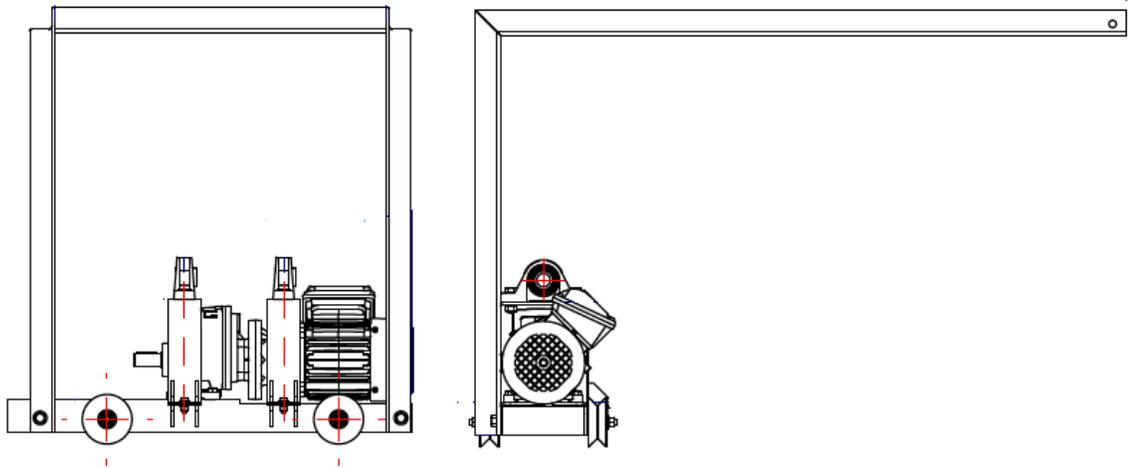


Figura 48. Selección del mecanismo volteador. (Diseño propio)

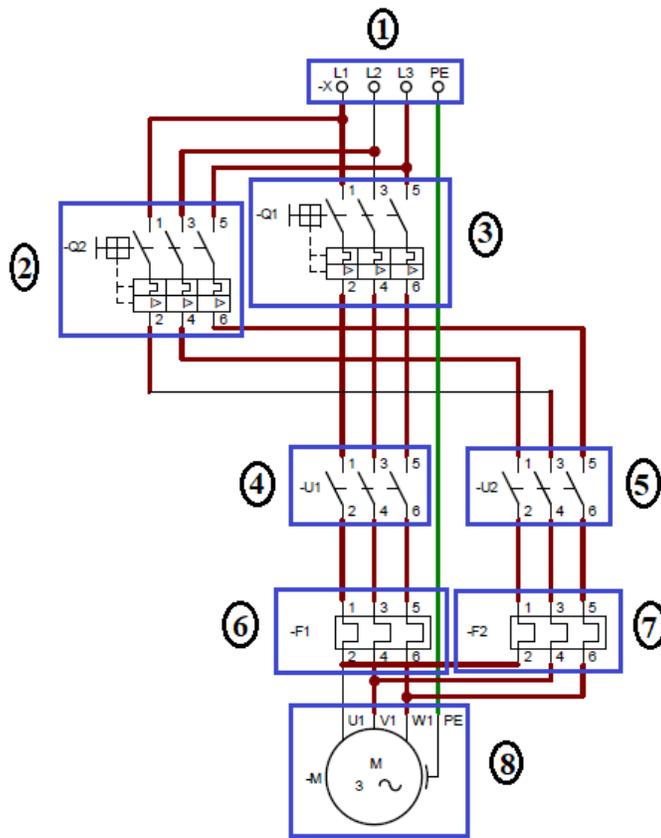


Figura 49. Conexión eléctrica del motor reductor del mecanismo volteador. (Diseño propio)

El mecanismo volteador Figura 49, tiene como función principal moverse desde la señal que mande el motor reductor, que esta manda una velocidad de salida desde el reductor al piñón y engrane, haciendo que los eslabones conectados al primer eje de conexión entre ellos, sus brazos se accionen de manera segura satisfaciendo los tiempos empleados en la programación del PLC y activaciones de los sensores ópticos.

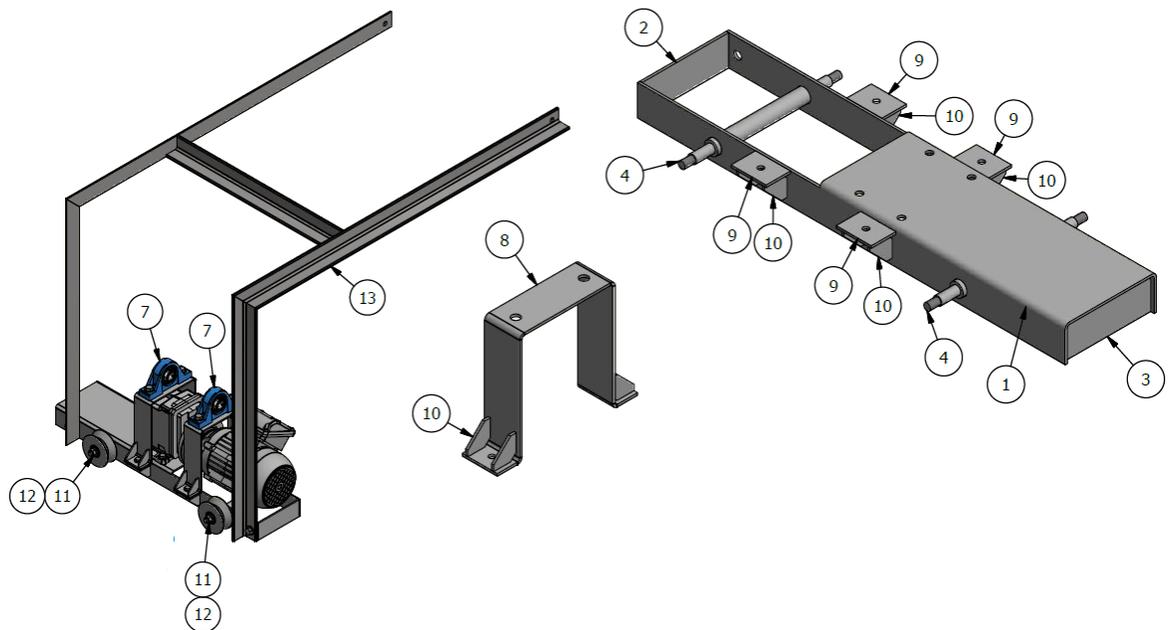


Figura 50. Conjunto transportador canasta. (Diseño propio)

ITEM	CANT	DESCRIPCION
1	1	Soporte principal - LAM – ESP 1/8" ASTM A-36 - GALV
2	1	Refuerzo 1 - LAM – ESP 1/8" ASTM A-36 - GALV
3	1	Refuerzo 2 - LAM – ESP 1/8" ASTM A-36 - GALV
4	2	Eje ruedas
5	4	Conjunto rueda
6	1	Motor-reductor
7	2	Chumacera SY - ϕ 3/8"
8	2	Soporte chumacera 1- LAM – ESP 1/8" ASTM A-36 - GALV
9	4	Soporte chumacera 2- LAM – ESP 1/8" ASTM A-36 - GALV
10	16	Soporte cartela 1- LAM – ESP 1/8" ASTM A-36 - GALV
11	4	Tuerca HEX ϕ 3/8"
12	4	Arandela ϕ 3/8"
13	1	Soporte carro – Canasta
14	2	Junta pernada ϕ 3/8" x 1"
15	4	Junta pernada ϕ 1/4" x 3/4"
16	4	Junta pernada ϕ 3/8" x 1 – 1/4"
17	4	Junta pernada ϕ 5/16" x 1"

Tabla 25. Componentes del conjunto canasta.

6.4.1. MECANISMO DE CUATRO BARRAS

En la Figura 51 se demuestra el accionamiento que tendrá el mecanismo de cuatro barras en función de los eslabones que trabajan de manera que transmitan el movimiento relativo, diseñado con los parámetros de cada eslabón (Anexo F - PLANOS), quiere decir que para hacer su accionamiento se trabajó con los espesores y diámetros de los rodamientos para ver su movimiento en la simulación.

En la primera posición el mecanismo se encontrara en estado de reposo, al ser activado el mecanismo, este se actúa de manera que la unión entre los eslabones dos y tres no se desvíen, actúan de manera que ejercen una fuerza límite que será detectada por los sensores para la descarga total de los residuos, sabiendo que el mecanismo está directamente conectado a la canasta puesta sobre la banda transportadora y al finalizar los eslabones no quedaran totalmente rectos, estos quedan flexionados ya que se puede tener un problema que no permiten que los eslabones retrocedan de manera correcta y por último los eslabones del mecanismo y la canasta regresan a su posición inicial nuevamente. Cabe destacar que la posición del motor reductor está ubicada en el primer eslabón (azul) teniendo en cuenta que de allí se toma la medición de la velocidad, posición y torque para el mecanismo de cuatro barras.

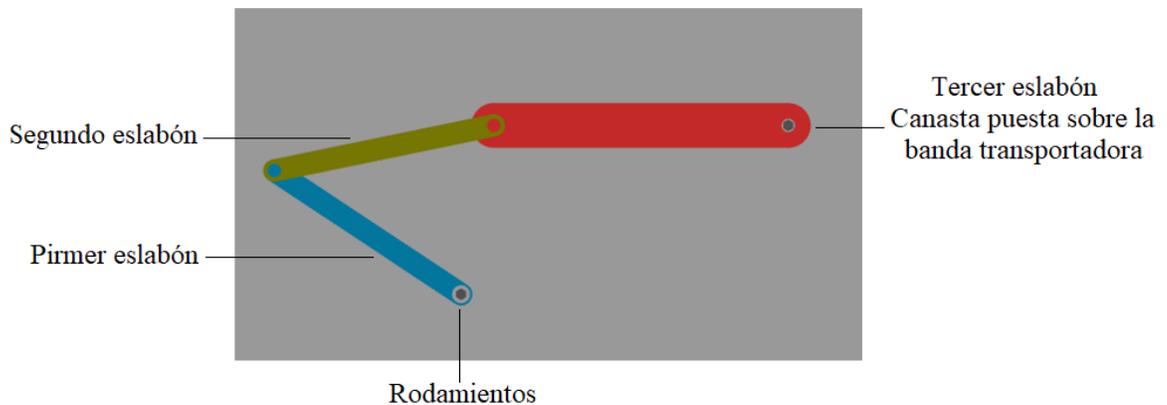


Figura 51. Accionamiento de posición del mecanismo de cuatro barras, cuatro posiciones.

Los sensores de contacto o también llamados finales de carrera que estarán puestos en los rieles del conjunto como se ilustra en la Figura 52, serán dos sensores, uno puesto en el riel horizontal 1 y el otro puesto en el riel vertical 2, su función es determinar la ubicación del eslabón que este va a interrumpir la posición del objeto mecánico (eslabón) e interrumpir el paso de corriente internamente en el circuito. Este está compuesto por la cabeza que detecta la señal de posición o de operación y a su vez el sensor se encuentra en una posición normalmente cerrada.

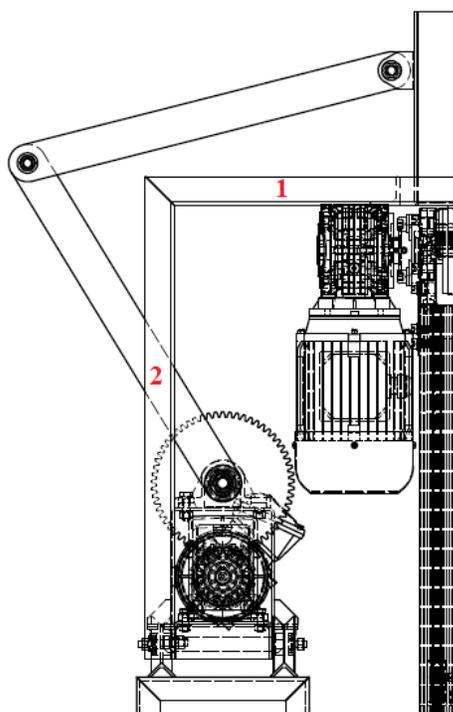


Figura 52. Conjunto rieles y posiciones de los sensores. (Diseño propio)

La Figura 53 es la gráfica de la velocidad vs el tiempo de los eslabones, donde su funcionamiento inicia a una velocidad cero hasta una velocidad de $-0,05$ m/s y se acciona a una velocidad negativa durante cuatro segundos (este recorrido es cuando los eslabones están en movimiento), durante dos segundos de 4 a 6 segundos el mecanismo de cuatro barras se detiene con velocidad constante mientras deposita la basura en los contenedores, luego se activa nuevamente a $0,15$ m/s de velocidad para accionar los eslabones con una velocidad positiva de retorno.

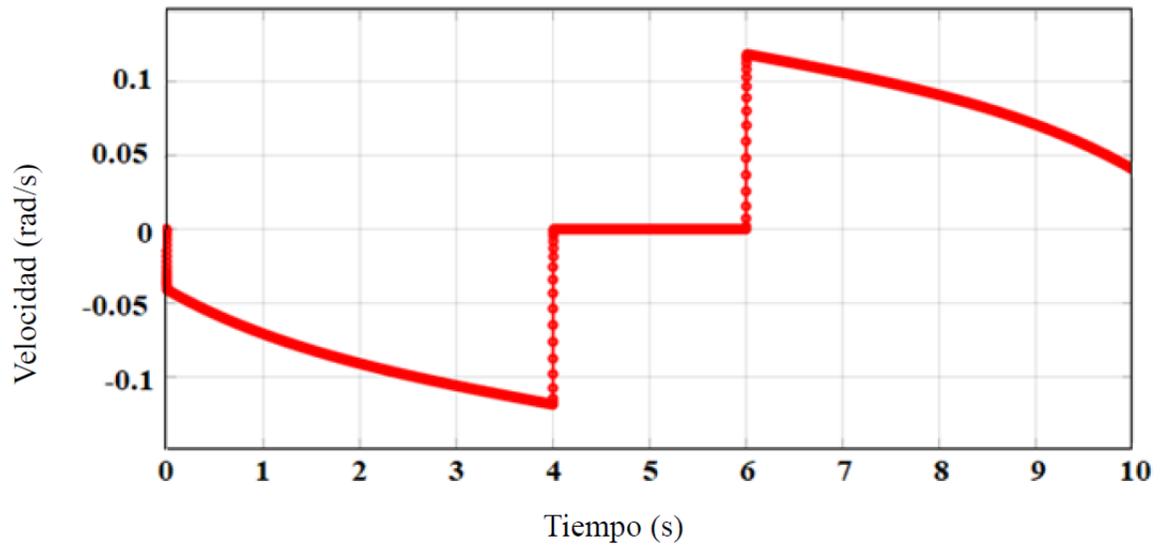


Figura 53. Grafica velocidad vs el tiempo del eslabón azul.

La Figura 54 es la gráfica de posición vs el tiempo, donde el eslabón azul conecta directamente con el motor reductor, se acciona de manera que los eslabones no necesitan de un ángulo establecido ya que su función es no lineal y no tiene un ángulo mayor ya que solo se necesita el ángulo que determina las gráficas al ser simulado el mecanismo de cuatro barras y poder voltear la basura dentro de la canasta en el contenedor correspondiente, se considera que de cuatro a seis segundos el mecanismo se detiene para posicionar la canasta de manera volteada. , la gráfica demuestra la integral de los puntos de la gráfica de velocidad, donde los puntos de 4 y 6 segundos determinan la posición donde el mecanismo está depositando los desechos en el contenedor, cabe aclarar que en el punto de 6 segundos se activa el sensor para avisar que el eslabón llegó a su límite y no sobre pasarlo ya que los eslabones pueden quedar atascados y no volver a su posición inicial.

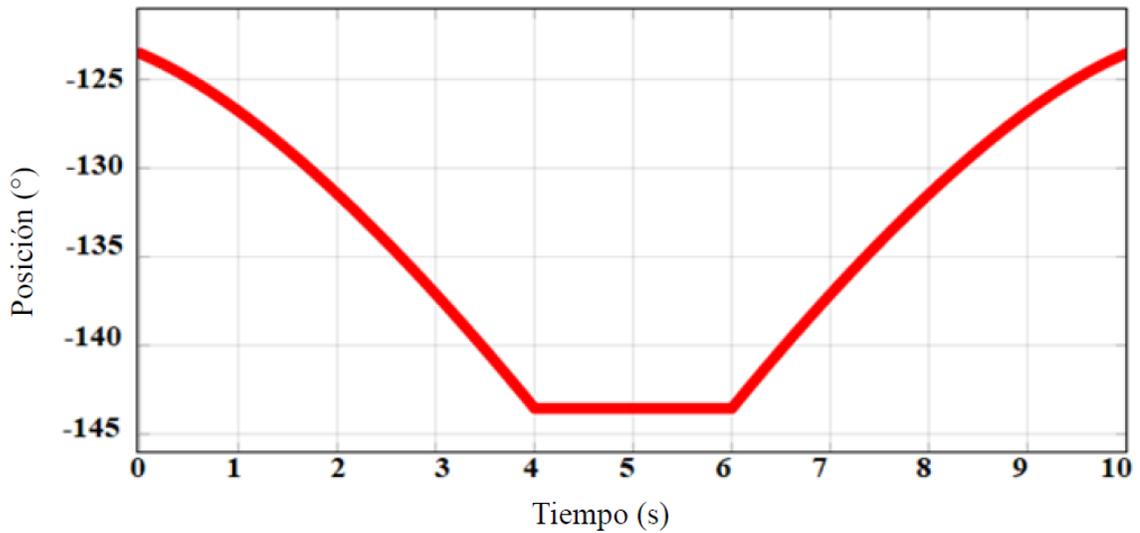


Figura 54. Grafica de posición vs tiempo del eslabón azul.

En la Figura 55 el torque vs tiempo de los eslabones del mecanismo de cuatro barras que soportan los esfuerzos mecánicos a los que son sujetos debido al movimiento que realizan, sabiendo que si el ángulo es mayor se aumenta el torque y si es menor no se volteara la basura, quiere decir que esto puede pasar siempre y cuando los eslabones estén en su posición adecuada y funcionen de manera que no excedan su trabajo.

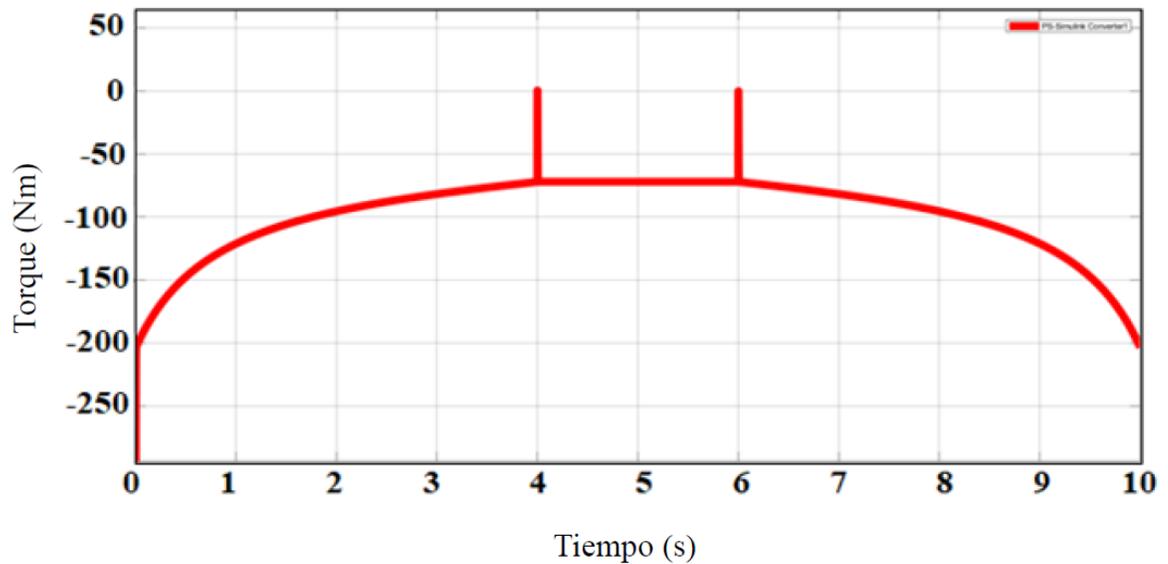


Figura 55. Torque VS Tiempo del eslabón azul.

6.4.2. CÁLCULOS DE LOS ENGRANES RECTOS

El mecanismo volteador se accionará de manera automática con la señal que el PLC mande al motor reductor, el cual tendrá una velocidad de salida menor transmitiendo la potencia, al piñón principal y al engrane de salida obteniendo una menor velocidad que la de entrada, permitiendo accionar los eslabones del mecanismo Figura 56.

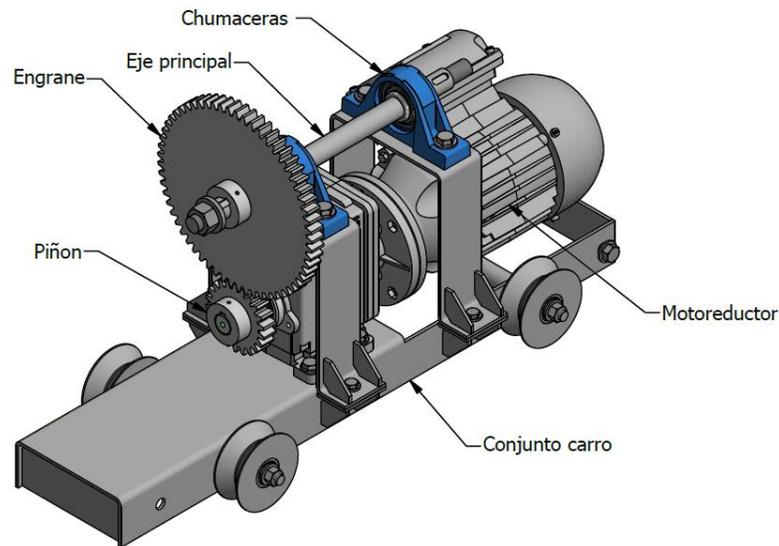


Figura 56. Motor reductor y engranes rectos. (Diseño propio)

En la Figura 57 el conjunto A es la unión de los engranes rectos que generan una reducción de velocidad para que la canasta puesta sobre la banda transportadora genere su movimiento de manera adecuada, el engranaje B tiene 61 dientes y un ángulo de presión de 20° y un diámetro de 184mm y el piñón C tiene 22 dientes con ángulo de presión de 20° y un diámetro de 66mm, datos obtenidos por el diseño para los engranes rectos, teniendo en cuenta que tienen una función principal de accionarse a la velocidad de salida que adquiere el reductor del mecanismo volteador, haciendo que los eslabones conectados al eje principal de engrane superior se accionen para que la canasta conectada a los eslabones descargue.

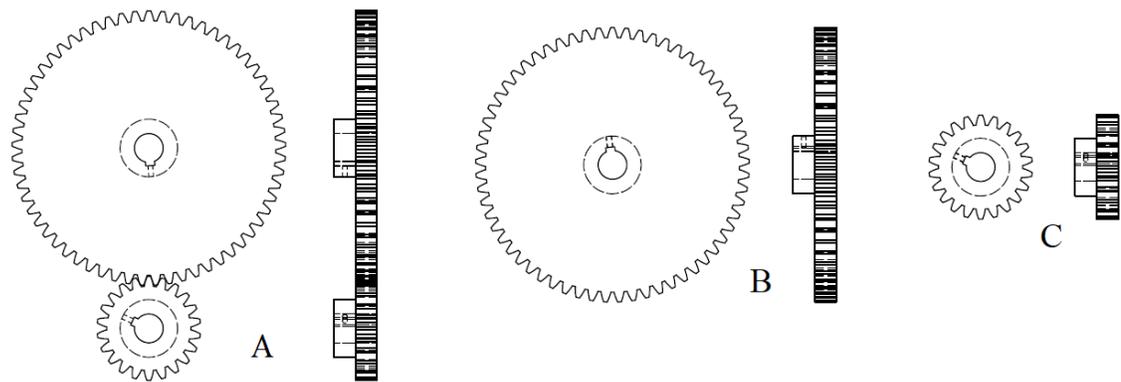


Figura 57. Engrape y Piñón del mecanismo volteador. (Diseño propio)

Los engranes rectos para tener un buen trabajo deben trabajar con buena transmisión de potencia uniforme y positiva, teniendo en cuenta que los engranes son paralelos, como se muestra en la Figura 58.

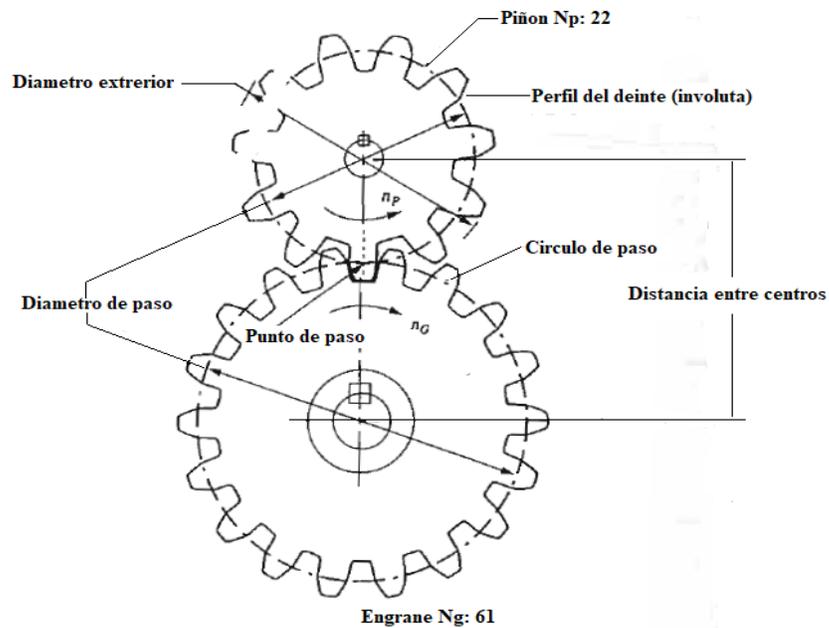


Figura 58. Par de engranes rectos, el piñón empuja al engrane. (Figura modificada - Libro Robert L. Mott 4Ed)

Datos principales para los cálculos generales y necesarios para el diseño general de los engranes rectos. Los datos iniciales se tomaron de los planos.

DESCRIPCION	ECUACION
Paso diametral ³	$Pd = 1$
Numero de dientes del piñón	$N_p = 22$
Numero de dientes del engrane	$N_G = 61$
Angulo de presión	$\phi = 20^\circ$

Tabla 26. Datos iniciales para los cálculos de los engranes rectos, tomados de los planos.

6.4.3. PROPIEDADES DEL DIENTE DE ENGRANE

En la Figura 59 se muestra las principales propiedades y características que se deben conocer para el diseño de engranes rectos.

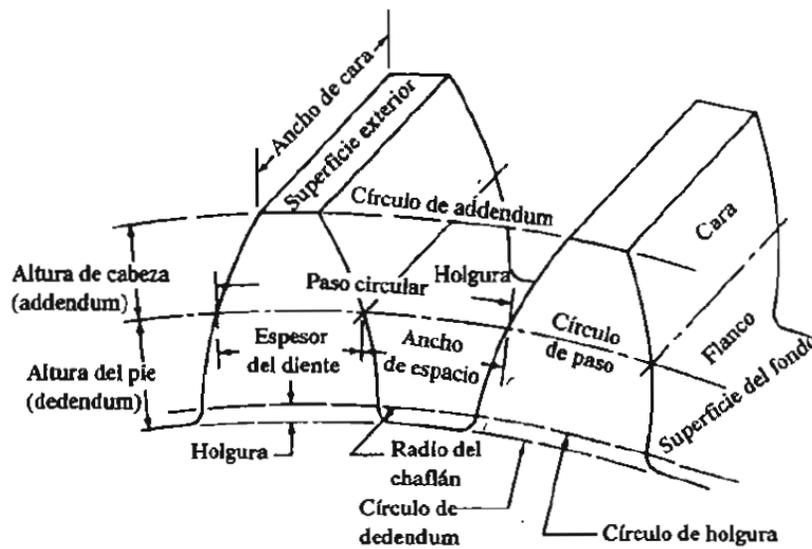


Figura 59. Características de los dientes de engranes rectos. (Libro Robert L. Mott 4Ed)

Las relaciones necesarias para calcular los valores de las características para un Angulo de presión 20° .

- Addendum, o altura de cabeza (a): Es la distancia radial desde el círculo de paso hasta el exterior de un diente.
- Dedendum, o altura del pie (b): Es la distancia radial desde círculo de paso hasta el fondo del espacio del diente.
- Holgura (c): Es la distancia radial desde el exterior del diente hasta el fondo del hueco entre dientes del engrane opuesto, cuando el diente es totalmente engranado.

³ Paso diametral Pd tomado de la (Tabla 8-2)

Tabla 26 , pasos diametrales normalizados.

TABLA 8-4 Formulas para características de dientes de engranes, para un Angulo de presión de 20°.

Involuta de 20°, profundidad				
Propiedad	Símbolo	Paso grueso ($P_d < 20$)	Paso fino ($P_d \geq 20$)	Sistema de módulo métrico
Addendum	a	$1/P_d$	$1/P_d$	1.00 m
Dedendum	b	$1,25/P_d$	$1,200/P_d + 0,002$	1,25m
Clearance	c	$0,25/P_d$	$0,200/P_d + 0,002$	0,25m

Tabla 27. Fórmulas para características de dientes de engranes, para un ángulo de presión 20°. (Libro Robert L. Mott 4Ed)

6.4.4. RELACIÓN ENTRE PASO CIRCULAR Y DIAMETRAL

Es la distancia de un punto del diente de un engrane en el círculo de paso al punto correspondiente del siguiente diente, medida a lo largo del círculo de paso, es el paso circular. El paso de dos engranes engranados debe ser idéntico.

Para obtener el paso diametral es necesario tener en cuenta que si es menor que 1 según las Tablas 8-1 y 8-2 (Figura 59), los pasos circulares son para los dientes más grandes, de lo contrario se prefiere el paso diametral para tamaños equivalentes a 1 o menores, ecuación (8-5) del Libro Robert L. Mott 4Ed. Sin embargo, se puede cambiar el paso diametral a paso circular, o viceversa.

$$D = \frac{N_P}{\pi}$$

$$\frac{N}{P_d} = \frac{N_P}{\pi} \text{ o } p = \frac{\pi}{P_d} \quad \text{Ec. 48}$$

TABLA 8-1 Pasos circulares normalizados (Pulgadas)

10.0	7.5	5.0
9.5	7.0	4.5
9.0	6.5	4.0
8.5	6.0	3.5
8.0	5.5	

Tabla 28. Lista de pasos circulares normalizados. (Libro Robert L. Mott 4Ed)

TABLA 8-2 Pasos diametrales normalizados (dientes/pulg)

Paso grueso ($P_d < 20$)			Paso fino ($P_d \geq 20$)	
1	2	5	20	72
1.25	2.5	6	24	80
1.5	3	8	32	96
1.75	4	10	48	120
			64	

Tabla 29. Lista de pasos diametrales normalizados (Libro Robert L. Mott 4Ed)

El paso diametral es el sistema de paso que se usa con más frecuencia, en la Tabla 8-2 de la Tabla 29 hay pasos diametrales normalizados recomendados, a los de paso 20 o mayor se les llama paso fino y de paso 20 o menor, se les llama paso grueso, ecuación (8-4) del Libro Robert L. Mott 4Ed, sin embargo, el paso diametral se calcula con la ecuación 35.

$$Pd = \frac{N_G}{D_P} \quad Ec. 49$$

El diámetro exterior es el mismo diámetro del círculo que encierra el exterior de los dientes del engrane, siendo la ecuación básica, ecuación (8-9) del Libro Robert L. Mott 4Ed.

$$D_o = D + 2a \quad Ec. 50$$

Los diámetro exteriores en función de Pd y N , para los diámetros exteriores del piñón y el engrane es necesario tener en cuenta el diámetro de paso D , y el addendum o altura de cabeza a , en términos del paso diametral Pd y el número de dientes del engrane y el piñón, ecuación (8-10) del Libro Robert L. Mott 4Ed.

$$D_o = \frac{N+2}{Pd} \quad Ec. 51$$

El diámetro de raíz es denominado también como diámetro de fondo, siendo el diámetro del círculo que contiene el fondo del espacio de diente, que es la circunferencia de raíz o círculo de raíz, ecuación (8-12) del Libro Robert L. Mott 4Ed.

$$D_R = D - 2b \quad Ec. 52$$

6.4.5. DIAMETRO DEL CIRCULO DE BASE

El diámetro del círculo de base como se muestra en la Figura 60 es aquel que genera la involuta por lo tanto los dientes dependen de diferentes ángulos de presión ya que este determina el círculo base, ecuación (8-20) del Libro Robert L. Mott 4Ed.

$$D_b = D \cos \phi \quad \text{Ec. 53}$$

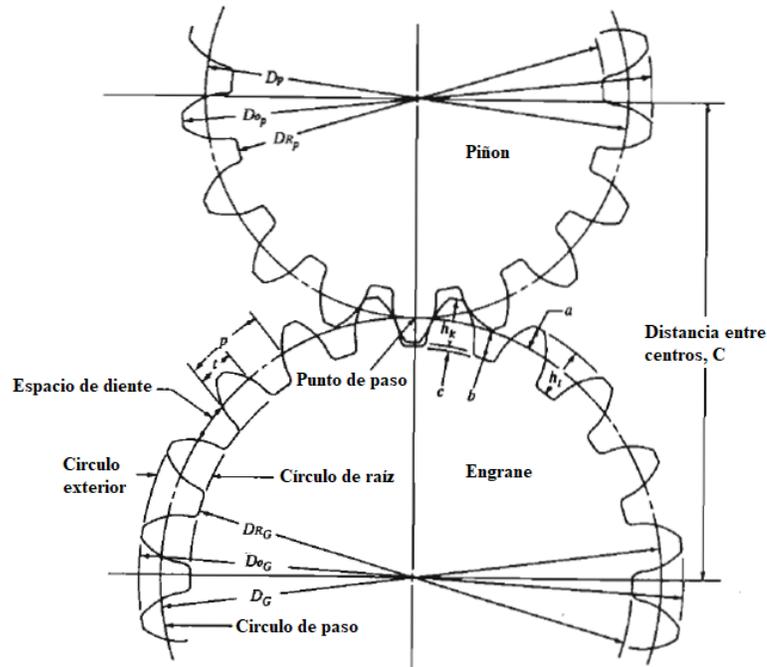


Figura 60. Propiedades de pares de engranes. (Libro Robert L. Mott 4Ed)

D_p diámetro del piñón, D_{Op} diámetro exterior del piñón, D_{Rp} diámetro de raíz del piñón, teniendo en cuenta que para la relación de contacto es necesario saber, R_{Op} siendo el radio exterior del piñón y R_{bp} radio del círculo base para el piñón.

D_G diámetro del engrane, D_{OG} diámetro exterior del engrane, D_{RG} diámetro de raíz del engrane, teniendo en cuenta que para la relación de contacto es necesario saber, R_{OG} siendo el radio exterior del engrane y R_{bG} radio del círculo base para el engrane.

La altura total, llamado también como profundidad total y distancia radial exterior, ecuación (8-13) del Libro Robert L. Mott 4Ed.

$$h_t = a + b \quad \text{Ec. 54}$$

La profundidad de trabajo es la distancia radial que un diente de engrane se introduce en el espacio entre dientes del engrane correspondiente, ecuación (8-14) del Libro Robert L. Mott 4Ed.

$$h_k = 2a \quad \text{Ec. 55}$$

El espesor del diente es aquella longitud de arco, medida en el círculo de paso, de un lado de un diente al otro lado, también llamado en ocasiones como espesor circular, ecuación (8-16) del Libro Robert L. Mott 4Ed.

$$t = \frac{\pi}{2Pd} \quad \text{Ec. 56}$$

La distancia entre centros distancia entre centros del piñón y engrane, sumando los radios de paso de los engranes engranados, ecuación (8-18) del Libro Robert L. Mott 4Ed.

$$C = \frac{N_P + N_G}{2Pd} \quad \text{Ec. 57}$$

El ángulo de presión son los dientes que están engranados y transmiten la potencia, la fuerza que asa por los dientes del engrane motriz al del conducido que actuara a lo largo de la línea de acción como se muestra en la Figura 61.

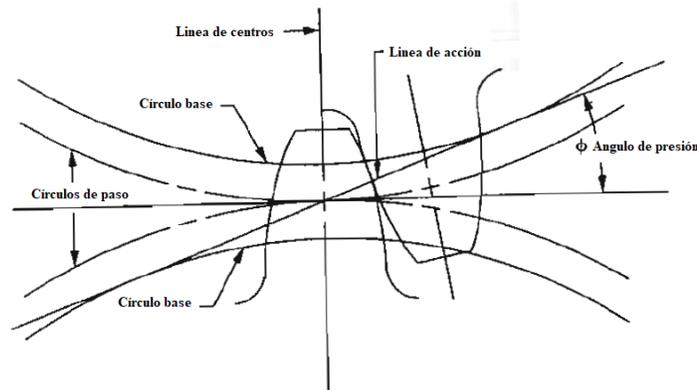


Figura 61. Angulo de base para engranes rectos. (Figura modificada - del Libro Robert L. Mott 4Ed)

La relación de contacto es la relación de contacto en los engranes que se acoplan para un funcionamiento uniforme, tienen como función principal indicar el número promedio de dientes en contacto durante la transmisión de potencia. Una relación mínima recomendada es 1.2, y las combinaciones típicas de engranes rectos tienen valores de 1.5 o más, con frecuencia.

$$m_f = \frac{\sqrt{R_{oP}^2 - R_{bP}^2} + \sqrt{R_{oG}^2 - R_{bG}^2} - C \sin \phi}{p \cos \phi} \quad \text{Ec. 58}$$

Donde:

$$R_{oP} \rightarrow \text{Radio exterior del piñón} \qquad \frac{D_{oP}}{2} = \frac{N_P+2}{2Pd} \qquad \text{Ec. 59}$$

$$R_{bP} \rightarrow \text{Radio del círculo base para el piñón} \qquad \frac{D_{bP}}{2} = \frac{N_P+2}{2Pd} \cos \phi \qquad \text{Ec. 60}$$

$$R_{oG} \rightarrow \text{Radio exterior del engrane mayor} \qquad \frac{D_{oG}}{2} = \frac{N_G+2}{2Pd} \qquad \text{Ec. 61}$$

$$R_{bG} \rightarrow \text{Radio del círculo base para el engrane mayor} \qquad \frac{D_{bG}}{2} = \frac{N_G+2}{2Pd} \cos \phi \qquad \text{Ec. 62}$$

La relación de velocidad de un par de engranes Se define como la relación de la velocidad angular del engrane de entrada a la del engrane de salida, para un solo par de engranes, ecuación (8-22) del Libro Robert L. Mott 4Ed.

$$VR = \frac{n_P}{n_G} = \frac{R_G}{R_P} = \frac{D_G}{D_P} = \frac{N_G}{N_P} \qquad \text{Ec. 63}$$

SIMBOLO	DESCRIPCION	# EC	EC - LIBRO	RESULTADO
p	Relación entre paso circular y triangular	48	(8-5)	3,14 Pulg
D_{oP}	Diámetro exterior del Piñón	48	(8-9)	4,59 Pulg
D_{oG}	Diámetro exterior del Engrane	48	(8-9)	9,24 Pulg
D_{rP}	Diámetro de raíz del Piñón	50	(8-12)	0,09 Pulg
D_{rG}	Diámetro de raíz del Engrane	50	(8-12)	4,75 Pulg
D_{bP}	Diámetro del círculo de base del Piñón	51	(8-20)	2,43 Pulg
D_{bG}	Diámetro del círculo de base del Engrane	51	(8-20)	6,80 Pulg
h_t	Altura total	54	(8-13)	2,25 Pulg
h_k	Profundidad de trabajo	55	(8-14)	2 Pulg
t	Espesor del diente	56	(8-16)	0,59 Pulg
C	Distancia entre centros	57	(8-18)	41,5 Pulg
m_f	Relación de contacto	58	Sección 8.4	1,29
R_{oP}	Radio exterior del Piñón	59	Sección 8.4	12 Pulg
R_{bP}	Radio del círculo base para el Piñón	60	Sección 8.4	10,34 Pulg
R_{oG}	Radio exterior del engrane mayor	61	Sección 8.4	31,5 Pulg
R_{bG}	Radio del círculo base para el engrane mayor	62	Sección 8.4	30,5 Pulg
VR	Relación de velocidad de un par de engranes	63	(8-22)	2,77

Tabla 30. Resultados de los cálculos de engranes rectos.

Los resultados de la Tabla 30 son datos necesarios para la selección de los engranes rectos adecuados para su funcionamiento de volteo, en conjunto con la canasta y banda transportadora para su accionamiento, los cálculos son en base a los datos obtenidos en los planos. A su vez se pueden fabricar y diseñar de manera personalizada sin estándares limitados, ni parámetros establecidos ya que se pueden mandar a fabricar con elementos seleccionados por los diseñadores.

6.4.6. SELECCION DEL MOTOR REDUCTOR DEL MECANISMO VOLTEADOR

Motor eléctrico con caja reductora de velocidad de engranaje helicoidal serie gr para el mecanismo volteador.

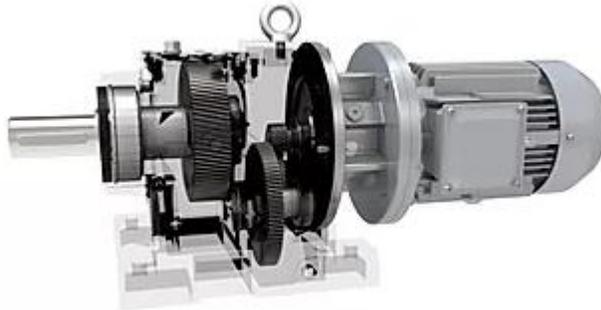


Figura 62. Motor reductor de engranaje Helicoidal.
(<https://www.bantracol.com/motorreductores-motores-electricos>)

Los motor reductores de engranajes helicoidales en línea Figura 62, de la serie GR, están diseñados para cumplir con mayor par de salida, una mayor potencia y un rango de relación más amplio, estos reductores normalmente están acoplados a un motor eléctrico normalizado asincrónico tipo jaula de ardilla, los cuales están cerrados y en estado de refrigeración para una ventilación de 220 – 440 V, tiene como ventaja principal una alta eficiencia de transmisión y una alta regularidad en cuanto a la eficiencia con un 95% con aceite de alta calidad.

Sus características principales con tienen rodamientos de gran tamaño en ambos ejes de salida y entrada, que contribuyen una larga vida útil sin desgastamientos, sin embargo, está relacionado con el engranaje de Tornillos sin fin corona en cuanto a la relación amplia y una velocidad de salida baja, a su vez también es para múltiples etapas de dos o tres etapas. Con la Ecuación 46 y 47 se debe obtener el Torque del motor y el reductor y a si mismo también el par de salida nominal.

CARACTERISTICAS	DATOS
Potencia	2HP – 1,5 Kw
Velocidad de entrada	700 rpm
Velocidad de salida	5 rpm
Relación	140:1
Torque del motor	0,02 Nm
Torque del reductor	2,86 Nm
Par de salida nominal del motor	2,5 Kg·m
Par de salida nominal del reductor	286,4 Kg·m

Tabla 31. Datos caracterizados para la selección de Moto Reductor del mecanismo.

6.5 PROGRAMACIÓN PLC

El sistema de automatización está conformado por un sistema de Control Lógico Programable (Programmable Logic Control “PLC”) capaz de realizar el procesamiento de señales binarias basándose en un programa establecido por el usuario, principalmente para las funciones de control de procesos este contiene puertos de entrada, salida y transmisión de datos con la debida interacción para su operación. De esta manera, las señales de entrada y salida se pueden controlar directamente secuencias mecánicas.

El PLC seleccionado S7-1200 Figura 63, permite la flexibilidad y potencia necesaria para controlar gran variedad de dispositivos, que cumple con accionar el sistema de ducto para la selección y clasificación automática de residuos sólidos generados en edificios residenciales, con un diseño compacto y amplias instrucciones para varias aplicaciones, utilizando un lenguaje de programación LADDER quien permite un mejor manejo de las variables a controlar.

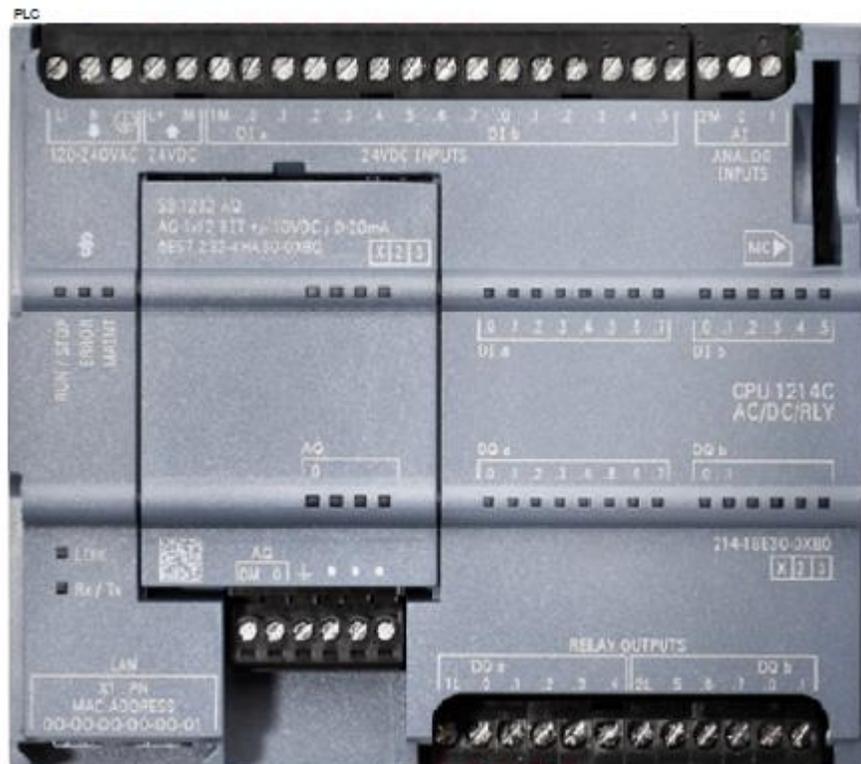


Figura 63. Programmable Logic Control “PLC” S7 -1200.

Una vez la programación en la CPU, esta contiene la lógica necesaria para controlar los dispositivos vigilando las entradas y cambiando el estado de las salidas según la lógica del programa que se implementó con la secuencia necesaria para los controles de tiempos y accionamientos de los elementos.

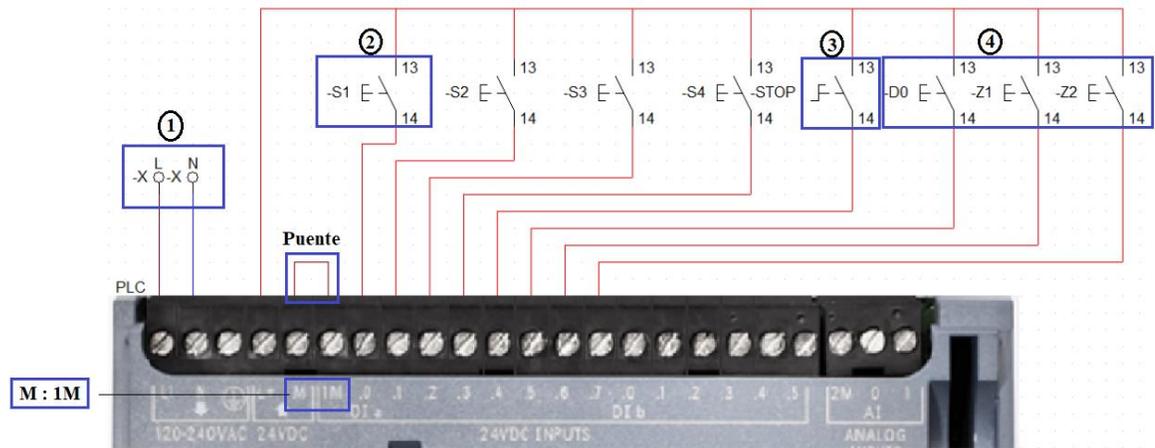


Figura 64. Entradas del PLC.

En la Figura 64 se muestran dos conexiones de entrada que alimentan el sistema línea o fase como se muestra en el elemento 1 (L), neutro o tierra como se muestra en el elemento 1 (N), lo cual garantizan el encendido; A su vez la conexión de los pulsadores, determinan la alimentación interna del sistema, es decir la conexión que se refleja en el puente (M-1M) que sirve para cualquier conexión, sin embargo, es necesario dicha entrada ya que permite el paso de corriente a los sistemas de pulsación, que permite ocho entradas digitales y ocho entradas análogas. El elemento 2 son contactos pulsadores normalmente abiertos, nominados del S1 al S4 como los principales actuadores del sistema. El elemento 3 es un contacto interruptor normalmente abierto quien corta la corriente del sistema eléctrico. El conjunto 4 son contactos normalmente abiertos que permiten la conexión de los sensores, donde, D0 está ubicado en el ducto galvanizado y Z1 y Z2 están ubicados en el carro guía del mecanismo volteador.

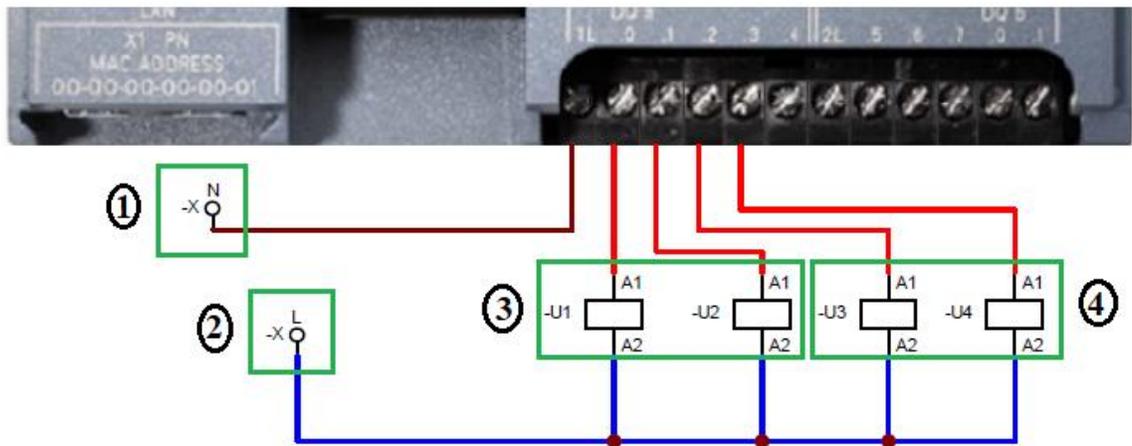


Figura 65. Salidas del PLC.

En la Figura 65 el elemento 1 y 2 indican la alimentación eléctrica del PLC, el elemento 3 son las salidas del motor reductor del mecanismo volteador, el cual están reflejados en conexión con un relé o bobina monoestable, los cuales van dirigidos a un disyuntor que alimentan dicho motor, de tal manera funciona para el elemento 4 siendo el motor reductor de la banda transportadora. Estas entradas y salidas están diseñadas y programadas para un solo piso, teniendo en cuenta que la amplificación se hace en las entradas y no en las salidas, quiere decir que la programación es la misma internamente para todos los pisos del edificio.

Sera activado de manera controlada por el PLC con tiempos determinados para que cumpla con su accionamiento, haciendo posible que, al ser pulsado por el usuario alguno de los elementos puesto en el sistema de mando en cada piso del edificio sea activo de manera automática enviando señal de uso y tomando el tiempo necesario para depositar en los contenedores, los residuos sólidos. Es importante saber que los tres sensores que estarán compuestos en el carro guía del mecanismo y en la parte inferior del ducto de basura, que cumplen con la función de obtener una señal de movimiento para indicar que la basura ha sido desechada sobre la canasta puesta sobre la banda transportadora y para las barras de la base guía del mecanismo indicaran el momento en que los eslabones son activados para voltear la canasta y guiar al contenedor correcto.

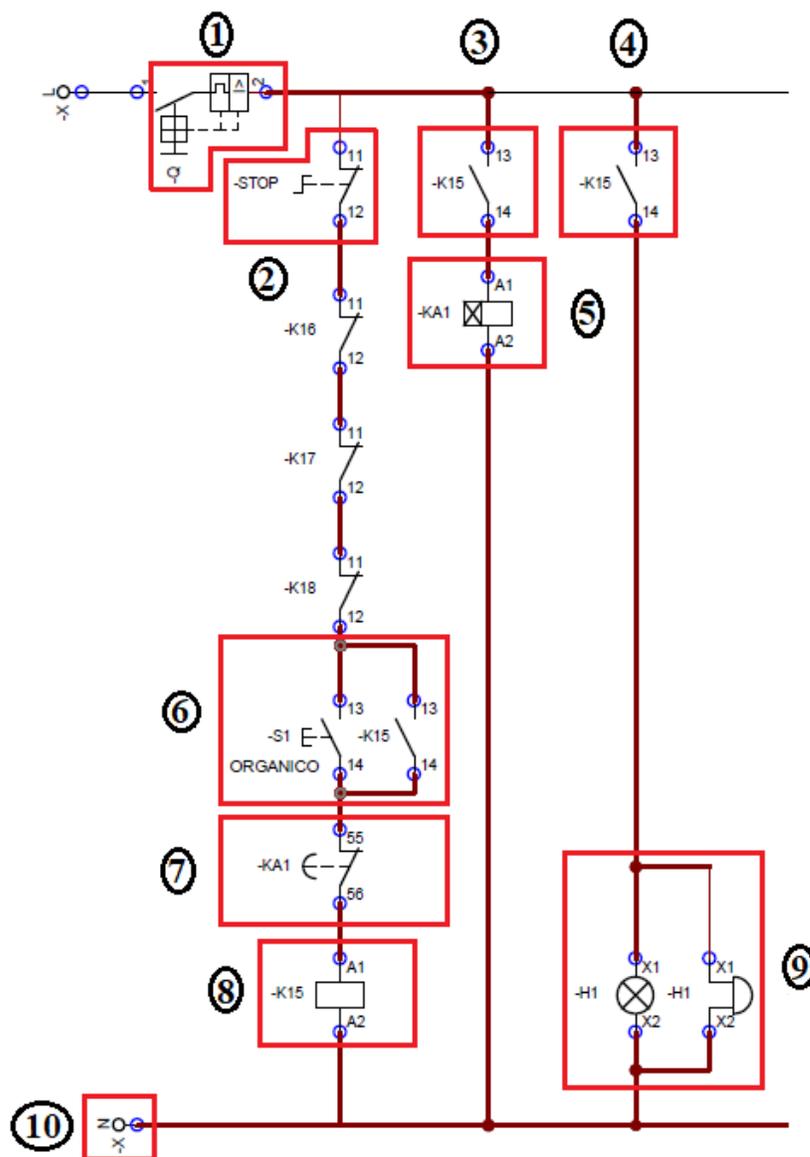


Figura 66. Sistema eléctrico del usuario. (Diseño propio)

En la Figura 66 el elemento 1, es un disyuntor de una fase que permite la alimentación del sistema, el elemento 2 es un interruptor normalmente cerrado que al momento de accionarse corta el paso de la corriente del sistema, los elementos 3 y 4 son contactos auxiliares normalmente abiertos con el nombre K15 que viene de una realimentación con un relé, el elemento 5 es un temporizador a la conexión que está establecido con un tiempo para cada sistema, el elemento 6 es un contactor normalmente abierto con realimentación a K15 el cual permite estar activo el sistema, el elemento 7 es un contacto del temporizador a la conexión normalmente cerrado denominado -KA1 que está enlazado con el elemento 5, el elemento 8

es un relé o una bobina monoestable que hace la alimentación del sistema, el conjunto 9 son indicadores H1 de señalización óptica o lumínico y el otro de señalización timbre (electroimán), y elemento 10 es la alimentación o conexión a tierra del sistema.

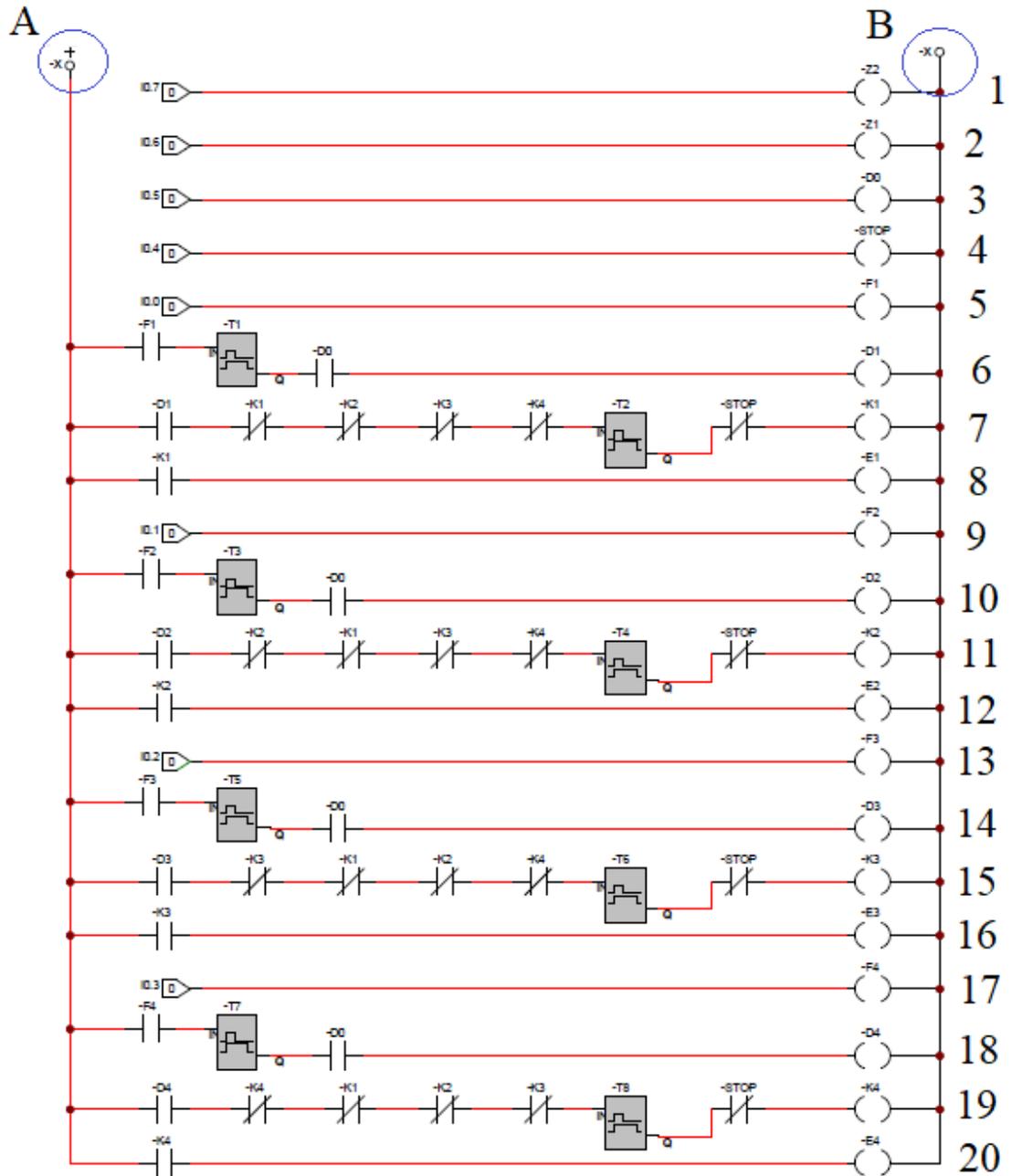


Figura 67. Primera parte de programación PLC.

En la Figura 67 de programación se tiene el elemento (A-B) que representan la alimentación del sistema, las líneas 1, 2, 3 y 4 contienen una punta de prueba (-I0.4, -I0.5, -I0.6, -I0.7) y

una salida (-STOP, -D0, -Z1, -Z2) donde enlazan directamente con las entradas del PLC dando como función principal interrumpir o permitir todas las señales de paso una vez este activa. Donde (-STOP) es la parada de emergencia, (-D0) es el sensor óptico ubicado al final del ducto, (-Z1 y -Z2) son los sensores de posición del mecanismo.

La línea 5 es la punta de prueba (-I0.0) y una salida (F1) donde enlazan directamente con las entradas del PLC dando como función principal al primer pulsador (-S1), una vez este activa permite el paso de la señal y permite el funcionamiento del sistema.

La línea 6 es un contacto normalmente abierto (-F1) el cual esta enlazado con la segunda línea permitiendo el paso de la señal al temporizador (-T1) teniendo en cuenta que su función se basa en la desconexión, quiere decir que necesita de un pulso para activar su sistema, una vez generado dicho pulso este empezara un conteo donde permitirá el paso de la señal al siguiente bloque de contacto (-D0), este se activa solo si el sensor detecta la señal programada (paso de bolsa por el ducto), una vez se permite el paso, dará señal a la salida (-D1), de lo contrario ninguna de las funciones se activara y todo volverá a inicio; (-D1) me activa el contacto inicial de la línea 7 el cual está conformado por cinco contactos normalmente cerrados (-K1, -K2, -K3, -K4 y -STOP) que representa las señales de los demás pulsadores, teniendo en cuenta esta representación, es un método para evitar que otros pulsadores realicen funciones sin antes terminar dicho pulso, quiere decir que mientras un pulsador esté en funcionamiento los demás quedaran inactivos mientras termina el proceso, exceptuando el (-STOP) ya que es una seguridad del sistema; teniendo en cuenta este orden, la señal activara el temporizador (-T2) donde este permite la alimentación de la salida (-K1) y a su vez la alimentación del elemento 8 donde está representado por un contacto (-K1) y una salida (-E1), donde su representación está reflejada en la Figura 68.

Cabe destacar que el razonamiento mencionando de la línea 5 hasta la línea 8 es para el primer pulsador, a partir de la línea 9 hasta la línea 20 es la misma secuencia ya mencionada, teniendo en cuenta los parámetros de nomenclatura y los tiempos de los temporizadores, ubicados en la Tabla 32.

TIEMPOS DE PROGRAMACIÓN				
ORGANICO (-S1)	TEM (-T2)	TEM (-T9)	TEM (-T19)	TEM (-T20)
	4 seg	13 seg	3 seg	5 seg
PLASTICO (-S2)	TEM (-T4)	TEM(-T10)	TEM (-T13)	TEM (-T16)
	12 seg	24 seg	4 seg	35 seg
	TEM (-T21)	TEM (-T22)	TEM(-T29)	TEM (-T30)
	11 seg	5 seg	23 seg	5 seg
	TEM (-T35)	TEM (-T36)	TEM (-T41)	TEM(-T42)
3 seg	3.9 seg	34 seg	3.9 seg	
PAPEL (-S3)	TEM (-T6)	TEM (-T11)	TEM (-T14)	TEM (-T17)
	16 seg	28 seg	4 seg	40 seg
	TEM (-T23)	TEM(-T24)	TEM (-T31)	TEM (-T32)
	15 seg	5 seg	27 seg	5 seg
	TEM (-T37)	TEM (-T38)	TEM (-T43)	TEM (-T44)
3 seg	7.8 seg	39 seg	7.8 seg	
VIDRIO (-S4)	TEM (-T8)	TEM (-T12)	TEM (-T15)	TEM (-T18)
	20 seg	33 seg	4 seg	44 seg
	TEM (-T25)	TEM (-T26)	TEM (-T33)	TEM (-T34)
	19 seg	5 seg	31 seg	5 seg
	TEM (-T39)	TEM(-T40)	TEM (-T45)	TEM (-T46)
3 seg	12 seg	43 seg	12 seg	
ACTIVACIÓN SISTEMA	TEM (-T1)	TEM (-T3)	TEM (-T5)	TEM (-T7)
	40 seg	40 seg	40 seg	40 seg

Tabla 32. Tiempos determinados para la programación.

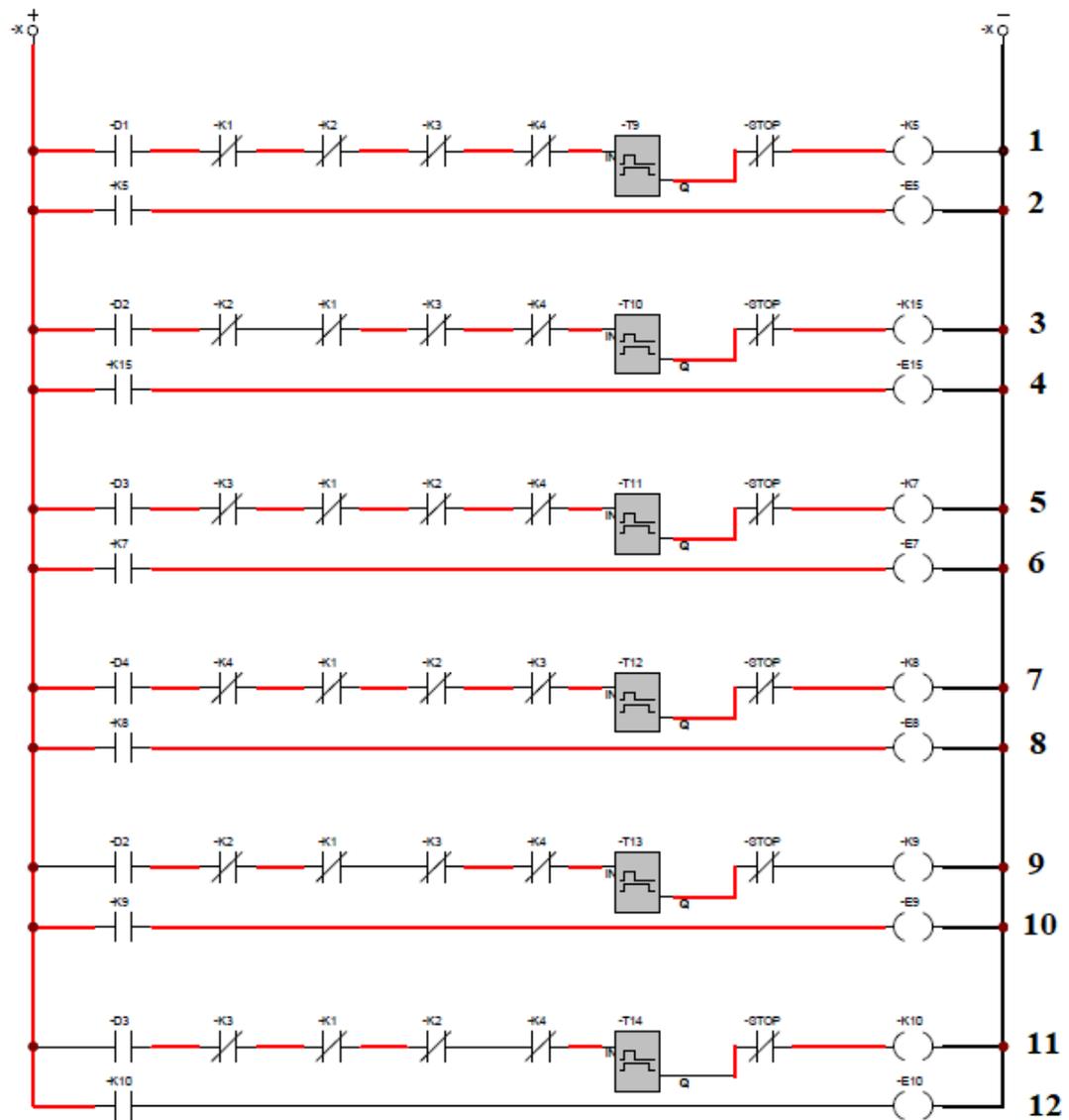


Figura 68. Segunda parte programación PLC.

En Figura 68 se tiene las líneas (1 y 2) que representan la continuación de la secuencia registrada, donde (-E5) es la activación del pulsador (-S1), las líneas (3, 4, 9 y 10) representan la continuación de la secuencia registrada, donde (-E9 y -E15) es la activación del pulsador (-S2), líneas (5, 6, 11 y 12) que representan la continuación de la secuencia, donde (-E7 y -E10) representa la activación del pulsador (-S3), líneas (7 y 8) son la continuación de la secuencia registrada, donde (-E8) es la activación del pulsador (-S4); cabe destacar que los temporizadores de cada línea están configurados de tal manera que se ven reflejados en la Figura 70 y Figura 71 la activación del motor.

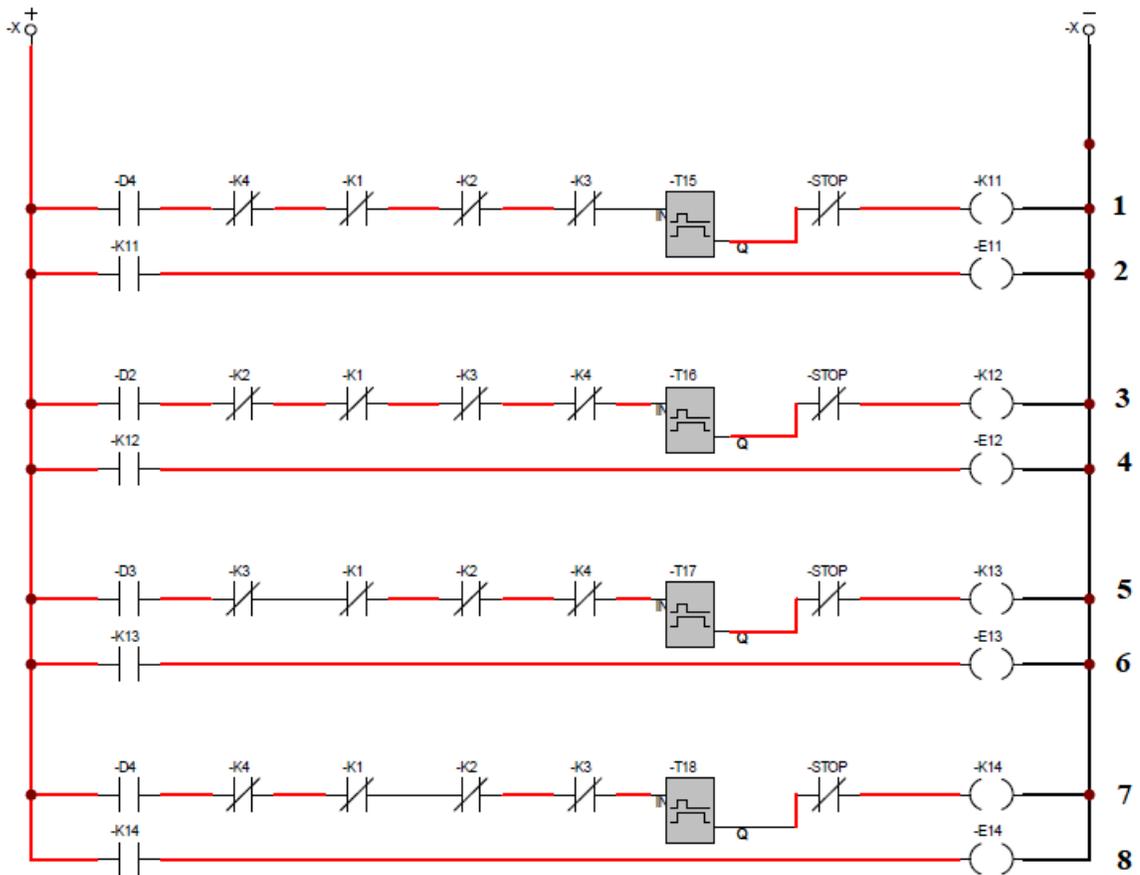


Figura 69. Tercera parte programación PLC.

En Figura 69 se tienen las líneas (1, 2, 7 y 8) que representan la continuación de la secuencia registrada, donde (-E11 y -E14) es la activación del pulsador (-S4), las líneas (3, y 4) son la continuación de la secuencia, donde (-E12) es la activación del pulsador (-S2), las líneas (5, y 6) son la continuación de la secuencia, donde (-E13) es la activación nuevamente del pulsador (-S3), sin embargo, los temporizadores de cada línea están configurados de tal manera que permiten la conexión con la Figura 70 y Figura 71.

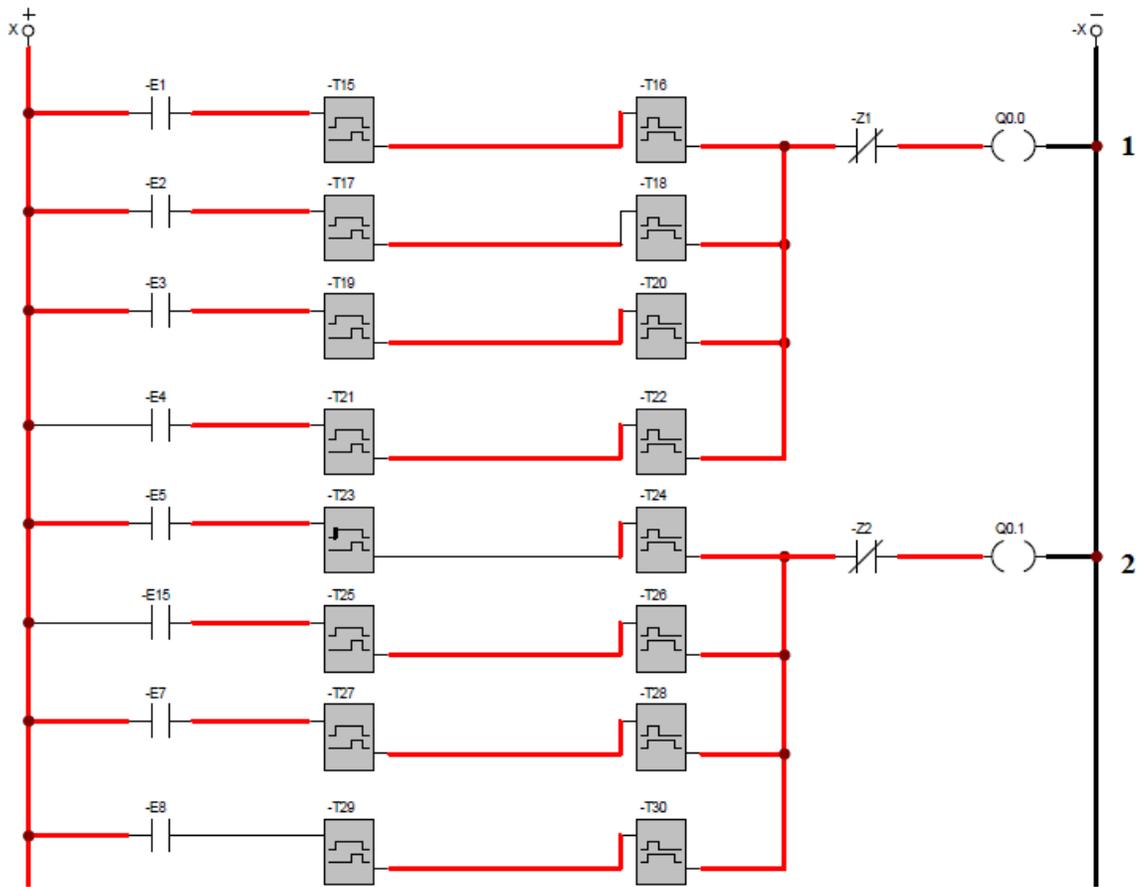


Figura 70. Cuarta parte 1 programación PLC.

En la Figura 70 la línea 1 es la conexión del motor reductor del mecanismo volteador con un sentido de giro correspondiente al descargue de la basura, donde van a estar conectados todos los pulsadores ya que todos cumplen con esta acción. Teniendo en cuenta que los temporizadores están configurados de tal manera que no influyan con su respectiva función, donde (-Z1) es el sensor óptico (posición) que va estar como primera medida de seguridad donde garantiza la desconexión del motor reductor, adicional a esta medida, es el conteo de los temporizadores que también tienen como función impedir el paso de corriente del sistema de las líneas representativas.

Elemento 2 cumple con las mismas especificaciones del elemento 1, destacando que es para invertir el sentido de giro del motor reductor y ubicarlo en la posición original, donde (-Z2) es el sensor óptico (posición) que nos garantiza la desconexión real del mecanismo.

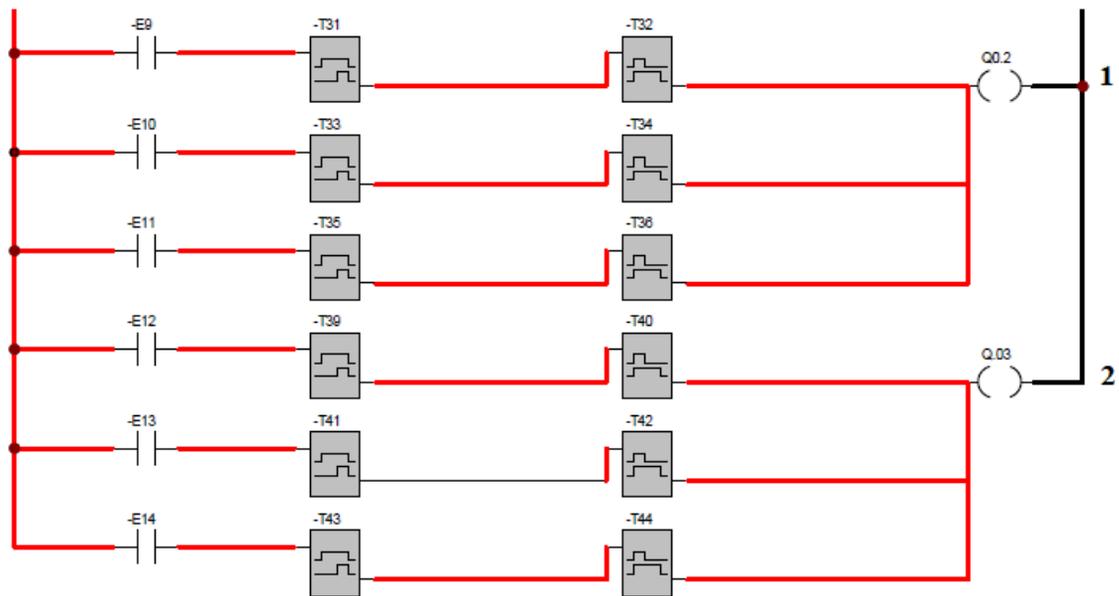


Figura 71. Cuarta parte 2 programación PLC.

En la Figura 71 el elemento 1 es la conexión del motor reductor de la banda transportadora con un sentido de giro correspondiente a la ubicación de los correspondientes contenedores según sean seleccionados. Teniendo en cuenta que los temporizadores también están configurados para no alterar los demás contactos y permitir el paso de corriente del sistema en cada correspondiente. El elemento 2 cumple con las mismas especificaciones del elemento 1, destacando que es para invertir el sentido de giro del motor reductor y ubicarlo en la posición original, donde los temporizadores garantizan la desconexión real del mecanismo.

Para finalizar y garantizar la conexión del PLC es necesario aclarar que, las salidas (Q0.0, Q0.1, Q0.2 y Q0.3) son nominadas de esta forma para tener una comunicación directa, donde estarán enlazadas con las entradas del motor reductor del mecanismo volteador y la banda transportadora y así garantizar las conexiones adecuadas, para ser el mismo proceso para todas la líneas nombradas anteriormente, pero son líneas que trabajan totalmente diferente que tienen procesos y accionamientos de manera que cumplen varias tareas.

6.6 CONTROL DE VELOCIDAD BANDA TRANSPORTADORA Y MECANISMO VOLTEADOR

Como se muestra en la Figura 72 el control de velocidad de la banda transportadora será dependiente de la programación del PLC para su accionamiento, haciendo que esta vaya a una velocidad constante con los tiempos determinados en la Tabla 33 mencionada anteriormente y que el impacto de los residuos al caer por el ducto de basura no afecte la estabilidad de la banda.

$$A_c = A \cdot C \quad \text{Ec. 64}$$

A → Ancho del contenedor

A_c → Ancho total de los contenedores

C → Cantidad de contenedores

$$v_b = \frac{A_c}{t} \quad \text{Ec. 65}$$

v_b → Velocidad a la que va la cinta transportadora

t → Tiempo máximo de accionamiento: cada contenedor tendrá un tiempo de accionamiento específico.

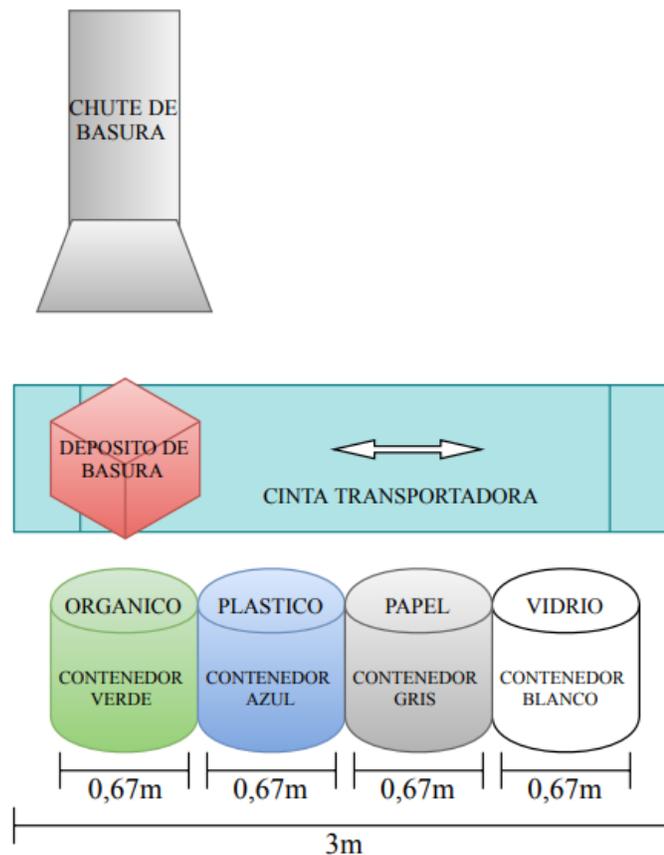


Figura 72. Diseño general del sistema de depósito, contenedores.

El contenedor orgánico no tendrá tiempo de accionamiento ya que este se encuentra en la parte principal del depósito que conecta directamente con la tolva puesta sobre la banda, para que descargue en el primero contenedor.

CONTENEDOR	ORGANICO	PLASTICO	PAPEL	VIDRIO
Tiempo (s)	0	6	8	10
Ancho del contenedor (m)	0,67	0,67	0,67	0,67
Cantidad de contenedores	1	2	3	4
Ancho total contenedores (m)	0	1,34	2,01	2,68
Velocidad (m/s)	0	0,193	0,217	0,23

Tabla 33. Datos obtenidos para la velocidad máxima que puede tener la cinta transportadora.

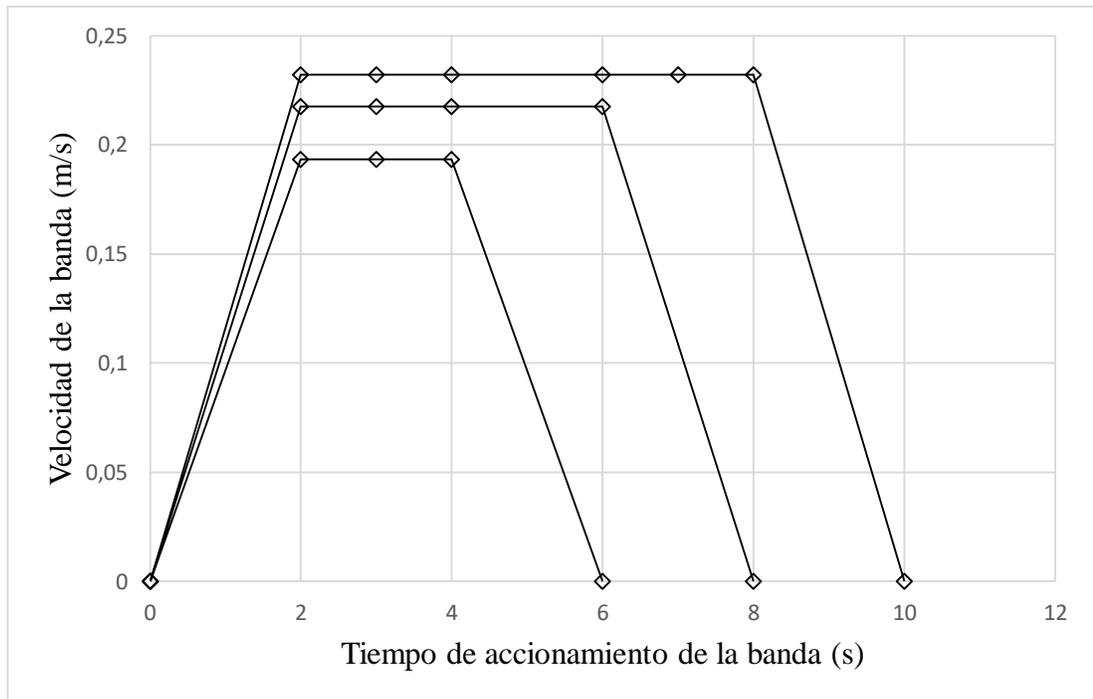


Figura 73. Velocidad vs Tiempo de la banda transportadora.

La Figura 73 muestra la velocidad a la que la banda transportadora puede moverse dependiendo el sitio del contenedor para ser depositado los residuos sólidos, por tal motivo se selecciona una velocidad promedio de 0,2 m/s de la Tabla 33 para el desarrollo de los cálculos y selección de la banda transportadora según los catálogos, el accionamiento de la

banda transportadora estará dirigida por controladores y temporalizadores que permiten que la velocidad de la banda sea constante.

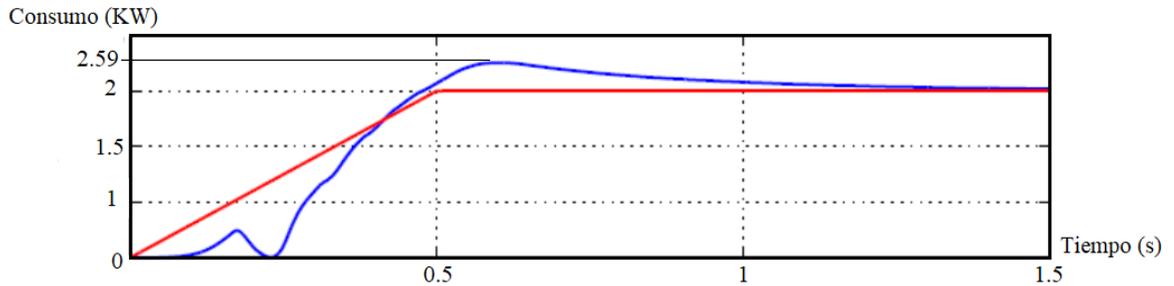


Figura 74. Consumo de los motores eléctricos.

En la Figura 74 se determina el consumo de los motores eléctricos al ser accionado para cumplir con el funcionamiento, sabiendo que la potencia es de 1,5 KW con un voltaje de 220V que tendrá cada motor, tanto como el del mecanismo volteador como el de la banda transportadora, ya que son motores con las mismas características puesto que no generaran un movimiento elevado, sino, acorde a sus parámetros establecidos. Se hace el cálculo necesario para saber el consumo que tendrán los motores suponiendo que trabajaran 5 horas diarias, pero no continuamente. Es necesario saber la corriente que generan los motores es un consumo que generan según la ecuación.

$$I = \frac{P}{V} \quad \text{Ec. 66}$$

El consumo generado por los motores será dependiente del voltaje y la corriente, a su vez, el consumo se multiplicará por las horas diarias trabajadas de los motores para obtener el consumo diario como se muestra en la ecuación, suponiendo que se genere en los 30 días del mes las 5 horas diarias, el consumo será de 388,5 KW/h y el consumo que generan los motores es de 2,59 KW y diarios las 5 horas es de 12,95 KW.

$$C = V \cdot I \cdot \sqrt{3} \quad \text{Ec. 67}$$

$$C \cdot \text{Horas} \quad \text{Ec. 68}$$

6.7 ANÁLISIS DE COSTOS

En las siguientes tablas se mostrarán los costos necesarios y básicos para el diseño general del sistema de ducto para la selección y clasificación automática de residuos sólidos generados en edificios residenciales, teniendo en cuenta que los materiales adicionales no serán especificados, sin embargo, se tienen en cuenta en algunos.

MATERIALES	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Lámina galvanizada de 1m (ductos)	12,4m	\$25.000	\$310.000
Lámina Galvanizada de 1m (lamina deslizadora)	2m	\$25.000	\$50.000
Contenedores de basura	4	\$450.000	\$1'800.000
Lamina de acero inoxidable (Tolvas de basura) fabricado	4	\$320.000	\$1'280.000
Eslabones (ASTM A-36-ESP 1/2") Elementos 8 y 9 de la Figura 23	4	\$120.000	\$480.000
Engrane (61 Dientes-Diámetro 184mm)	1	\$260.000	\$260.000
Piñón (22 Dientes-Diámetro 66mm)	1	\$260.000	\$260.000
Eje guía de los engranes (5/8-11 UNC-2A)	1	\$360.000	\$360.000
Eje guía de los eslabones (1/2-13 UNC-2A)	1	\$320.000	\$320.000
Eje Pivote de la canasta (AISI 1045 – 1/2-13 UNC 2A) [4]	1	\$340.00	\$340.000
Carrito del motor reductor y mecanismo volteador (ASTM -36 - GALV)	1	\$250.000	\$250.000
Soporte de la canasta (ASTM A-36-GALV- ESP 1/8")	1	\$90.000	\$90.000
Chumacera para el eje principal de los eslabones (SY ϕ 20mm)	2	\$270.000	\$540.000
Soporte chumacera (LAM ESP 1/8" ASTM A-36.GALV)	4	\$150.000 Lamina	\$600.000
Soporte chumacera (LAM ESP 1/8" ASTM A-36.GALV)	2	\$150.000 Lamina	\$300.000
Canasta (LAM – CAL 12 ASTM A-36-GALV)	1	\$190.000	\$190.000
Soporte eje del pivote de la barra de la	2	\$120.000	\$240.000

[4] Catalogo soporte de pie SNL – soporte pivote. (Septiembre 2009)
https://issuu.com/skfdelperu/docs/chumaceras_snl.

canasta (LAM – CAL 12 ASTM A-36-GALV)			
Eje de las ruedas (1/2-13 UNC-2A)	2	\$320.000	\$640.000
Soporte cartela 1- LAM – ESP 1/8" ASTM A-36 – GALV)	16	\$150.000 Lamina	\$225.000 Lamina y media
Tuerca HEX ϕ 3/8"- [5]	4	\$28.900	\$462.400
Arandela ϕ 3/8" – [6]	4	\$3.900	\$15.600
		SUB TOTAL	\$8.913.000

Tabla 34. Lista de materiales, análisis de costos.

En la Tabla 34, se obtiene la lista de materiales para la fabricación del sistema de ducto para la selección y clasificación automática de residuos sólidos generados en edificios residenciales, teniendo en cuenta las características de cada elemento seleccionados en el diseño y guiado por el Libro de Robert L. Mott del Apéndice 6 propiedades de los aceros inoxidables y Apéndice 7 Propiedades de los aceros estructurales.

INSTRUMENTACION	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Cableado en rollos	3	\$130.000	\$390.000
Pulsadores y pulsadores	25	\$15.000	\$375.000
Relé 110v 8 Pines Relpol	25	\$28.000	\$700.000
Led-Alarma	1	\$30.000	\$30.000
Acoples del sistema electromecánico	1	\$680.000	\$680.000
Temporizador	25	\$60.000	\$1'500.000
Electroimán	1	\$100.000	\$100.000
Sensores de posición Ópticos	3	\$45.000	\$135.000
		SUB TOTAL	\$2.410.000

Tabla 35. Lista de instrumentación, análisis de costos.

En la Tabla 35, la lista de instrumentación informa los elementos necesarios para la programación e instalación del sistema electromecánico teniendo en cuenta que en los planos del Anexo F - PLANOS (PLC) se especifica de mejor manera sus características.

[5] Homecenter tuerca hexagonal y arandela plana 3/8 16 unidades

<https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/113985/tuerca-hexagonal-y-arandela-plana-38-100un>

[6] Arandela plana 3/8 4 unidades <https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/71379/arandela-plana-38-6un>

EQUIPOS	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Motor-reductor Tornillos sin fin corona SERIE GS de 2HP relación 37:1	1	\$2'630.000	\$2'630.000
Motor-reductor Helicoidal para la banda transportadora SERIE GR de 2HP relación 140:1	1	\$2'630.000	\$2'630.000
Banda transportadora	1	\$26.000.000	\$26.000.000
PLC S7-1200 ^[7]	1	\$2'500.000	\$2'500.000
		SUB TOTAL	\$33.760.000

Tabla 36. Lista de equipos, análisis de costos.

En la Tabla 36, se obtiene los precios de fábrica por empresas colombianas de Bogotá, ya que permiten que su fabricación sea acople al diseño con sus respectivos elementos identificativos para su funcionamiento, es necesario saber que estos equipos son de gran importancia en el proyecto ya que son principales de sus funcionamientos en conjuntos con los demás elementos. Para los equipos como los motores reductores y la banda transportadora se cotizan en el ANEXO – D y E.

MANO DE OBRA	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Diseño	\$1'85000.000	\$1'85000.000
Programación	\$650.000	\$650.000
Simulación	\$300.000	\$300.000
Montaje	\$5'000.000	\$5'000.000
Vistas técnicas (Planos)	\$350.000	\$350.000
Asesoría Técnica	\$1'000.000	\$1'000.000
Soldadura (Materiales)	\$800.000	\$800.000
Doblado de materiales	\$600.000	\$600.000
	SUB TOTAL	\$27'200.000
	VALOR TOTAL	\$72'248.000

Tabla 37. Lista de mano de obra, análisis de costos.

^[7] SIEMENS 03/2014 – Manual del PLC S7-1200
https://cache.industry.siemens.com/dl/files/622/91696622/att_42774/v1/s71200_system_manual_es-ES_es-ES.pdf

En la Tabla 37, se especifica los recursos necesarios para el desarrollo exitoso de proyecto de sistema de ducto para la selección y clasificación automática de residuos sólidos generados en edificios residenciales. La mano de obra será el producto directo para realizar la selección y clasificación automática de residuos sólidos generados en edificios residenciales, teniendo en cuenta los elementos necesarios que la obra civil de a conocer, en cuanto a espacios y especificaciones del área de instalación para el sistema de ductos y el funcionamiento general de los depósitos en el cuarto de basuras.

CONCLUSIONES

En primer lugar, se tiene en cuenta que en el contexto colombiano la producción de residuos sólidos se encuentra en continuo aumento y la actividad económica vincula a los residuos alcanzar cada vez mayor importancia, llamando la atención para una correcta gestión de los residuos sólidos urbanos, la administración deberá concienciar a los usuarios del edificio el valor potencial que encierra los residuos sólidos.

Se diseñó las diferentes etapas del sistema de *Chutes* de basura para realizar un conocimiento más cercano a la automatización de ductos de basura o residuos sólidos instalados en edificios residenciales, utilizando las diferentes interfaces del sistema como estructura en cuanto a la programación, sistema de control, sistema de mando, sistema mecánico y parte eléctrica.

En el estudio de la capacidad de los contenedores se utilizará de un contenedor de 240L ya que permite que en el edificio tenga el volumen necesario para ser desechados los residuos sólidos, teniendo en cuenta que existen contenedores de mayor capacidad como los de 360L que podría ser para un edificio de más de 4 pisos con un límite de 10 pisos, si se requiere para un edificio de más pisos hay contenedores desde 790L en adelante que permiten que los desechos del usuario sean depositados diariamente y recojan la mayor cantidad. Todos los cuatro contenedores están equipados con ruedas, tapas con bisagra para facilitar al usuario el manejo y la posibilidad de pedal para mayor comodidad.

La cantidad de basura generada en el edificio se genera en términos de la cantidad de kilogramos que genere una persona, donde generalmente los latinoamericanos son los que genera más basura en toneladas de residuos, un ejemplo sencillo conformado por una familia de 4 personas genera alrededor de 70 toneladas lo que equivale a un volumen aproximado de 1 millón de latas de aluminio, sin embargo, se puede combatir de manera que la reducción o minimización se evite de manera que los residuos sean modificados por patrones de consumo, quiere decir que se puede utilizar nuevamente el producto sin mayor transformación para poder darle el mismo consumo u otro uso.

La selección de ductos y anclajes se obtienen del área transversal o el volumen mínimo y máximo de los desechos (bolsa de basura) para verificar que sean depositados por el ducto de manera que no tengan un proceso de detención dentro del ducto. Existen dos tipos de ductos, redondos que permiten que los residuos sólidos caigan de manera rápida con un impacto fuerte que puede romper la bolsa de basura, dependiendo el tipo de residuos, quiere decir que no todos los residuos al ser impactados en la canasta puesta sobre la banda u otro sistema directo a los contenedores, ya que los residuos como el reciclaje (papel, plástico) su material no es de acceso directo a la fractura, puede tener deformaciones o antes de ser

depositados se compactan de manera que ocupen el volumen de la tolva de admisión y del ducto. Los ductos cuadrados no permiten que los residuos caigan de manera rápida y su rango de impacto es menor, ya que este no permite que la bolsa se deslice por el ducto y pueda romperse mientras es desechada, de acuerdo a este tipo de características usualmente se fabrica y se hace uso de los *Chute* de basura con ductos redondos y de material galvanizado. Sin embargo, el sistema está diseñado para la recolección y descarga de basura para una mejor vida útil y un estilo de vida para las personas que habitan en el edificio que permite transportar la basura de forma eficiente, fácil y segura, de igual forma por cualquiera de estos ductos no se pueden depositar desechos de gran volumen (cajas, icopor, madera), deben ser depositados directamente al cuarto de basura sin ser puestos en los contenedores.

La velocidad de la basura dependerá del peso de la bolsa y para evitar impactos que generen destrucción de los desechos al caer, se diseñó una reducción de velocidad al final del ducto, con una desviación que permite que los desechos caigan a menor velocidad en la canasta, de acuerdo a esto se debe tener en cuenta que en la reducción del ducto sufrirá impactos fuertes que quizás hagan que la bolsa se rompa y genere la separación de los residuos y por ello el diseño de la canasta. Sin embargo, se supone que los residentes generen en un rango de 0,32 Kg de basura diarios por familia, esto quiere decir que la velocidad de los residuos sólidos depositados por el ducto de basura, caerán de manera gravitacional generando una velocidad de caída libre máxima de 14 m/s para el cuarto piso y 7 m/s para el primer piso. De esta manera existen más posibilidades de reducción de velocidad de los residuos sólidos, como un reductor de velocidad al final de ducto que consta de una lona en tiras, de alta resistencia que puede funcionar en conjunto con una turbina eólica que, al ser succionada por esta, disminuye la velocidad por medio de la fricción y que a su vez estas reducciones de velocidad, cuando los desechos son depositados a caída libre dentro del ducto reducen el ruido.

Par la selección de una banda transportadora es necesario saber su principal fruncimiento y que material va a transportar, si la banda estará elevada, si la banda estará sobre una mesa, si la banda trabajara con materiales industriales, mineros, de alimentación, etc. La selección de la banda para el sistema automático de residuos sólidos generados en edificio residenciales fue seleccionada de manera que permita el accionamiento constante de tal forma que se puede utilizar en cualquier momento, para ellos sus principales características como el ancho de la banda se diseña de manera que tenga la capacidad de transportar los materiales; Como la banda no trabajara de manera pesada esta tiene rangos mínimos según los catálogos para bandas, quiere decir que no necesariamente deben ser seleccionada en perfil con los catálogos. Como diseñadores podemos elegir sus dimensionamientos. La velocidad a la que ira la banda es mínima ya que permitirá que los conjuntos en torno a esta trabajen según sus accionamientos.

Para la selección del mecanismo volteador se derivaron varias opciones como un disco giratorio con un motor reductor donde en su plataforma se encontrarían los contenedores de basura y el ducto conectado directamente a uno de los cuatro contenedores, accionándose de manera que al ser pulsado el depósito en el sistema de mando este girara ubicando el contenedor debajo del ducto de basura. Una opción siguiente fueron cilindros hidráulicos que empujaran la basura que estaría puesta sobre la banda transportadora depositando directamente en el contenedor y el ducto en conjunto con la banda transportadora. Por consiguiente, se diseñó un mecanismo de cuatro barras que permitiera que la basura fuera depositada correctamente en los contenedores sin permitir que la basura fuera derramada y puesta en contenedores incorrecto, quiere decir que la canasta cumpla con desechar los residuos restantes en su respectivo contenedor sin dejar restos en la canasta. Recordando que el mecanismo tiene ventajas en cuanto a los componentes diferentes a los que está sometido ya que permiten transmitir o transformar la fuerza alrededor de ejes paralelos y el movimiento en conjunto con los engranes rectos. La ventaja es que el mecanismo permite que la transmisión de los engranes cambie según el sentido de giro, teniendo en cuenta que los engranes no giran en un solo sentido, puesto que están en conjunto con un motor reductor que permite que giren en ambos sentidos.

El mecanismo de cuatro barras está en función y conjunto con engranes rectos que reducen aún más la velocidad de giro del motor reductor para que pueda ser accionado, sin embargo, las características del motor reductor tanto como del mecanismo volteador como de la banda transportadora son las mismas, de acuerdo a los cálculos el mecanismo volteador transmitirá una velocidad inicial de 700rpm y una velocidad de salida de 5 rpm al primer eslabón (azul) y para la banda transportadora transmitirá una velocidad inicial de 700rpm y una velocidad de salida de 19rpm, a su vez, el mecanismo está compuesto por tres barras de las cuales dos son eslabones que ejercen una fuerza al eslabón tres que es la canasta, quienes están unidas por rodamientos generando un movimiento al mecanismo donde los eslabones entre sí vinculan uniones revolutas, tanto como para el eslabón que genera el movimiento como para el eslabón que recibe el movimiento.

La programación del PLC necesita una fuente de alimentación de 120V y sus respectivas entradas y salidas están referenciadas a 24V estas características y reglas permiten tener una comunicación con el funcionamiento de instrucciones para controlar el proceso del sistema. Esto es referente, a que la programación permite señales múltiples para accionar un procedimiento permitiendo entradas y salidas que generen conexiones masivas en conjunto con demás accionamientos dependientes de la programación. Esta programación tiene un lenguaje de alto nivel que permite declarar las instrucciones de control por un diagrama LADDER que permite que las características como interpretar los datos de arriba hacia abajo y de izquierda a derecha. La programación se diseñó de manera que los usuarios pulsen en el

sistema de control que estará puesto es cada piso del edificio, el tipo de basura que deseen depositar, este mandara una señal al sistema de control donde accionara los componentes en conjunto para el accionamiento de los elementos, derivando otros componentes, quiere decir que la programación del PLC es la cabecera del funcionamiento para el sistema automática de residuos sólidos generados en edificios residenciales. Existen más programaciones que dependen de un sistema automático, generalmente en los hospitales y/o hoteles el sistema de ductos es de funcionamiento para ropa blanca (seca y húmeda), donde la automatización solo se ve reflejada en el sistema de mando y en la parte inferior del ducto. Para el motor reductor del mecanismo volteador y la banda transportadora se maneja un voltaje de 220V son motores AC, donde su consuma de energía de cada uno es de 2,59 KW y para el tablero de control se manejará un voltaje de 110V alterno donde van todos los contactores industriales, el PLC, las regletas de conexión, los pulsadores, disyuntores, bombillas lumínicas que son indicadores, es necesario instalar contadores independientes para tener certeza del consuma de energía de todo el sistema. Los estabilizadores o también llamado supresor de picos, que permiten una óptima eficiencia de los equipos.

Finalmente, el análisis de costo permite una visión de las derivadas de sus elementos principales, donde los materiales pioneros son quienes guían los demás elementos de manera que se pueda identificar los recursos necesarios para llevar a cabo el proyecto determinado la calidad y cantidad de estos. Teniendo en cuenta que este análisis es específico para cuatro pisos del edificio, sin embargo, el edificio puede ser más de 4 pisos y algunos de sus componentes cambiarían. La banda transportadora para su longitud depende de las características de los contenedores, recordando que para la banda trasportadora no hay especificaciones fijas de su fabricación, quiere decir que puede tener las dimensiones acordes al diseñador. El contenedor de basura para un edificio de más de cuatro pisos debe cambiar sus parámetros para mayor capacidad y volumen en ellos.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] CATORCE6. OEA destaca prototipo de canecas inteligentes en Colombia [en línea] <<https://bit.ly/2N0UwSN>> [citado en 25 de marzo de 2018].
- [2] 24HORAS. Creadores: Proyecto Basurero inteligente [en línea] <<https://bit.ly/2vTt7fh>> [citado en 25 de marzo de 2018].
- [3] IRESIDUO. Nueva planta automatizada para el reciclaje de residuos sólidos urbanos [en línea] <<https://bit.ly/2OMBT5J>> [citado en 01 de abril de 2018].
- [4] <https://www.raco.cat/index.php/Revibec/article/view/38286> Revibec: revista iberoamericana de economía ecológica > Vol. 2 (2005): Economía Ecológica en Argentina y Uruguay > Agüero A. A. Agüero, M. Carral, J. J. Sauad, L. L. Yazlle
- [5] https://www.colombiacompra.gov.co/sites/cce_public/files/cce_tienda_virtual/plan_ambiental.pdf (Ficha tomada de la Guía para el manejo de residuos sólidos en la entidad (contratante).
- [6] <https://bogota.gov.co/mi-ciudad/gestion-publica/el-distrito-emite-una-fuerte-sancion-contra-promoambiental/22-FEB-2018> Publicado Por: Libian Barreto
- [7] CARACOL RADIO. En Colombia solo se recicla en 17% de las basuras [en línea] <http://caracol.com.co/radio/2017/05/17/nacional/1495047458_796244.html> [citado en 15 de septiembre de 2018]
- [8] <https://bogota.gov.co/mi-ciudad/ambiente/como-reciclar-en-bogota> 13-FEB-2019 Publicado Por: Edgar Medina
- [9] <https://encolombia.com/medio-ambiente/interes-a-problema-ambiental-basura/José> Pineda T.S.U En Evaluación Ambiental
- [10] Según un informe de ONU Medio Ambiente publicado en Buenos Aires, donde se celebra el XXI Foro de Ministros de Medio Ambiente de la región.
- [11] <https://news.un.org/es/story/2018/10/1443562> / Mirada global/ Historias humanas 12 Octubre 2018 Objetivos de Desarrollo Sostenible
- [12] <https://es.slideshare.net/pipe9129/shuts-de-basuras> Publicado el 30 de ago. de 2012 recolección de basuras
- [13] SEMANA SOSTENIBILIDAD. Bogotá es una de las ciudades que peor maneja su basura [en línea] <<https://sostenibilidad.semana.com/medio-ambiente/articulo/bogota-es-la-ciudad-que-peor-maneja-su-basura-en-el-pais/38775>> [citado en 15 de septiembre de 2018]
- [14] <https://www.elheraldo.co/colombia/conozca-el-color-de-las-bolsas-plasticas-para-promover-el-reciclaje-en-colombia-429406> 29 de noviembre de 2017 - 09:55
- [15] <https://hogar.uncomo.com/articulo/como-clasificar-la-basura-correctamente-6966.html> Por Àngels . Actualizado: 16 enero 2017
- [16] <https://prezi.com/exbgsonwtsc6/sensores-de-peso/> WILSON JAVIER SERNA Actualizada 27 de enero de 2014
- [17] <https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn84.html> Cálculo y Diseño de Cintas Transportadoras, Las cintas transportadoras constituyen un sistema muy empleado en la industria y en otros muchos sectores para realizar el transporte en continuo de materiales granulados, tales como cereales, carbón, minerales, tierras, etc.,

- [18] <https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/objetos/figutut84/anx1tut84.pdf>. El objetivo de esta guía de ingeniería es el de proporcionar una visión general exhaustiva.
- [19] <https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/objetos/figutut84/anx2tut84.pdf>. El rodillo es uno de los componentes clave en una cinta transportadora.
- [20] <https://cuidemoselplaneta.org/contenedores-reciclaje/> Ecología y medio ambiente, colores de los contenedores de reciclaje. 10 febrero 2018
- [21] https://www.youtube.com/watch?time_continue=261&v=YiHTNfKJwAw&feature=emb_title 10 Febrero 2018
- [22] <http://www.inforeciclaje.com/colores-del-reciclaje.php>
- [23] <https://reddolac.org/profiles/blogs/los-colores-que-se-deben-emplear-para-el-reciclaje-de-basura> "los colores que se deben emplear para el reciclaje de basura" publicado por luis antonio torres quillay el julio 9, 2015 a las 11:05pm
- [24] <https://www.ecologiahoy.com/colores-del-reciclaje> - publicado el 21/09/2017 Los contenedores del reciclaje son muy importantes. Nueva normativa que incluye la estandarización de colores y elementos visuales para los contenedores de residuos. 22 SEPTIEMBRE 2017
- [25] <https://www.ecologiahoy.com/colores-del-reciclaje> - publicado el 21/09/2017 Los contenedores del reciclaje son muy importantes.
- [26] <http://electromanfer.com/canecas-contenedores/canecas-contenedores/397-carro-contenedor-de-120-litros-rimo> (Manual de tratamiento de datos)
- [27] https://www.axmann-fs.com/gurtfoerderer_gurtfoerderer_40_81_es.html
- [28] <http://www.sulo.cl/es/productos/contenedores-de-carga-trasera/citybac-de-2-ruedas.html> Contenedores de residuos con dos ruedas.
- [29] <https://www.areatecnologia.com/electricidad/tipos-de-motores-electricos.html>
- [30] Energía Controlada de México, SA de CV , miércoles, 23 de agosto de 2017 15:01 Motor reductor, Reductores de velocidad, Tipos de motor reductores, Sistemas de engranajes <https://www.motorreductores-mexico.com.mx/blog/articulos/tipos-de-motorreductores>
- [31] [https://www.roydisa.es/archivos/3356\(engraner ver\)](https://www.roydisa.es/archivos/3356(engraner ver))
- [32] <http://www.reforplas.com/wordpress/wp-content/uploads/2014/06/BROCHURE-RP-SHUT-DUCTOS-BASURAS.pdf>
- [33] <https://instrumentacionycontrol.net/empezando-control-y-automatizacion/> (Abril 3 2019)
- [34] <https://instrumentacionycontrol.net/funciones-logicas-de-un-plc-2/> (Abril 26 2020)
- [35] <https://www.electricaplicada.com/diferentes-tipos-de-motores/>
- [36] <https://instrumentacionycontrol.net/funciones-logicas-de-un-plc-2/> abril 26, 2020
By Jose Carlos Villajulca
- [37] <https://new.abb.com/drives/es/eficiencia-energetica/metodos-control-velocidad-motor>
- [38] <https://giravan.com/productos/motorreductores-y-reductores/12-reductores-y-motoreductores/reductores/77-reductores-series-gs-y-gk>
- [39] <https://es.slideshare.net/slidechristian/2-integracion-de-las-instalaciones-basicas-a-la-estructura> (Publicado el 30 de nov. de 2011)

ANEXOS

ANEXO A. Tablas para la selección de la banda transportadora

Tablas obtenidas de los catálogos para banda transportadoras:

- Guía de ingeniería y diseño de cintas transportadoras
<https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/objetos/figutut84/anx1tut84.pdf>
- Catálogo técnico de componentes para cintas transportadoras
<https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/objetos/figutut84/anx2tut84.pdf>

Tabla 4. Distancias de separación entre estaciones de rodillos (m)			
Ancho de banda	Rodillos Superiores		Rodillos Inferiores
	Peso específico del material (t/m³)		
	≤ 0,6	> 0,6	
400	1,35	1,35	3,00
500	1,35	1,20	3,00
650	1,20	1,10	3,00
800	1,20	1,00	3,00
1.000	1,00	1,00	3,00
1.200	1,00	1,00	3,00
1.400	1,00	1,00	3,00
1.600	1,00	1,00	3,00
1.800	1,00	1,00	3,00
> 2.000	1,00	1,00	2,40

Tabla 7. Factor de ancho de la banda, C_b								
	Ancho de banda (mm)							
Peso específico γ (t/m ³)	300	400	500	650	800	1000	1200	1400
$\gamma \leq 1$	31	54	67	81	108	133	194	227
$1 < \gamma \leq 2$	36	59	76	92	126	187	277	320
$\gamma > 2$	-	65	86	103	144	241	360	414

Tabla 8. Factor de longitud de la banda, C_l											
Longitud de banda (m)	32	40	50	63	80	90	100	150	200	250	300
C_l	222	192	167	145	119	109	103	77	63	53	47

Tabla 9. Factor de servicio, K_f	
Condiciones de trabajo	K_f
Favorables, buena alimentación, bajas velocidades	1,17
Normal, condiciones estándar	1
Desfavorables, baja temperatura y alta velocidad	0,74 - 0,87
Temperaturas extremadamente bajas	0,57

Tabla 11. Valores de las potencias normalizadas de motores eléctricos (kW)									
1,5	2,2	3	4	5,5	7,5	11	15	18,5	22

Tabla 12. Factor de Servicio, C_1						
Recubrimiento de la cara inferior de la banda	V3, V5, U2, A5, E3			V1, U1, UH, U2H, V2H, V5H		
Ángulo de contacto, α (en grados)	180°	210°	240°	180°	210°	240°
Tambor de acero liso						
Seco	1,5	1,4	1,3	1,8	1,6	1,5
Mojado	3,7	3,2	2,9	5,0	4,0	3,0
Tambor con forro de fricción						
Seco	1,4	1,3	1,2	1,6	1,5	1,4
Mojado	1,8	1,6	1,5	3,7	3,2	2,9

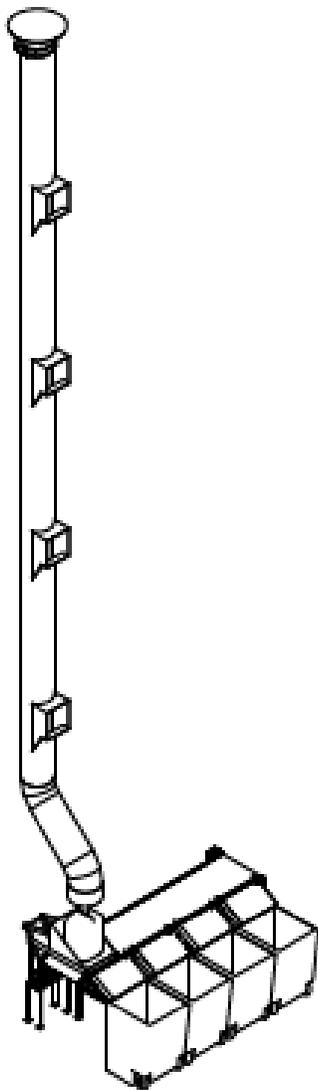
Tabla 13. Resistencias nominales (R_N) de las bandas textiles (N/mm)									
126	160	200	250	315	400	500	630	800	1000

Tabla 14. Valores del coeficiente de fricción, μ		
Superficie del Tambor	Sin Recubrimiento	Con Recubrimiento
Alta adherencia	0,35	0,45
Seca	0,35	0,40
Húmeda	0,20	0,35
Mojada	0,10	0,30

Tabla 15. Diámetros de tambores normalizados según la norma DIN-22101 (mm)		
200	250	320
400	500	630
800	1000	1250
1400	1600	1800
2000		

ANEXO B: Manual de instalación

Chutes Automatizados - Instalación/Operación



Instrucciones originales de automatización de residuos sólidos.

Guarde el manual en un lugar seguro.

ADVERTENCIA: Siempre utilice el manual para operar la máquina

	ADVERTENCIA
--	--------------------

IMPORTANTE: El comprador tiene siempre que consultar al proveedor para verificar el espacio y tener la certeza de las dimensiones correspondientes del lugar.

	ADVERTENCIA
	Riesgo de incendio. Material altamente inflamable

	ADVERTENCIA
PARA SU SEGURIDAD: La información de este manual debe seguirse para minimizar el riesgo de incendio o para prevenir daños a la propiedad o muerte.	

	ADVERTENCIA
<ul style="list-style-type: none">• No conserve ni almacene gasolina en el lugar de instalación de estos equipos o cualquier otro aparato.• La instalación de los equipos eléctricos debe ser con personal técnico especializado en el área, para NO tener inconvenientes en cuento a las configuraciones de cada proceso.• Instale los equipos eléctricos teniendo en cuenta las instrucciones del fabricante y los códigos locales.• Asegúrese que los espacios para la instalación de los equipos sea el correspondiente, teniendo en cuenta la limpieza y que sea un lugar óptimo para trabajar.	

	ADVERTENCIA
Para reducir el riesgo de lesiones graves o muerte, siga todas las instrucciones de instalación. Guarde siempre estas instrucciones.	

TABLA DE CONTENIDO

1. INFORMACIÓN DE SEGURIDAD.....	4
1.1. EXPLICACIÓN DE MENSAJES DE SEGURIDAD	4
1.2. INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD IMPORTANTES	4
2. DIMENSIONES.....	3
2.1. DUCTOS DE BASURA	3
2.2. MECANISMO DE CUATRO BARRAS	4
2.3. GUIA ESTRUCTURA DE LA BANDA TRANSPORTADORA	5
2.3 PUESTRA Y ANCLAJES	6
2.4 MECANISMO VOLTEADOR	8
2.4 BANDA TRANSPORTADORA	16
2.5 CONTENEDORES.....	17
2.8 PROGRAMMABLE LOGIC CONTROL “PLC” S7 -1200.....	18

1. INFORMACIÓN DE SEGURIDAD.

1.1. EXPLICACIÓN DE MENSAJES DE SEGURIDAD

En los formatos de seguridad podemos notar los siguientes parámetros (WARNING, DANGER, CAUTION), que van especificados dentro de las instrucciones y claramente que se encuentran en este manual y en las respectivas calcomanías de los componentes del sistema. Teniendo en cuenta esto deducimos que todas las precauciones están destinadas para la seguridad personal del usuario, del operador y aquellos que realizan mantenimiento de los equipos.

	PELIGRO (DANGER)
En este campo deducimos en que si no se evita la situación de peligro inminente puede ocasionar lesiones severas o la muerte.	

	ADVERTENCIA (WARNING)
En este campo deducimos en que si no se evita la situación de peligro puede ocasionar lesiones severas o la muerte.	

	PRECAUCIÓN (CAUTION)
En este campo deducimos en que si no se evita la situación de peligro puede ocasionar lesiones leves o daños a la propiedad.	

También hay ciertas denominaciones las cuales son vitales para cualquier instalación; como ejemplo tenemos las siguientes palabras: (NOTA, IMPORTANTE).

- **IMPORTANTE:** Esta palabra advierte al lector de todos los procesos que se tienen en cuenta, dado que NO se cumpla; en los equipos podrá tener daños menores a causa de estos.
- **NOTA:** Esta palabra se utiliza para hacer un comunicado de información; se concluye que no es un peligro para las demás funciones.

1.2. INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD IMPORTANTES

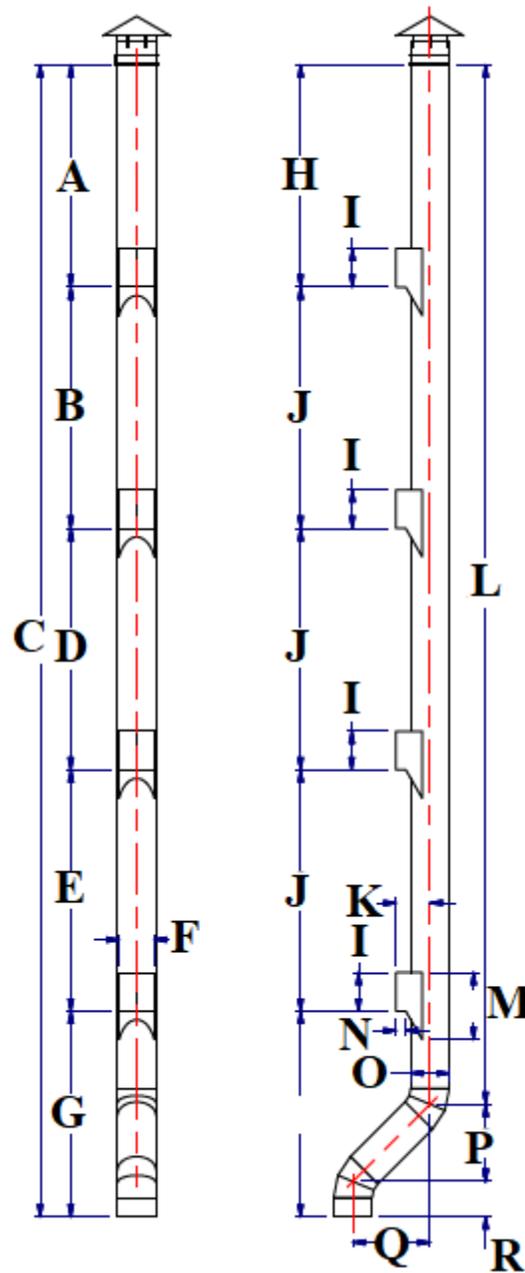
	ADVERTENCIA
Para evitar incendios, descargas eléctricas, o muerte de todas las personas que van a utilizar el sistema; siga todas estas precauciones.	

- Lea todas las instrucciones antes de utilizar el sistema.
- Instale todos los equipos correspondientes, teniendo el personal técnico especializado para todas las labores que se necesitan.
- No instale los equipos sin autorización del personal encargado.

- No almacene los equipos en lugares donde van a estar expuestos al agua.
- Mantenga siempre libre el área de trabajo donde se va a realizar la instalación.
- No lave o limpie ninguno de los artículos a instalar ya que puede ocasionar daños en el sistema.
- Teniendo en cuenta las normas de instalación, NO FUME NI INGIERA BEBIDAS ALCOHOLICAS, durante el servicio.
- Para evitar riegos de descarga eléctrica, consultar manuales de instalación de los productos teniendo en cuenta las fichas técnicas de los proveedores.
- Al hacer la instalación, mantenga los equipos fuera de alcance de los niños ya que estos no están destinados a ser utilizados por ellos.
- Una vez terminada la instalación, verificar y hacer pruebas de funcionamiento en cada piso, teniendo en cuenta las recomendaciones de seguridad.
- El mantenimiento de los equipos y del sistema en general no debe ser realizado por niños o personas sin experiencia.
- Los niños menores de cinco años deben mantenerse alejados a menos de que se supervisen constantemente.
- Asegúrese de que los controladores estén bien instalados, antes de poner el sistema en marcha.
- No intente reparar ninguno de los componentes del sistema a menos que se recomiende específicamente en las instrucciones de usuario.
- Al momento de realizar una reparación necesaria desconecte siempre los equipos de la fuente de voltaje, para evitar catástrofes.
- Verifique el lugar y espacio de la instalación para no tener problemas innecesarios en la infraestructura.
- Es necesario realizar la instalación piso a piso de los componentes eléctricos y electrónicos correspondientemente.
- Utilice la herramienta necesaria y adecuada para cada uno de los equipos, evitando daños posteriores.

2. DIMENSIONES.

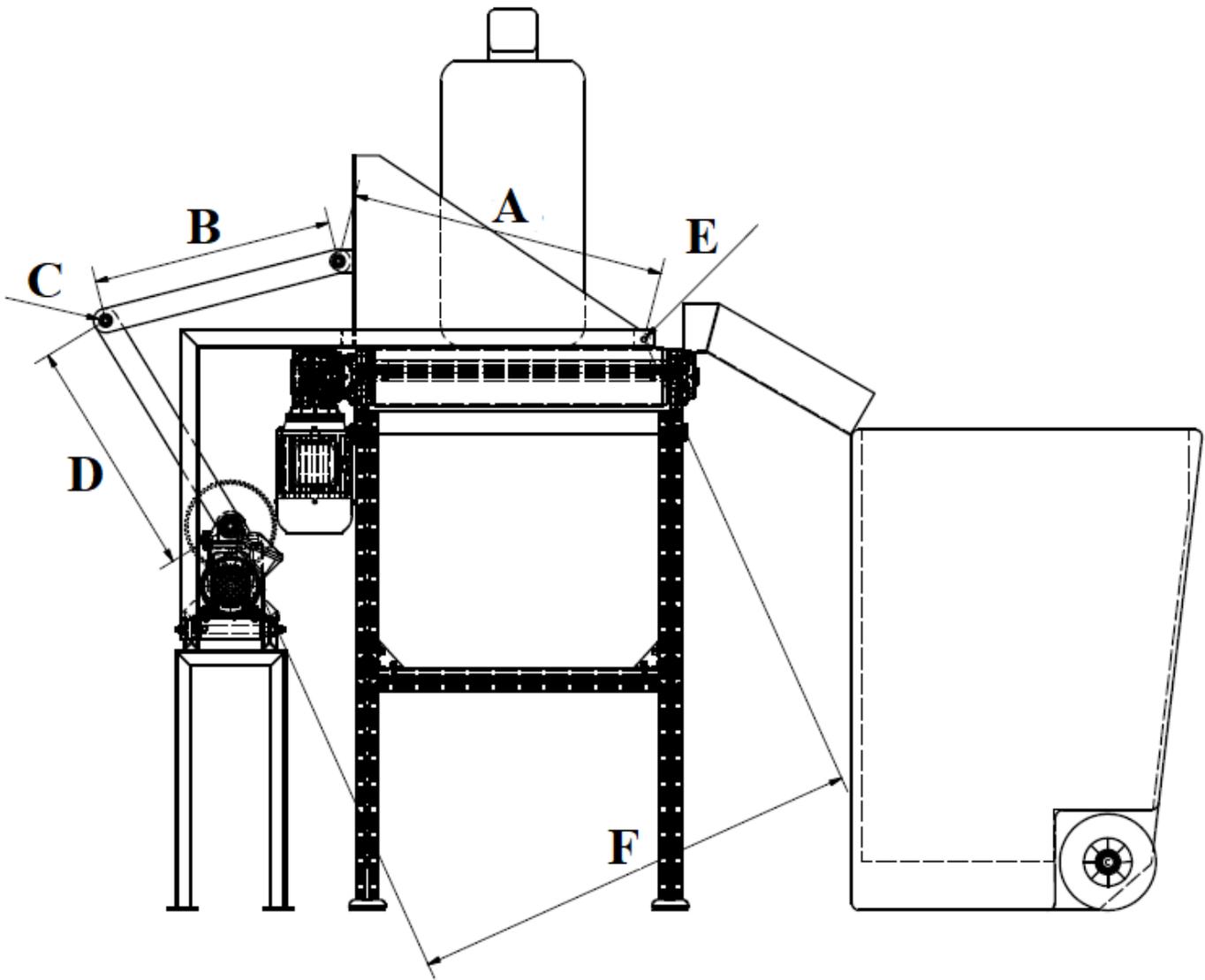
2.1. DUCTOS DE BASURA



NOMENCLATURA	DIMENSIONES
A	2301mm
B	2500mm
C	11931mm
D	2500mm
E	2500mm
F	365mm
G	2131mm
H	2301mm

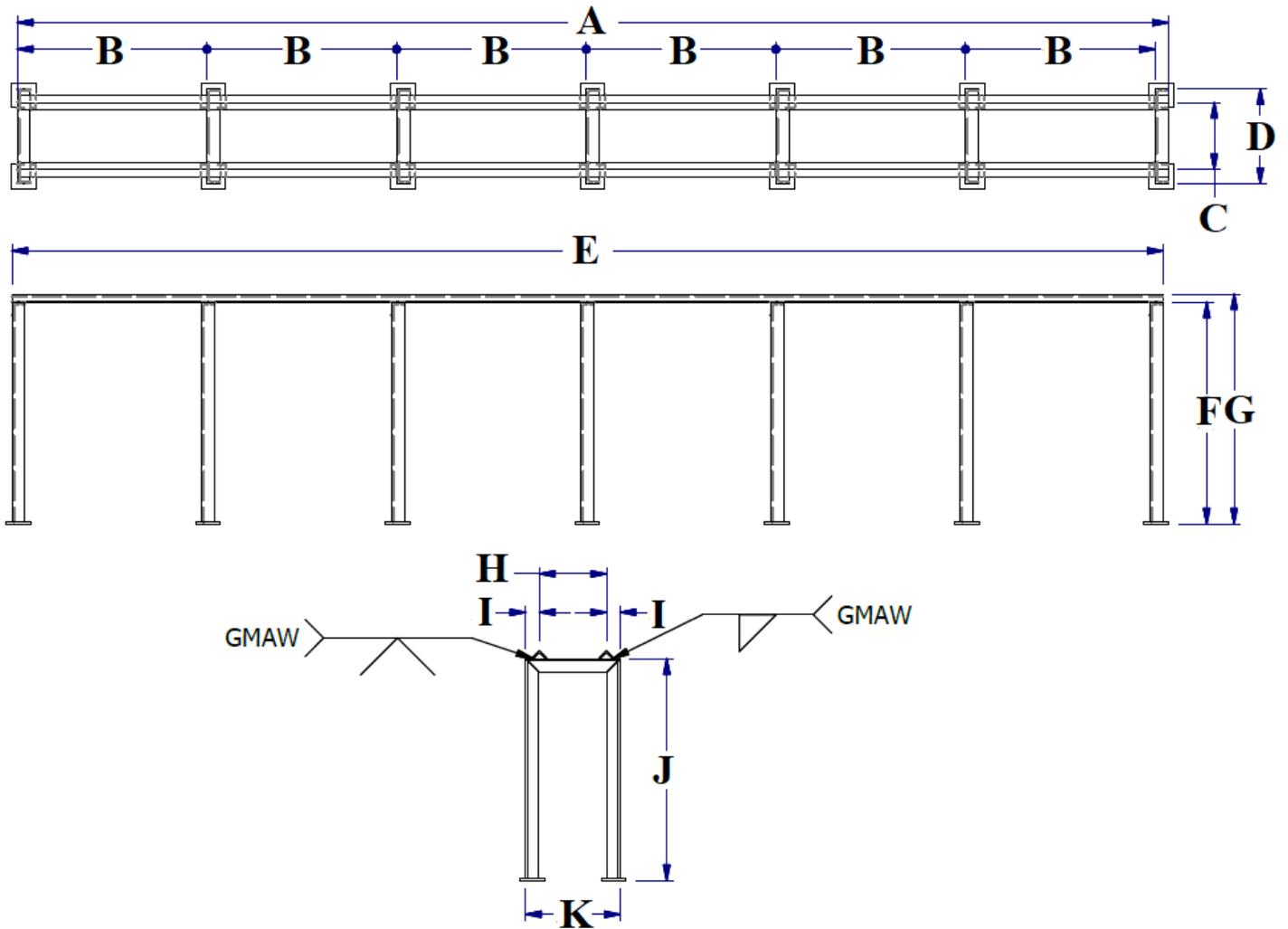
I	400mm
J	2500mm
K	252mm
L	10766mm
M	694mm
N	100mm
O	Ø400mm
P	800mm
Q	800mm
R	366mm

2.2. MECANISMO DE CUATRO BARRAS



NOMENCLATURA	DIMENSIONES
A	656,2mm
B	500mm
C	∅27mm
D	500mm
E	∅11mm
F	943,7mm

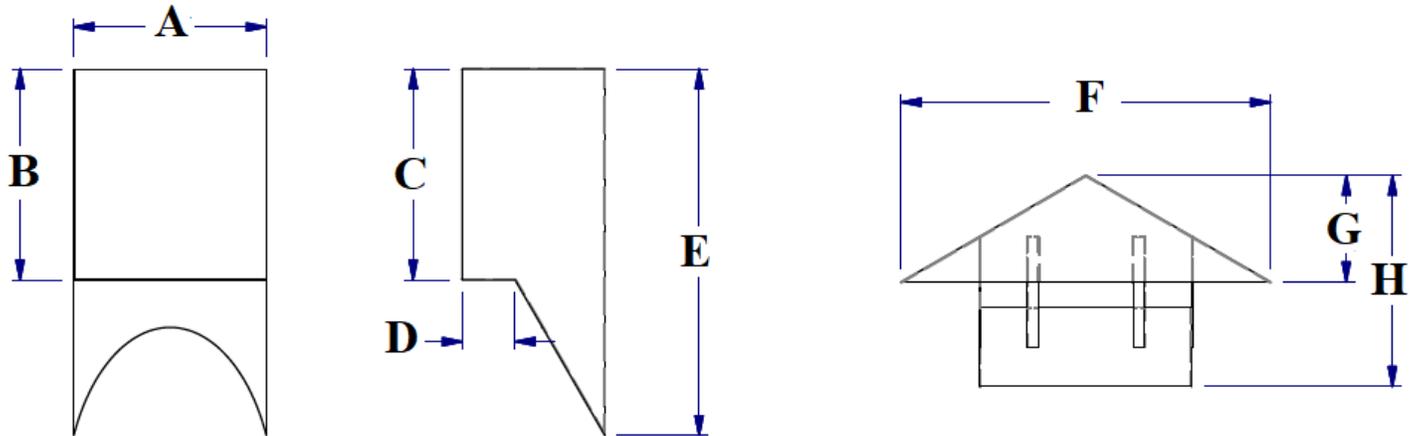
2.3. GUIA ESTRUCTURA DE LA BANDA TRANSPORTADORA



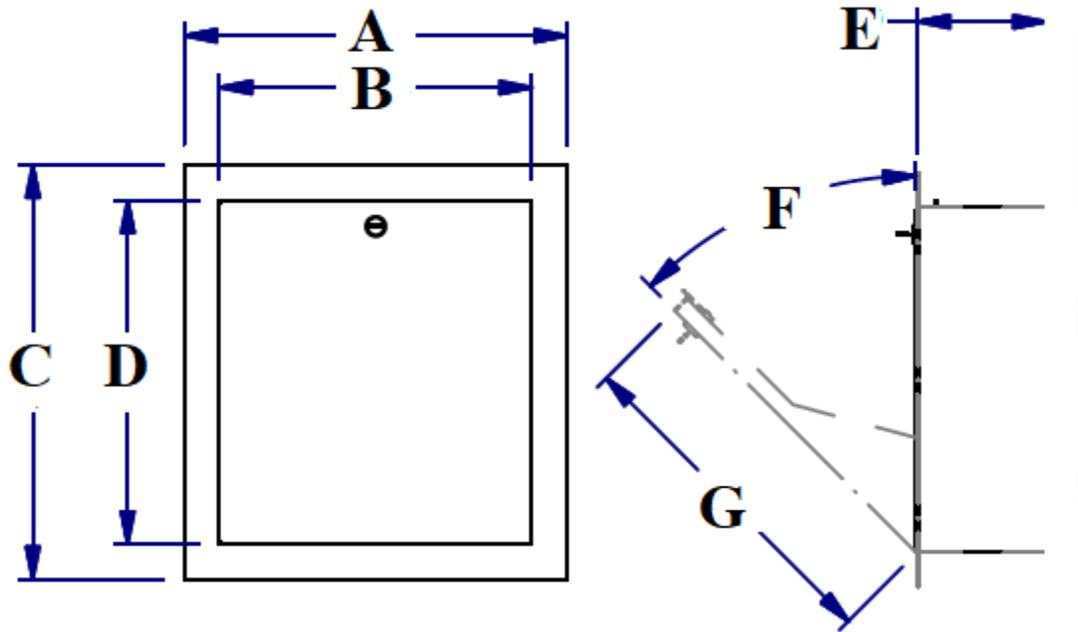
NOMENCLATURA	DIMENSIONES
A	2800mm
B	461mm
C	163mm
D	230mm
E	2800mm
F	540mm

G	559mm
H	163mm
I	34mm
J	540mm
K	230mm

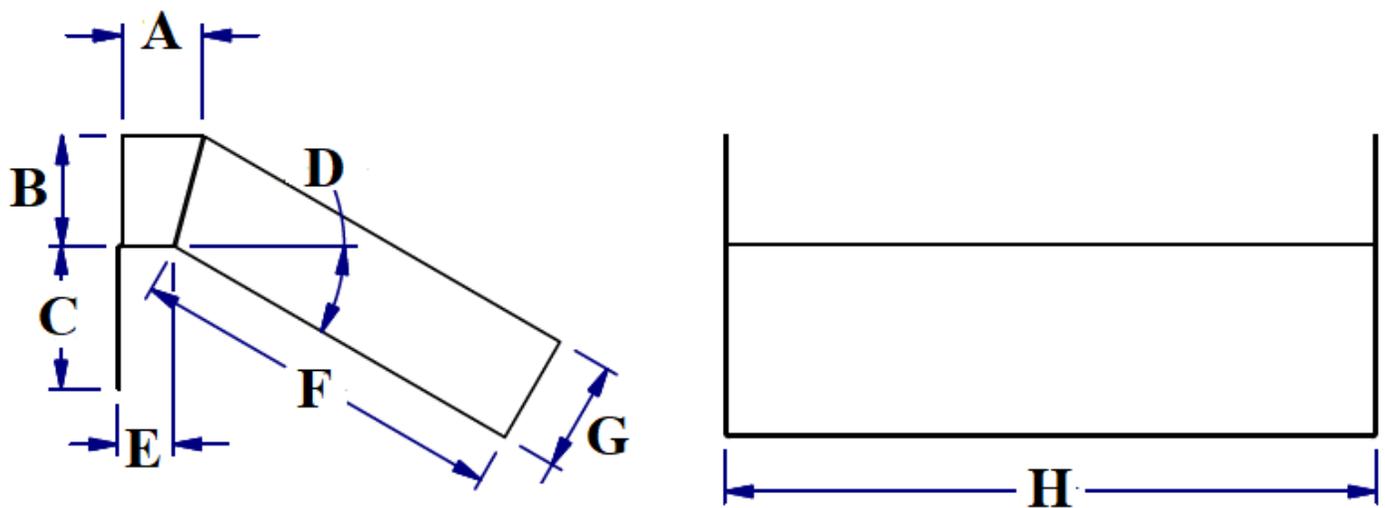
2.3 PUESTRA Y ANCLAJES



NOMENCLATURA	DIMENSIONES
A	365mm
B	400mm
C	400mm
D	100mm
E	694mm
F	Ø700mm
G	202mm
H	400mm



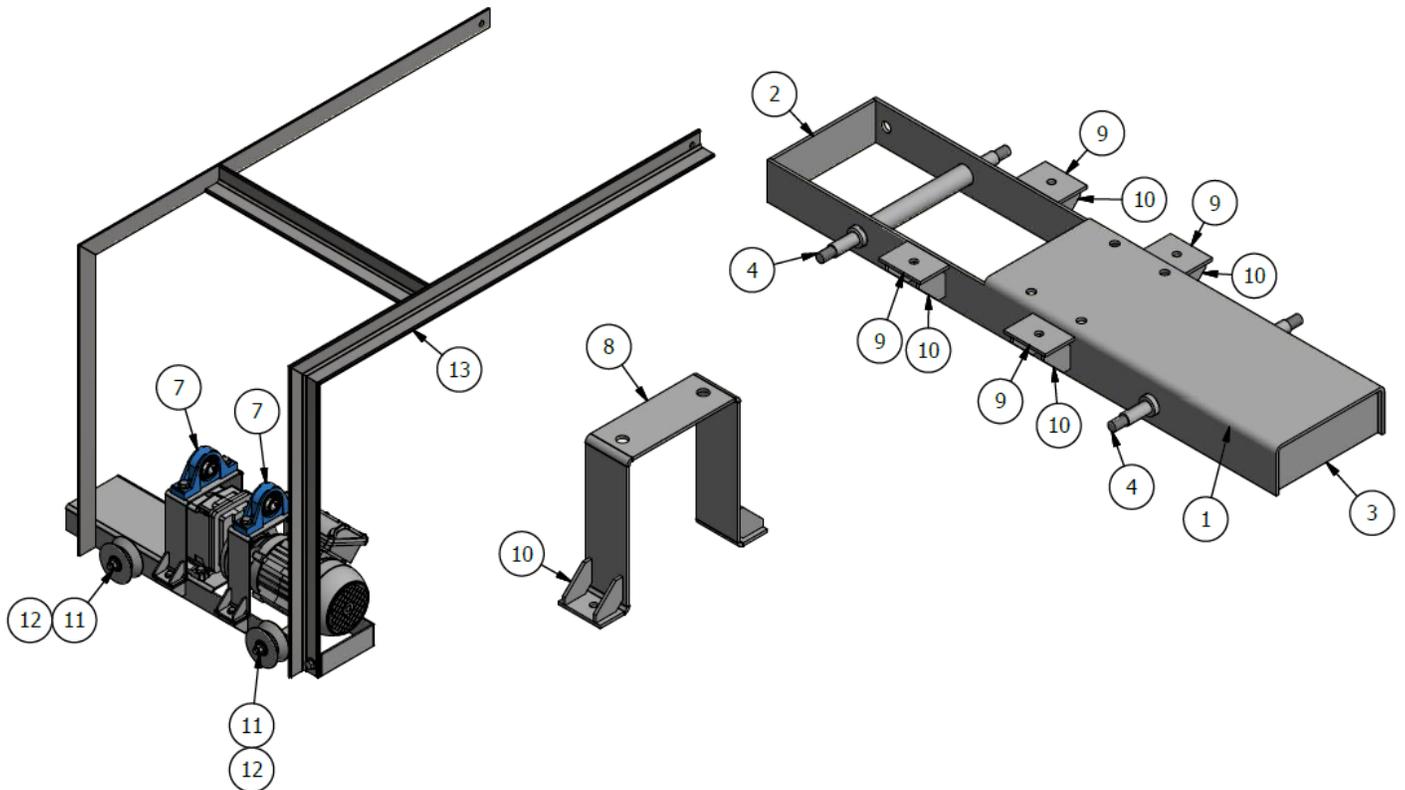
NOMENCLATURA	DIMENSIONES
A	445mm
B	363mm
C	480mm
D	398mm
E	149mm
F	45°
G	398mm



NOMENCLATURA	DIMENSIONES
A	74mm
B	100mm
C	129mm

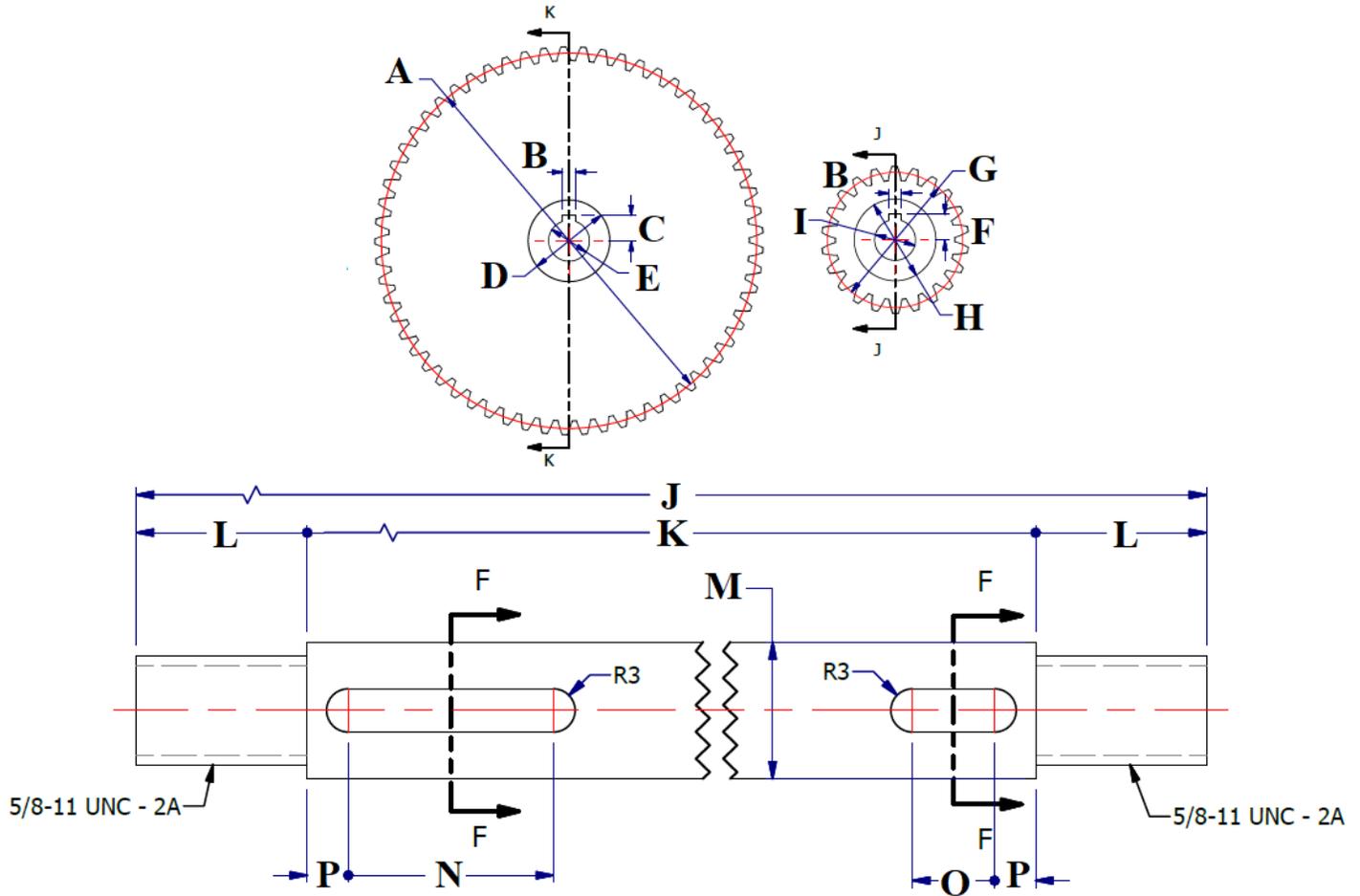
D	30°
E	51mm
F	345mm
G	100mm
H	592mm

2.4 MECANISMO VOLTEADOR



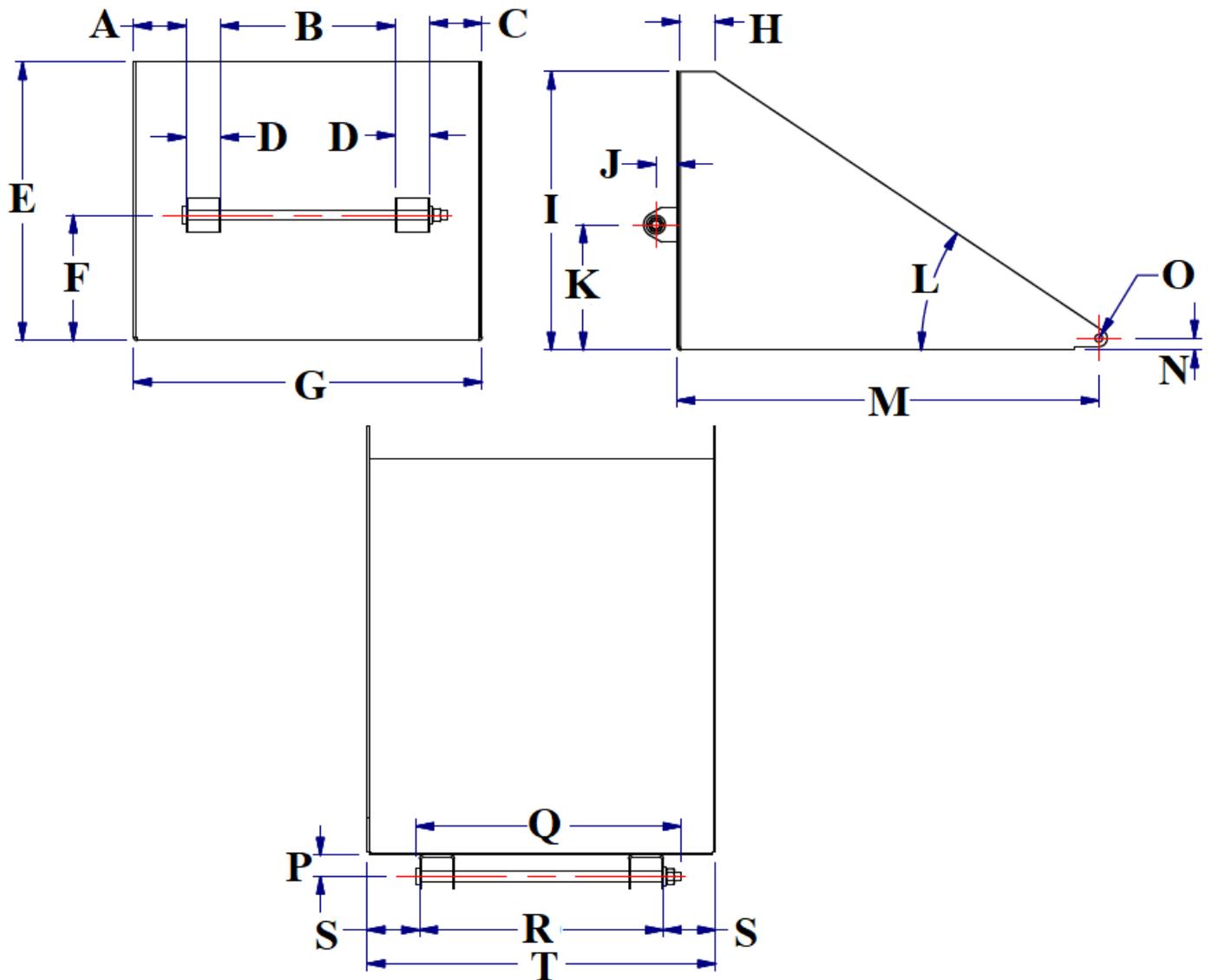
ITEM	CANT	DESCRIPCION
1	1	Soporte principal - LAM – ESP 1/8" ASTM A-36 - GALV
2	1	Refuerzo 1 - LAM – ESP 1/8" ASTM A-36 - GALV
3	1	Refuerzo 2 - LAM – ESP 1/8" ASTM A-36 - GALV
4	2	Eje ruedas
5	4	Conjunto rueda
6	1	Motor-reductor
7	2	Chumacera SY - ϕ 3/8"
8	2	Soporte chumacera 1- LAM – ESP 1/8" ASTM A-36 - GALV
9	4	Soporte chumacera 2- LAM – ESP 1/8" ASTM A-36 - GALV
10	16	Soporte cartela 1- LAM – ESP 1/8" ASTM A-36 - GALV
11	4	Tuerca HEX ϕ 3/8"
12	4	Arandela ϕ 3/8"

13	1	Soporte carro – Canasta
14	2	Junta pernada ϕ 3/8" x 1"
15	4	Junta pernada ϕ 1/4" x 3/4"
16	4	Junta pernada ϕ 3/8" x 1 – 1/4"
17	4	Junta pernada ϕ 5/16" x 1"



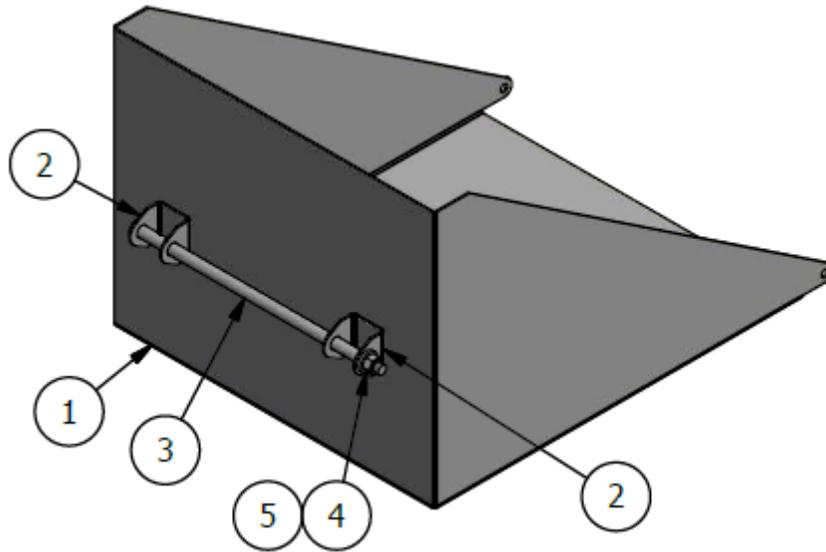
NOMENCLATURA	DIMENSIONES
A	ϕ 184mm
B	6mm
C	12mm
D	ϕ 40mm
E	ϕ 20mm
F	13mm
G	ϕ 66mm
H	ϕ 40mm
I	ϕ 20mm
J	361mm
K	260mm
L	25mm

M	Ø20mm
N	30mm
O	12mm
P	6mm

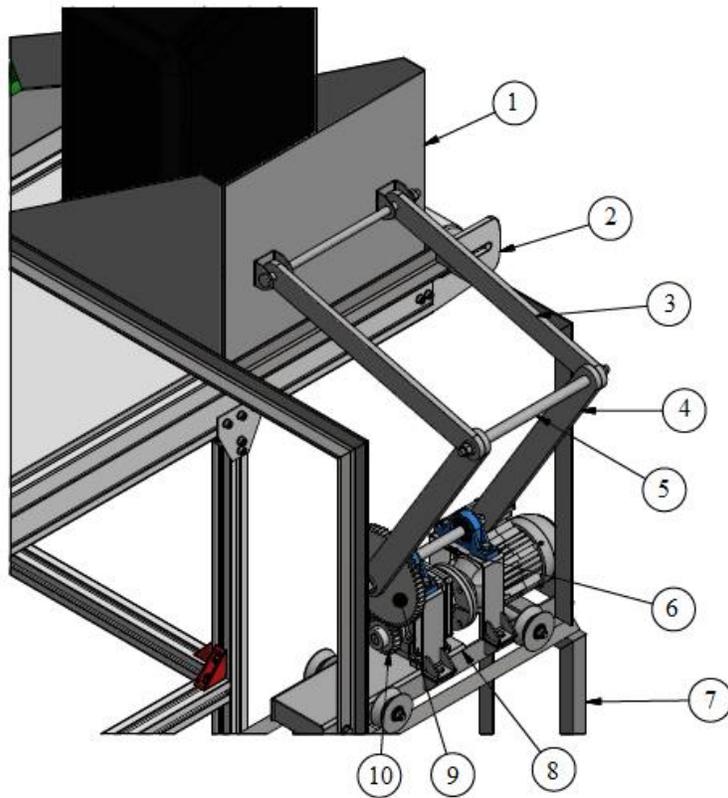


NOMENCLATURA	DIMENSIONES
A	75mm
B	250mm
C	75mm
D	50mm
E	400mm
F	180mm
G	500mm
H	50mm
I	400mm
J	31mm

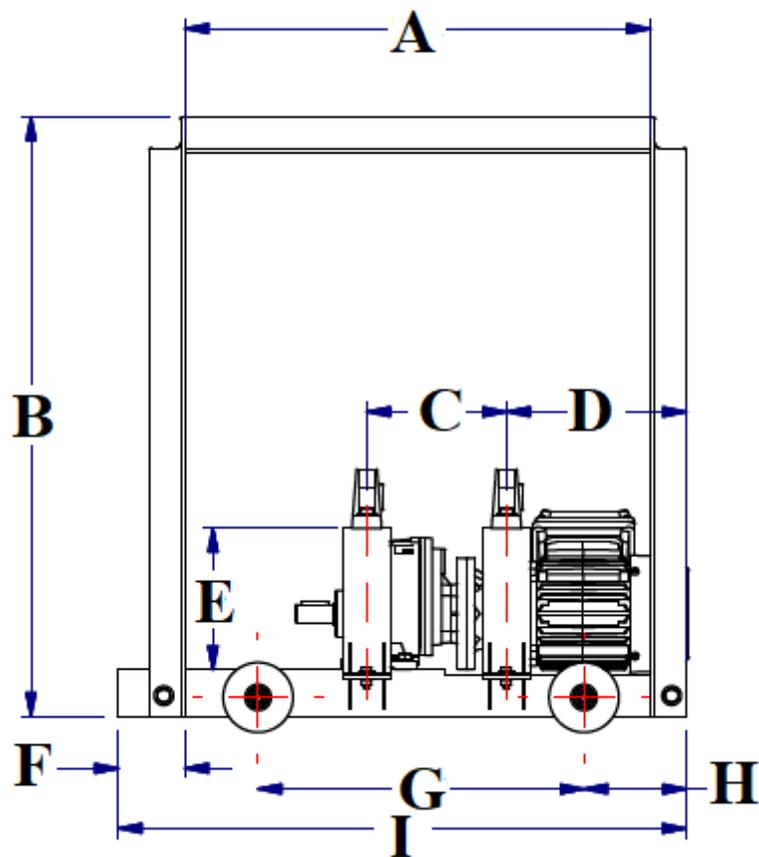
K	180mm
L	33,8°
M	605mm
N	17mm
O	Ø11mm
P	31mm
Q	800mm
R	350mm
S	75mm
T	500mm



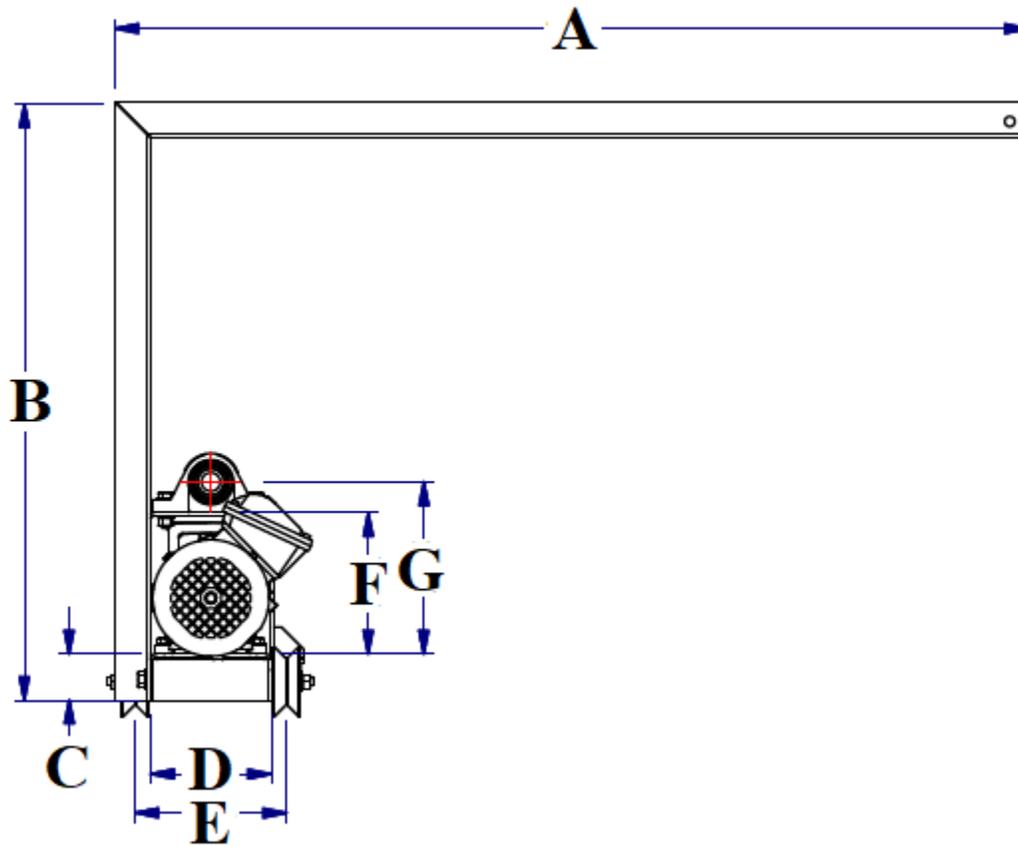
ITEM	CANT	ELEMENTO
1	1	Canasta de volteo – LAM – CAL 12 ASTM A-36 - GALV
2	2	Soporte del eje del pivote – LAM – CAL 12 ASTM A-36 - GALV
3	1	Eje pivote
4	1	Tuerca HEX ϕ 1/2''
5	1	Arandela ϕ 1/2''



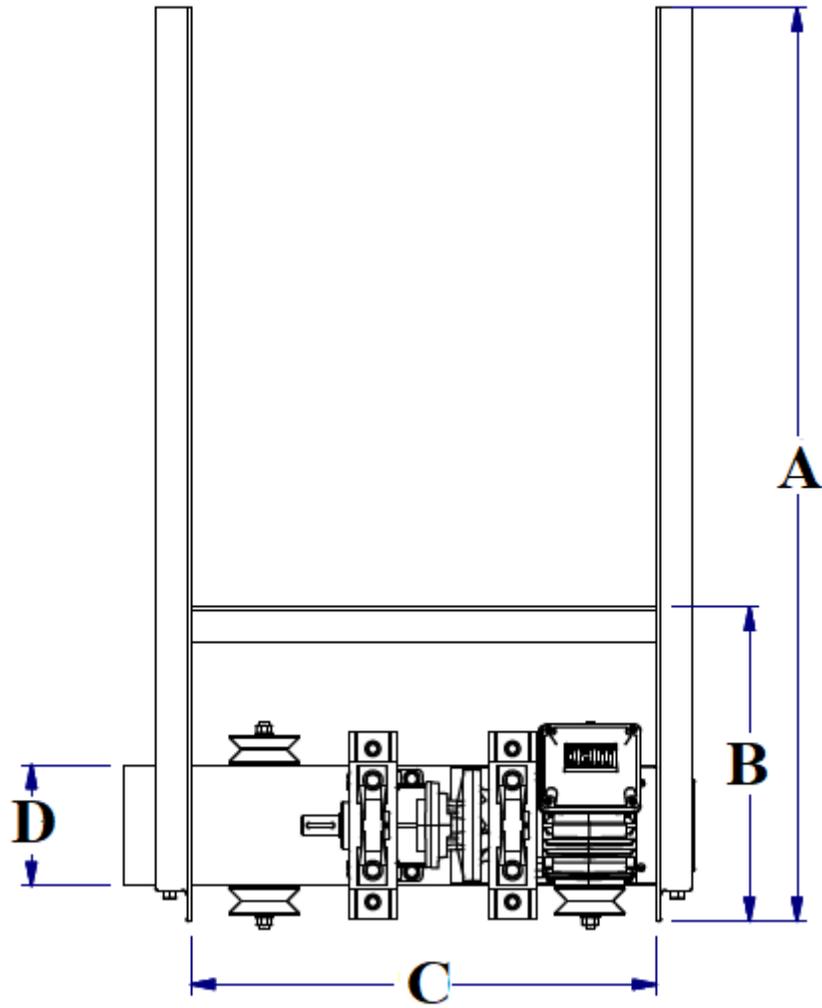
ITEM	CANT	ELEMENTO
1	1	Canasta
2	1	Banda Transportadora
3	2	Eslabón 1
4	2	Eslabón 2
5	1	Eje intermedio
6	1	Eje principal de engranes
7	1	Conjunto rieles
8	1	Motor redactor y carro
9	1	Engrane
10	1	Piñón



NOMENCLATURA	DIMENSIONES
A	500mm
B	644mm
C	150mm
D	193mm
E	152mm
F	71mm
G	350mm
H	110mm
I	610mm

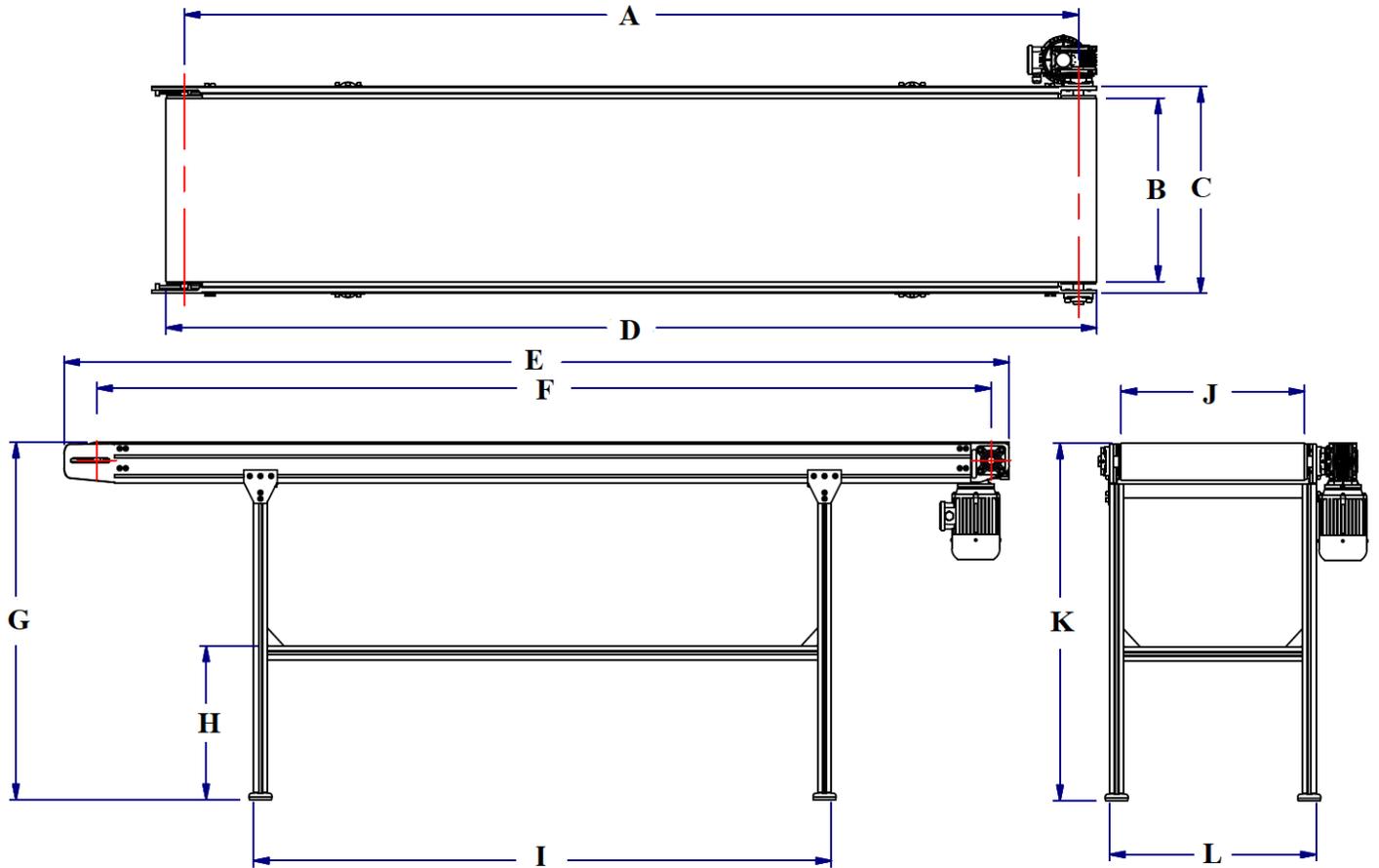


NOMENCLATURA	DIMENSIONES
A	983mm
B	642mm
C	50mm
D	130mm
E	163mm
F	152mm
G	185mm



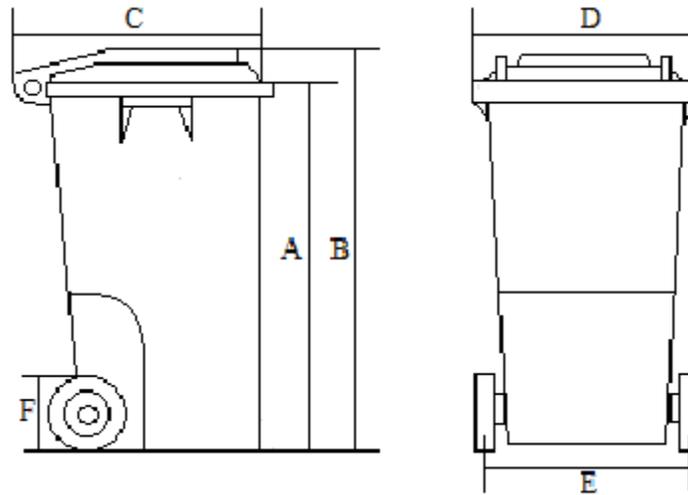
NOMENCLATURA	DIMENSIONES
A	983mm
B	338mm
C	130mm
D	500mm

2.4 BANDA TRANSPORTADORA



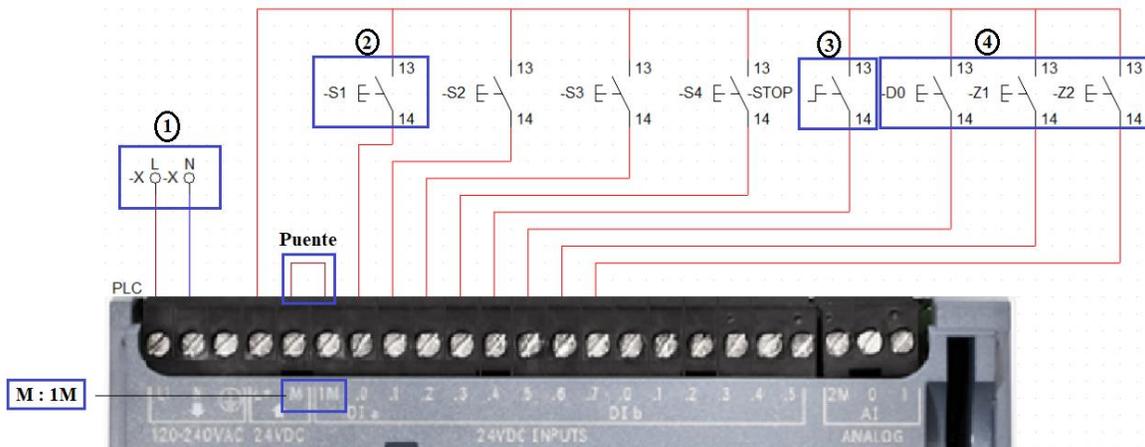
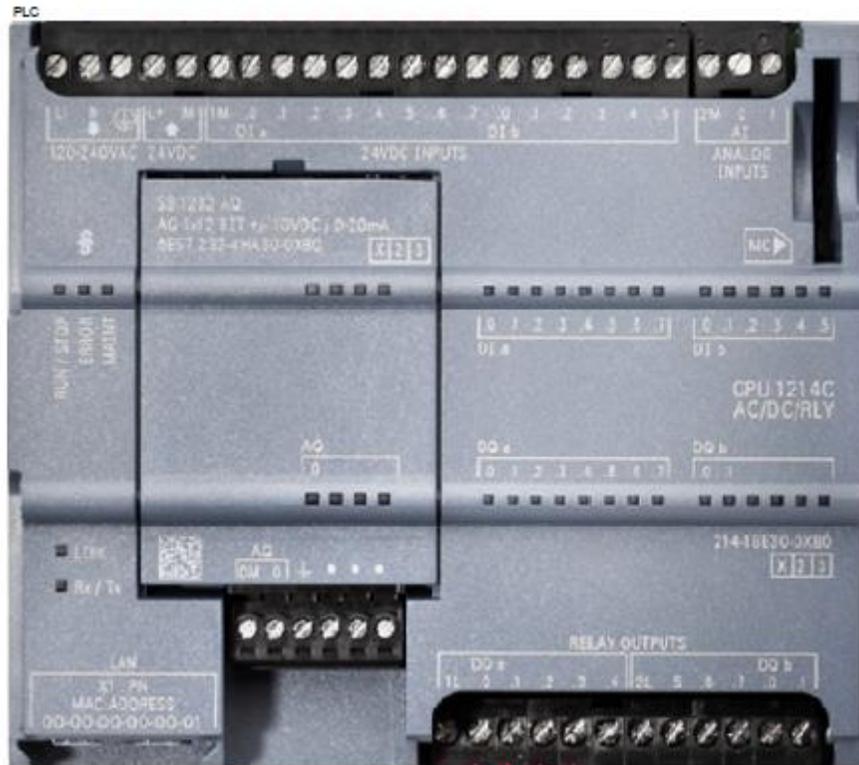
NOMENCLATURA	DIMENSIONES
A	2925mm
B	600mm
C	677mm
D	3034mm
E	3092mm
F	2925mm
G	1169mm
H	502mm
I	1890mm
J	600mm
K	1169mm
L	676mm

2.5 CONTENEDORES

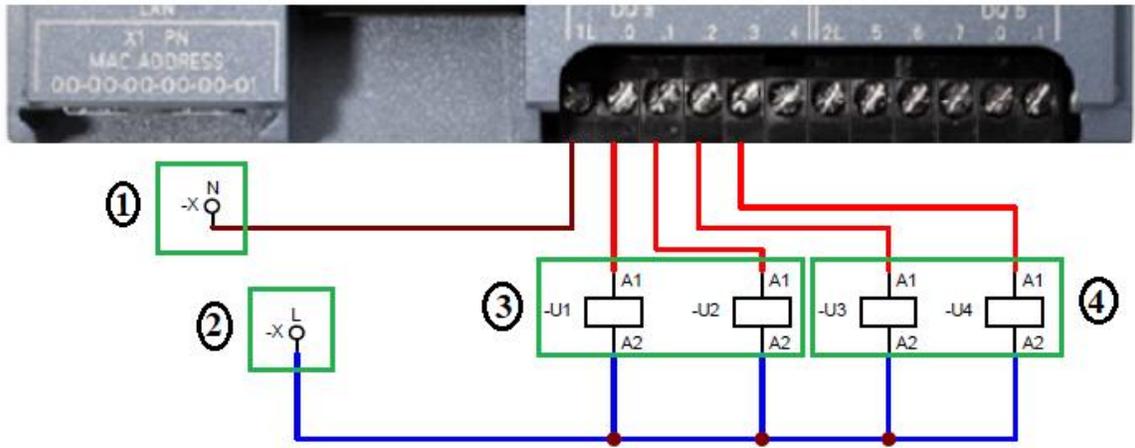


MEDIDA	DEPOSITO 120 (L)	DEPOSITO 240 (L)	DEPOSITO 360 (L)
[A] Alto sin tapa	90,5 cm	100cm	102cm
[B] Alto total	96 cm	108cm	109,5cm
[C] Largo	86cm	79cm	85cm
[D] Ancho total	48cm	58cm	62cm
[E] Ancho de rueda a rueda	48,5cm	67cm	55cm
[F] Diámetro rueda	20 cm	20 cm	20 cm
Carga útil	50 kg	100 kg	100 kg
Peso	9,6 kg	13,5 kg	19 kg

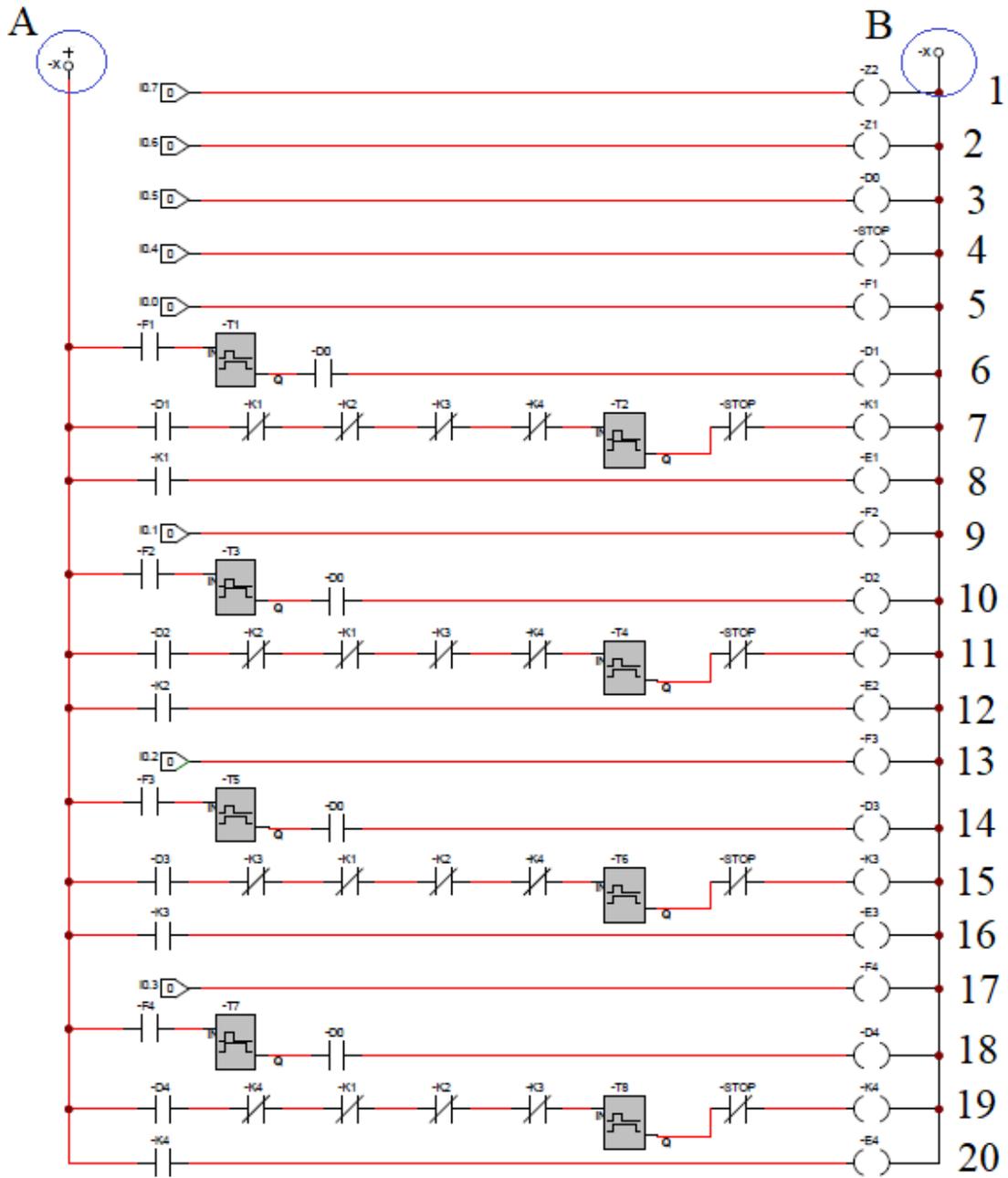
2.8 PROGRAMMABLE LOGIC CONTROL “PLC” S7 -1200.



ITEM	DESCRIPCION
1	Neutro o Tierra
2	Contactos pulsadores normalmente abiertos
3	Contacto interruptor normalmente abierto
4	Contactos normalmente abiertos

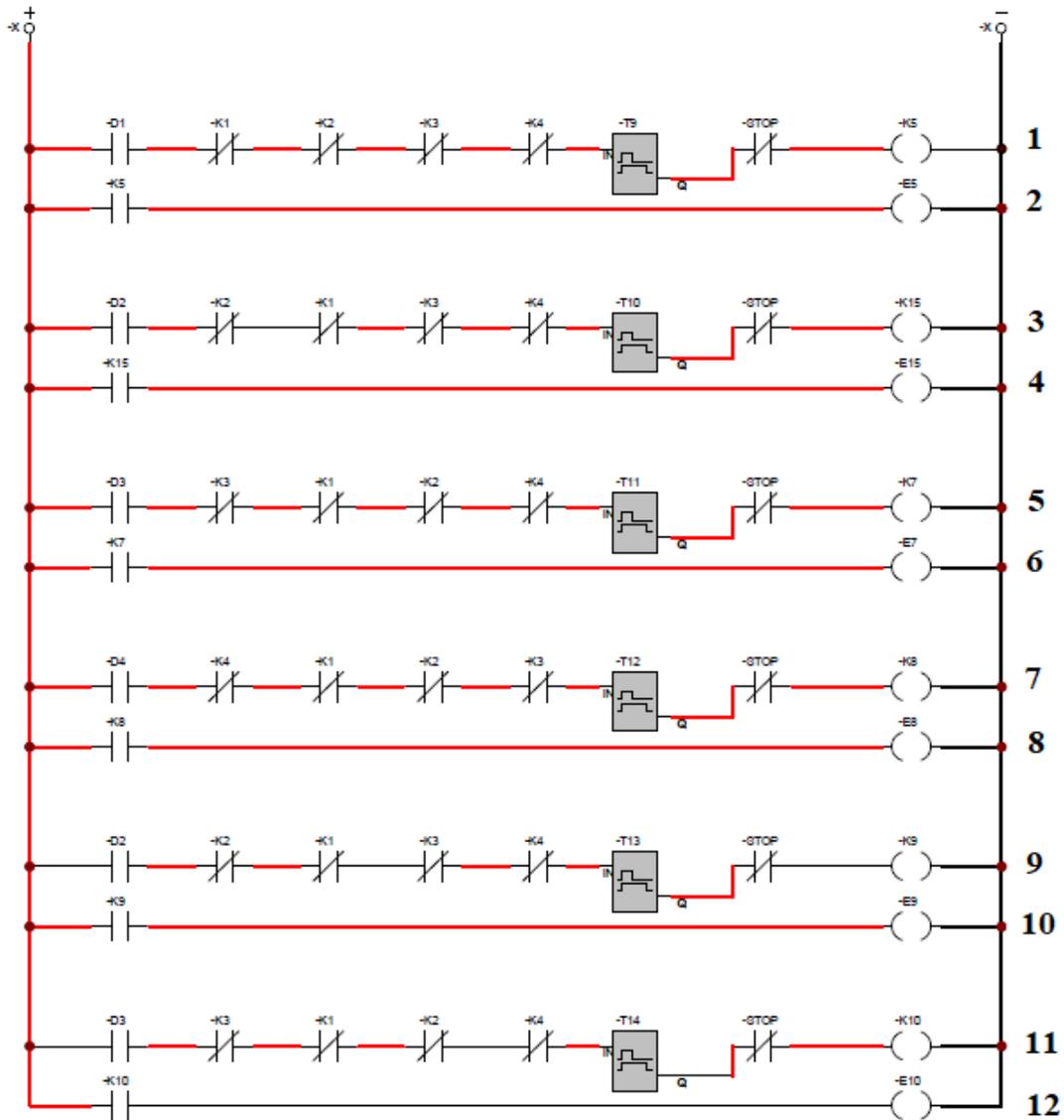


ITEM	DESCRIPCION
1 Y 2	Alimentación eléctrica del PLC
3	Salidas del motor reductor del mecanismo volteador
4	Salidas del motor reductor de la banda transportadora

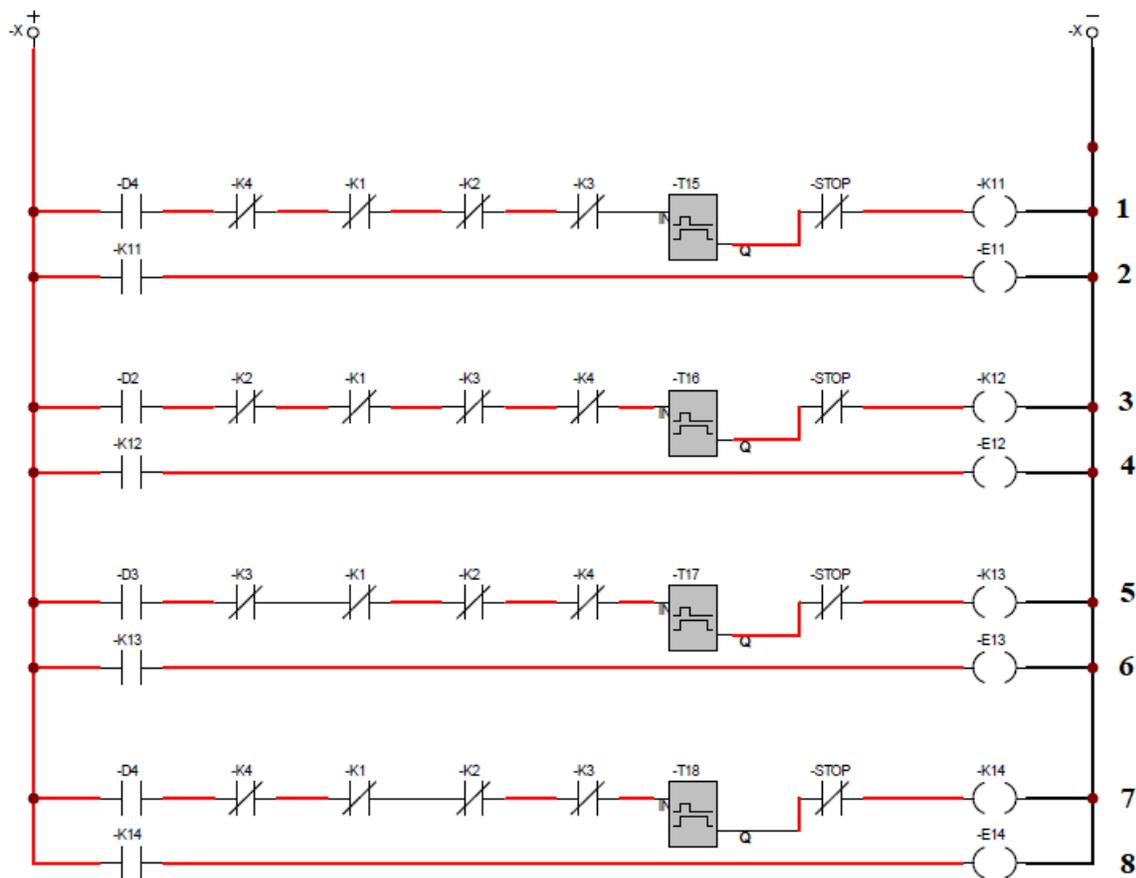


LINEA	DESCRIPCION
A y B	Alimentación del sistema
1- 4	Una punta de prueba y una salida
5	Primer pulsador
6	Contacto normalmente abierto
7	Cinco contactos normalmente cerrados
8	Contacto y salida
9-20	Misma secuencia

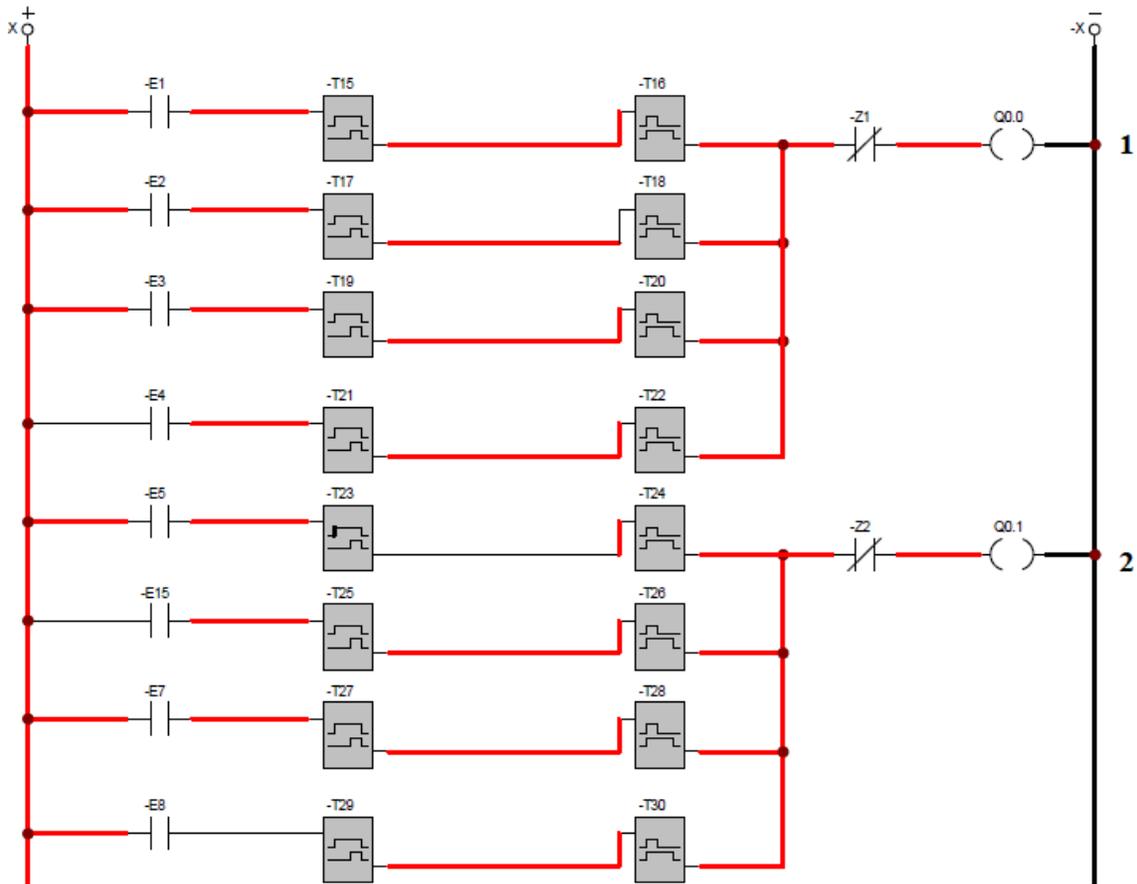
TIEMPOS DE PROGRAMACIÓN				
ORGANICO (-S1)	TEM (-T2)	TEM (-T9)	TEM (-T19)	TEM (-T20)
	4 seg	13 seg	3 seg	5 seg
PLASTICO (-S2)	TEM (-T4)	TEM(-T10)	TEM (-T13)	TEM (-T16)
	12 seg	24 seg	4 seg	35 seg
	TEM (-T21)	TEM (-T22)	TEM(-T29)	TEM (-T30)
	11 seg	5 seg	23 seg	5 seg
	TEM (-T35)	TEM (-T36)	TEM (-T41)	TEM(-T42)
	3 seg	3.9 seg	34 seg	3.9 seg
PAPEL (-S3)	TEM (-T6)	TEM (-T11)	TEM (-T14)	TEM (-T17)
	16 seg	28 seg	4 seg	40 seg
	TEM (-T23)	TEM(-T24)	TEM (-T31)	TEM (-T32)
	15 seg	5 seg	27 seg	5 seg
	TEM (-T37)	TEM (-T38)	TEM (-T43)	TEM (-T44)
	3 seg	7.8 seg	39 seg	7.8 seg
VIDRIO (-S4)	TEM (-T8)	TEM (-T12)	TEM (-T15)	TEM (-T18)
	20 seg	33 seg	4 seg	44 seg
	TEM (-T25)	TEM (-T26)	TEM (-T33)	TEM (-T34)
	19 seg	5 seg	31 seg	5 seg
	TEM (-T39)	TEM(-T40)	TEM (-T45)	TEM (-T46)
	3 seg	12 seg	43 seg	12 seg
ACTIVACIÓN SISTEMA	TEM (-T1)	TEM (-T3)	TEM (-T5)	TEM (-T7)
	40 seg	40 seg	40 seg	40 seg



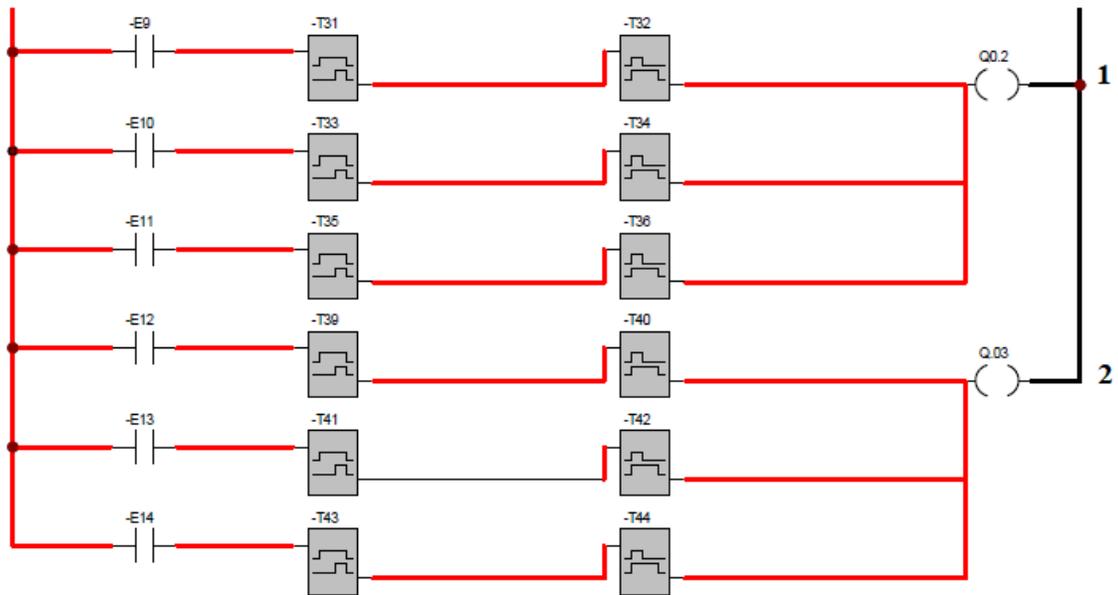
LINEA	DESCRIPCION
1 y 2	Continuación de la secuencia registrada
3,4,9 y 10	Activación Del pulsador (-E9 y -E15)
5,6,11 y 12	Activación Del pulsador (-E7 y -E10)
7 y 8	Activación Del pulsador (-E8)



LINEA	DESCRIPCION
1,2,7 y 8	Activación Del pulsador (-E11 y -E14)
3 y 4	Activación Del pulsador (-E12)
5 y 6	Activación Del pulsador (-E13)



LÍNEA	DESCRIPCION
1	Conexión del motor reductor del mecanismo volteador
2	Invertir el sentido de giro del motor reductor

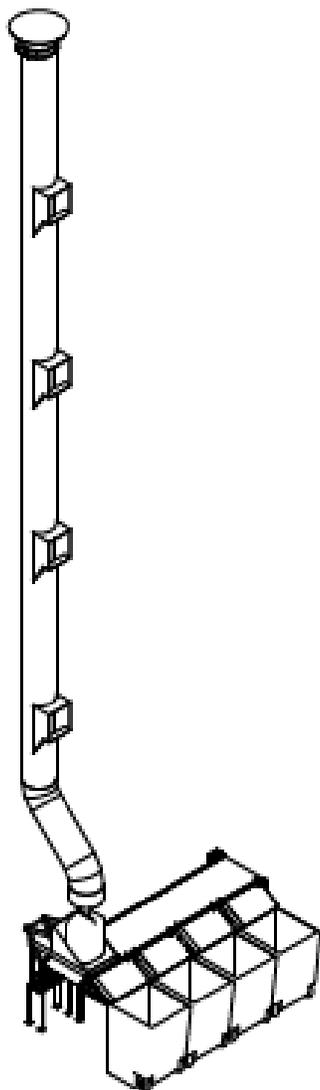


LÍNEA	DESCRIPCION
1	Conexión del motor reductor banda transportadora
2	Invertir el sentido de giro del motor reductor

ANEXO C. Manual de usuario

Manual de usuario

Chutes Automatizados



Instrucciones originales de automatización de residuos sólidos.
Guarde el manual en un lugar seguro.
ADVERTENCIA: Siempre utilice el manual para operar la máquina.

CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	3
2.	SISTEMA DE MANDO.....	4
3.	TOLVAS DE ADMISIÓN	5
4.	DESCARGA	6
5.	CONTENEDORES DE BASURA.....	7
6.	REJILLA DE VENTILACIÓN.....	8
7.	MATERIALES DE DEPOSITO.....	9
7.1.	BOLSAS BLANCAS	9
7.2.	BOLSAS NEGRAS	9
8.	USO DEL CHUTE DE BASURA	10
9.	VENTAJAS DEL SISTEMA DE <i>CHUTES</i>	15
10.	COMO MANTENER EN BUEN ESTADO EL <i>CHUTE</i> DE BASURA.....	16

1. INTRODUCCIÓN

Los chutes de residuos orgánicos o desechos de basura, son sistemas de producción para resolver problemas de gestión residual, en un amplio crecimiento de desocupe de las descargas que generan los ductos de basura depositados en los contenedores de basura con la señal del panel de control al que ha seleccionado el usuario, para edificios de gran altura, apartamentos de máximo 4 familiares por apartamento.

El tamaño de la basura se deberá utilizar dependiente del tamaño de la basura y cumpliendo con los parámetros del ducto seleccionado, quiere decir que la dimensión de la tolva de admisión de desechos que estará puesto en cada piso del edificio, deberá ser seleccionada de manera adecuada o adecuándose a los parámetros seleccionados por la administración.

2. SISTEMA DE MANDO

La operación del sistema de ductos de basura está diseñada para cumplir los requisitos que desee el usuario, quiere decir que el sistema permitirá al usuario facilitarle la selección de residuos al que desea desocupar, con un sistema de mando que permitirá al usuario seleccionar el tipo de residuos que desea desechar, sin embargo, es necesario tener en cuenta que los usuarios podrán hacer solo una vez el uso de uno de los pulsadores que estarán puestos en orden de mayor utilización de los contenedores.

3. TOLVAS DE ADMISIÓN

Para los sistemas de ductos son diseñadas para accionarse manualmente por los usuarios al seleccionar el sistema de mando (cuatro tipos de residuos) quien mandara la señal al sistema de control accionando la banda transportadora y el mecanismo volteador para desechar los residuos en su contenedor correspondiente.

La tolva de admisión tendrá un electroimán que la ser necesario la utilización este se activará por cierto tiempo (dependiente de la programación del sistema de control) dando un espacio necesario al usuario para desechar los residuos sólidos, basura, o reciclaje por la tolva, el usuario deberá volver a cerrar la puerta asegurándose que la tolva volvió a quedar en bloqueo, para volver hacer utilizada por otro usuario, ya sea del mismo piso o de cualquier piso del edificio. Sin embargo, si el mismo usuario u otro usuario de cualquier piso no cierra la tolva asegurándose que quedo en bloqueo el sistema ara sonar la alarma para avisar que la tolva no está bloqueada.

4. DESCARGA

Al depositar los desechos por el ducto de basura, caerá directamente al depósito de basura que esta puesto sobre la banda transportadora para accionarse y descargar los desechos en el contenedor correspondiente dependiendo el mando seleccionado por el usuario (cuatro tipos de residuos).

Codo de desviación en la parte final del ducto. Cuando el ducto no cae en línea vertical al contenedor, se requiere este elemento del ducto, para evitar que los residuos queden regados sobre la banda transportadora y así soportar la resistencia al impacto.

Su función principal es desviar las bolsas de basuras al contenedor correspondiente, para guiar las bolsas de basuras con el codo de desviación a la canasta puesta sobre la banda transportadora.

5. CONTENEDORES DE BASURA

Los contenedores deben ser fabricados en acero galvanizado y plástico, para eliminar olores y conservaciones de oxidación evitando acumulaciones de basura. Los contenedores tienen capacidades específicas de recolección de basura y así mismo establecer los días necesarios para que el carro de basura pase a desocupar los contenedores (requisitos dependientes de la administración).

Los contenedores tienen un volumen específico de la cantidad de basura que se puede desechar, para esta selección se debe tener en cuenta la cantidad de pisos que tendrá el edificio y los habitantes (familias) de cada apartamento para así mismo seleccionar la capacidad del contenedor correcto.

6. REJILLA DE VENTILACIÓN

Sistema de ventilación puesto en la parte superior del ducto teniendo como función desechar y ayudar a eliminar completamente los olores de la basura depositada dentro del ducto, evitando la concentración de olores para evitar un incendio por acumulación de olores o desechos de basuras no admitidas (coletas de cigarrillo).

Programe lavados, preferiblemente cada 20 días por la parte superior del ducto (rejilla de ventilación) para evitar acumulación de olores, para este proceso verifique que las tolvas de cada piso estén totalmente cerradas e informe a los usuarios no usar el *Chute* mientras se haga la limpieza.

7. MATERIALES DE DEPOSITO

7.1. BOLSAS BLANCAS

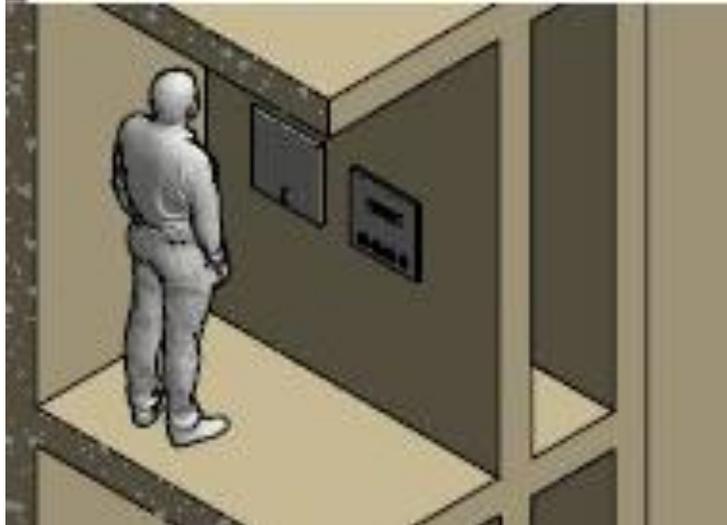
- Residuos plásticos: Botellas de agua, envase de gaseosas y de medicinas (todo limpio y seco).
- Residuos de cartón y papel: Caja de huevos, hojas de cuadernos, envases de tetra pack (lavados y secos), cajas (cereales, pizza, etc.) Periódicos, revistas, y hojas de papel.
- Residuos metales: Latas de verduras, de gaseosas, cerveza y tapas. Vidrio y cristalería.
- Residuos polipropileno: Plásticos que se usa en empaques.

7.2. BOLSAS NEGRAS

- Residuos de comidas, papel higiénico, toallas de mano, residuos de café, residuos de comida.

8. USO DEL CHUTE DE BASURA

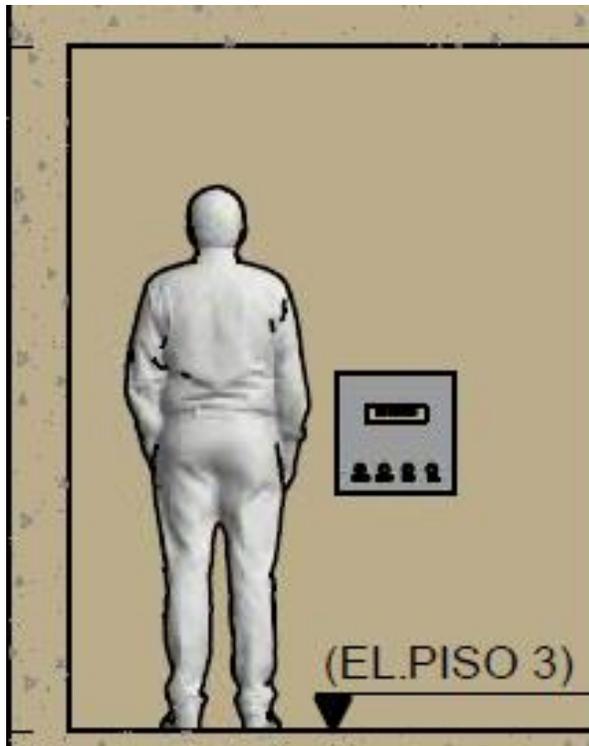
1. Estimado usuario el sistema esta encendido y listo para usarse.



2. Asegúrese de que el tablero de mando este en su total funcionamiento (encendido).



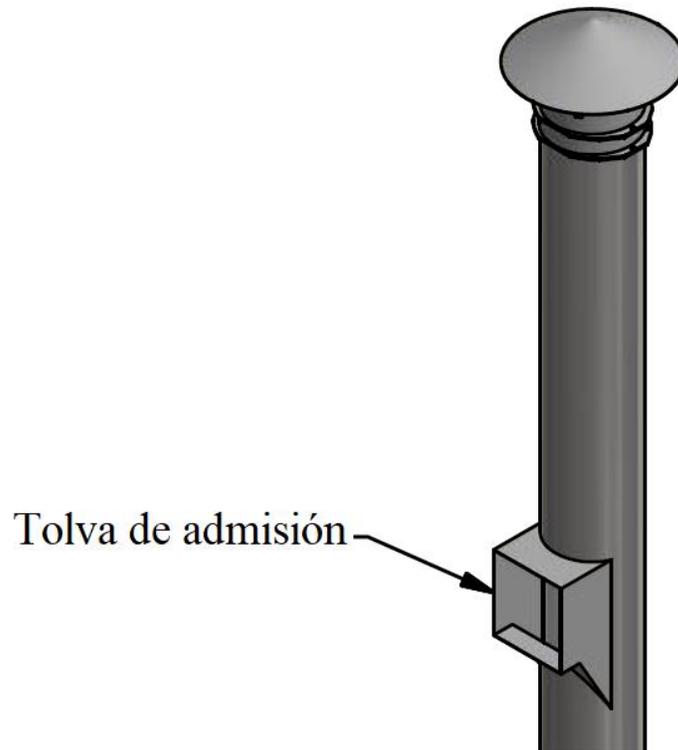
3. Presione el pulsador del color que desea depositar su basura para que este inmediatamente abra la puerta, el deposito dejara que el sistema de seguridad se programe y se pueda utilizar.



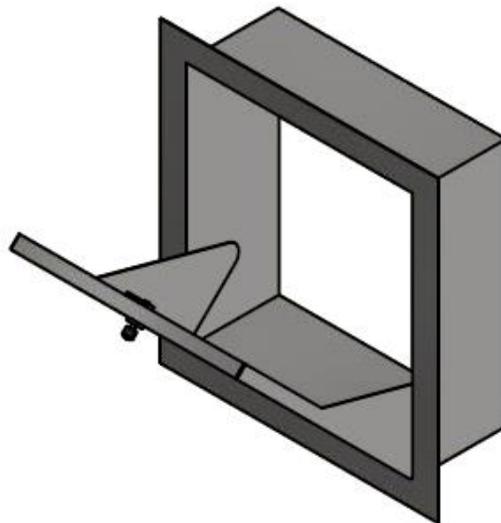
4. No podrá seleccionar dos pulsadores a la misma vez, deberá esperar que vuelva estar disponibles para depositar su basura.



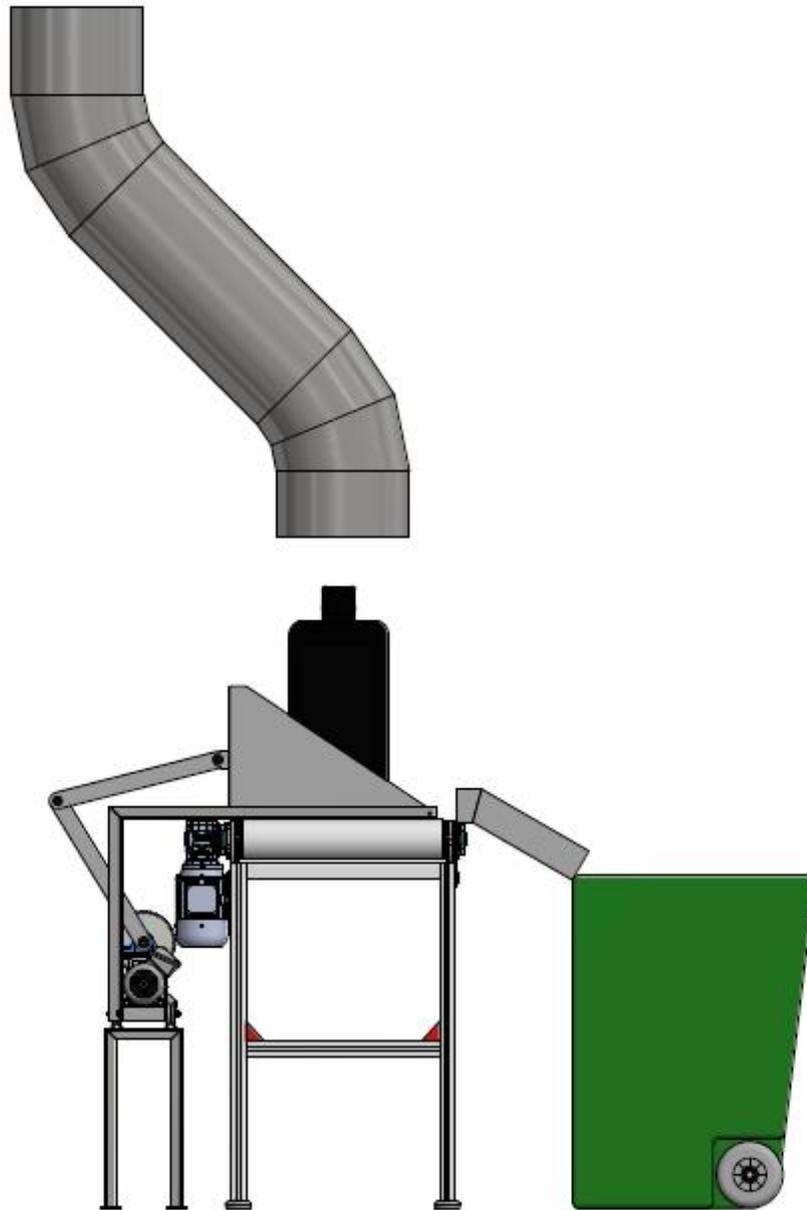
5. Una vez que abra la puerta tendrá un tiempo estimado para que deposite la basura dentro del ducto.



6. Una vez se cierre la puerta y su basura haya transcurrido el ducto hasta el depósito de basuras quedara habilitado para los demás usuarios de los demás pisos.
7. Estimado usuario no forcé la puerta para cerrarla o este quedara bloqueado.



8. No olvide sellar muy bien su basura para que durante el recorrido dentro del ducto este no se abra.
9. Recuerde depositar la basura en bolsas plásticas y con un diámetro no mayor a la compuerta para que depositen fácilmente por el ducto.



10. Si el sistema está ocupado, ningún usuario de otro piso podrá utilizarlo y este estará reflejado a través del indicador correspondiente (OCUPADO).



9. VENTAJAS DEL SISTEMA DE *CHUTES*

- No se oxida ya que es resistente a los fluidos o desechos corrosivos que se depositen por el ducto.
- Alta rigidez a la resistencia a la tracción y los impactos.
- Ductos redondos que permite que los residuos sólidos y líquidos no permitan que se adhieran a las paredes del ducto.
- Silencioso por el aislamiento material acústico del material galvanizado.
- No se presentará ningún inconveniente por su limpieza con productos químicos.
- No se requiere ser pintado ya que la lámina galvanizada esta protegida ante la corrosión y oxidación.

10. COMO MANTENER EN BUEN ESTADO EL *CHUTE* DE BASURA

- Ayudando a mejorar el reciclaje y depositándolo en su respectivo contenedor seleccionando desde el tablero de mando.
- Mantenga la puerta seca para evitar malos olores.
- No arroje objetos inflamables ya que genero un incendio tanto en el ducto como en el edificio.
- Evite arrojar objetos como cajas, icopor, escombros, madera, etc, ya que genera un deterioro del ducto y mantendrá en mantenimiento.

ANEXO D. Cotización banda transportadora



AUTOMATIZACION INDUSTRIAL

AUTOMATIZACION AGROINDUSTRIAL, INSTRUMENTAL, TABLEROS ELECTRONICOS,
MONTAJE E INGENIERIA

NIT 900 352 448 -0 S.A.S

Bogotá D.C. Junio de 2020.

Señores:

Leydy días.

Brandon moreno.

Ciudad.

COTIZACIÓN: 2020-260601.

REF: BANDA TRANSPORTADORA PARA CARGA Y DESCARGUE.

Cordialmente presentamos a usted la propuesta para el suministro de los siguientes equipos.

Item.	Cant	Descripción
1	1	BANDA TRANSPORTADORA PARA CARGA Y DESCARGUE. <ul style="list-style-type: none">• Longitud de 3 metros.• Estructura base en HR con pintura electroestática.• Altura de la base 80 cm.• Alcance máximo de la banda 2,5 metros desde el suelo.• Ancho efectivo de la banda 70 cm.• Perfil de banda en acero inoxidable cal.14.• Para cargar canastillas:<ul style="list-style-type: none">• Peso: 30 kg• Medidas: 40 cm x 60 cm• Sistema de transmisión por medio de moto reductor y rodillos de tracción con un juego doble para tensión de la banda.• Moto Reductor 2HP de potencia a 220Vac.• Banda corrugada negra de 70 cm de ancho.• Sistema de rodillos en acordeón de 3m.

LOS EQUIPOS NECESITAN UN PUNTO DE LUZ TRIFASICA.

1	BANDA TRANSPORTADORA PARA CARGA Y DESCARGUE.	26'000.000
	Precios NO Incluyen IVA.	

Calle 52ª 77B 05
Bogotá, D.C. - Colombia
ckisas@yahoo.com.co
Cell 311 227 00 71 – 3134579009
tel 091 7952835



AUTOMATIZACION INDUSTRIAL

**AUTOMATIZACION AGROINDUSTRIAL, INSTRUMENTAL, TABLEROS ELECTRONICOS,
MONTAJE E INGENIERIA**

NIT 900 352 448 -0 S.A.S

Los equipos serán entregados en nuestras instalaciones y funcionando, los gastos de traslado de personal de montaje con alimentación y hospedaje serán asumidos por el Comprador, si es para una ciudad diferente a Bogotá.

GARANTIA

Los equipos tendrán una garantía de **1 AÑO** desde el momento de la entrega. **6 meses** para repuesto electrónicos. Control y mantenimiento preventivo de los equipos durante la garantía. Nos comprometemos a dar una capacitación a las personas destinadas por ustedes en el manejo del equipo.

CONDICIONES COMERCIALES

60 % Anticipo

40 % Entrega funcionando en nuestras instalaciones en Bogotá D.C.

VALIDEZ DE LA OFERTA

3 Días

TIEMPO DE ENTREGA

60 Días.

Confiamos que nuestra oferta sea de su interés y aceptación, por lo que quedamos a su Disposición para aclarar cualquier inquietud.

Cordialmente,

**JUAN CARLOS ORTIZ A
GERENTE GENERAL**

Calle 52ª 77B 05
Bogotá, D.C. - Colombia
ckisas@yahoo.com.co
Cell 311 227 00 71 – 3134579009
tel 091 7952835

ANEXO E. Cotización motor reductor de banda transportadora y mecanismo volteador



viernes, 26 de junio de 2020

N° Cotización: AY-225

Empresa: LEYDY DIAZ JOYA
Contacto: LEYDY DIAZ JOYA
Teléfono: 310 8031751
Correo: ldiaz70@uan.edu
Ciudad: Bogotá

Motorreductores y Equipos S.A.S
Angie Milena Yomay
ventas.bogota@motorreductores.com.co
Cel: 310 446 45 25
57 (1) 482 3264Ext: 1101
Bogotá

Motorreductores y Equipos S.A.S es una empresa fundamentada en la comercialización de productos de transmisión de potencia; a través de un excelente soporte técnico y personal capacitado con recorrido y experiencia en la selección de equipos

Le agradecemos su interés presentándole a continuación nuestra oferta según sus requerimientos y las condiciones generales de nuestra empresa.

OFERTA 1- Motorreductor Nordbloc.1 Nord CON MOTOR WEG W11 IE2

Especificaciones técnicas Motorreductor NORDBLOC.1

Modelo del Motorreductor:	SK 572.1- IEC 90 W11 IE2 90S/L9
Potencia del Motor:	2 Hp
Velocidad de Entrada / Salida:	1750 / 46,8 rpm
Relación de Reducción:	35,65
Torque Nominal	304,57 Nm
Factor de Servicio:	1,3
Fuerza Radial del Reductor:	7,4 KN
Fuerza Axial del Reductor:	15 KN
Fuerza Radial con opción VL	11 KN
Fuerza Axial con opción VL	15 KN
Opción Incluida del Equipo:	
Opción Incluida del Equipo:	
Precio de Venta Equipo y Opciones: \$	2.630.000 + IVA Unitario
Cantidad	2
Valor Total	\$ 5.260.000 + IVA

TIEMPO DE ENTREGA 3 A 5 DÍAS HABILES.



CONDICIONES COMERCIALES

Precios y Descuentos: Firmes y netos en pesos colombianos. No incluyen el impuesto a la venta del 19%. Los descuentos están estipulados en cada ítem y pueden ser negociables de acuerdo a las cantidades y la forma de pago.

Forma de pago: Pago de contado.

Motorreductores y Equipos S.A.S ofrece a sus clientes diversas facilidades de pago para la compra de productos:

- Pago de contado: Transferencias, efectivo, tarjeta de debito
- Cheque Posfechados respaldados con Covinoc.
- Crédito: Políticas de estudio de crédito con plazos a 30, 45 y 60 días.

Validez de cotización

30 días a partir de la fecha de cotización.

Órdenes y pedidos

Para procesar cualquier pedido se debe enviar vía correo electrónico o fax la orden de compra o autorización en la cual se dé por aceptada la oferta (citando el número de la cotización) con descripción y cantidad del producto, precio neto de compra, forma de pago y lugar de entrega.

Garantías

Motorreductores y Equipos S.A.S otorga una garantía válida por 12 meses a partir de la entrega, de los productos que sean adquiridos por el cliente a título de compraventa. Dicha garantía tendrá una cobertura por defecto de fábrica o de sus elementos.

Devoluciones y Cancelación de pedidos

No se aceptan devoluciones de mercancía después de transcurrido un mes a partir de la entrega de los equipos

Los equipos en devolución deben ser entregados con todos sus componentes, manuales, caja y factura para proceder formalmente con el proceso y la revisión de la mercancía. En caso de no cumplir con lo anterior el valor de la devolución podrá ser inferior al valor de compra

Los equipos de ensamble que sean devueltos no podrán ser reconocidos por la totalidad de su valor debido a que se descontaran los costos de mano de obra y de componentes que se pierdan en el desensamble del equipo lo que equivale a un 5% del costo del equipo



La cancelación de pedidos de venta de equipos que requieran ensamble se tomara de la misma manera que un proceso de devolución, en cual el cliente debe asumir los costos de mano de obra y materiales que se hayan utilizado.

Servicio Posventa (Línea Mecánica) EMMI

Motorreductores y Equipos S.A.S cuenta con personal capacitado y repuestos originales para brindar asesoría y atender aspectos técnicos sobre los equipos suministrados. Para lograrlo trabajamos conjuntamente con la empresa EMMI la cual ofrece nuestro servicio Posventa en la venta de motorreductores para verificar condiciones de montaje, vibraciones mecánicas, entre otras variables, con el fin de garantizar el buen funcionamiento del equipo.

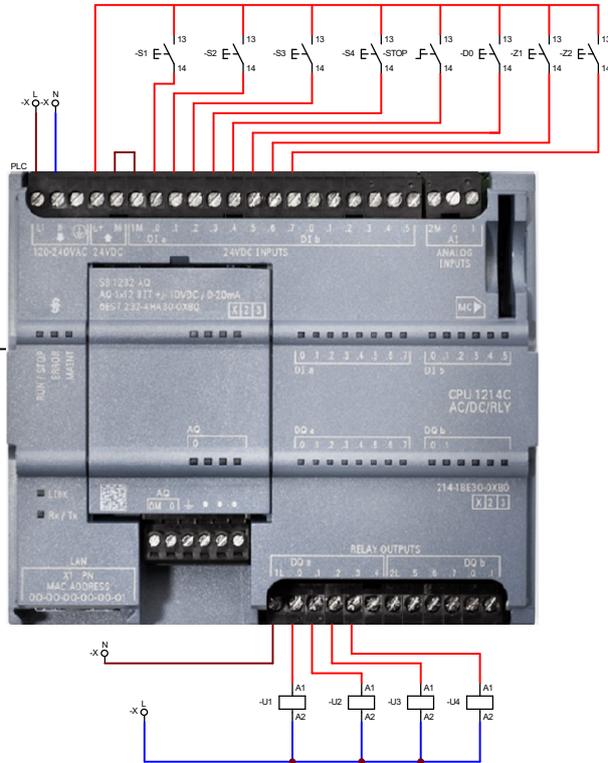
Esperamos esta oferta cumpla con sus expectativas y requerimiento técnicos y comerciales.

Atentamente,

Angie Milena Yomay
Asesora Comercial Base
Celular: 310 446 45 25
Motorreductores y Equipos S.A.S

ANEXO F. PLANOS

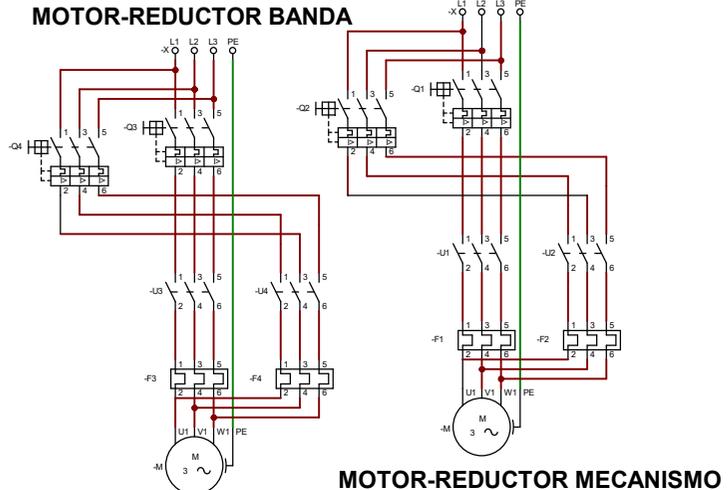
IMAGEN (1)



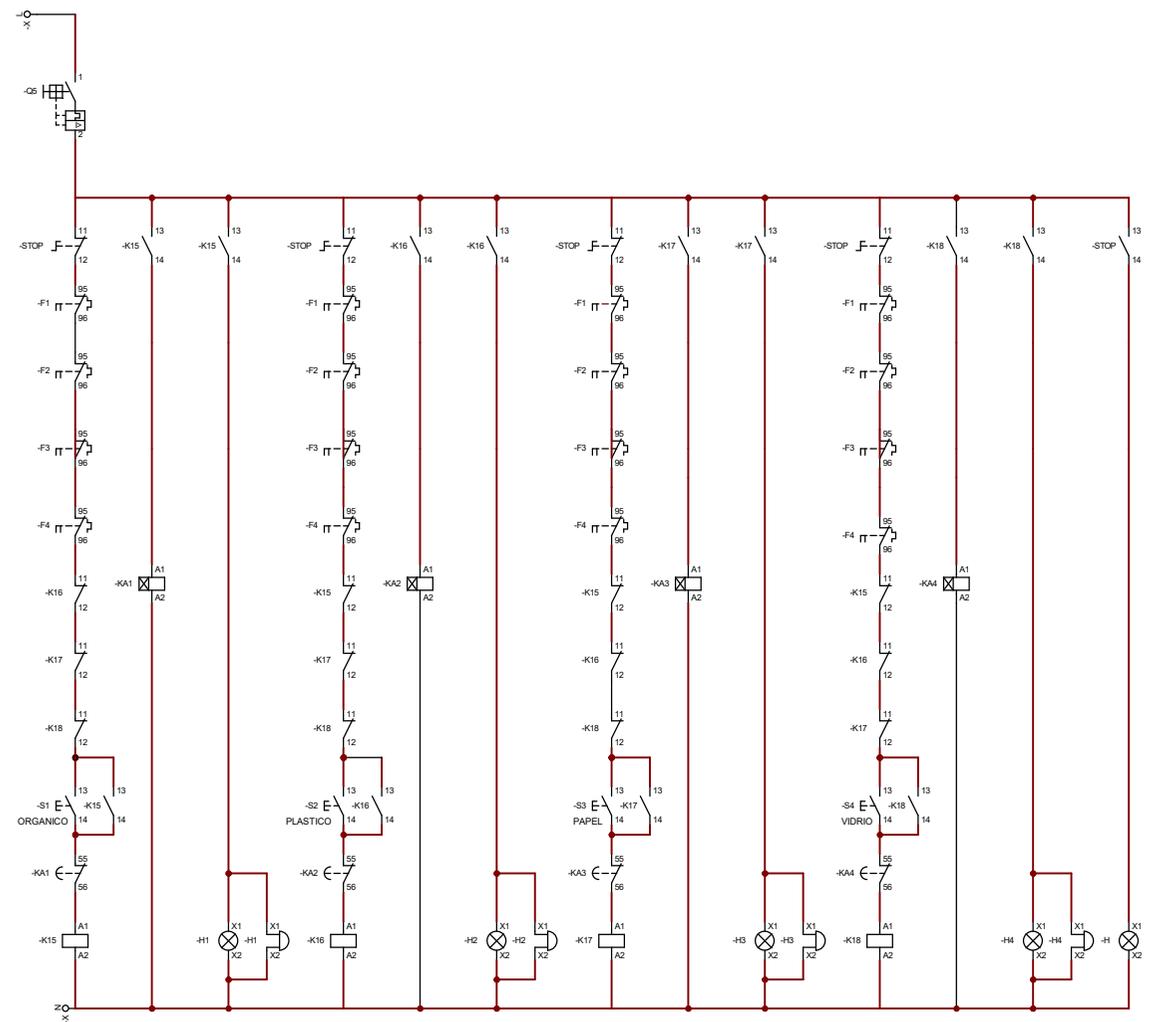
COMPONENTE	NOMBRE
	CONTACTO INTERRUPTOR (NA)
	CONTACTO PULSADOR (NA)
	BOBINA MONOESTABLE
	ALIMENTACIÓN (L)
	ALIMENTACIÓN (N)
	CABLE FASE
	CABLE NEUTRO
	CABLE +
IMAGEN (1)	PLC (S7-1200)

	Fecha	Nombre Firmas	Entidad
Dibujado	02/03/2020	BRANDON M	U. ANTONIO NARIÑO
Comprobado	11/06/2020	LEYDY D	
Fecha:	Título		Núm: 1 de 1
11/JUN/2020	CONEXIÓN PLC		Archivo: CONEXIÓN_PLC

MOTOR-REDUCTOR BANDA

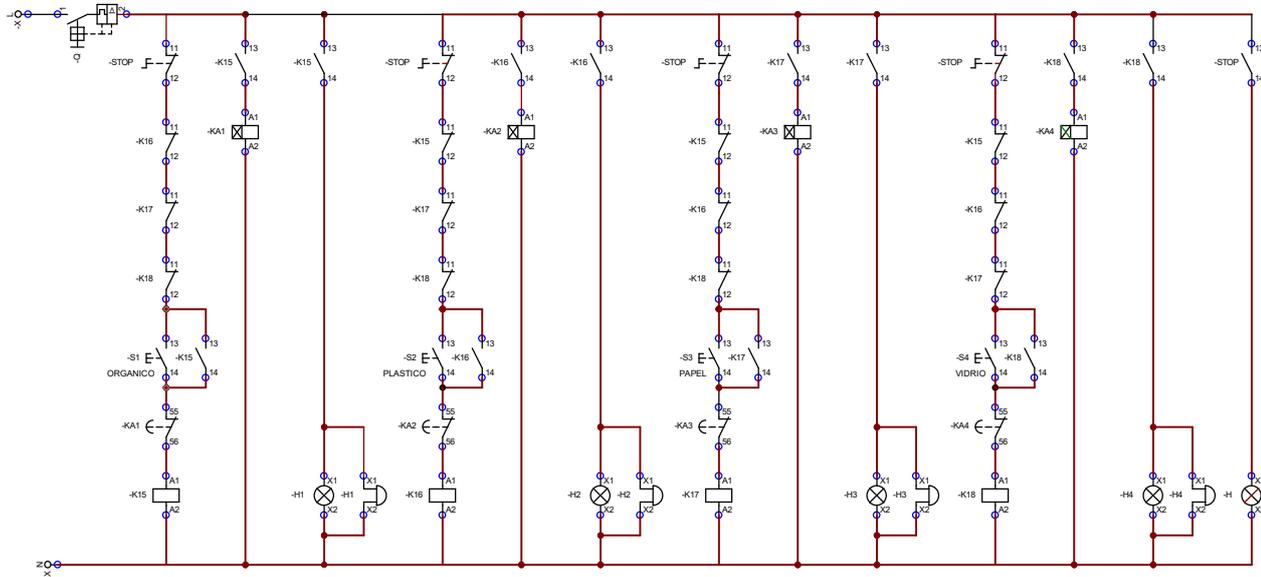


MOTOR-REDUCTOR MECANISMO

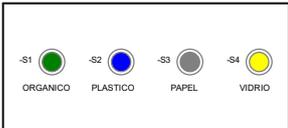


ELEMENTO																			
NOMBRE	DISYUNTOR (1FASE)	CONTACTO INTERRUPTOR NC	CONTACTO AUXILIAR NC	CONTACTO PULSADOR NA	CONTACTO AUXILIAR NA	CONTACTO TEMPORIZADOR CONEXIÓN NC	TEMPORIZADOR A LA CONEXIÓN	BOBINA MONO-ESTABLE	TIMBRE CONEXIÓN ELECTROMAN	SEÑALIZACIÓN OPTICA LUZ PILOTO	RELÉ TÉRMICO	MOTOR TRIFÁSICO	CONTACTOR DE TRES LÍNEAS	CONTACTOR TÉRMICO NC	DISYUNTOR DE TRES LÍNEAS	ALIMENTACIÓN L	ALIMENTACIÓN N	DISYUNTOR DE UNA LÍNEA	ALIMENTACIÓN DE TRES LÍNEAS CON PROTECCIÓN

Fecha	02/03/2020	Nombre/Firmas	BRANDON M	Entidad	U. ANTONIO NARIÑO
Dibujado	11/06/2020	Comprobado	LEYDY D		
Fecha:	11/JUN/2020	Título	PLANO_ELECTRICO_MOTOR		Núm: 1 de 1
					Archivo: ELECTRICOS_MOTORES

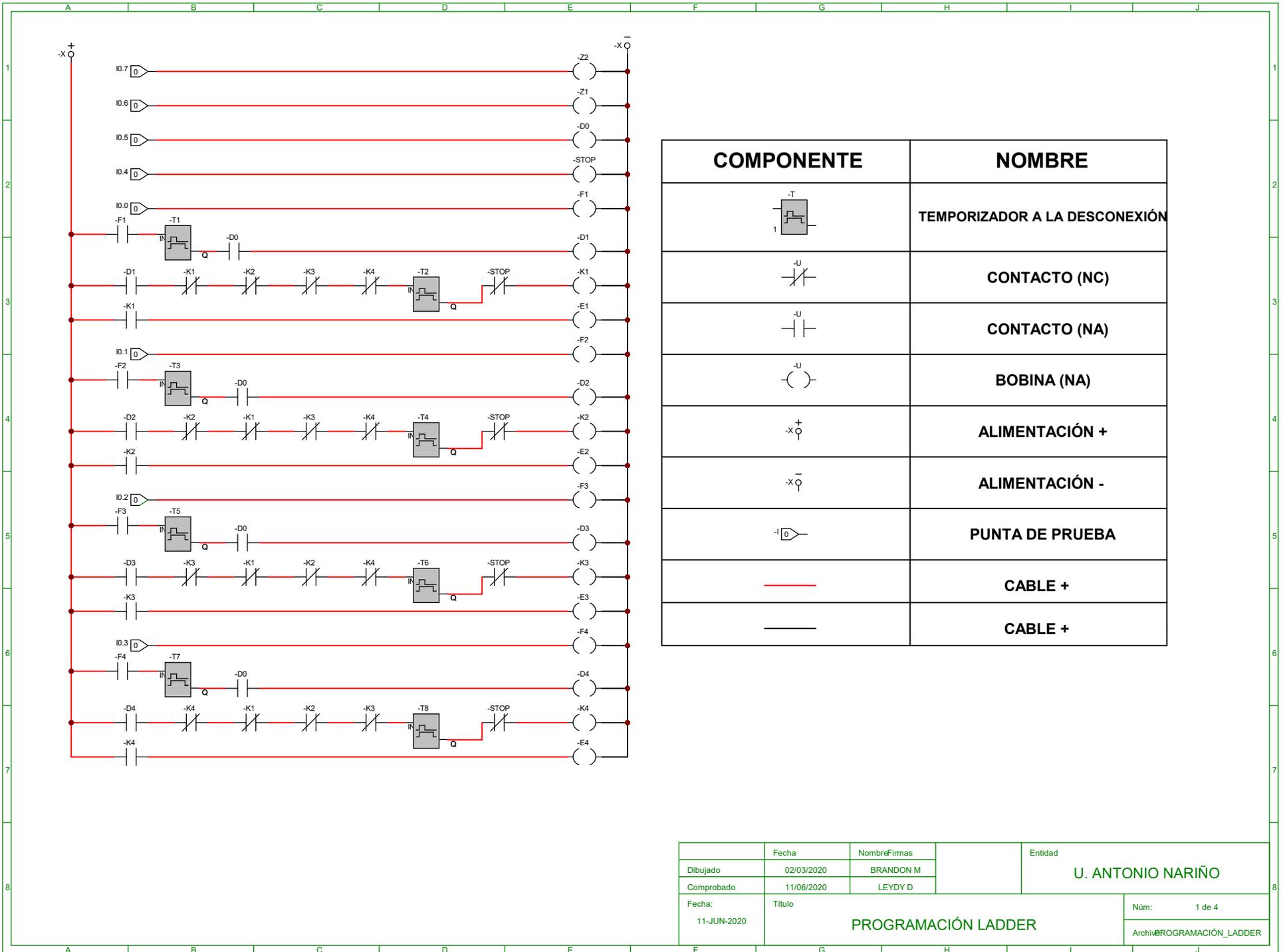


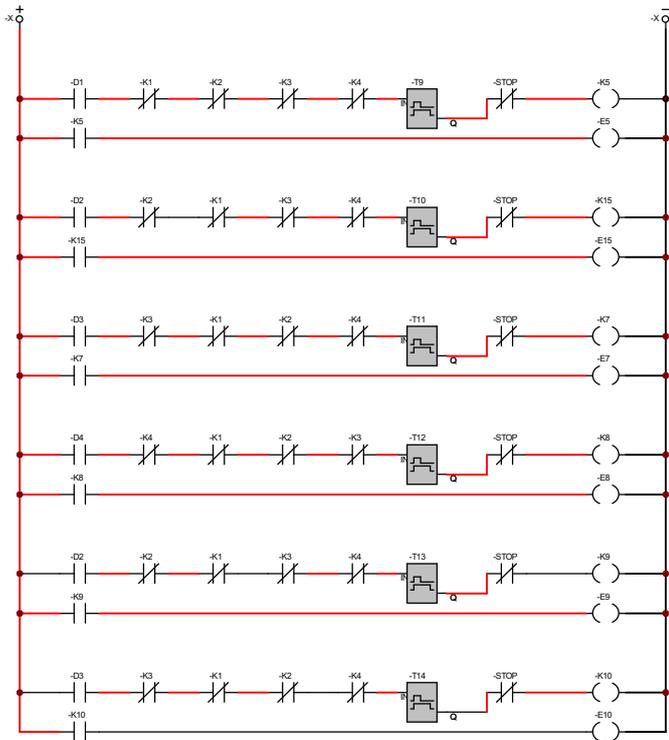
TABLERO PULSADORES



ELEMENTO										
NOMBRE	DISYUNTOR (1FASE)	CONTACTO INTERRUPTOR NC	CONTACTO AUXILIAR NC	CONTACTO PULSADOR NA	CONTACTO AUXILIAR NA	CONTACTO TEMPORIZADOR A LA CONEXIÓN NC	BOBINA MONO-ESTABLE	TIMBRE CONEXIÓN ELECTROIMAN	SEÑALIZACIÓN ÓPTICA LUZ PILOTO	BOTÓN PULSADOR

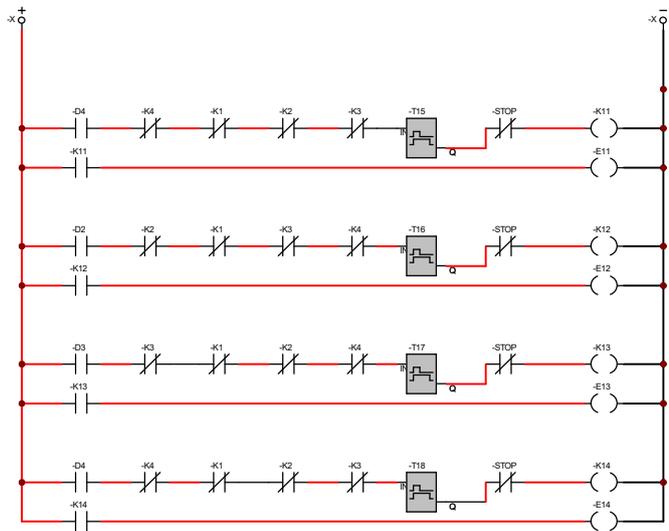
Fecha:	02/03/2020	Nombre Firmas:	BRANDON M	Entidad:	U. ANTONIO NARIÑO	
Comprobado:	11/06/2020	LEVY D D				
Fecha:	11/JUN/2020	Título:	TABLERO_ELECTRICO_USUARIO			
					Núm:	1 de 1
					Archivo:	PLANO_ELECTRICO





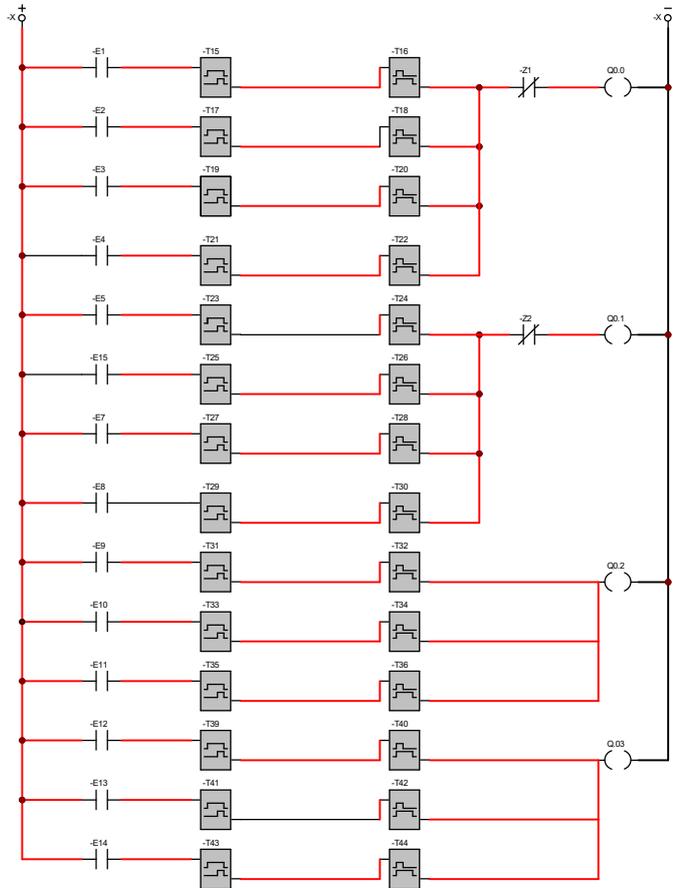
COMPONENTE	NOMBRE
	TEMPORIZADOR A LA DESCONEXIÓN
	CONTACTO (NC)
	CONTACTO (NA)
	BOBINA (NA)
	ALIMENTACIÓN +
	ALIMENTACIÓN -
	CABLE +
	CABLE -

	Fecha	Nombre Firmas	Entidad
Dibujado	02/03/2020	BRANDON M	U. ANTONIO NARIÑO
Comprobado	11/06/2020	LEYDY D	
Fecha:	Título		Núm: 2 de 4
11/JUN/2020	PROGRAMACIÓN LADDER		Archivo:PROGRAMACIÓN_LADDER



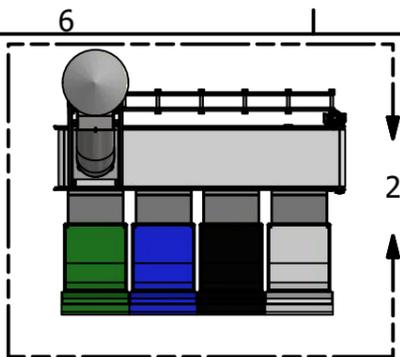
COMPONENTE	NOMBRE
	TEMPORIZADOR A LA DESCONEXIÓN
	CONTACTO (NC)
	CONTACTO (NA)
	BOBINA (NA)
	ALIMENTACIÓN +
	ALIMENTACIÓN -
	CABLE +
	CABLE +

	Fecha	Nombre Firmes	Entidad
Dibujado	02/03/2020	BRANDON M	U. ANTONIO NARIÑO
Comprobado	11/06/2020	LEYDY D	
Fecha:	Título		Núm: 3 de 4
11/JUN/2020	PROGRAMACIÓN LADDER		Archivo: PROGRAMACIÓN_LADDER

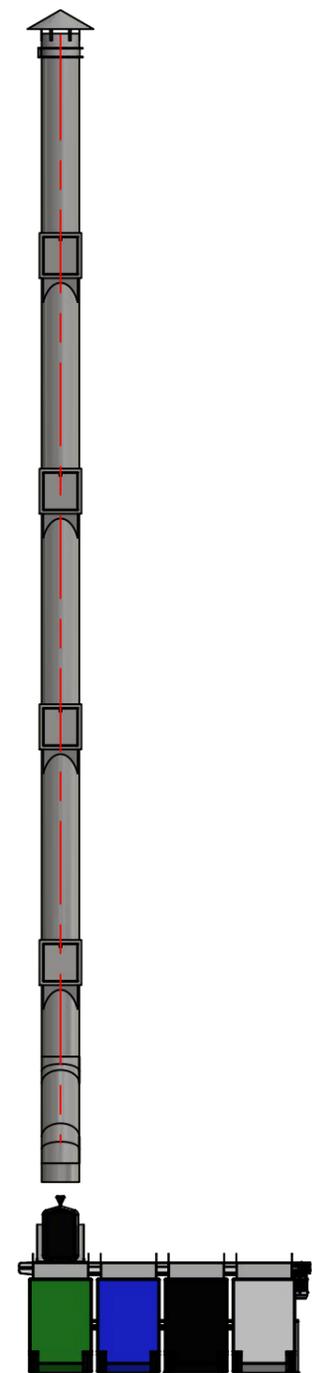


COMPONENTE	NOMBRE
	TEMPORIZADOR A LA DESCONEXIÓN
	TEMPORIZADOR A LA CONEXIÓN
	CONTACTO (NC)
	CONTACTO (NA)
	BOBINA (NA)
	ALIMENTACIÓN +
	ALIMENTACIÓN -
	CABLE +
	CABLE -

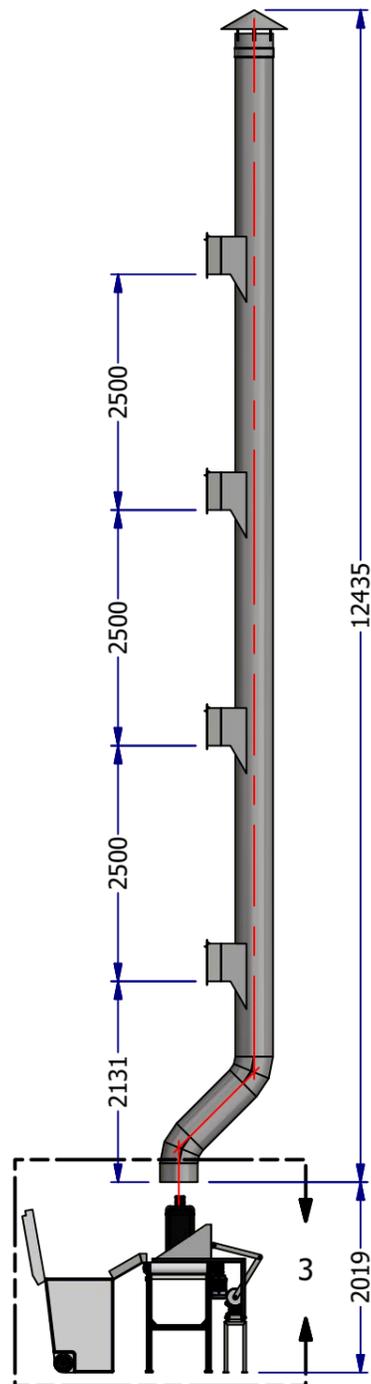
	Fecha	Nombre Firmas	Entidad
Dibujado	02/03/2020	BRANDON M	U. ANTONIO NARIÑO
Comprobado	11/06/2020	LEYDY D	
Fecha:	Título		Núm: 4 de 4
11/JUN/2020	PROGRAMACIÓN LADDER		Archivo:PROGRAMACIÓN_LADDER



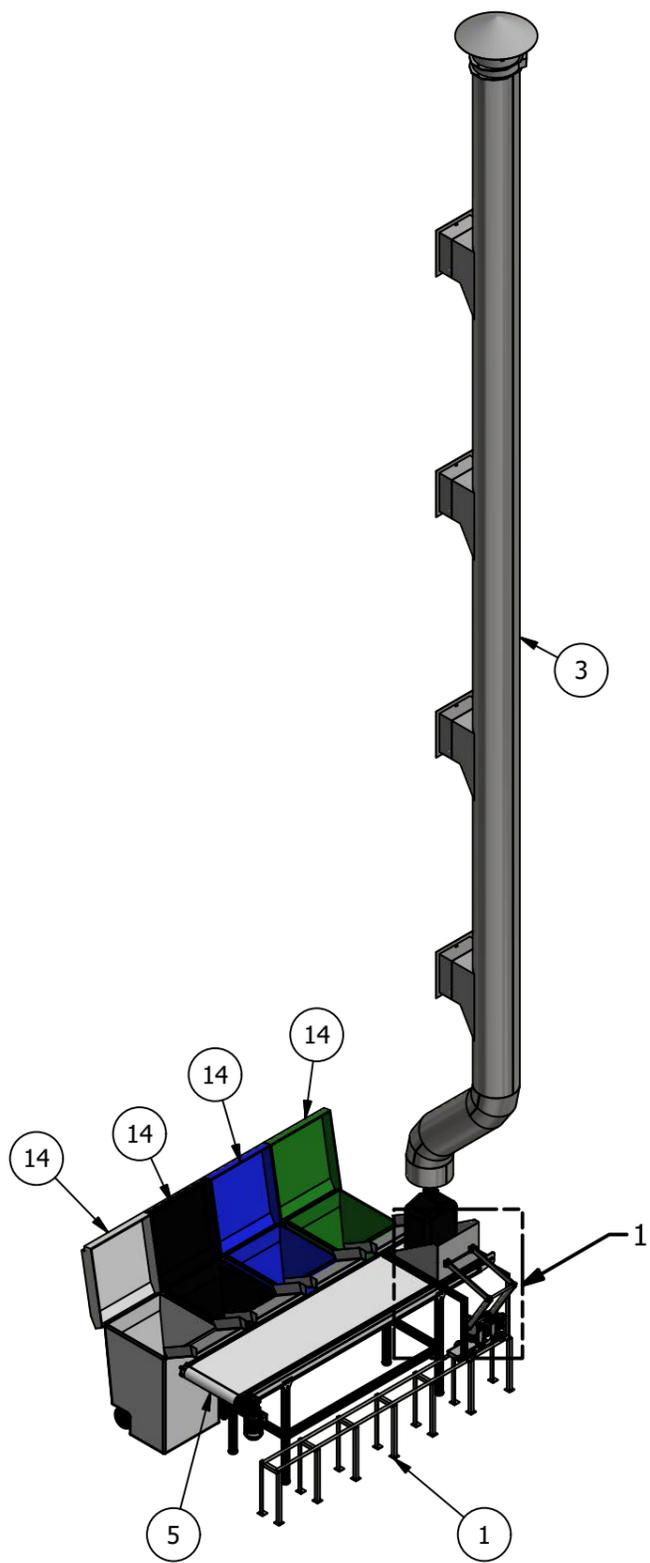
PLANTA
ESCALA 1 : 75



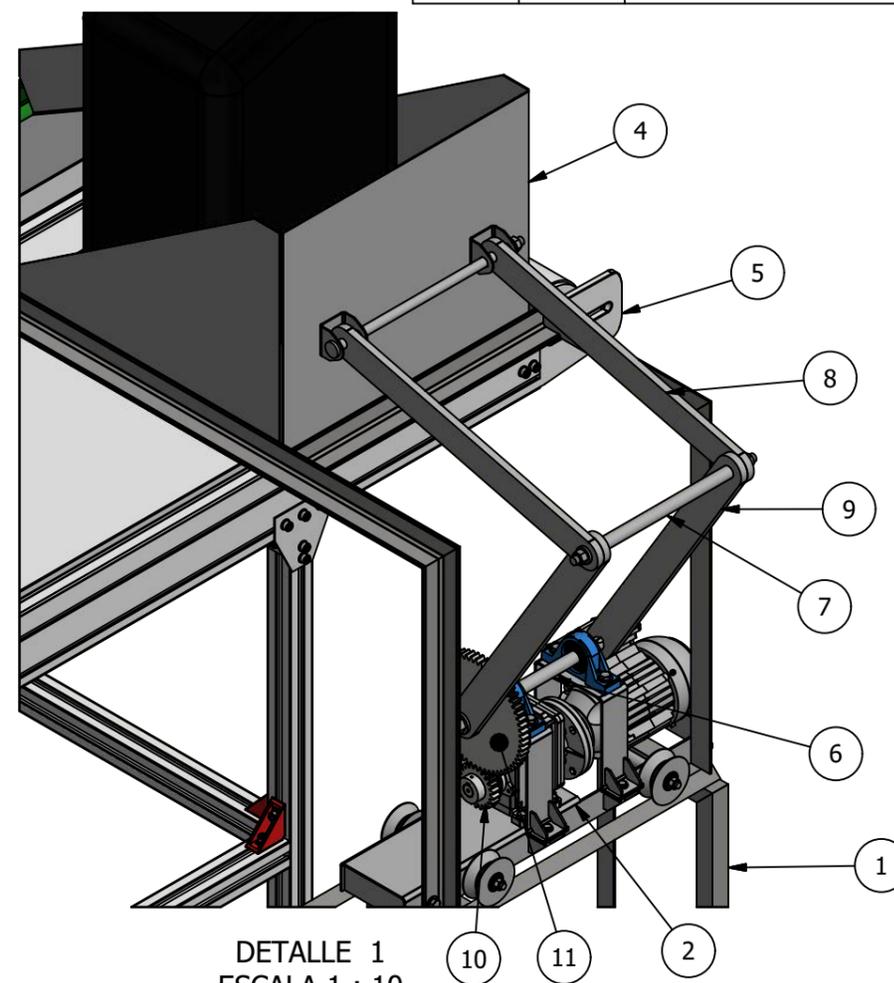
ELEVACION
ESCALA 1 : 75



LATERAL DER
ESCALA 1 : 75



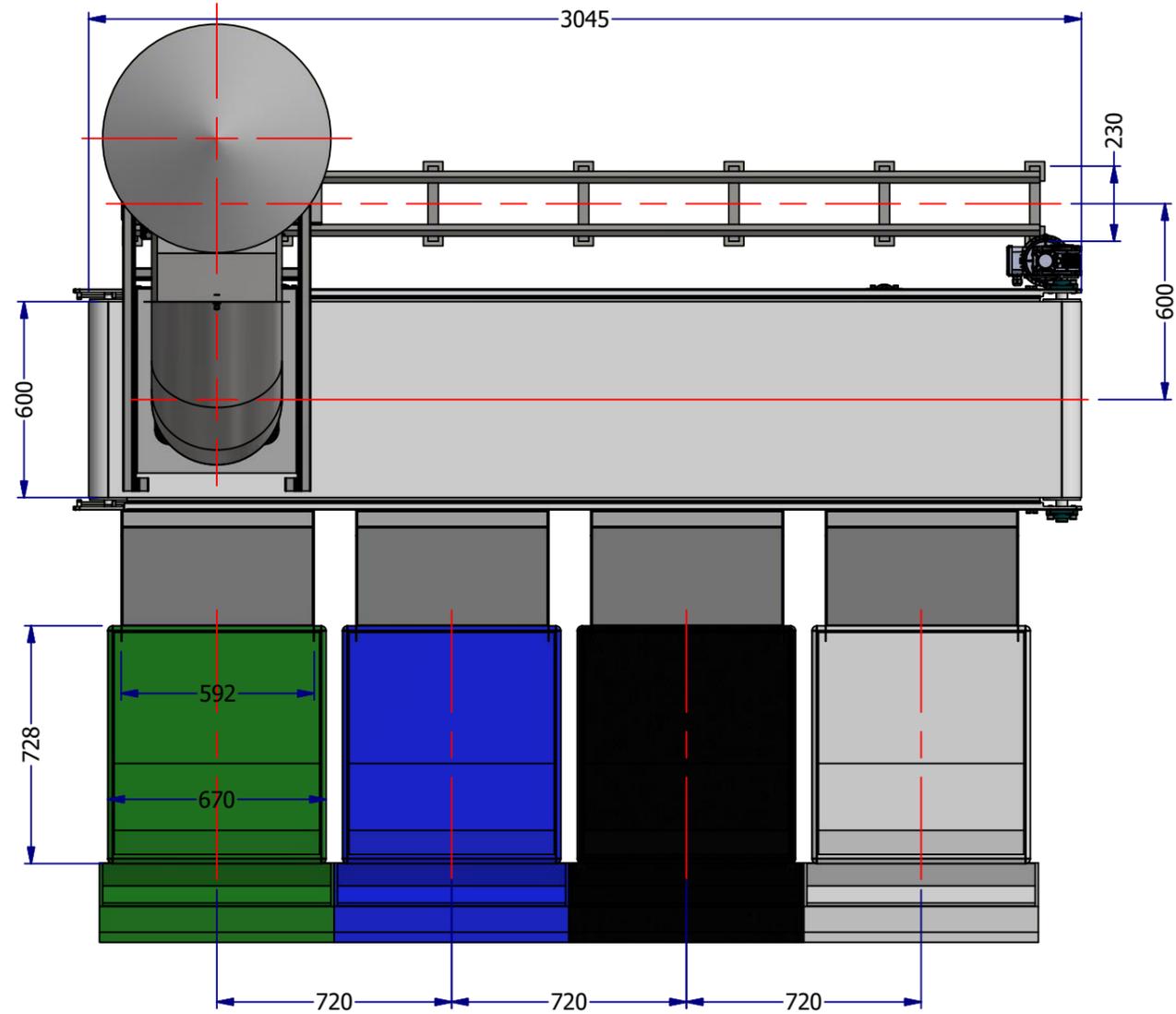
ISOMETRICO
SIN ESCALA



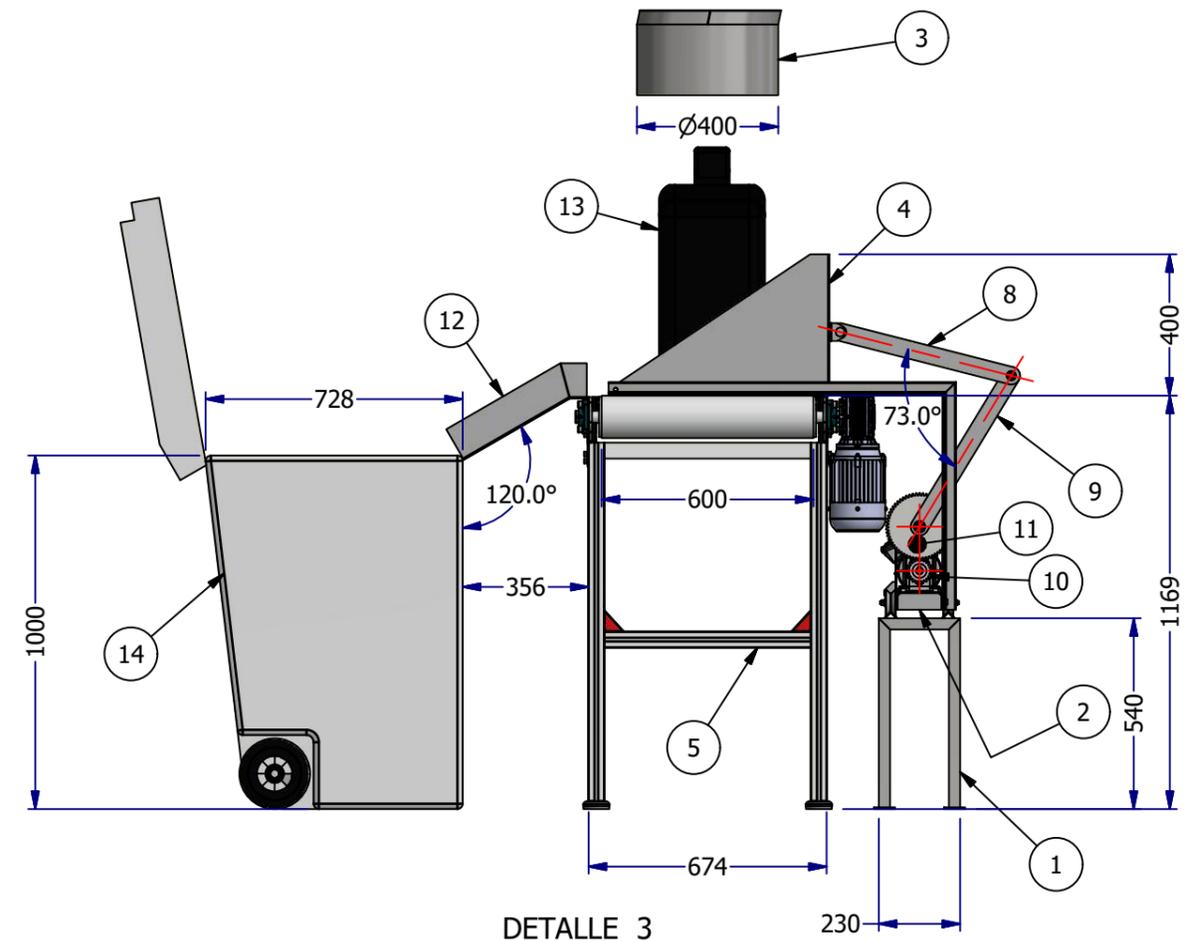
DETALLE 1
ESCALA 1 : 10

LISTADO DE COMPONENTES		
ITEM	CANT	DESCRIPCIÓN
1	1	CONJUNTO RIELES - CARRO REDUCTOR
2	1	CARRO DEL SISTEMA REDUCTOR
3	1	CONJUNTO CHUTE DE DESCARGA
4	1	CONJUNTO CANASTA
5	1	BANDA TRANSPORTADORA
6	1	EJE PRINCIPAL ENGRANES
7	1	EJE INTERMEDIO ESLABONES
8	2	ESLABON 1 - LAM ASTM A-36 - ESP 1/2"
9	2	ESLABON 2 - LAM ASTM A-36 - ESP 1/2"
10	1	PIÑON
11	1	ENGRANAJE
12	4	LÁMINA ENCAUSADORA
13	1	BOLSA DE BASURA
14	4	CONTENEDOR DE BASURA

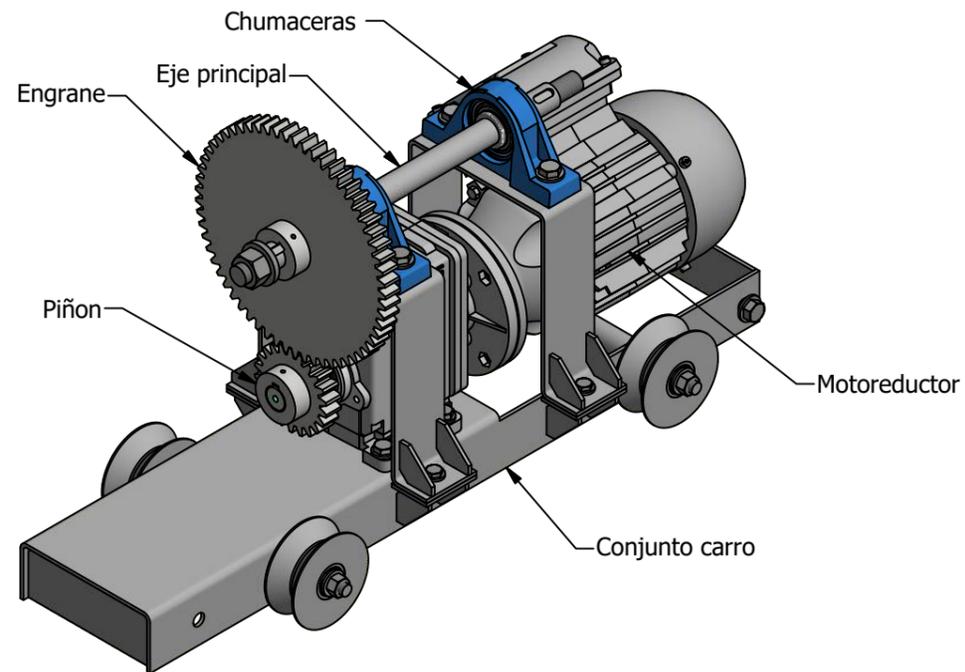
DIBUJO: B. MORENO/L. DIAZ	INSTITUCIÓN: UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	FECHA: 18/05/2020	FORMATO: A3
REVISO: ING. DIEGO CALERO	PROYECTO: SELECTOR DE BASURA	ESCALA: Indicada	NORMA: ISO-A
APROBO:	DESCRIPCIÓN: ENSAMBLE SELECTOR DE BASURA	HOJAS: 1 de 8	UAN UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO



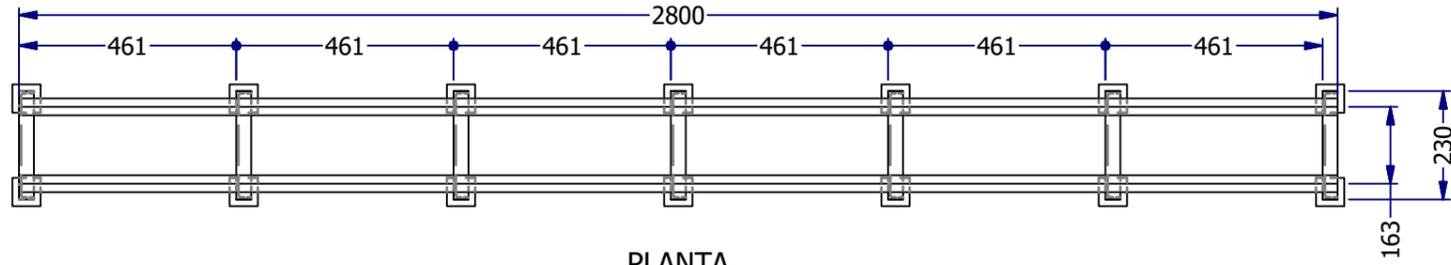
DETALLE 2
ESCALA 1 : 20



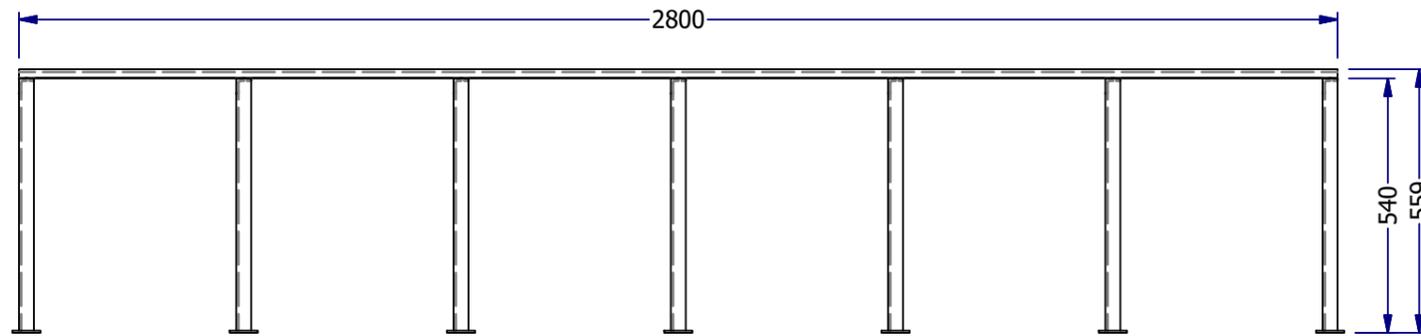
DETALLE 3
ESCALA 1 : 20



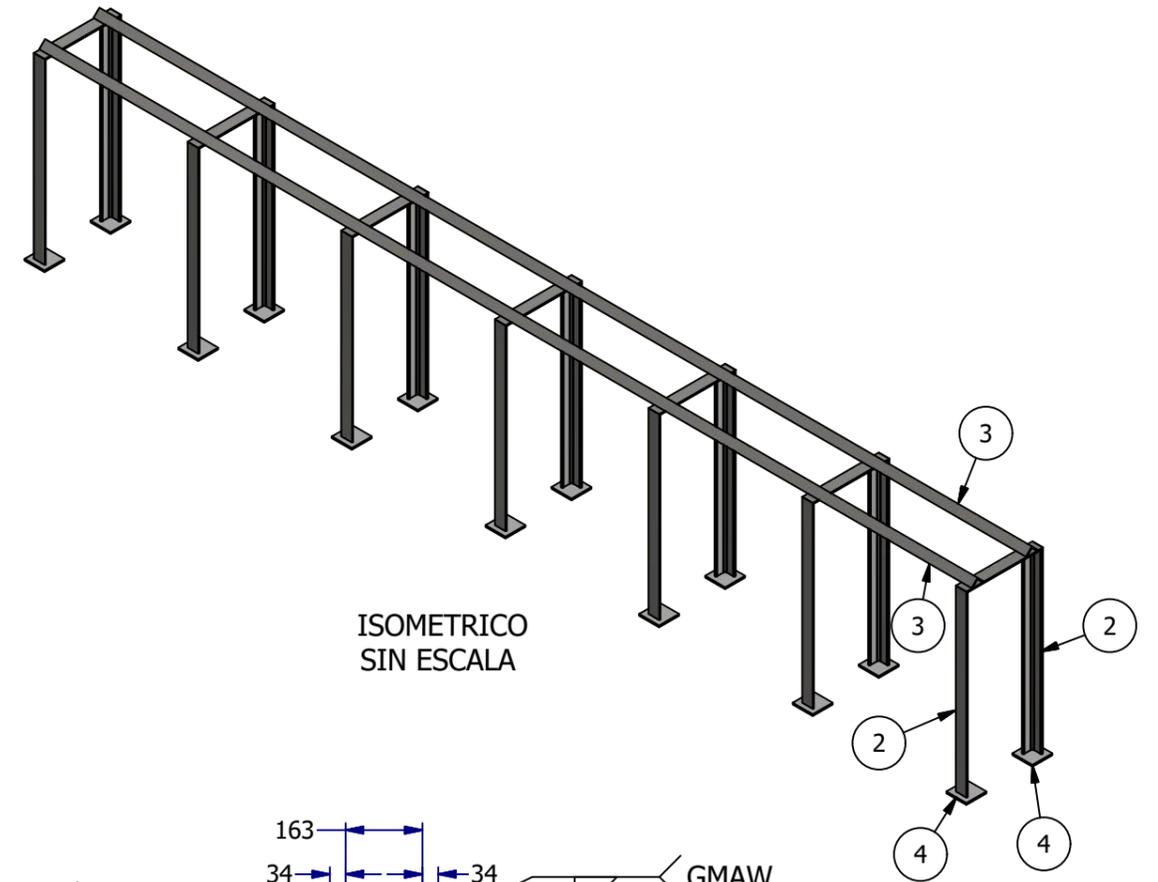
DIBUJO: B. MORENO/L. DIAZ	INSTITUCIÓN: UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	FECHA: 18/05/2020	FORMATO: A3
REVISO: ING. DIEGO CALERO	PROYECTO: SELECTOR DE BASURA	ESCALA:	NORMA: ISO-A
APROBO:	DESCRIPCIÓN: DETALLES PRINCIPALES	HOJAS: 2 de 8	UAN UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO



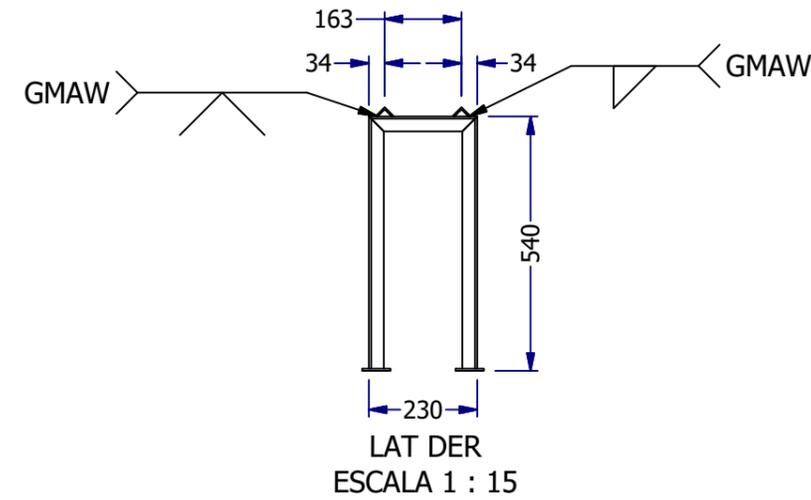
PLANTA
ESCALA 1 : 15



ELEVACION
ESCALA 1 : 15



ISOMETRICO
SIN ESCALA

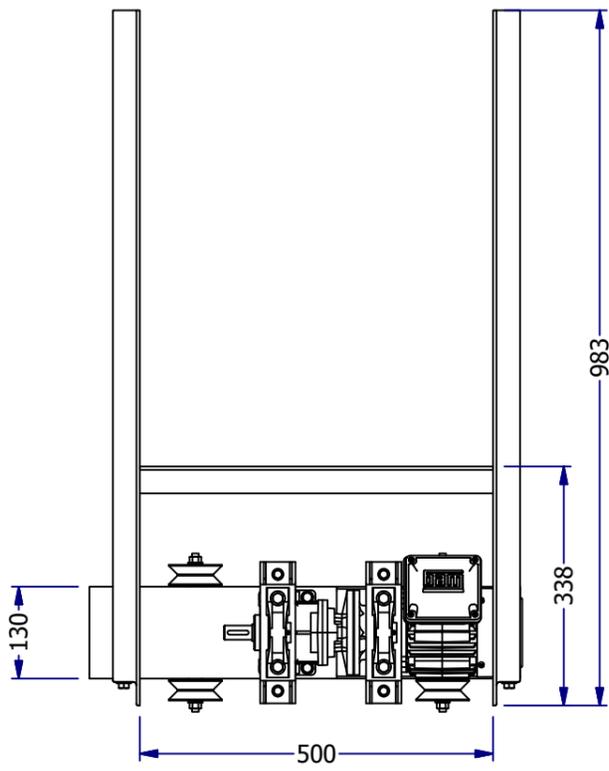


LAT DER
ESCALA 1 : 15

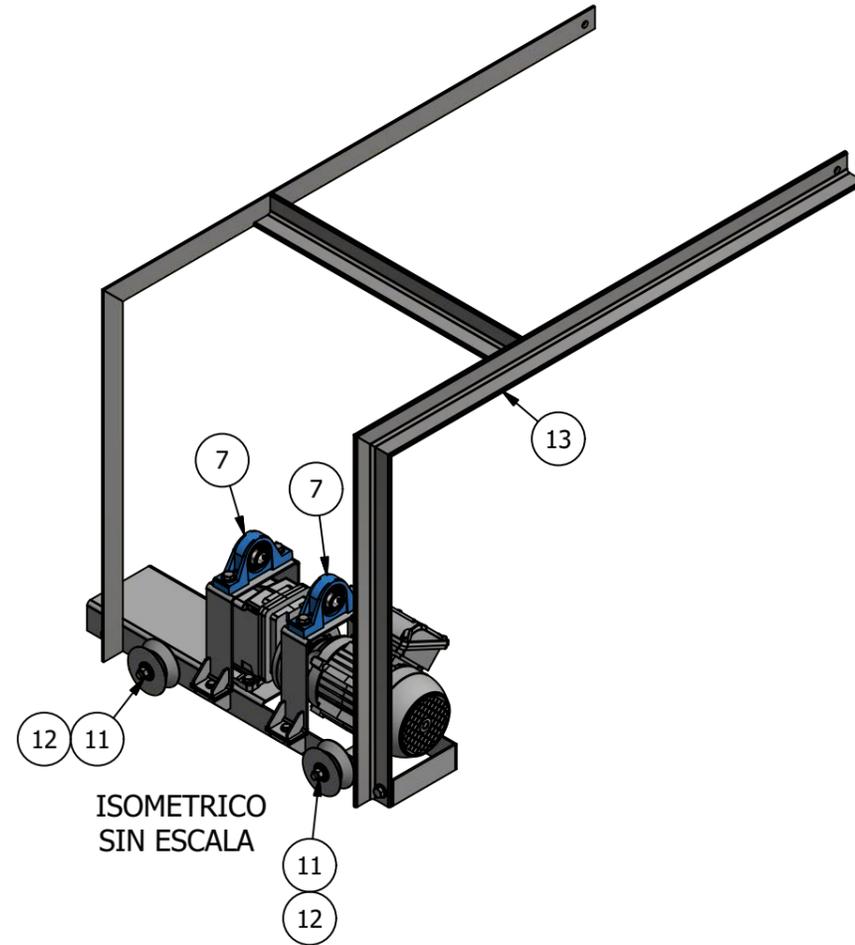
LISTADO DE COMPONENTES

ITEM	CANT	DESCRIPCIÓN
1	1610,000 mm	ANGULO L 1-1/4" x 3/16" - ASTM A-36 - GALV
2	7490,000 mm	ANGULO L 1-1/4" x 3/16" - ASTM A-36 - GALV
3	5600,000 mm	ANGULO L 1" x 1/8" - ASTM A-36 - GALV
4	14	LÁMINA ESP 3/16" - ASTM A-36 - GALV

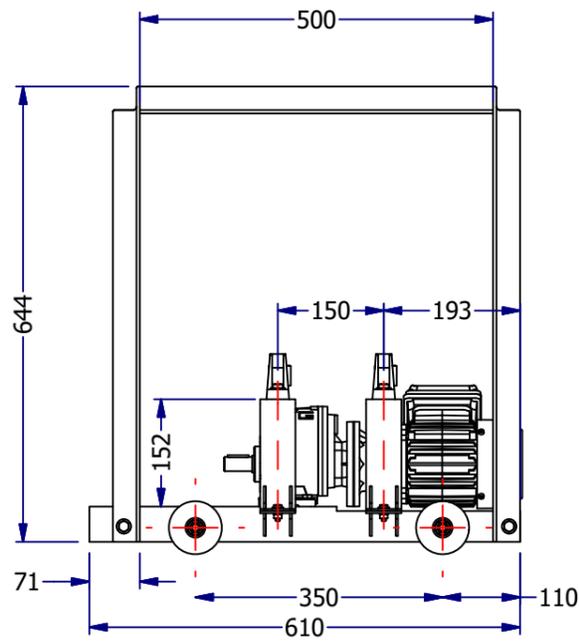
DIBUJO: B. MORENO/L. DIAZ	INSTITUCIÓN: UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	FECHA: 18/05/2020	FORMATO: A3
REVISO: ING. DIEGO CALERO	PROYECTO: SELECTOR DE BASURA	ESCALA: Indicadas	NORMA: ISO-A
APROBO:	DESCRIPCIÓN: CONJUNTO RIELES - CARRO	HOJAS: 3 de 8	UAN UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO



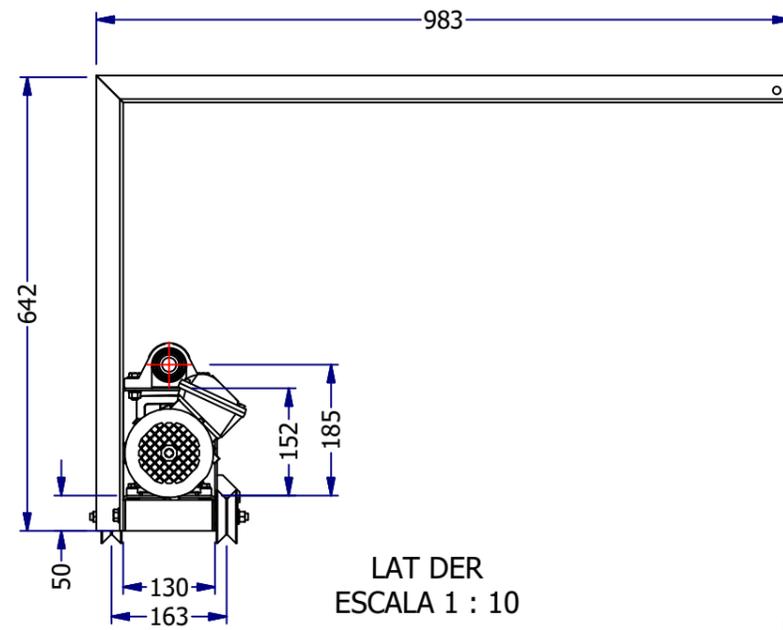
PLANTA
ESCALA 1 : 10



ISOMETRICO
SIN ESCALA

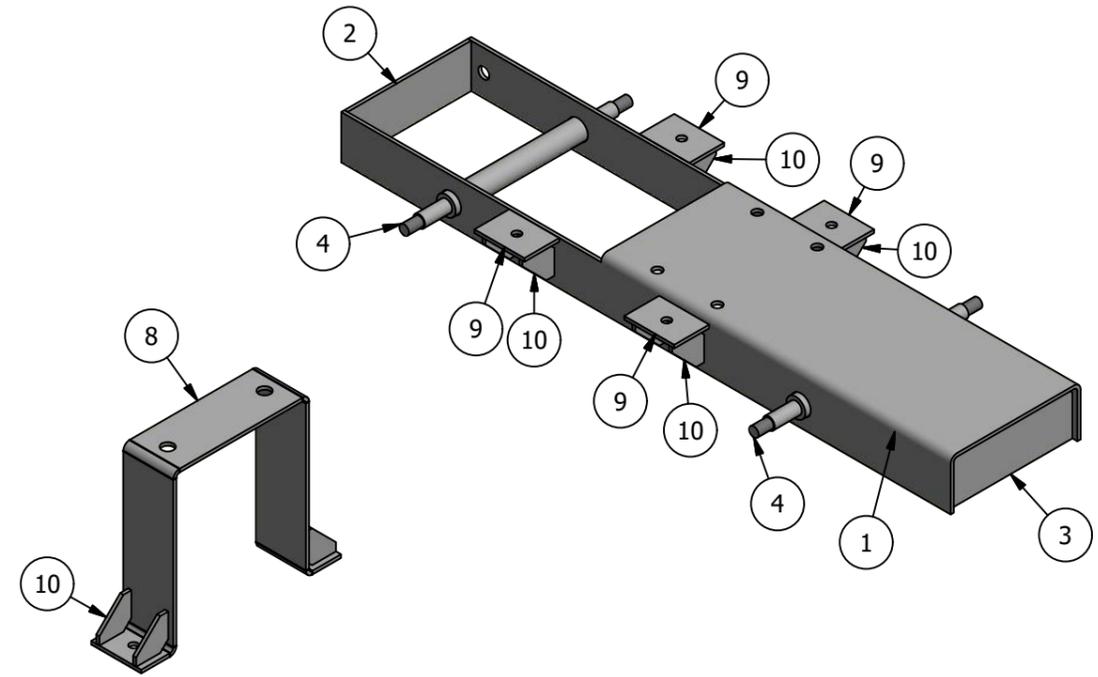


ELEVACION
ESCALA 1 : 10

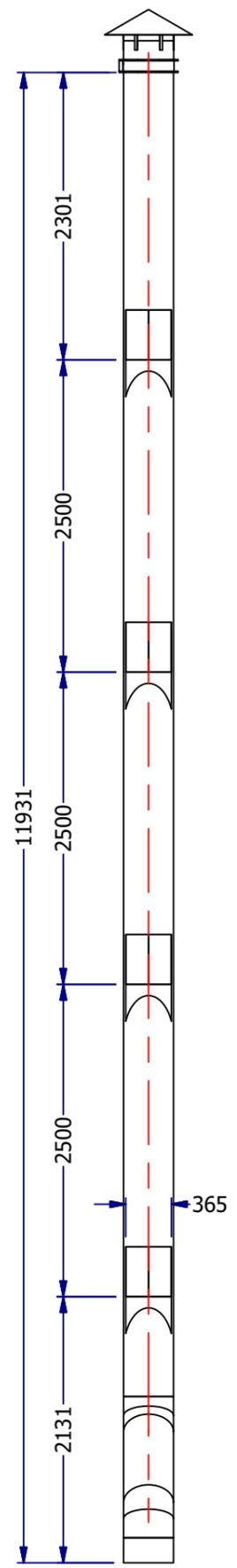


LAT DER
ESCALA 1 : 10

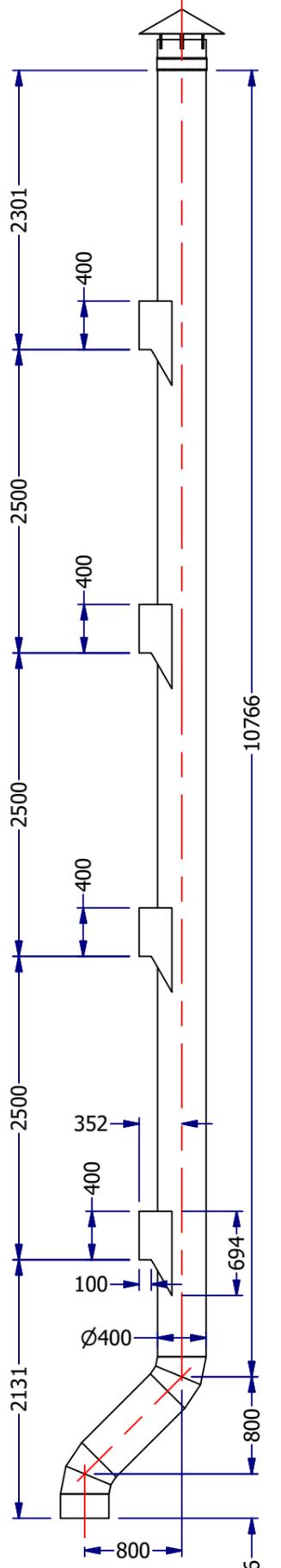
LISTADO DE COMPONENTES		
ITEM	CANT	DESCRIPCIÓN
1	1	SOPORTE PRINCIPAL - LAM - ESP 1/8" ASTM A-36 - GALV
2	1	REFUERZO 1 - LAM - ESP 1/8" ASTM A-36 - GALV
3	1	REFUERZO 2 - LAM - ESP 1/8" ASTM A-36 - GALV
4	2	EJE RUEDAS
5	4	CONJUNTO RUEDA
6	1	MOTOREDUCTOR
7	2	CHUMACERA SY - Ø20 mm
8	2	SOPORTE CHUMACERA 1 - LAM - ESP 1/8" ASTM A-36 - GALV
9	4	SOPORTE CHUMACERA 2 - LAM - ESP 1/8" ASTM A-36 - GALV
10	16	SOPORTE CARTELA - LAM - ESP 1/8" ASTM A-36 - GALV
11	4	TUERCA HEX Ø3/8"
12	4	ARANDELA Ø3/8"
13	1	SOPORTE CARRO - CANASTA
14	2	JUNTA PERNADA Ø3/8" x 1"
15	4	JUNTA PERNADA Ø1/4" x 3/4"
16	4	JUNTA PERNADA Ø3/8" x 1-1/4"
17	4	JUNTA PERNADA Ø5/16" x 1"



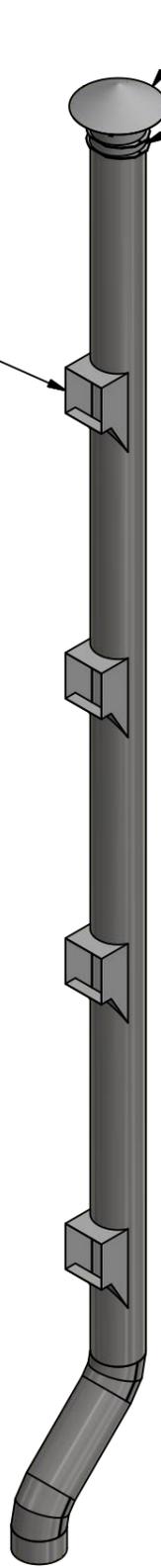
DIBUJO: B. MORENO/L. DIAZ	INSTITUCIÓN: UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	FECHA: 18/05/2020	FORMATO: A3
REVISO: ING. DIEGO CALERO	PROYECTO: SELECTOR DE BASURA	ESCALA: Indicadas	NORMA: ISO-A
APROBO:	DESCRIPCIÓN: CONJUNTO CARRO	HOJAS: 4 de 8	UAN UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO



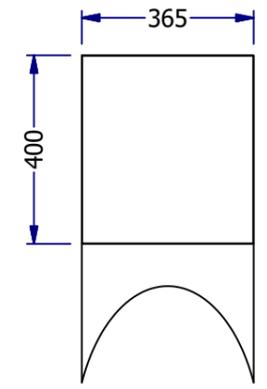
ELEVACION
ESCALA 1 : 50



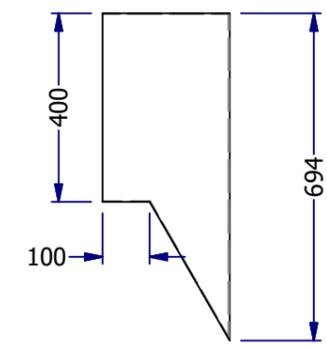
LAT DER
ESCALA 1 : 50



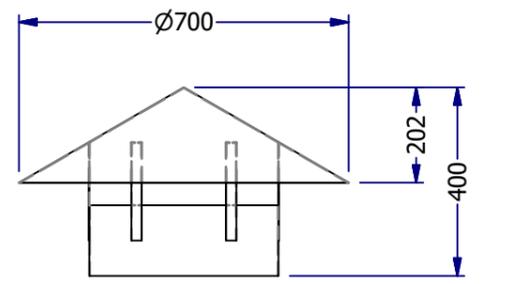
ISOMETRICO
SIN ESCALA



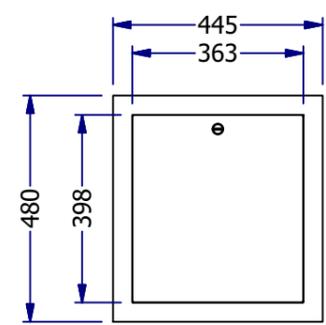
BOCA CHUTE
ESCALA 1 : 15



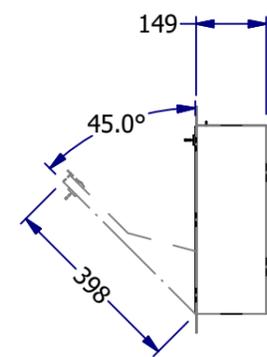
LAT DER
ESCALA 1 : 15



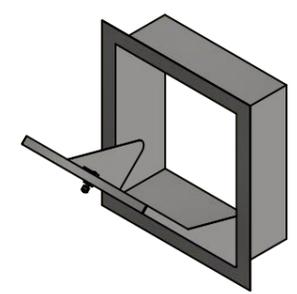
SOMBRERO CHINO
ESCALA 1 : 15



PUERTA DESCARGA
ESCALA 1 : 15



LAT DER
ESCALA 1 : 15

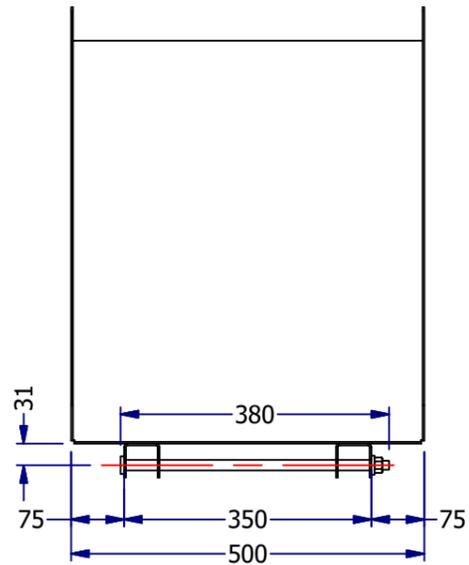


ISOMETRICO
SIN ESCALA

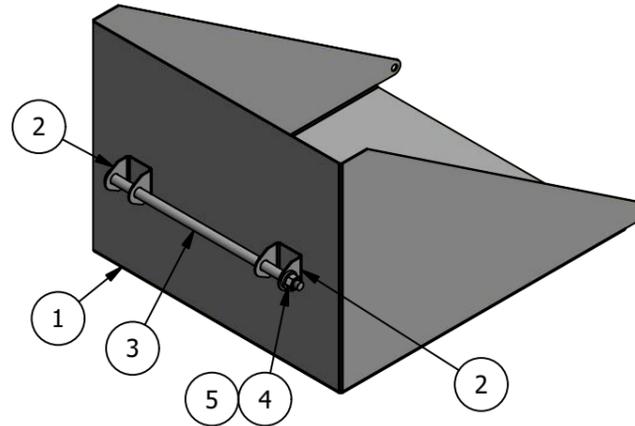
DIBUJO: B. MORENO/L. DIAZ	INSTITUCIÓN: UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	FECHA: 18/05/2020	FORMATO: A3
REVISO: ING. DIEGO CALERO	PROYECTO: SELECTOR DE BASURA	ESCALA: Indicadas	NORMA: ISO-A
APROBO:	DESCRIPCIÓN: CONJUNTO CHUTE	HOJAS: 5 de 8	UAN UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO

LISTADO DE COMPONENTES

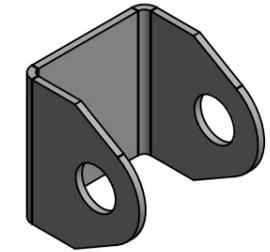
ITEM	CANT	DESCRIPCIÓN
1	1	CANASTA DE VOLTEO - LAM - CAL 12 ASTM A-36 - GALV
2	2	SOPORTE EJE PIVOTE - LAM - CAL 12 ASTM A-36 - GALV
3	1	EJE PIVOTE
4	1	TUERCA HEX Ø1/2"
5	1	ARANDELA Ø1/2"



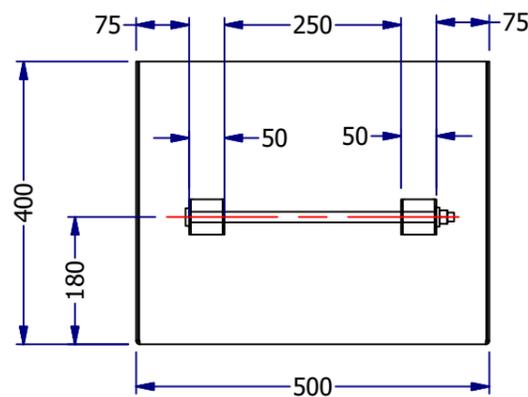
PLANTA
ESCALA 1 : 10



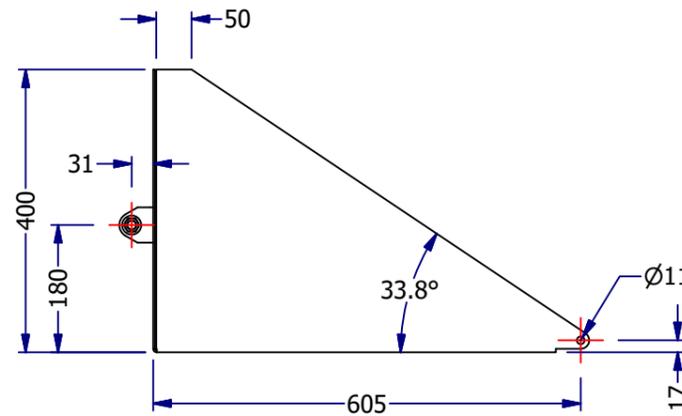
ISOMETRICO
SIN ESCALA



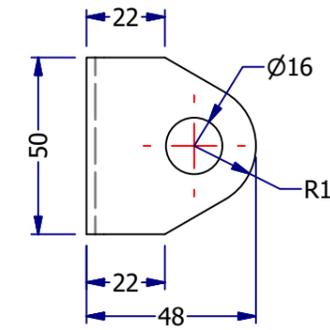
ISOMÉTRICO
ESCALA 1 : 2



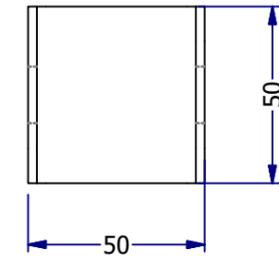
ELEVACION
ESCALA 1 : 10



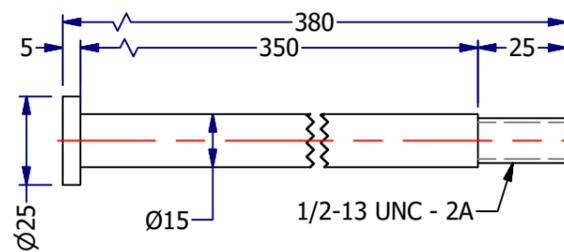
LAT DER
ESCALA 1 : 10



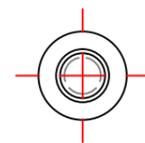
SOPORTE EJE PIVOTE
ESCALA 1 : 2



LAT DER
ESCALA 1 : 2

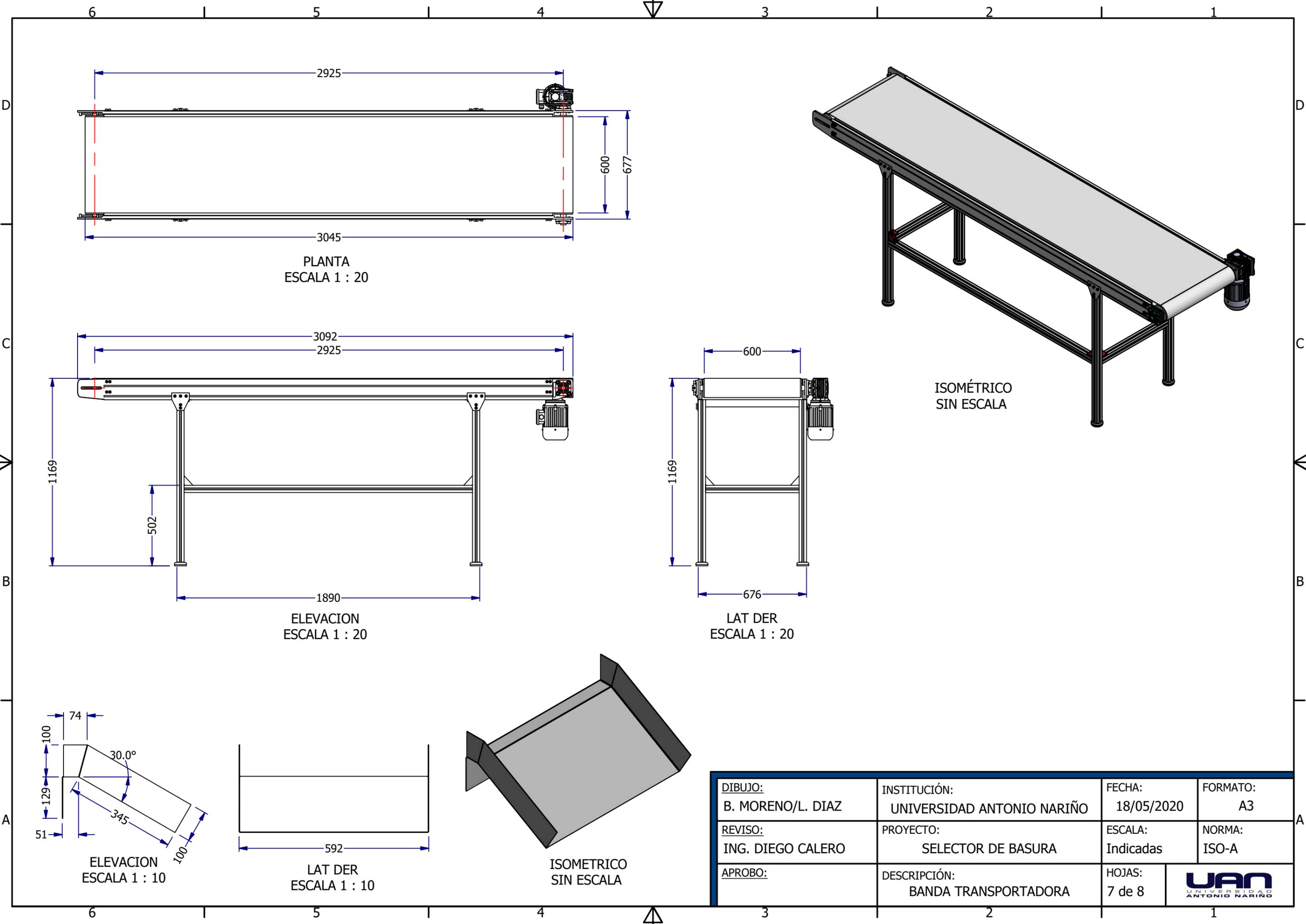


EJE PIVOTE - AISI 1045
ESCALA 1 : 2

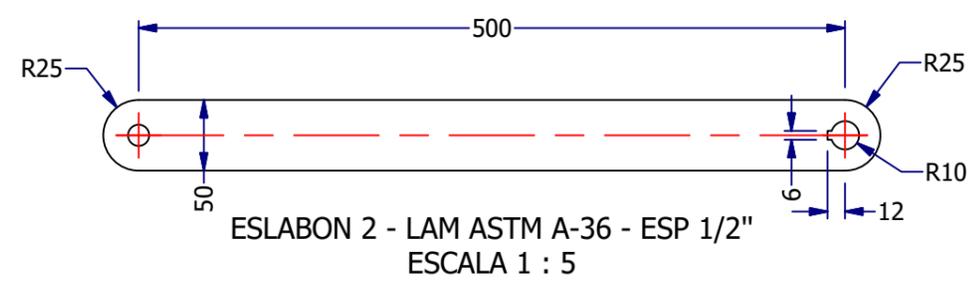
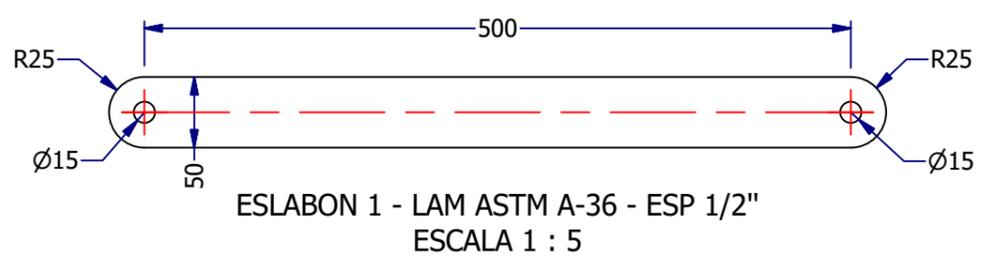
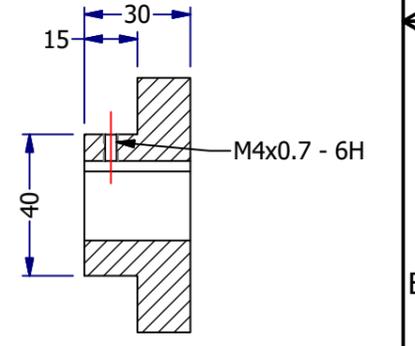
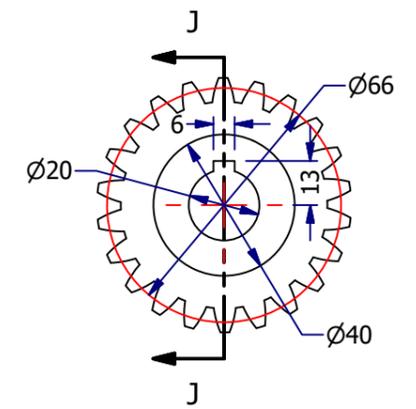
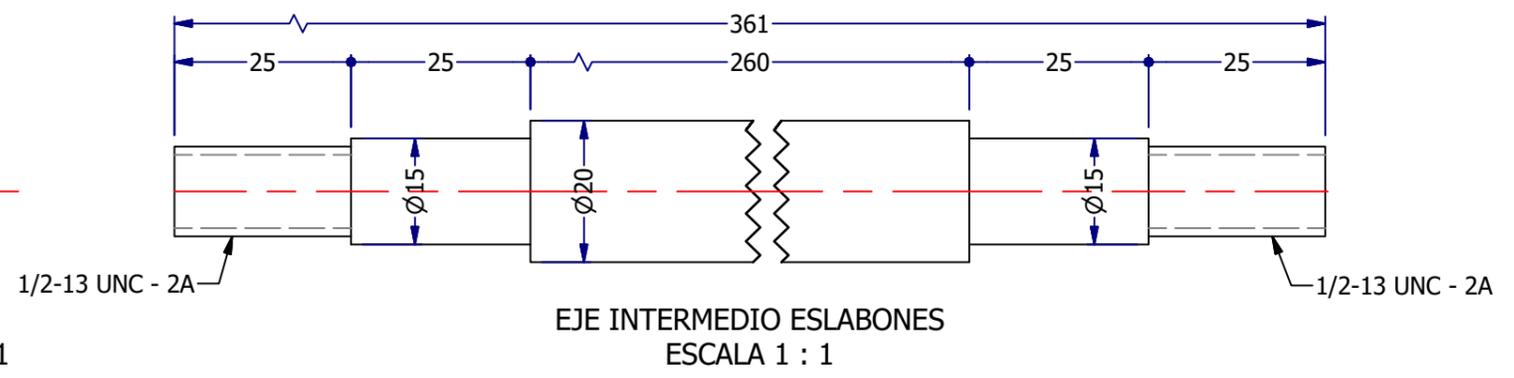
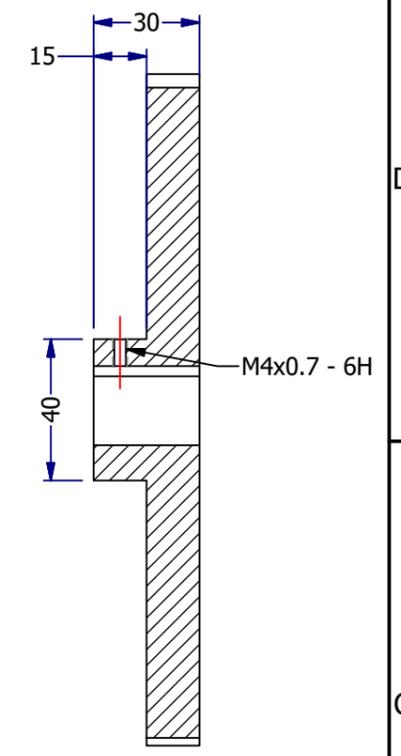
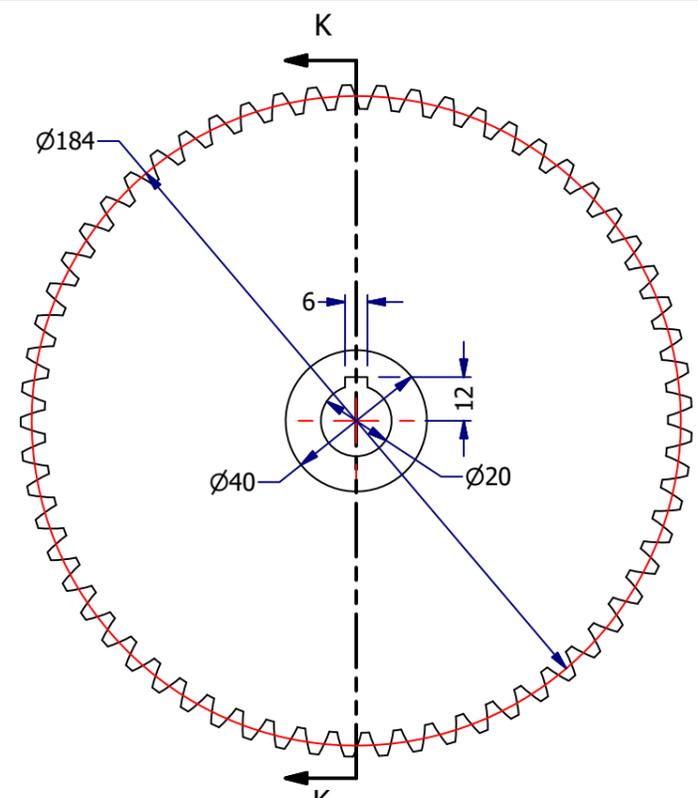
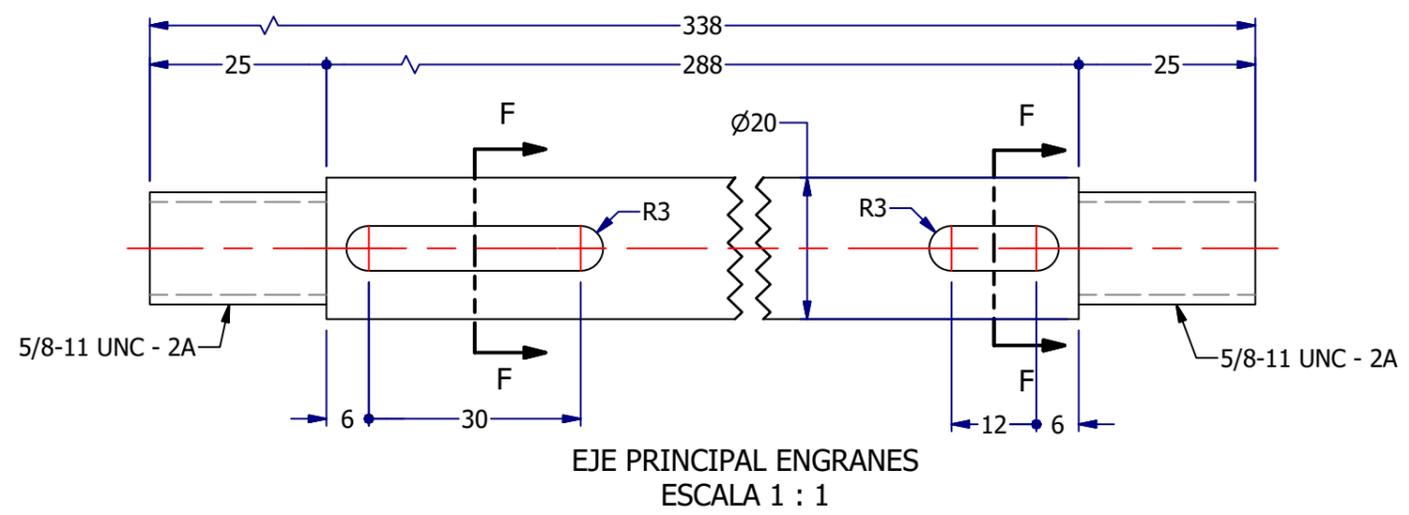
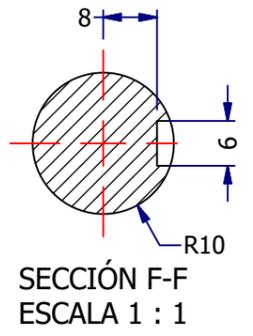


LAT DER
ESCALA 1 : 2

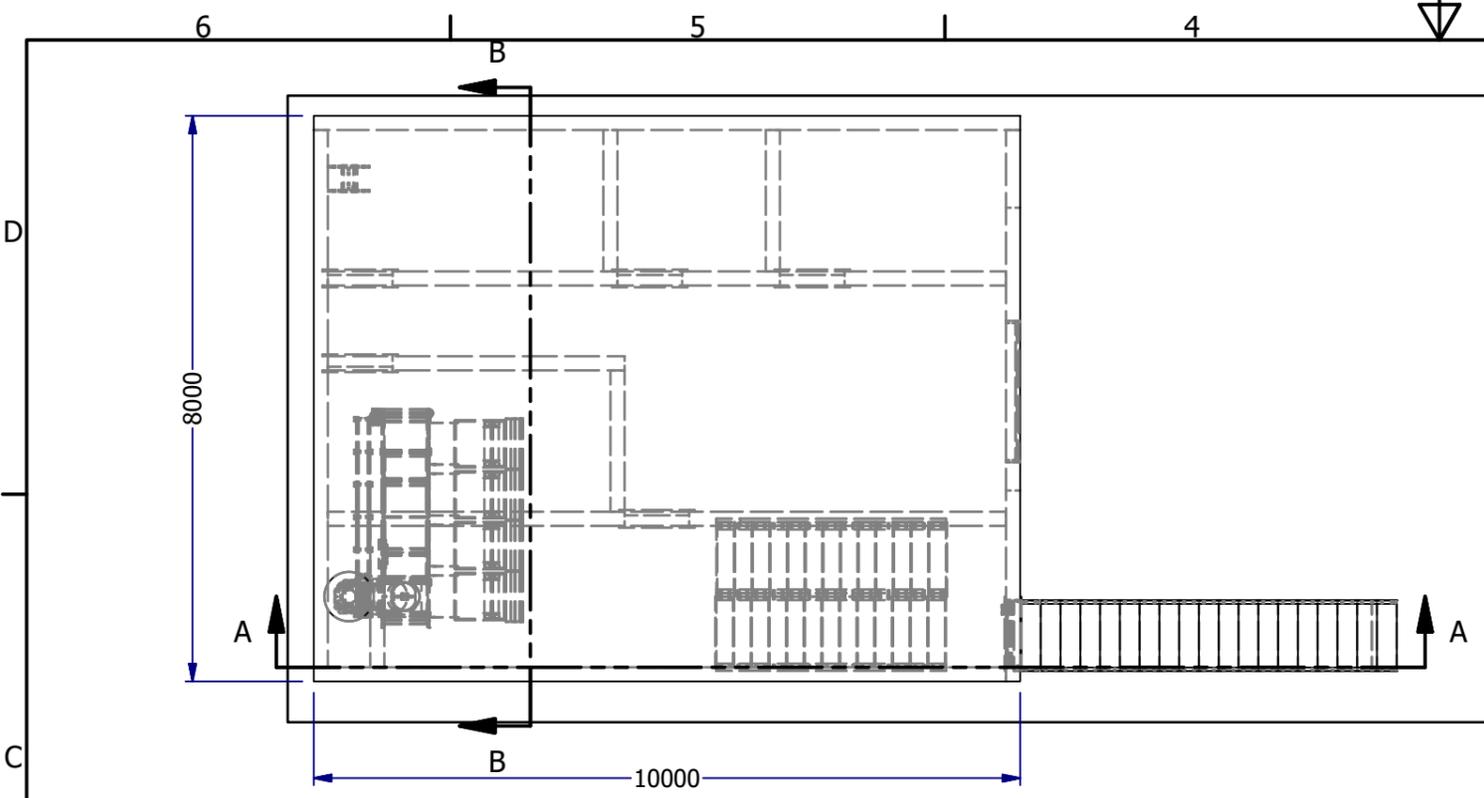
DIBUJO: B. MORENO/L. DIAZ	INSTITUCIÓN: UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	FECHA: 18/05/2020	FORMATO: A3
REVISO: ING. DIEGO CALERO	PROYECTO: SELECTOR DE BASURA	ESCALA: Indicadas	NORMA: ISO-A
APROBO:	DESCRIPCIÓN: CONJUNTO CANASTA	HOJAS: 6 de 8	UAN UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO



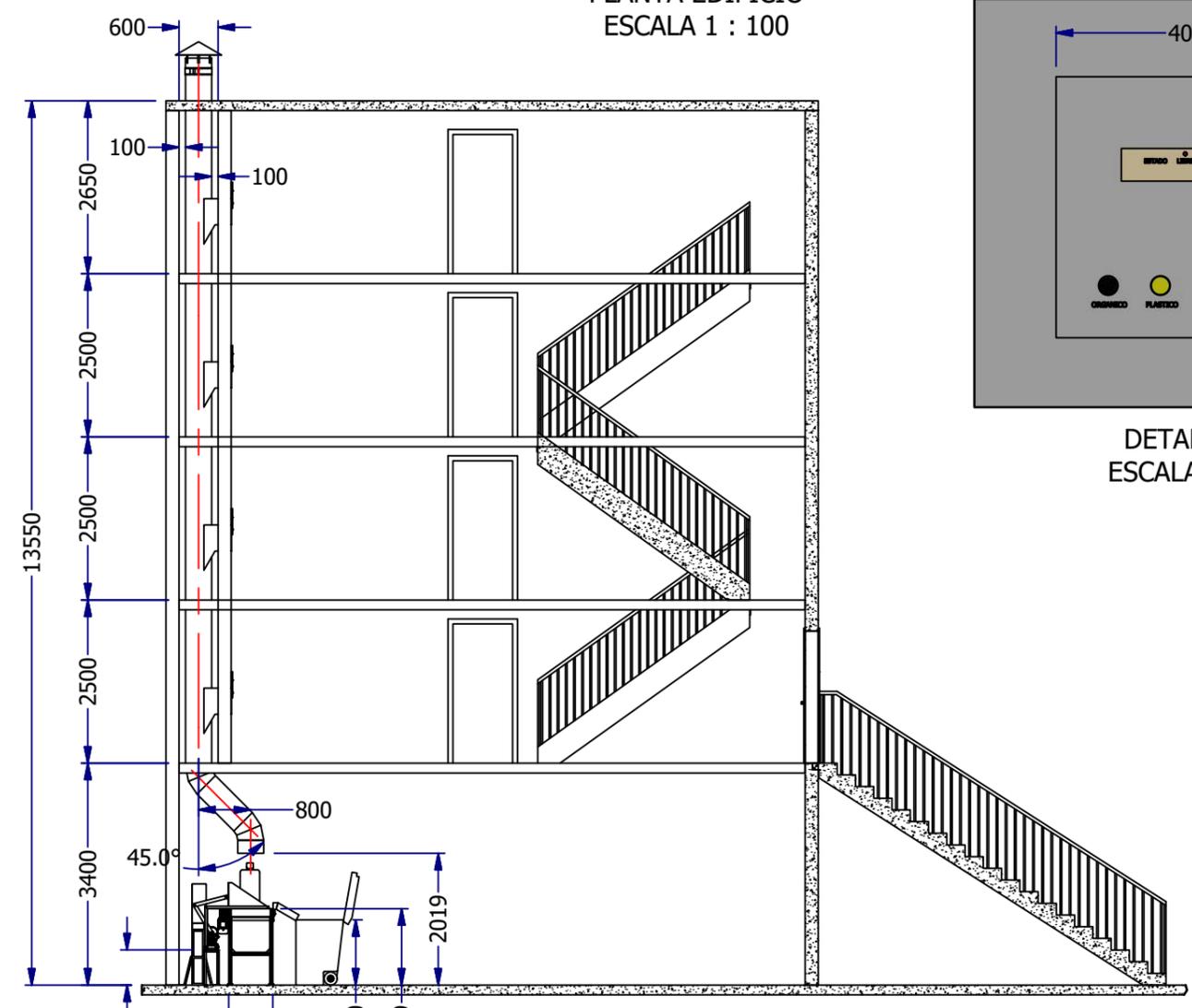
DIBUJO: B. MORENO/L. DIAZ	INSTITUCIÓN: UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	FECHA: 18/05/2020	FORMATO: A3
REVISO: ING. DIEGO CALERO	PROYECTO: SELECTOR DE BASURA	ESCALA: Indicadas	NORMA: ISO-A
APROBO:	DESCRIPCIÓN: BANDA TRANSPORTADORA	HOJAS: 7 de 8	UAN UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO



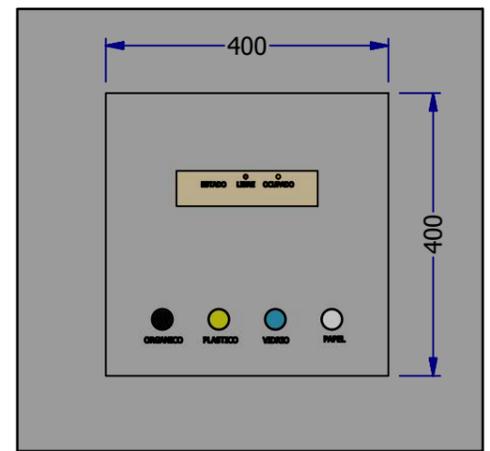
DIBUJO: B. MORENO/L. DIAZ	INSTITUCIÓN: UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	FECHA: 18/05/2020	FORMATO: A3
REVISO: ING. DIEGO CALERO	PROYECTO: SELECTOR DE BASURA	ESCALA: Indicadas	NORMA: ISO-A
APROBO:	DESCRIPCIÓN: PIEZAS MECANISMO REDUCTOR	HOJAS: 8 de 8	UAN UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO



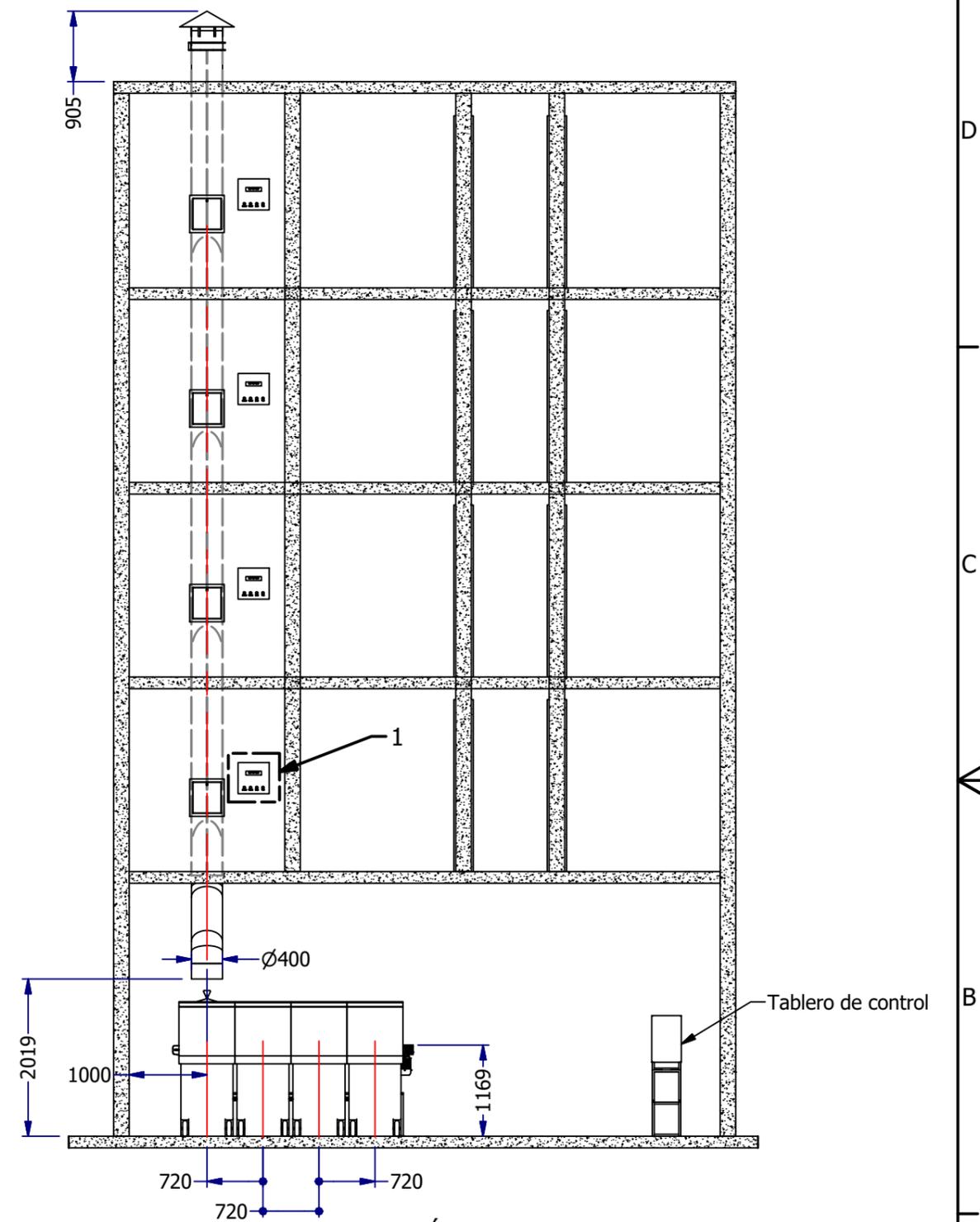
PLANTA EDIFICIO
ESCALA 1 : 100



SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 100



DETALLE 1
ESCALA 1 : 10



SECCIÓN B-B
ESCALA 1 : 75

DIBUJO: B. MORENO/L. DIAZ	INSTITUCIÓN: UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	FECHA: 18/05/2020	FORMATO: A3
REVISO: ING. DIEGO CALERO	PROYECTO: SELECTOR DE BASURA	ESCALA: Indicada	NORMA: ISO-A
APROBO:	DESCRIPCIÓN: DIMENSIONES GENERALES	HOJAS: 1 de 1	UAN UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO