

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO**

CARRERA: INGENIERÍA MECÁNICA

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de
INGENIERA MECÁNICA**

TEMA:

**DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN PROTOTIPO PARA UNA CUBIERTA
CORREDIZA DE ACRÍLICO Y ALUMINIO AUTOMATIZADA PARA UN
ESPACIO ABIERTO DE $3 \times 6m^2$**

AUTORES:

EDGAR RAMIRO JAYA CAZA

CAROLINA ELIANA RÍOS ARIAS

DOCENTE TUTOR:


ING. VÍCTOR HUGO CABRERA MORETA

Quito, Julio de 2016

Cesión de derechos de autor

Nosotros, Edgar Ramiro Jaya Caza, con documento de identificación N°1720777703; Eliana Carolina Ríos, con documento de identificación N°1720629003. Manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo de grado/titulación titulado: Diseño y Simulación de un prototipo para una cubierta corrediza de acrílico y aluminio automatizada para un espacio abierto de 3x6m², mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniera Mecánica, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

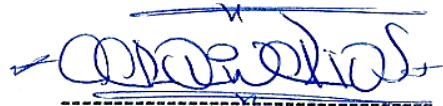
En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en la condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.



Nombre: Edgar R. Jaya C.

Cédula: 1720777703

Fecha: Quito, julio del 2016



Nombre: Eliana C. Ríos

Cédula: 1720629003

Fecha: Quito, julio del 2016

Declaratoria de coautoría del docente tutor

Yo, declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el trabajo de titulación: Diseño y Simulación de un prototipo para una cubierta corrediza de acrílico y aluminio automatizada para un espacio abierto de $3 \times 6 \text{ m}^2$, realizado por Edgar Ramiro Jaya Caza & Eliana Carolina Ríos obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana para ser considerados como trabajo final de titulación.

Quito, julio del 2016

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'V. Cabrera', is written over a horizontal dashed line.

Ing. Víctor Hugo Cabrera

CI: 1714864657

Dedicatoria de Edgar Jaya

Dedico con todo el amor a mi familia en especial a mis padres Luis Jaya y María Caza que siempre me brindaron su apoyo, confianza, afecto y optimismo para la culminación de mis estudios profesional.

Del mismo modo, quiero dedicarlo a mis Hermanos Juan Carlos, Luis Fernando, a mis sobrinos Michael y Abigail a los cuales les estaré infinitamente agradecido por la comprensión, paciencia y gran apoyo que me han brindado en los momentos más difíciles de la vida, este logro es suyo.

Dedicatoria de Eliana Ríos

Este proyecto va dedicado a mi madre Lilia Arias quien guió mi camino, gracias por tus desvelos, tu amor, cariño, comprensión por demostrar lo fuerte que eres y a la vez lo más frágil en mi vida, eres la mejor en todo el universo, a mi padre Romel Ríos gracias porque desde muy pequeña me encamino a amar esta profesión, me enseñó a dar lo mejor de mí y que todo se puede en la vida que lo único que debo saber es amar lo que hago y siempre ser la mejor. Por eso en este proyecto doy todo mi crédito a la luz de mis ojos que son mis padres a quienes debo toda mi vida por darme lo mejor, y por enseñarme que valió la pena dejar crecer su semilla, los amo de verdad.

A mis hermanas Nohemí y Saraí que toda la vida serán mis pequeñas junto a mi sobrino Samuel que lo amo con todo mi corazón, gracias porque ustedes también soportaron mis desvelos, mis malos y buenos tiempos.

Mi hermano Víctor gracias porque a pesar de ser tan diferentes siempre estás ahí con nosotras gracias por formar parte de mi vida y ser parte de esta etapa.

Agradecimientos

Agradecemos a Dios y a nuestros padres por brindarnos la oportunidad de poder cumplir nuestros estudios profesionales y la confianza que nos brindaron cada día.

Se Agradece a los ingenieros que impartieron sus conocimientos, enseñanzas, que entregaron motivos y razones para seguir en la lucha de la preparación profesional dentro de la carrera de ingeniería mecánica, como son los docentes: Ing. William Díaz en Cálculos Estructuras, Ing. Orlando Pineda en Mecánica de Fluidos, Ing. Fabián Varea en Teoría de Mecanismos, Ing. Wilson Benavides en Dinámica y Física Moderna, Ing. Reina Salvatore en Termodinámica, Ing. Thomas Ibujés en Maquinas Térmicas, Ing. Milton Jami en Mantenimiento, Ing. Fabio Obando en Ecuaciones, Ing. Edwin Ibarra en Electrotecnia. Son personas que se merecen mucho respeto ya que dejaron una huella grande en nuestras vidas, por quienes podemos decir gracias de corazón por enseñarnos amar este camino que es la ingeniería mecánica industrial.

Se agradece a nuestra tutora Ing. Daniela Cruz quien nos guio correctamente en el inicio de la tesis y a nuestro tutor de culminación de tesis el Ing. Víctor Cabrera, a los dos muchas gracias por la paciencia y su profesionalismo ante este último paso de nuestra carrera.

Se gradece al personal administrativo, Lic. Gina De Mora y la Sra. Verónica Barbosa por su paciencia, y profesionalismo ante su trabajo gracias por ese amor a la universidad y comprensión a nosotros.

Alcance.

Diseño y construcción de un techo móvil con prototipo, tendrá como alcance comprobar que la materia prima a usar se encuentra en el Ecuador, donde se puede llegar a fabricar, adaptar y automatizar el sistema móvil.

A continuación, se realizará el cálculo y diseño de partes para la construcción del techo; elaboración de planos de fabricación para determinar y dimensionar los elementos necesarios para desarrollar el prototipo de tesis.

Para la selección de materiales se realizará un análisis, para así escoger los adecuados a utilizar en la fabricación del prototipo. Los materiales se seleccionarán bajo normas, catálogos y especificaciones técnicas.

La presente tesis demanda del cálculo del sistema, donde existirá un software de verificación, cálculos de resistencia de material, dimensionamiento del sistema, y cálculo de cargas.

La aplicación de los materiales, generación de diseños, comprobación de fuerzas, y análisis de costos también serán temas de estudio.

Los resultados de la automatización serán reflejados en un display para la verificación de la apertura del sistema.

Índice de Contenidos

Introducción	1
Objetivos.....	2
General.....	2
Específicos.....	2
CAPITULO I	4
MARCO TEÓRICO	4
1.1 Requerimientos del sistema.....	4
1.2 Definición de techo	5
1.3 Definición de los materiales	11
1.3.1 Aluminio.	11
1.3.2 Acrílico.....	12
1.3.3 Vidrio laminado.	12
1.3.4 Vidrio templado.	13
1.3.5 Cargas de viento.....	14
1.3.5.1 Introducción.	14
1.3.5.2 Definición del viento.....	15
1.3.5.3 Velocidad instantánea máxima del viento.....	16
1.3.5.4 Velocidad corregida del viento.	16
1.3.5.5 Cálculo de la presión del viento.	18
1.3.5.6 Coeficiente de forma C_f	19
1.3.5.7 Coeficiente de entorno/altura C_a	20

1.3.6 Carga de ceniza.	22
1.3.6.1 Introducción.	22
1.3.6.2 Acontecimientos de actividad volcánicas en el Ecuador.	22
1.3.7 Cargas de granizo.	25
1.3.8 Pendiente de la cubierta.	26
1.3.9 Láminas de acrílico.	26
CAPITULO II.....	30
DISEÑO DEL TECHO CORREDIZO.....	30
2.1 Introducción	30
2.2 Método ASD (Allowable Stress Design)	30
2.3 Método LRFD (load and resistance factor design)	30
2.3.1 Estados límite de resistencia.	31
2.3.2 Estados límite de servicio.....	31
2.4 Análisis de cargas.....	31
2.5 Elaboración del diseño del techo corredizo en el software Sap2000	40
2.6 Factor de seguridad	45
2.7 Partes del sistema mecánico.....	47
2.8 Selección de perfiles	50
2.8.1 Peso de paneles móviles.....	51
2.9 Correas dentadas y engranajes	52
2.10 Selección de actuador.....	53

2.10.1 Tipos de actuadores.....	53
2.10.1.1 Actuadores hidráulicos.....	54
2.10.1.2 Actuador neumático.	55
2.10.1.3 Actuadores eléctricos.	55
2.11 Partes del sistema eléctrico	56
2.11.1 Selección del motor.....	56
2.11.2 Dispositivos de control para la automatización.	59
2.11.2.1 Arduino.	60
2.11.2.2 Dispositivo de módulo bluetooth.	62
2.11.2.3 Sensor de ultrasonido.	64
2.11.2.4 Sonda térmica o sonda de temperatura.....	65
2.11.2.5 Funcionamiento del programa arduroid en celulares móviles.	66
2.12 Conexión y programación del sistema Arduino.....	67
2.12.1 Conexión del dispositivo sensor de ultrasonido.....	67
2.12.2 Conexión del dispositivo bluethooh.....	69
2.12.3 Conexión del dispositivo sensor de temperatura.....	71
2.12.4 Guía de programación del sistema arduino.	73
2.12.5 Sistema eléctrico por medio del pulsador del equipo celular.....	75
2.13 Mantenimiento del sistema.....	76
2.13.1 Planificación y programación de mantenimiento.....	76

2.13.1.1 Mantenimiento del motor tubular.....	76
2.13.1.2 Mantenimiento del circuito eléctrico de automatización.	77
2.13.1.3 Mantenimiento de bandas y engranajes.	77
2.13.2 Programación de mantenimiento en el año.	78
CAPITULO III.....	79
CONSTRUCCION Y ANÁLISIS DE COSTOS.....	79
3.1 Guía de ensamble y construcción del prototipo	79
3.2 Generalidades de costo.....	86
3.2.1 Costos directos.	86
3.2.1.1 Costo para materia prima y accesorios mecánicos.....	87
3.2.1.2 Costo para materiales eléctricos y electrónicos.	88
3.2.1.3 Costos de maquinaria y equipos.....	89
3.2.1.4 Costos mano de obra.	89
3.2.1.5 Costos de movilización.	89
3.2.1.6 El valor subtotal del costo directo.....	90
3.2.1.7 Costos de diseño de ingeniería y supervisión.	90
3.3 Costo total del sistema de techo corredizo automatizado.	91
CAPITULO IV	92
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	92
4.1 Conclusiones	92
4.2 Recomendaciones.....	94
Referencias.....	95

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Medidas y espesores para láminas de acrílico</i>	7
Tabla 2. <i>Coefficiente de corrección σ</i>	17
Tabla 3. <i>Coefficiente de forma Cf</i>	19
Tabla 4. <i>Coefficiente de entorno/altura</i>	20
Tabla 5. <i>Valores característicos de las sobrecargas de uso</i>	21
Tabla 6. <i>Resistencia al impacto del polimetilmetacrilato laminado según la variedad de espesores</i>	28
Tabla 7. <i>Planchas acrílicas – peso (Kg) por plancha</i>	29
Tabla 8. <i>Cuadro general de cargas para el sistema</i>	40
Tabla 9. <i>Tabla general de cargas del sistema en Sap2000</i>	45
Tabla 10. <i>Tipo de actuadores, funciones y sus partes</i>	54
Tabla 11. <i>Tabla de coeficiente de materiales</i>	57
Tabla 12. <i>Tabla de escala de pesos de motores tubulares</i>	58
Tabla 13. <i>Hoja de programación de mantenimiento 2016 (Enero – Diciembre)</i> ..	78
Tabla 14. <i>Costo para materia prima y accesorios mecánicos</i>	87
Tabla 15. <i>Costo de materiales eléctricos y electrónicos</i>	88

Tabla 16. <i>Total de costo de materiales y accesorios mecánicos, eléctricos y electrónicos</i>	88
Tabla 17. <i>Costo de máquinas y equipos</i>	89
Tabla 18. <i>Costo de mano de obra</i>	89
Tabla 19. <i>Costo de movilización</i>	89
Tabla 20. <i>Valor subtotal del costo directo</i>	90
Tabla 21. <i>Costo de diseño de ingeniería y supervisión</i>	90
Tabla 22. <i>Costo total del sistema de techo corredizo automatizado</i>	91

Índice de figuras

<i>Figura 1.</i> Perfil de aluminio y carbono 4 rieles.....	5
<i>Figura 2.</i> Lamina de acrílico	7
<i>Figura 3.</i> Patio de comida, mejor vista, claridad y protección ante el clima	8
<i>Figura 4.</i> Balcón sus temperaturas no afectan ni el lugar	9
<i>Figura 5.</i> Piscina, con protección a luz solar, rayos UV, ambientes fríos y lluviosos.....	9
<i>Figura 6.</i> Detalle del movimiento del panel sobre el perfil móvil hasta llegar al perfil fijo	10
<i>Figura 7.</i> Detalle del vidrio laminado compuesto por dos vidrios y lámina de adherencia PVB	13
<i>Figura 8.</i> Detalle del vidrio templado material de seguridad, al romperse se granula, pero queda en el mismo lugar.....	14
<i>Figura 9.</i> Detalle del techo corredizo con sus respectivas medidas	32
<i>Figura 10.</i> Diagrama de cuerpo libre – Sección AB	33
<i>Figura 11.</i> Diagrama de fuerzas de corte.	34
<i>Figura 12.</i> Diagrama de esfuerzos de corte y momento máximo – Sección AB ..	36
<i>Figura 13.</i> Detalle de las cargas en el perfil sección AB en Sap 2000.....	38

<i>Figura 14.</i> Detalle general de las cargas en el perfil sección AB en Sap2000.....	39
<i>Figura 15.</i> Diseño de la estructura en Sap2000.....	41
<i>Figura 16.</i> Diagrama de corte en Sap2000.....	42
<i>Figura 17.</i> Diagrama de momentos en Sap2000.....	43
<i>Figura 18.</i> Cuadro de general en la estructura del techo Sap2000.....	44
<i>Figura 19.</i> Cuadro de general en la estructura del techo Sap2000.....	46
<i>Figura 20.</i> Panel con cubierta de acrílico, bordes de aluminio con pisa vidrio. ...	47
<i>Figura 21.</i> Detalle del marco con sus respectivos perfiles.....	48
<i>Figura 22.</i> Detalle de los paneles móviles y paneles fijos.....	49
<i>Figura 23.</i> Apertura de la sección del sistema de 4 filas, corte transversal.....	49
<i>Figura 24.</i> Perfiles de rieles.....	50
<i>Figura 25.</i> Perfiles de paneles móviles.....	50
<i>Figura 26.</i> Correas dentadas y engranajes.....	52
<i>Figura 27.</i> Motores tubulares.....	56
<i>Figura 28.</i> Arduino.....	60
<i>Figura 29.</i> Partes principales del arduino Uno.....	61
<i>Figura 30.</i> Parte principal del bluetooth.....	62

<i>Figura 31.</i> Dispositivos de módulo bluetooth HC-06; HC-05	63
<i>Figura 32.</i> Sensor de Ultrasonido.....	64
<i>Figura 33.</i> Sonda térmica	65
<i>Figura 34.</i> Programa arduroid en celular móvil.....	66
<i>Figura 35.</i> Conexión del dispositivo ultrasonido – arduino	68
<i>Figura 36.</i> Conexión eléctrica ultrasonido - arduino.....	68
<i>Figura 37.</i> Conexión arduino - bluetooth	70
<i>Figura 38.</i> Conexión eléctrica arduino - bluetooth	70
<i>Figura 39.</i> Conexión eléctrica arduino - sensor de temperatura.	71
<i>Figura 40.</i> Programación del dispositivo sensor de temperatura	72
<i>Figura 41.</i> Conexión del cable arduino - computador.....	73
<i>Figura 42.</i> Conexión eléctrica arduino - bluetooth	74
<i>Figura 43.</i> Pantalla del celular (conexión bluetooth – celular)	74
<i>Figura 44.</i> Programación del dispositivo pulsador – celular móvil	75
<i>Figura 45.</i> Cote de perfiles fijos.....	79
<i>Figura 46.</i> Unión de perfiles	80
<i>Figura 47.</i> Corte de perfiles móviles o de paneles móviles	81

<i>Figura 48.</i> Unión de perfiles con anclajes de ajuste en las esquinas.....	81
<i>Figura 49.</i> Colocación de cauchos en el perfil de hoja fija.....	82
<i>Figura 50.</i> Ingreso de felpa y Ajuste de ruedas.....	82
<i>Figura 51.</i> Colocación de acrílico	83
<i>Figura 52.</i> Colocación de hojas móviles y fija en el marco.	83
<i>Figura 53.</i> Colocación de eje y guías para bandas	84
<i>Figura 54.</i> Colocación de piñón en el eje y motor en la estructura del sistema....	85

Resumen.

El presente trabajo tiene como finalidad analizar e implementar un nuevo diseño de techo corredizo con automatización en proximidad y temperatura de exteriores para diferentes áreas y lugares dentro del Ecuador.

Actualmente en el país la variedad de techos son: fijos la mayoría y pocos móviles, para la protección de los espacios o lugares de una edificación. Los materiales para estos techos son de un precio exuberante y exagerado.

Analizando las alternativas de perfilería en aluminio que existen, se seleccionará y se construirá la que cumpla con las necesidades, requerimientos, reduciendo costos y tiempos de construcción para incrementar un diseño innovador de techos móviles.

Se simulará la estructura en el SAP2000, donde se ingresarán las fuerzas, y cargas que estarán apoyadas al sistema basado en el clima del Ecuador.

Se calculará la potencia necesaria del motor que se debe utilizar en el sistema, partiendo de la fuerza para el desplazamiento de los paneles móviles, una vez teniendo el respectivo resultado se seleccionará un motor adecuado para el funcionamiento de los paneles móviles.

Se realizará un sistema de control eléctrico, porque se requiere automatizar el techo para funcionamiento mediante proximidad y temperatura para los movimientos de apertura y cierre del sistema.

La estructura al abrir tendrá un 65 % de apertura, y un cierre completo el cual permitirá su perfecto funcionamiento según la automatización realizada por distancia, temperatura y sistema lógico.

La automatización de la estructura será por medio del sistema ARDUINO, el cual es una plataforma libre en el internet, permite realizar diferentes funciones electrónicas y lógicas, el que por medio de una señal procederá abrir o cerrar.

Por este motivo se diseña, se construye el techo corredizo automatizado garantizando su funcionamiento e implementando un nuevo sistema innovador.

Palabras Claves: Diseño, simulación, techos móviles, automatizada, acrílico.

Abstract.

This paper will analyze and execute the design of a new automated sunroof for a new sunroof design automation for different areas and places within our country.

In Ecuador, the market has a variety of ceilings. The ceilings have different materials, prices and uses.

The aluminum profile is one of the most important parts of the ceiling. The profile will be selected according to the requirements, cost and construction time. It will increase the demand of mobile ceilings. It will be selected and will be built that meets the needs, requirements, reducing costs and construction time for the increase of this innovative new design of mobile ceilings.

According to the required needs, the power of the motor will be estimated by the force applied on the mobile panels.

A electronic control system will be designed. It will achieve the requirements of movements, temperature and presence. For all these reasons, a new automated sunroof was designed and built.

Keywords: design, simulation, mobile ceilings, Automated, acrylic.

Introducción

En el Ecuador, en el año 2014 las importaciones se regularon y se normaron trayendo como consecuencia la poca disponibilidad en el mercado e incremento del costo de materiales extranjeros, dando como resultado tarifas de importación y tiempos por transporte excesivo.

La elaboración de este sistema, tiene como objetivo desarrollar una nueva implementación de techos móviles para el Ecuador. Este sistema de techo solo se fabrica en los países europeos, en especial España, ya que tiene una amplia gama de perfilería con diferentes e innovados modelos.

El objetivo de este trabajo de investigación es diseñar y construir un “prototipo” empleando materia prima ecuatoriana e innovando un sistema de automatización por humedad y temperatura de exteriores para la apertura y cierre de dicho techo. Se ha optado por un material termoplástico como las láminas de acrílico por estética, alta claridad, más resistente al impacto, resistente a largos periodos de tiempo a la intemperie y protegen filtración de los rayos UV.

Objetivos.

General.

Diseñar un prototipo de una cubierta corrediza automatizada.

Específicos.

- Analizar el sistema: materiales mecánicos y eléctricos, cargas, dimensión, programación, automatización, mantenimiento, costos.
- Diseño de la estructura mecánica, y análisis del mismo.
- Selección de materiales según los resultados obtenidos en el análisis.
- Selección de actuadores y sensores según los requerimientos
- Selección del control y simulación
- Construir el prototipo, ver qué apertura se obtiene con los parámetros de temperatura y distancia.
- Reflejar los datos obtenidos por el sistema eléctrico a través del equipo celular Android.
- Reducir precios de materia prima y mano de obra.

Simbología

- V_b Velocidad del viento m/s.
- V Velocidad instantánea máx. viento m/s.
- σ Coeficiente de corrección.
- P Presión del viento N/m².
- ρ Densidad del aire Kg/m³.
- C_a Coeficiente de altura.
- C_f Coeficiente de forma.
- C_e Carga de ceniza Kg/m²
- ρ_{ce} Densidad de la ceniza Kg/m³
- e_a Espesor de ceniza m
- S Carga del granizo Kg/m²
- ρ_G Densidad del granizo (en: 1000 Kg/m³)
- H_s Altura de acumulación m
- α Ángulo de inclinación del techo (grados)

CAPITULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Requerimientos del sistema

El área de trabajo para este prototipo, tiene las siguientes medidas: 6 m de largo x 3 m ancho, ya que servirá para la protección de una piscina de tamaño estándar, por eso se montará sobre una estructura fija al aire libre en el sector del Valle de los Chillos. El clima de este lugar es subtropical, en general este oscila entre los 10°C y 29°C, (Meteored, 2010) esta variación de temperatura permite establecer los parámetros para la apertura o cierre del sistema. Además, las condiciones del clima también son consideradas para la filtración de rayos UV, impermeabilizar el sistema, reducción de cargas de viento, implementando protección al ser humano que ingresará al sitio de recreación.

Se tomará en cuenta las posibles cargas para la construcción como: viento, lluvia, lluvia de granizo y ceniza, para el cálculo del techo corredizo.

1.2 Definición de techo

Techo corredizo también llamado techo móvil o pérgola. Fue creado en la ciudad de Madrid-España, bajo estándares de calidad ISO 9001: 2008 (ACRISTALIA, 2007). En general, la materia prima es el aluminio y es tratado con carbono, este material es mucho más elástico y absorbe mejor las vibraciones que otros materiales como el acero. Por esta razón el carbono aporta rigidez, y se ve recompensada con ese gran poder de absorción de vibraciones. (Biking Point Blog, 2014). (Ver figura 1.)



Figura 1. Perfil de aluminio y carbono 4 rieles

Fuente: (ACRISTALIA, 2015)

España ha desarrollado la tecnología con relación a techos corredizos y es difícil de igualar, ya que los diseños, material, mano de obra e instalación de este, es bajo su autoría, haciendo de este trabajo un lujo, donde el alcance y costo resulta exagerado para implementar en la industria. Llevan 5 años en el mercado internacional donde no tienen competencia externa, se ha visto estos trabajos en varias empresas del Ecuador, donde brindan su servicio.

El techo corredizo es un sistema que apoya su peso en el suelo, o en un lugar fijo. Este sistema móvil al estar expuesto al viento, agua, polvo, arena etc., no se llega a dañar, porque usualmente se emplean accesorios conocidos como tapa rieles. El sistema móvil de paneles no permite filtrar agua, su apertura puede ser manual o motorizada; el prototipo a simular se realizará con una función automatizada.

Para cubrir la superficie, se podría utilizar materiales como vidrio templado o vidrio laminado de diferentes medidas según los usos de aislamiento acústico, térmico y por seguridad. En este caso, para el prototipo se utilizará lámina de acrílico. La escala elegida para el prototipo de 1m x 1m es pequeña por lo que no se trabajará con vidrio para evitar posibles cortes. El acrílico es un material bueno por su estructura ligera, resistente a rotura por esfuerzos mecánicos o del clima, protege de rayos UV actuando como aislante térmico, es atractivo en el mercado por la diversidad de colores, tiene un excelente comportamiento al fuego y posee un elevado índice de transmisión de luz, disponible en Ecuador con variedad de medidas. (Ver Tabla 1.) Y diferentes acabados. (Ver figura 2.)

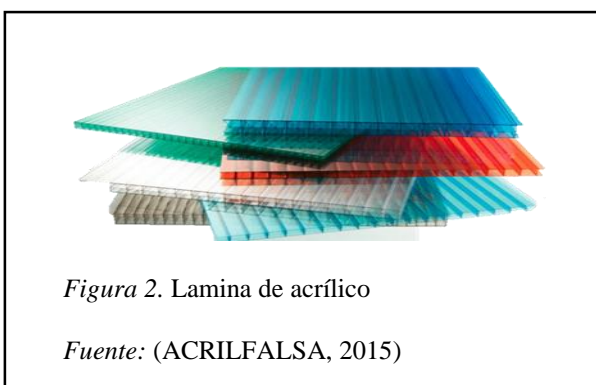


Tabla 1. *Medidas y espesores para láminas de acrílico*

LAMINA DE CRISTAL									
MEDIDA		ESPESOR							
Largo x ancho (pies)	Largo x ancho (metros)	2 mm.	2,5 mm.	3 mm.	4 mm.	5 mm.	6 mm.	9 mm.	12 mm. O más(ME)
4 x 6	1.20 x 1.80	OK	OK	OK	OK	OK	S.L	S.L	BP
4 x 7	1.20 x 2.00	OK	OK	OK	S.L	S.L	S.L	S.L	BP
4 x 8	1.20 x 2.40	OK	OK	OK	OK	OK	S.L	S.L	BP
5 x 5	1.50 x 1.50	-	-	-	OK	OK	S.L	BP	BP
5 x 6	1.50 x 1.80	-	-	-	OK	OK	S.L	BP	BP
5 x 8	1.50 x 2.40	-	-	-	OK	OK	S.L	BP	BP
5 x 10	1.50 x 3.00	-	-	-	OK	OK	BP	BP	BP
6 x 6	1.80 x 1.80	-	-	-	OK	OK	BP	BP	BP
6 x 8	1.80 x 2.40	-	-	-	OK	OK	BP	BP	BP
6 x 9	1.80 x 2.60	-	-	-	OK	OK	BP	BP	BP
6 x 10	1.80 x 3.00	-	-	-	OK	OK	BP	BP	BP
OK	En stock								
S.L	Stock limitado								
BP	Fabricación bajo pedido								
ME	Medidas especiales: 12,15,20 mm								

Nota: Medidas y espesores del acrílico en Ecuador.

Fuente: (Acrilux S.A, 2013).

Esta clase de techos se realiza para obtener diferentes aplicaciones, como mejorar la parte estética, crear nuevos espacios, proteger, acondicionar, usar y disfrutar de lugares cerrados como balcones, sin tomar en cuenta el clima, temperatura, o épocas del año (Ver figura 3 y 4), estos llegan a cubrir espacios expuestos a ambientes variados, ofreciendo protección contra la luz solar, los rayos UV, viento, lluvia, nieve y ruido, (Ver figura 5). (Arquigrafiko, 2015)



Figura 3. Patio de comida, mejor vista, claridad y protección ante el clima

Fuente: (ACRISTALIA, 2007)



Figura 4. Balcón sus temperaturas no afectan ni el lugar

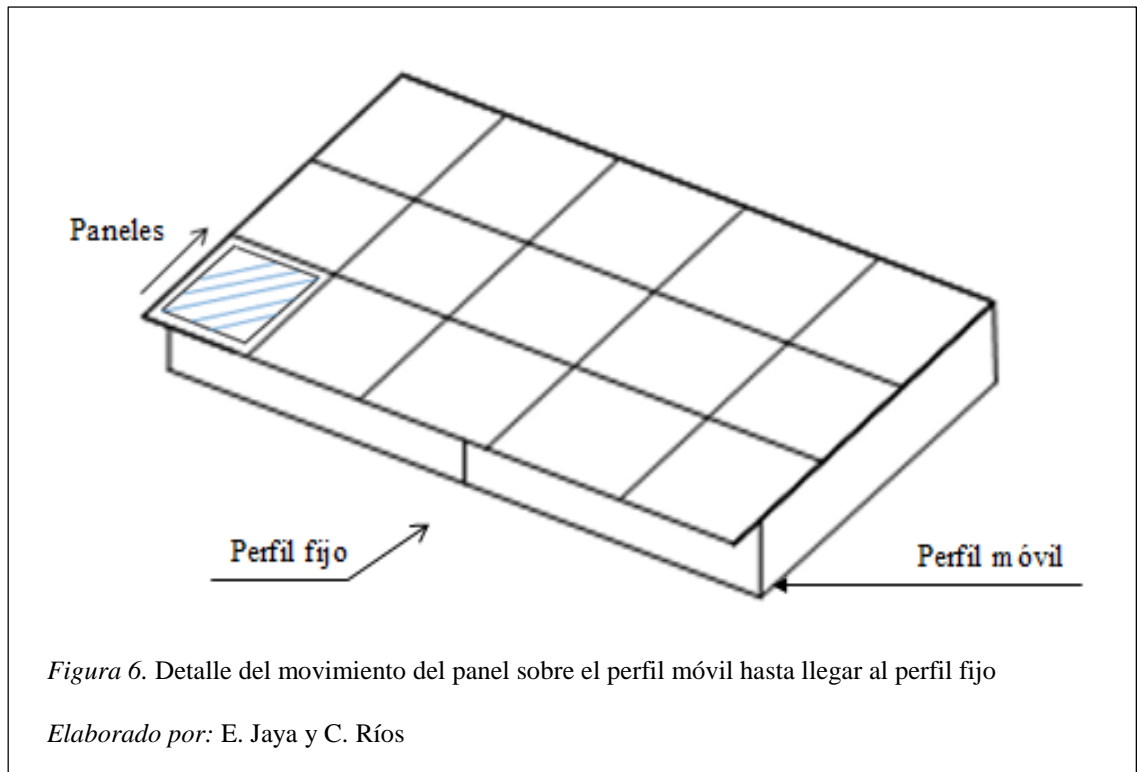
Fuente: (ACRISTALIA, 2007)



Figura 5. Piscina, con protección a luz solar, rayos UV, ambientes fríos y lluviosos

Fuente: (ACRISTALIA, 2007)

La medida de cada techo depende del proyecto y el área del lugar donde vaya instalada la estructura metálica, formada de aluminio que de ancho puede alcanzar hasta un máximo de 6 metros, y de largo no tiene limitantes por ser un perfil de cierre y no un perfil móvil. (ACRISTALIA, 2015). A continuación, se detalla el panel que realizará un movimiento hacia arriba deslizándose por un perfil móvil, hasta llegar y topar con un perfil fijo superior, el mismo movimiento realizará para abajo teniendo un tope en el perfil fijo inferior. (Ver figura 6.)



1.3 Definición de los materiales

Los materiales ocupados para la elaboración de los techos corredizos, por su resistencia, durabilidad y costos, son los siguientes:

- Aluminio.
- Acrílico.
- Vidrio Laminado.
- Vidrio Templado.

1.3.1 Aluminio.

El aluminio puro es un metal de peso ligero, dúctil, maleable y de color blanco, su densidad es de 2.7 g/cm^3 . Al ser mezclado con otros materiales como: silicón, cromo, tungsteno, manganeso, níquel, zinc, cobre, magnesio, titanio, circonio, hierro, litio, estaño y boro, son aleaciones con propiedades específicas que se pueden aplicar para propósitos diferentes. Es un excelente conductor del calor y de la electricidad; es casi tres veces más ligero que el hierro. Las temperaturas de fusión y ebullición son de 660° C y 2.467° C , respectivamente. No altera su composición al tener contacto con agua o aire, debido a que su superficie queda recubierta por una fina capa de óxido que lo protege del medio. (Hufnagel, 1992)

1.3.2 Acrílico.

Pertenece a los ácidos carboxílicos, este tiene un enlace doble de carbono, se lo obtiene por el propileno perteneciente al derivado del petróleo, tiene un fuerte olor y carece de color, al unirse con compuestos químicos, como el alcohol se llegan a crear polímeros que forman pinturas y plásticos entre estos el acrílico, el cual es un nombre comercial en el área plástica es resistente al cambio de clima y no se deteriora. (Pérez Porto, 2015)

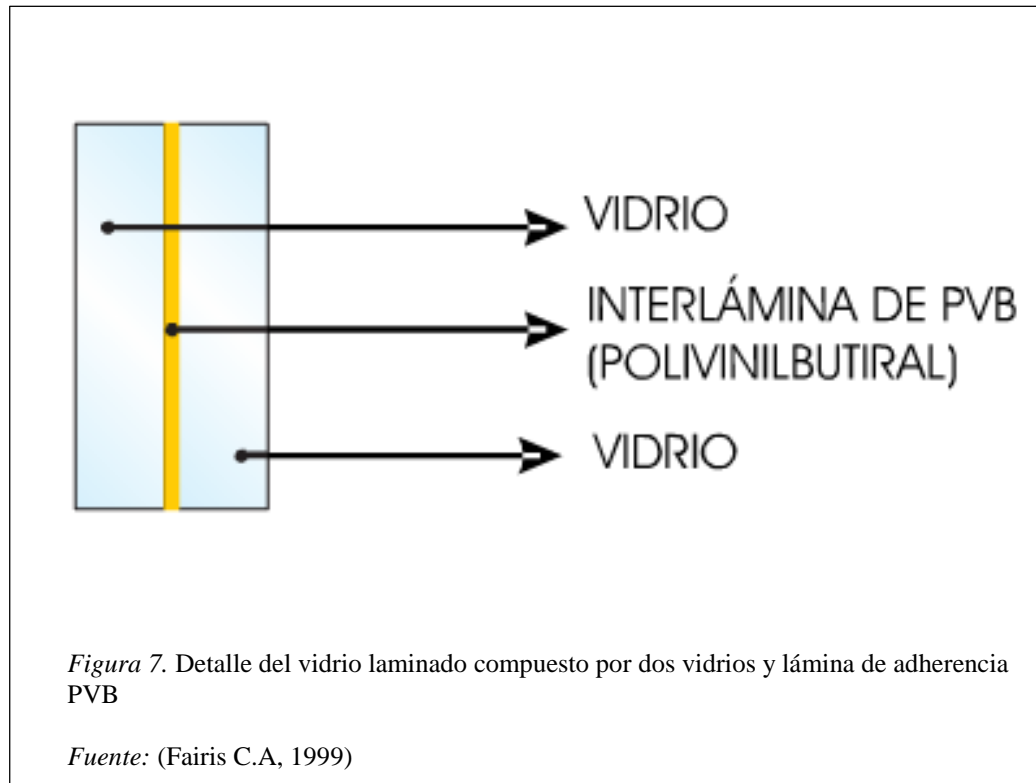
La densidad del PMMA (polímetilmetacrilato) es de 1.19 g/cm³. Es menos de la mitad de la densidad del vidrio, que es de 2800 kg/m³ (Ultra Plas, 2016)

Este material de acrílico es el más adecuado para el uso del prototipo ya que se le puede cortar en pequeñas láminas, es muy resistente al impacto y es un material muy liviano a comparación del vidrio.

1.3.3 Vidrio laminado.

Son dos laminas que se encuentran unidas por un adhesivo llamado POLIVINILBUTIRAL (PVB) (Ver figura 7), una lámina transparente que logra la adherencia entre ellos y volviéndolos uno solo, por medio de la presión y calor el producto llega a más seguridad, y difícil penetración. Diseñada para la producción de Vidrio de Seguridad Laminado. Este proceso es certificado por la norma INEN. (Fairis C.A, 1999)

El vidrio no es útil para el uso en el prototipo ya que por hacerse cortes pequeños el vidrio laminado llegará a romperse, creando dificultad en el proyecto,



1.3.4 Vidrio templado.

Es un cristal de seguridad, el cual requiere de cambios térmicos y químicos para que estos alcancen su mayor resistencia al impacto donde la parte exterior va a compresión y la interna a tensión, el cual al romper se mantiene en el mismo lugar sin producir daños al exterior ni lesiones. (Ver figura 8). (Cristalerías Crevillente, 2016)

De este material no se obtienen cortes pequeños y su costo es elevado como para el uso en la tesis.



Figura 8. Detalle del vidrio templado material de seguridad, al romperse se granula, pero queda en el mismo lugar

Fuente: (Wikipedia, 2015)

1.3.5 Cargas de viento.

1.3.5.1 Introducción.

El sistema a construir como prototipo tiene cargas importantes como la del viento, que influye mucho en el país debido a las zonas climáticas del Ecuador, siendo utilizada en la Norma Ecuatoriana de Construcción para los cálculos y análisis de fabricación de diferentes estructuras como en la del techo corredizo.

1.3.5.2 Definición del viento.

El viento es un desplazamiento de las masas de aire, es causado por la presión atmosférica, atribuido a la variación de temperatura sobre la superficie terrestre y oceánica, que producen corrientes de aire. Al viento se le puede considerar como un vector definido por magnitud, intensidad y dirección. En la atmósfera, las corrientes del aire pueden tener una dirección cualquiera que se descompone en un componente vertical de ascenso o descenso y otra horizontal. Otras fuerzas que influyen en el viento son la fuerza de gradiente de presión, el efecto Coriolis, las fuerzas de flotabilidad y de fricción; y la configuración del relieve. Por la rotación del planeta Tierra el flujo de aire es afectado, acelerado, elevado o transformado por el efecto de Coriolis en cualquier parte de la superficie terrestre. (Instituto Superior de Navegación, 2015)

La Norma Ecuatoriana de Construcción define los siguientes ítems:

- Velocidad instantánea máxima del viento
- Velocidad corregida del viento
- Cálculo de la presión del viento
- Coeficiente de forma C_f
- Coeficiente de entorno/altura C_a

1.3.5.3 Velocidad instantánea máxima del viento.

En el diseño, la velocidad máxima del viento se considerará a 10m de altura según la ubicación de la estructura, la cual es 21m/s (75 km/h) por la norma INEN. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014)

1.3.5.4 Velocidad corregida del viento.

La velocidad instantánea máxima del viento se multiplicará por un coeficiente de corrección σ en la ecuación 1. Se considera la altura y las características topográficas para el viento, (Ver Tabla 2.). (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014)

$$Vb = V * \sigma \quad \text{Ecuación 1}$$

$$Vb = 21 \frac{m}{s} * 0.86$$

$$Vb = 18.06 \frac{m}{s}$$

Dónde:

Vb : Velocidad del viento en m/s.

V : Velocidad instantánea máxima del viento en m/s, a 10 m de altura.

σ : Coeficiente de corrección (Ver Tabla 2. Coeficiente de corrección σ)

Tabla 2. *Coefficiente de corrección σ*

Altura (m)	Sin obstrucción (Categoría A)	Obstrucción baja (Categoría B)	Zona edificada (Categoría C)
5	0,91	0,86	0,80
10	1,00	0,90	0,80
20	1,06	0,97	0,88
40	1,14	1,03	0,96
80	1,21	1,14	1,06
150	1,28	1,22	1,15

Nota:

- “Categoría A (sin obstrucción): edificios frente al mar, zonas rurales o espacios abiertos sin obstáculos topográficos” (Normas Ecuatorianas de Construcción, 2011, pág. 12).
- “Categoría B (obstrucción baja): edificios en zonas suburbanas con edificación de baja altura, promedio hasta 10m” (Normas Ecuatorianas de Construcción, 2011, pág. 12).
- “Categoría C (zona edificada): zonas urbanas con edificios de altura” (Normas Ecuatorianas de Construcción, 2011, pág. 12).

Fuente: (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014)

1.3.5.5 Cálculo de la presión del viento.

Es la presión del viento sobre los elementos de fachada. Se considera la fuerza del viento para la resistencia del mismo. La presión será determinada por **P**, y expresada por la ecuación 2. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014)

$$P = \frac{1}{2} \rho * V_b^2 * C_a * C_f \quad \text{Ecuación 2}$$

$$P = \frac{1}{2} * \frac{1.25Kg}{m^3} * (18.06 \frac{m}{s})^2 * 1.63 * 0.3$$

$$P = \frac{1}{2} * \frac{1.25Kg}{m^3} * 326.16 \frac{m^2}{s^2} * 1.63 * 0.3$$

$$P = 99.68 \text{ N/m}^2$$

Dónde:

P : Presión en Pa (N/m²)

ρ : Densidad del aire en Kg/m³ (Es 1.25 Kg/m³)

C_a : Coeficiente de entorno/altura

C_f : Coeficiente de forma (ver tabla 3. Coeficiente de forma Cf)

1.3.5.6 Coeficiente de forma Cf.

El coeficiente de forma es la fuerza del viento en función de su dirección a una área o superficie provocando una sobrepresión como empuje (barlovento) o succión (sotavento) producida por el viento.

Determinación de Cf. (Ver tabla 3.)

Se determinara **Cf** por la superficie inclinada a 15 o menos de acuerdo con la tabla siguiente:

Tabla 3. *Coeficiente de forma Cf*

CONSTRUCCIÓN	BARLOVENTO	SOTAVENTO
Superficies verticales de edificios	+ 0,8	
Anuncios, muros aislados, elementos con una dimensión corta en el sentido del viento	+ 1,5	
Tanques de agua, chimeneas y otros de sección circular o elíptica	+ 0,7	
Tanques de agua, chimeneas y otros de sección cuadrada y rectangular	+ 2,0	
Arcos y cubiertas cilíndricas con un ángulo de inclinación que no exceda los 45grados	+ 0,8	-0,8
Superficies inclinadas a 15 o menos	+ 0.3 a 0	-0,6
Superficies inclinadas entre 15 y 60	+ 0.3 a + 0.7	-0,6
Superficies inclinadas entre 60 y la vertical	+ 0,8	-0,6

El signo positivo (+) indica presión

El signo negativo (-) indica succión

Nota: Descripción de coeficiente de forma Cf de acuerdo a la construcción

Fuente: (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014)

1.3.5.7 Coeficiente de entorno/altura C_a .

El coeficiente de entorno depende de la altura en un punto considerado medido desde el suelo donde llega el viento, el coeficiente puede cambiar debido al entorno de las edificaciones y de la altura como se puede observar en la tabla siguiente:

Determinación de C_a . (Ver tabla 4.)

Se determina C_a por el entorno donde se encuentra la estructura, en este caso el Valle de los Chillos que es una zona urbana, y donde el sistema estará apoyado a 5m de altura sobre el nivel del suelo, con estos detalles ver la siguiente tabla:

Tabla 4. Coeficiente de entorno/altura

Entorno del edificio	Altura elementos sobre el nivel de suelo exterior (m)					
	3	5	10	20	30	50
Centro de grandes ciudades	1,63	1,63	1,63	1,63	1,68	2,15
Zonas urbanas	1,63	1,63	1,63	1,96	2,32	2,82
Zonas rurales	1,63	1,63	1,89	2,42	2,75	3,2
Terreno abierto son obstáculos	1,64	1,93	2,35	2,81	3,09	3,47

Nota: El coeficiente C_a depende del entorno de la edificación y su altura medida desde el suelo

Fuente: (Rodríguez, 2015)

Las categorías de exposición para cada dirección de viento considerada se deben determinar de acuerdo a las características de las irregularidades de la superficie del terreno para el lugar en que se va a construir la estructura. La exposición donde se ubica una estructura se debe fijar dentro de las siguientes categorías: Exposición y clasificación del edificio. (Ver tabla 5.)

Para poder determinar qué tipos de cargas se escoge, se da la ubicación del sistema, en este caso será en una zona de acceso público, y el uso será para actividades físicas, con estos detalles procedemos. (Ver tabla 5)

Tabla 5. Valores característicos de las sobrecargas de uso

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m ²]	Carga concentrada [kN]
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles	2	2
		A2	Trasteros	3	2
B	Zonas administrativas			2	2
C	Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1	Zonas con mesas y sillas	3	4
		C2	Zonas con asientos fijos	4	4
		C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5	4
		C4	Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas	5	7
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc)	5	4
D	Zonas comerciales	D1	Locales comerciales	5	4
		D2	Supermercados, hipermercados o grandes superficies	5	7
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)			2	20 ⁽¹⁾
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente ⁽²⁾			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación ⁽³⁾	G1	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 ⁽⁴⁾	2
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

Nota: Valores según su categoría de uso donde se encuentra el tipo de carga

Fuente: (Paz, 1992)

1.3.6 Carga de ceniza.

1.3.6.1 Introducción.

El sistema tiene una carga no muy frecuente pero a la vez importante como la carga de ceniza. El Ecuador se encuentra rodeado de volcanes conocidos como el cinturón de fuego; siendo un país con acontecimientos de erupciones, que influye en el cálculo del techo corredizo.

1.3.6.2 Acontecimientos de actividad volcánicas en el Ecuador.

Para analizar la respectiva carga de ceniza dentro del Ecuador, se ha recogido diferentes acontecimientos ocurridos de la actividad volcánica:

El 26 de junio del 1877 la erupción del volcán Cotopaxi produjo una caída de cenizas de 2 cm de espesor en el sector de Machachi. En Quito llegó a los 0.6 cm. (Cotopaxi Noticias, 2015).

El Lunes 4 de noviembre del 2002 el diario El Universo publicó con el título: Ceniza cubre 7 provincias: El día de ayer tuvo una erupción el volcán el Reventador a las 7:00 am; las provincias de Napo, Sucumbíos, Orellana y Pichincha fueron afectadas por la erupción. La caída de ceniza en los sectores del valle de Los Chillos se acumuló hasta 1.5 centímetros de espesor. (El Universo, 2002).

El 18 de noviembre del 2015 en la provincia de Baños se produjo una erupción del volcán Tungurahua; ese día reportó el diario El Comercio que el espesor de ceniza fue de 3 mm de espesor dentro de la provincia de Chimborazo. (El Comercio, 2015).

El 27 de febrero del 2016 el Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional, declaró en su informe especial sobre el volcán Tungurahua No.3 2016: El espesor de ceniza en Choglontus fue cerca de 2mm, esto ocurrió en la provincia de Chimborazo (Instituto Geofísico - EPN, 2016).

La edificación de techo corredizo se encontrará en el sector del Valle de los Chillos, siendo una zona donde existe actividad volcánica, puede haber acumulación de ceniza que puede ser ocasionada por el volcán Cotopaxi quien se encuentra en actividad. (Carlozama & Chicaiza, 2010)

Por lo que se debe calcular debidamente la siguiente ecuación:

$$Ce = \rho_{ce} * e_a$$

Ce : Carga de ceniza (Kg/m²)

ρ_{ce} : Densidad de la ceniza (Kg/m³)

e_a : Espesor de la capa de ceniza (m)

Según el Instituto Geofísico de la Politécnica Nacional la densidad es de 1400 kg/m³ (Carlozama & Chicaiza, 2010).

De acuerdo al acontecimiento de actividad volcánica dentro del sector Valle de los Chillos, se especifica un espesor de ceniza de 15 mm de altura para el respectivo cálculo de carga de ceniza, por lo tanto expresamos en la siguiente ecuación 3.

$$C_e = \rho_{ce} * e_a \quad \text{Ecuación 3}$$

$$C_e = 1400 \frac{Kg}{m^3} * 0.015 m$$

$$C_e = 21 \frac{Kg}{m^2}$$

Obteniendo como carga de ceniza de 21 Kg/m² para el sistema.

1.3.7 Cargas de granizo.

En el sistema a construir del prototipo se tomará en cuenta la carga de granizo. En el Ecuador existe una variación de temperatura debido a su clima, siendo la más frecuente la temporada de lluvia. La carga que se produce por acumulación de granizo, según la Norma Ecuatoriana de Construcción, expresa que en los lugares donde es necesario considerar esta carga se adicionará una carga de 1KN/m^2 (100kg/m^2) en los aleros a una distancia de 10% de la luz libre y no menor a 1m. (Carlozama & Chicaiza, 2010).

Se considerará una acumulación del granizo en corto tiempo. Ya que, en esta zona, no existe una caída de granizo constante ni muy periódica.

La carga de granizo "S" se debe tomar en cuenta para regiones del país con más de 1500 msnm. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014).

La carga de granizo "S" se determinará por la ecuación 4:

$$S = \rho G * Hs \quad \text{Ecuación 4}$$

Dónde:

S : Carga del granizo (Kg/m^2)

ρG : Densidad del granizo (en defecto: 1000Kg/m^3)

Hs : Altura de acumulación (m)

Para cubiertas con pendientes menores del 15%: Se debe considerar una carga de granizo mínima de $0,50 \text{kN/m}^2$.

Para cubiertas con pendientes menores del 5%: Se debe considerar una carga de granizo mínima de 1,0 kN/m².

$$S = 1kN/m^2$$

Se debe incluir la carga de granizo, con una sobrecarga de 1,0 kN/m² en salidas con ancho del 10%, y no menor a 1 metro de apoyo (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014).

1.3.8 Pendiente de la cubierta.

Según la Norma Ecuatoriana de Construcción se debe seleccionar la inclinación del techo con el ítem: superficies inclinadas menor a 15°, en el diseño del techo corredizo se determina el ángulo de inclinación de 6°.

$$\alpha = 6^\circ \text{ (ángulo de inclinación del techo)}$$

1.3.9 Láminas de acrílico.

La Lámina del acrílico es un material termoplástico ampliamente utilizado por su estética y alta claridad, considerado como el mejor de todos los plásticos transparentes destinados a ser usados a la intemperie. El acrílico es uno de los plásticos de mayor aceptación en los mercados de cubiertas, publicidad, decoración, avisos luminosos, etc. Este material es realmente resistente a largos periodos de tiempo a la intemperie, su peso hace que la lámina de acrílico sea 50% más liviano que un vidrio en sus mismas medidas y en su espesor. (Acrilux S.A, 2013)

Las propiedades físicas de las láminas de acrílico son las siguientes:

- Transmisión de la luz del 92-95% (transparencia que es superior a la del vidrio)
- Bajo peso (densidad 1,2 g/cm³).
- Facilidad para el termo-formado: sometiéndole a temperaturas entre 140 a 180°C.
- Máxima temperatura recomendada para la exposición constante es de 65°C a 90°C.
- Mínima temperatura recomendada para el servicio o exposición constante es de -40°C.
- Baja resistencia a la abrasión.
- Alta resistencia al impacto, de diez a veinte veces la del vidrio.

A continuación a través de una tabla se demostrará la resistencia al impacto de una lámina de acrílico y la comparación del vidrio con características. (Ver tabla 6.)

Tabla 6. Resistencia al impacto del polimetilmetacrilato laminado según la variedad de espesores.

Material	Espesor en mm	Peso de bola de acero en caída libre en Kg	Energía necesaria para romper el material en libras-pie
Lámina de acrílico	2,5	0,11	3
	3	0,91	4,7
	4,5	0,91	11,1
	6	2,27	18,1
Cristal de ventana	2,5	0,11	0,8
Cristal doble resistencia	3,2		1,8
Cristal flotado	4,8		2
	6,4		1
Vidrio de seguridad laminado	6,4	0,11	1,1
Rough Wire Glass, impacto sobre lado áspero			2,2
Rough Wire Glass, impacto sobre lado liso			0,2
Wireglass pulido			0,4

Nota: Resistencia al impacto del polimetilmetacrilato laminado con respecto a la diversidad de espesores y materiales

Fuente: (Ultra Plas, 2016).

Se ha determinado los siguientes pesos de las láminas de acrílico de acuerdo a sus espesores y a medida de plancha de la lámina, en el siguiente detalle. (Ver tabla 7.)

Tabla 7. Planchas acrílicas – peso (Kg) por plancha

PLANCHAS ACRILICAS		PESO (KG) POR PLANCHA							
STANDARD	ESPEORES EN MM								
	2,0	2,4	3,2	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0
1.29 x 1.86	5.900	7.000	9.300	11.600	14.500	17.400	22.900	28.600	34.100
1.13 x 2.23	6.200	7.300	9.800	12.200	15.200	18.200	23.900	29.800	35.700
1.35 x 2.05	-	8.100	10.800	13.400	16.600	19.900	26.300	32.800	39.300
1.53 x 1.53	-	6.800	9.100	11.400	14.000	16.900	22.300	27.700	33.200
1.54 x 1.86	-	8.300	11.100	13.900	17.200	20.600	27.100	33.700	40.500
1.53 x 2.53	-	-	15.000	18.700	23.200	27.800	36.800	45.700	54.600
1.78 x 1.93	-	-	13.300	16.600	20.800	25.000	32.800	40.900	49.000
GIGANTE	ESPEORES EN MM								
	2,0	2,4	3,2	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0
2.04 x 2.06	-	-	-	20.600	25.800	30.900	41.000	51.200	61.500
2.06 x 3.08	-	-	-	31.000	39.600	47.400	63.000	78.700	94.300
FANTASIA	ESPEORES EN MM								
	2,0	2,4	3,2	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0
Martelet									
0.92 x 2.02	-	5.400	7.200	9.100	11.200	13.400	-	-	-
Cuadrille									
1.22 x 1.82	-	6.600	8.800	11.200	14.000	16.800	-	-	-
Satinado									
1.53 x 1.85	-	8.300	11.100	13.900	17.200	20.600	27.100	33.700	40.500

Nota: Planchas acrílicas – peso (Kg) por plancha.

Fuente: (Egox S.R.L, 2016)

CAPITULO II

DISEÑO DEL TECHO CORREDIZO

2.1 Introducción

El cálculo del techo corredizo se realiza usando la norma AISC por los siguientes métodos matemáticos, ASD (Allowable Stress Design) y el método LRFD (load and resistance factor design).

2.2 Método ASD (Allowable Stress Design)

Diseño por esfuerzos permisibles, ASD con este método las fuerzas que actúan en la estructura son mínimas con respecto a los esfuerzos unitarios permisibles según las normas. El método ASD indica que el esfuerzo admisible F_t no debe exceder de $0.60 F_y$ en el área total, ni de $0.50 F_u$ en el área neta efectiva. (Allauca & Merizalde, 2015)

2.3 Método LRFD (load and resistance factor design)

El método LRFD (diseño por factores de cargas y resistencia) se basa en los conceptos de estados límites, siendo una condición de la estructura o parte de la estructura para cumplir su determinada función. (Allauca & Merizalde, 2015)

Hay dos tipos de estados que son:

- Estados límite de resistencia.
- Estados límite de servicio.

2.3.1 Estados límite de resistencia.

Es la capacidad de carga que una estructura puede tener, donde se incluyen las resistencias plásticas, de volteo, de fractura, de pandeo, de fatiga, etc. (Allauca & Merizalde, 2015).

2.3.2 Estados límite de servicio.

Es el comportamiento de las fuerzas que actúan sobre una estructura, tales como las deflexiones excesivas, deslizamientos, vibraciones y agrietamientos. Las fuerzas no solo debe soportar las cargas de diseño o las cargas últimas, también soportarán las cargas de servicio o de trabajo a las cuales va a estar sometida durante todo el tiempo de la vida de la estructura metálica. Del método LRFD, las cargas de trabajo o servicio se multiplican por ciertos factores de carga o seguridad que son casi siempre mayores que 1 para un buen diseño de la estructura. (Allauca & Merizalde, 2015)

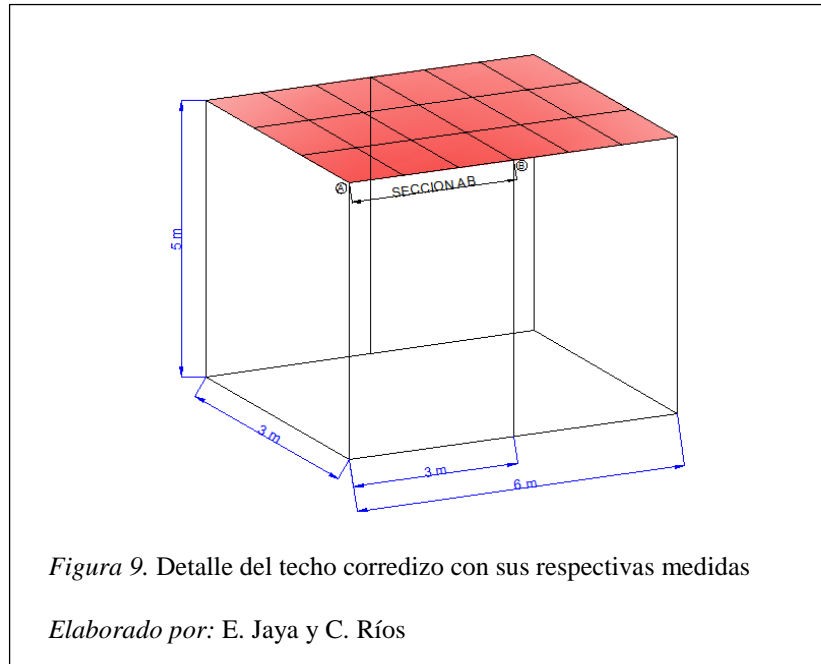
2.4 Análisis de cargas

Para el análisis de cargas, se ha optado por realizar un modelo para entender el cálculo de cargas, reacciones y momentos en el diagrama de cuerpo libre. En la ecuación 3 se encuentra la carga de ceniza de 21 Kg/m² siendo la más pesada para el sistema del techo corredizo. Por lo tanto se calculará en el siguiente diagrama de cuerpo libre con sección AB para el sistema (Ver figura 9.), con la finalidad de validar el perfil C3x4.1, siendo el más apto dentro del mercado ecuatoriano, basándose a las normas AISC (American Institute of Steel Construction). Se analizarán sus valores de reacciones y

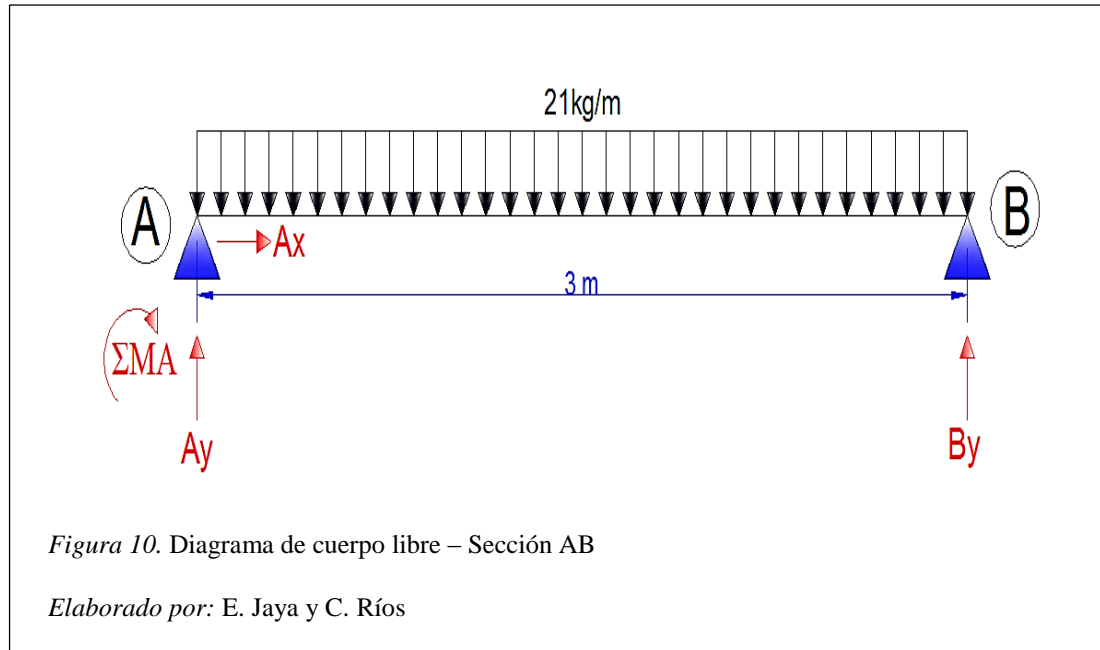
momentos en el software Sap2000 para su comparación, teniendo en cuenta que puede existir diferencia entre los resultados.

Para analizar el techo corredizo, se especifica la sección a calcular en la figura 10.

Largo: 6m.; Ancho: 3m. ; Altura: 5m



Para los cálculos del perfil sección AB, la carga de ceniza es de $Ce = 21 \frac{Kg}{m}$, con este dato se procede a realizar el diagrama de cuerpo libre, para obtener los valores de las reacciones, fuerzas, y momentos que ocurren en dicha sección. (Ver figura 10.)



Cálculo del perfil sección AB:

Carga de ceniza distribuida a carga puntual en el centro del perfil.

$$Ce = 21 \frac{Kg}{m} * 3m$$

$$Ce = 63 \text{ kg}$$

Reacciones en la sección AB

- $\Sigma Fx = 0$

$$Ax = 0$$

- $\Sigma Fy = 0$

$$Ay - 63 \text{ Kg} + By = 0$$

$$\Sigma MA = 0$$

$$-(63 \text{ Kg} * 1.5 \text{ m}) + (By * 3 \text{ m}) = 0$$

$$94.5 \text{ Kg} * m + (By * 3 m) = 0$$

$$By = \frac{94.5 \text{ Kg} * m}{3 m}$$

$$By = 31.5 \text{ Kg}$$

Reemplazo $By = 31.5 \text{ Kg}$ en:

$$Ay - 63 \text{ Kg} + By = 0$$

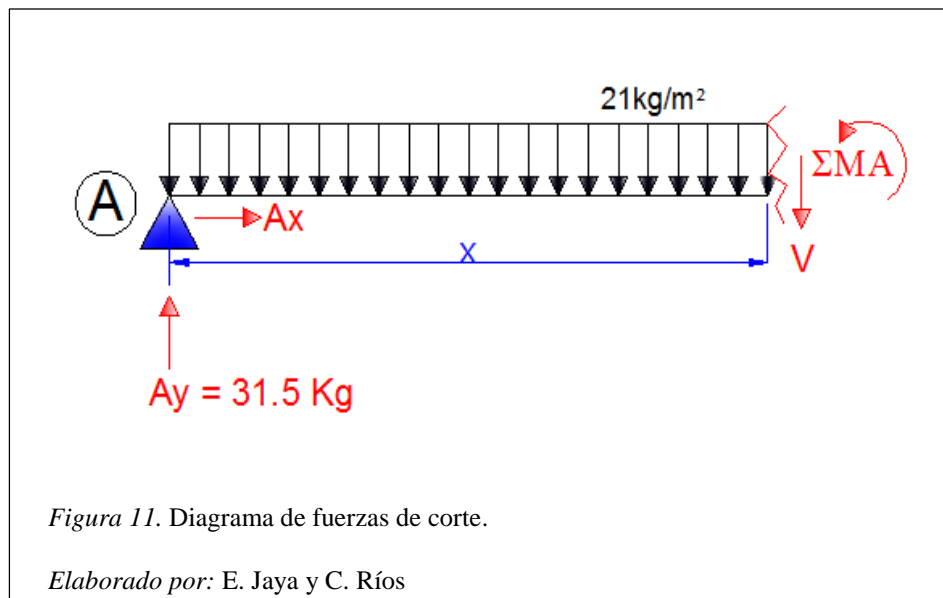
$$Ay - 63 \text{ Kg} + 31.5 \text{ Kg} = 0$$

$$Ay = 63 \text{ Kg} - 31.5 \text{ Kg}$$

$$Ay = 31.5 \text{ Kg}$$

Diagrama de esfuerzos de corte del perfil en la sección AB:

En la figura 11. Se puede apreciar el diagrama de fuerza de corte en el perfil.



- $\Sigma Fx = 0$

- $\Sigma Fy = 0$

$$-V + 31.5 \text{ Kg} - 21 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} * x(\text{m}) = 0$$

$$V = 31.5 \text{ Kg} - 21 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} * x(\text{m})$$

Con los puntos iniciales, media y finales del sistema se definirá la deflexión.

$$X = 0 \qquad V = 31.5 \text{ Kg}$$

$$X = 1.5 \qquad V = 0 \text{ Kg}$$

$$X = 3 \qquad V = -31.5 \text{ Kg}$$

Momento máximo del perfil sección AB

Análisis de la medida donde se establece el punto máximo del momento, teniendo en cuenta las reacciones y la carga distribuida a través de la ecuación 5.

$$l = \frac{\text{reaccion } Ay}{\text{carga de ceniza}} \qquad \text{Ecuación 5.}$$

$$l = \frac{31.5 \text{ Kg}}{21 \frac{\text{Kg}}{\text{m}}}$$

$$l = 1.5\text{m}$$

Momento Máximo a través de áreas. (Ver figura 12.)

$$A1 = \frac{l * 31.5\text{Kg}}{2}$$

$$A1 = \frac{1.5 \text{ m} * 31.5 \text{ Kg}}{2}$$

$$Mmax = 23.625 \text{ Kg} * \text{m}$$

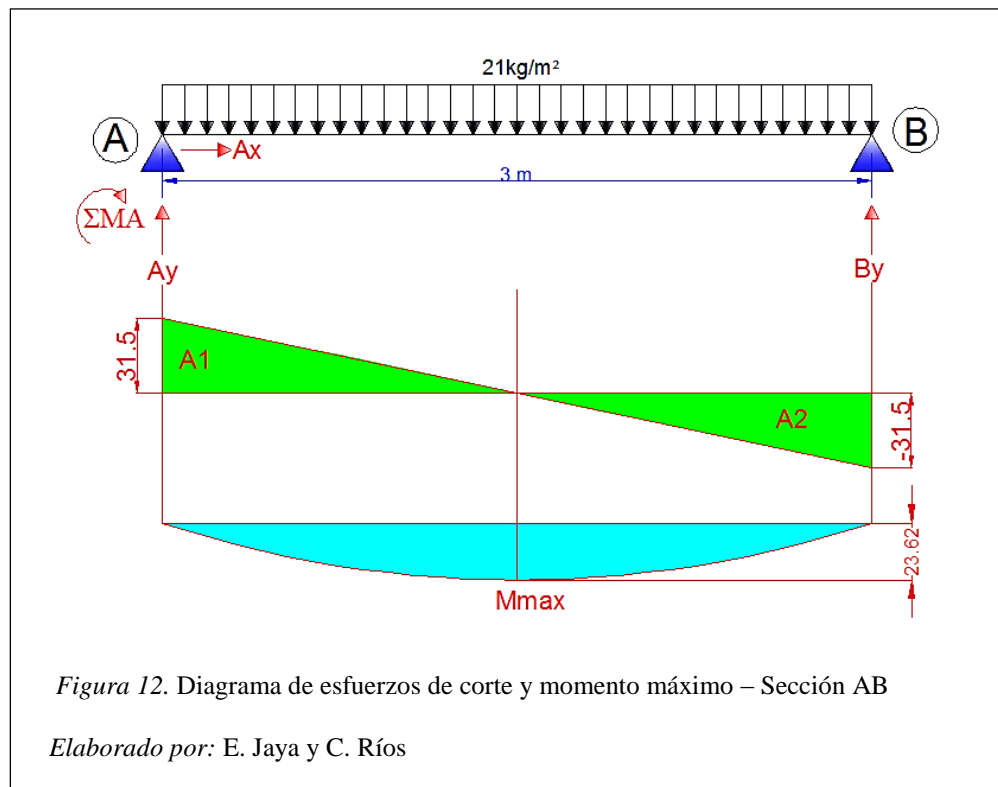
Momento Máximo a través de la fórmula del manual AISC

$$Mmax = \frac{w * l^2}{8}$$

Ecuación 6.

$$Mmax = \frac{21 \text{ Kg/m} * (3 \text{ m})^2}{8}$$

$$Mmax = 23.625 \text{ Kg} * \text{m}$$



Deflexión del perfil sección AB

Teniendo en cuenta la fórmula del manual AISC (Ver figura 13).

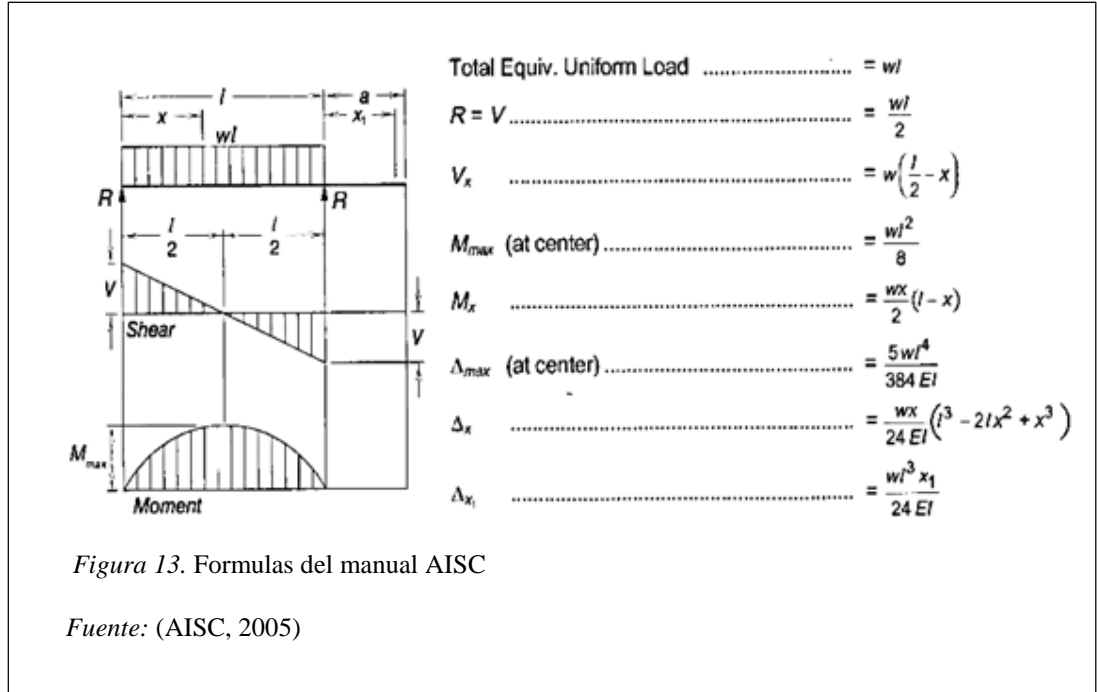


Figura 13. Formulas del manual AISC

Fuente: (AISC, 2005)

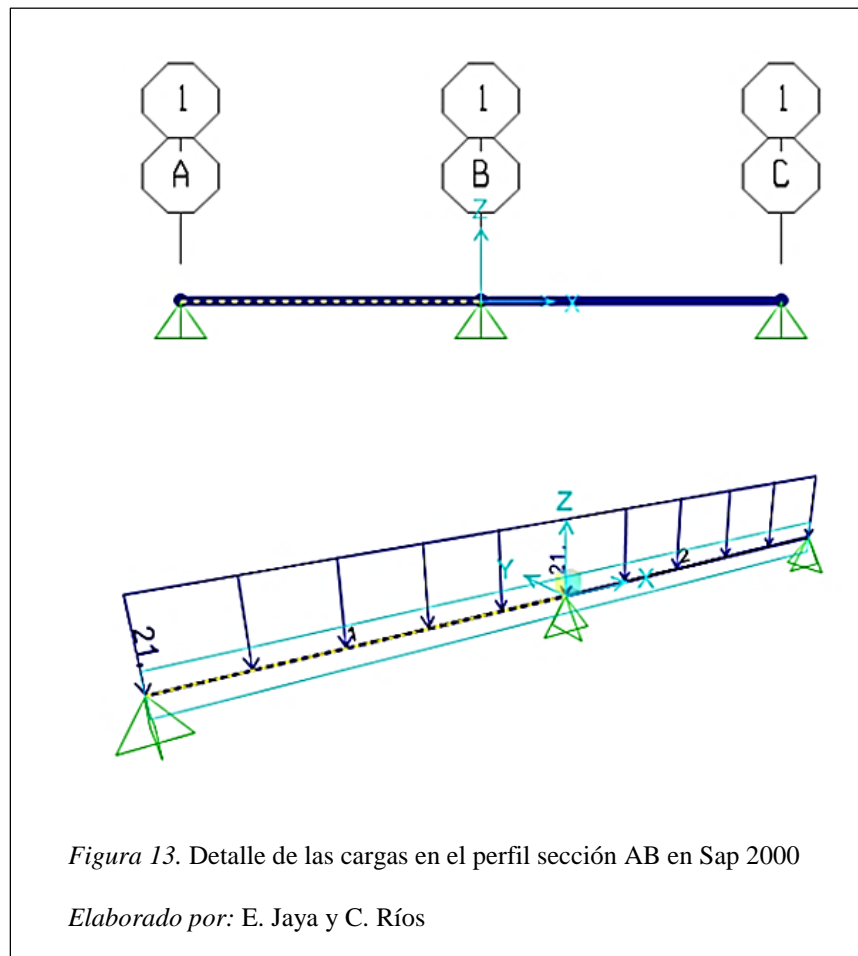
$$EIy = \frac{-wl^4 * 5}{384}$$

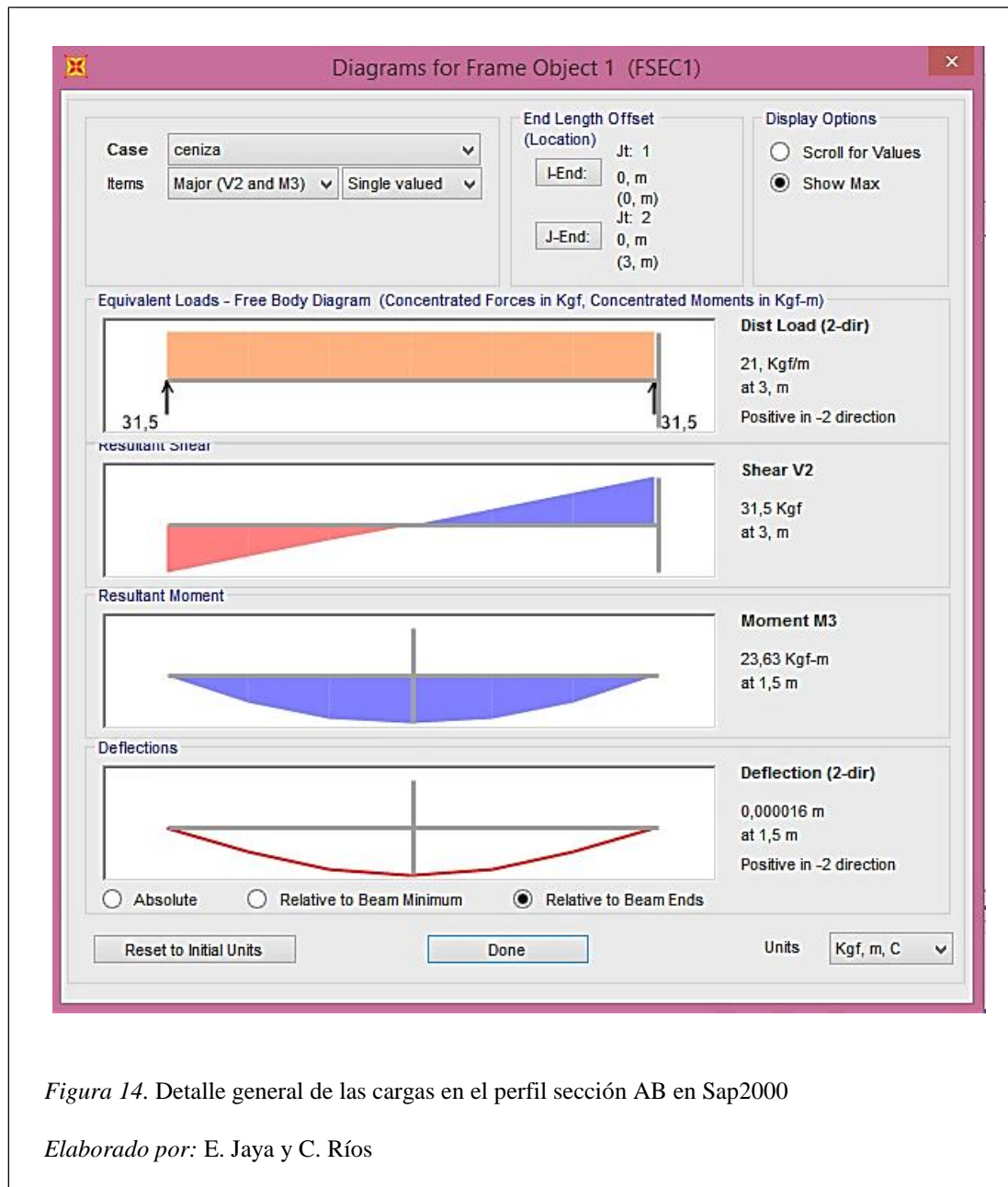
$$EIy = \frac{-21 * 3^4 * 5}{384}$$

$$EIy = -22.1484$$

Validación del perfil sección AB por el software Sap2000.

Para validar el perfil sección AB se verifica con el software Sap2000, si existe diferencia de valores entre el programa y los cálculos anteriormente expuestos. (Ver Figura 13; Figura 14)





Se comprueba que existen solo pequeñas diferencias de valores tanto en lo calculado como en el software de programación Sap2000, teniendo un margen de error del 0.04%. En cualquiera de los dos casos los cálculos realizados en el perfil seleccionado es el

correcto para las diferentes cargas, por lo que se procederá a realizar la simulación establecida del sistema en el software Sap2000.

2.5 Elaboración del diseño del techo corredizo en el software Sap2000

Por medio del programa Sap2000 se realizará la simulación de un modelo del sistema (Ver figura 15.), para el respectivo cálculo de fuerzas, cargas, momentos, que se pueda comparar en el modelo, no solo en la realidad, sino en el número de elementos que estarían en el sistema. Además de las cargas en general que se aplicarán en el sistema. (Ver tabla 8.)

Tabla 8. *Cuadro general de cargas para el sistema*

carga del viento	$P = 99.68 \text{ N/m}^2$
carga de ceniza	$C_e = 21 \text{ Kg/m}^2$
carga de granizo	$S = 1 \text{ KN/m}^2$

Nota: Cuadro general de cargas para el sistema

Elaborado por: E. Jaya y C. Ríos

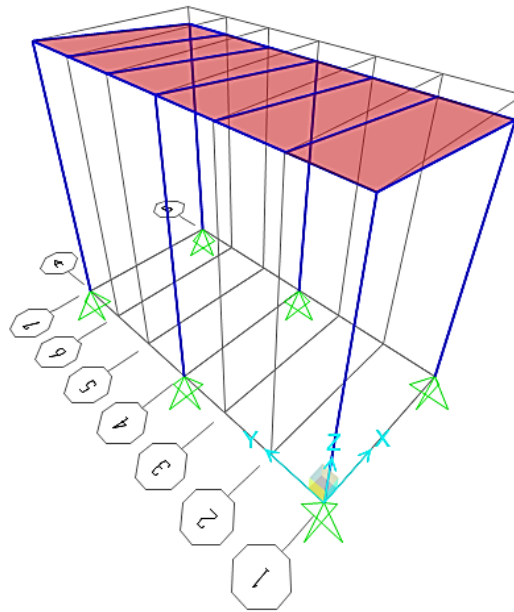
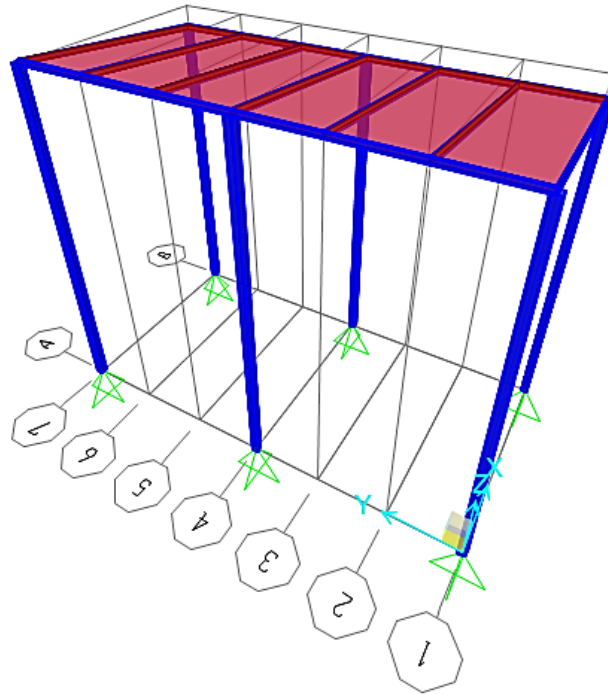


Figura 15. Diseño de la estructura en Sap2000

Elaborado por: E. Jaya y C. Ríos

Diagrama de corte

Se observa la estructura y el diagrama de corte (Ver figura 16.), donde las fuerzas que ejercen en el sistema se encuentran localizadas cada 3 metros como se puede ver a continuación.

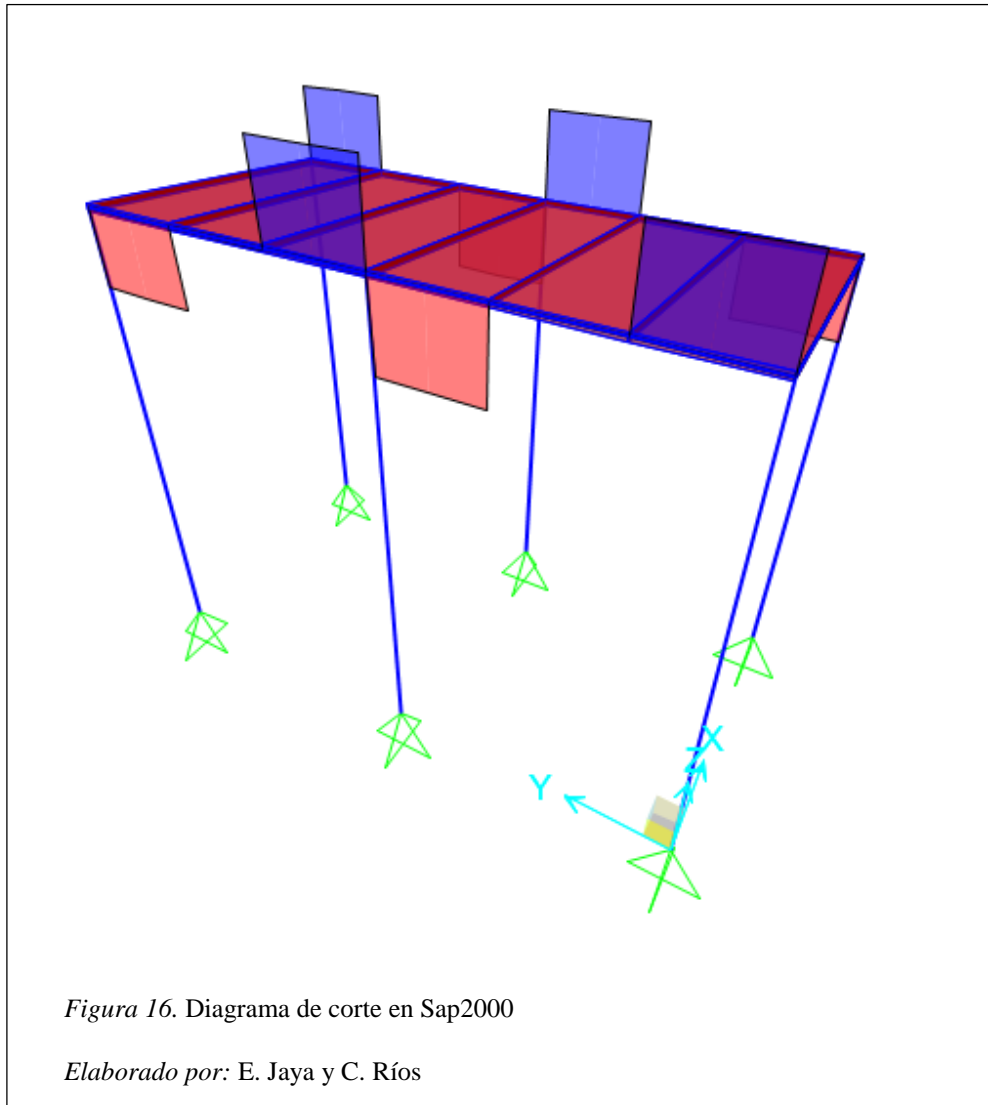
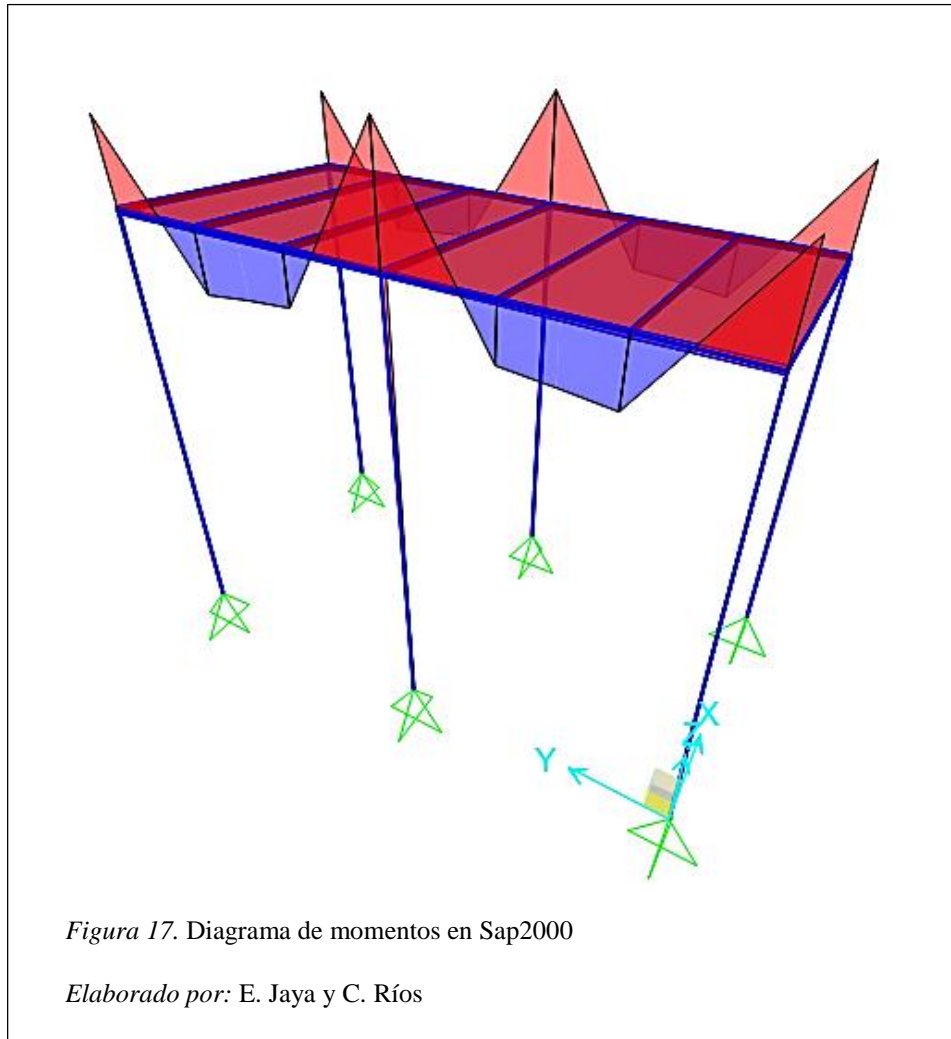


Diagrama de Momentos

Se puede observar los momentos que se ejerce en la estructura. Teniendo como la parte más importante el momento mínimo que se encuentra en la estructura del techo. (Ver figura 17.)



En la figura 18 se puede observar un cuadro general de las cargas, fuerzas, momentos y deflexiones que actúan en la estructura del techo simulado por el software Sap2000.

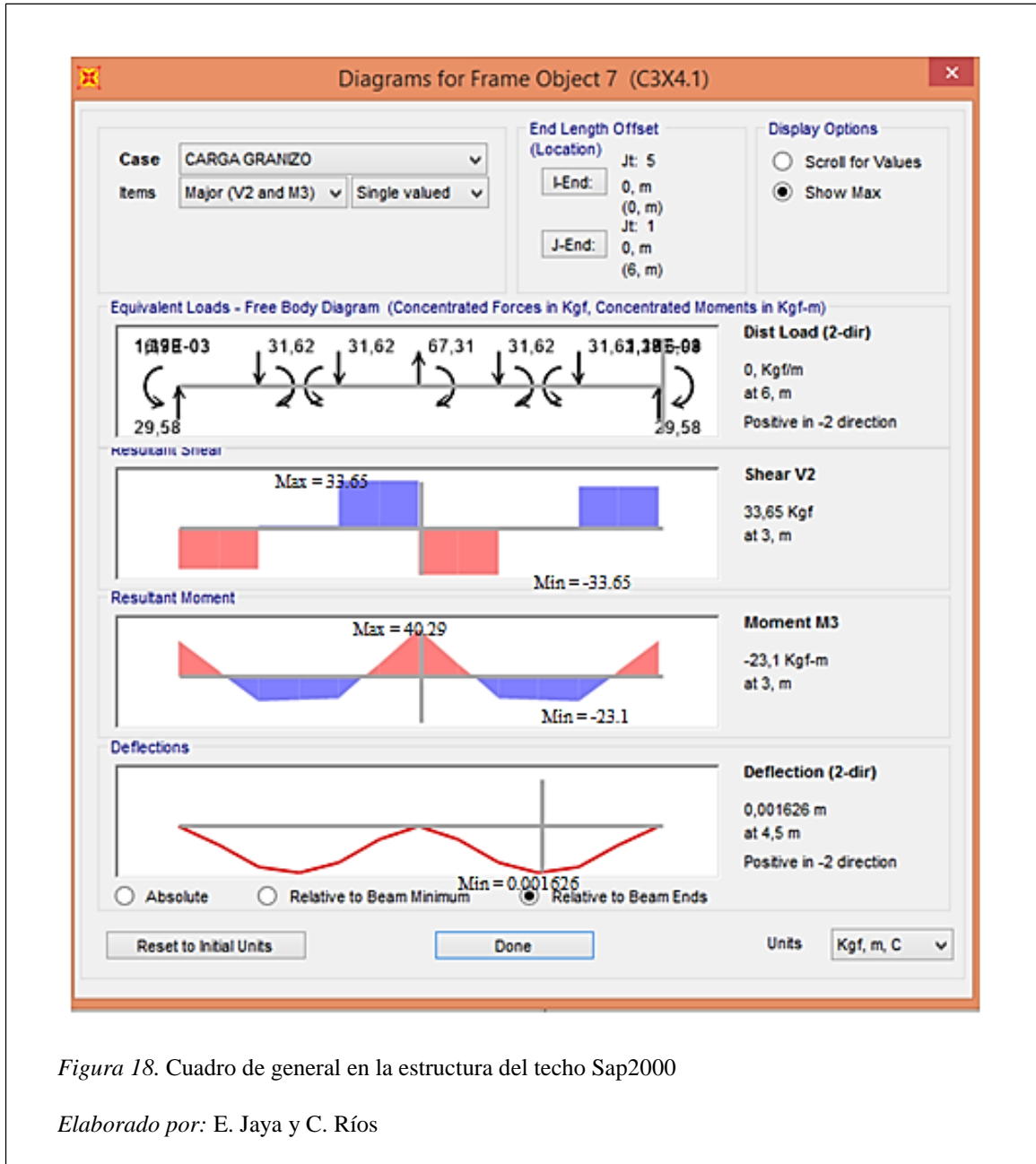


Figura 18. Cuadro de general en la estructura del techo Sap2000

Elaborado por: E. Jaya y C. Ríos

En la siguiente tabla se puede resumir las cargas que actúan en el sistema. (Ver Tabla 9.)

Tabla 9. *Tabla general de cargas del sistema en Sap2000.*

	Carga máxima	Carga mínima
Corte	33,65 kgf	-33,65 kgf
Momento	40.29 kgf*m	-23,10 kgf*m
Deflexión	0 m	-0,001626 m

Nota: Tabla general de cargas del sistema en Sap2000.

Elaborado por: E. Jaya y C. Ríos

Con la tabla general de cargas del sistema en Sap2000 (Ver tabla 8), se concluye y se valida la resistencia del perfil C3x4.1 que se ha utilizado en el software, estas son las características del perfil que se encuentra en el mercado ecuatoriano, siendo el adecuado para utilizarlo en la construcción del sistema del techo corredizo.

2.6 Factor de seguridad

El factor de seguridad que se ha calcula por medio del programa SAP2000 donde la capacidad máxima del sistema es 1,5 como se observa en la figura 19, está bajo las normas establecidas en la NEC y es mayor a uno, donde indica que la capacidad en exceso del sistema está sobre los requerimientos.

Es así que los componentes de la estructura es la adecuada y está con las medidas establecidas de la NEC, donde se justifica que en las variables de desgaste o corrosión

no existirán errores o desviaciones en los materiales de diseño, y se encuentran bien tabuladas, seleccionadas y calculadas para el diseño.

Estos materiales seleccionados están bajo los factores de seguridad, por lo que se procede a confirmar que son los adecuados para el diseño, y uso del mismo.

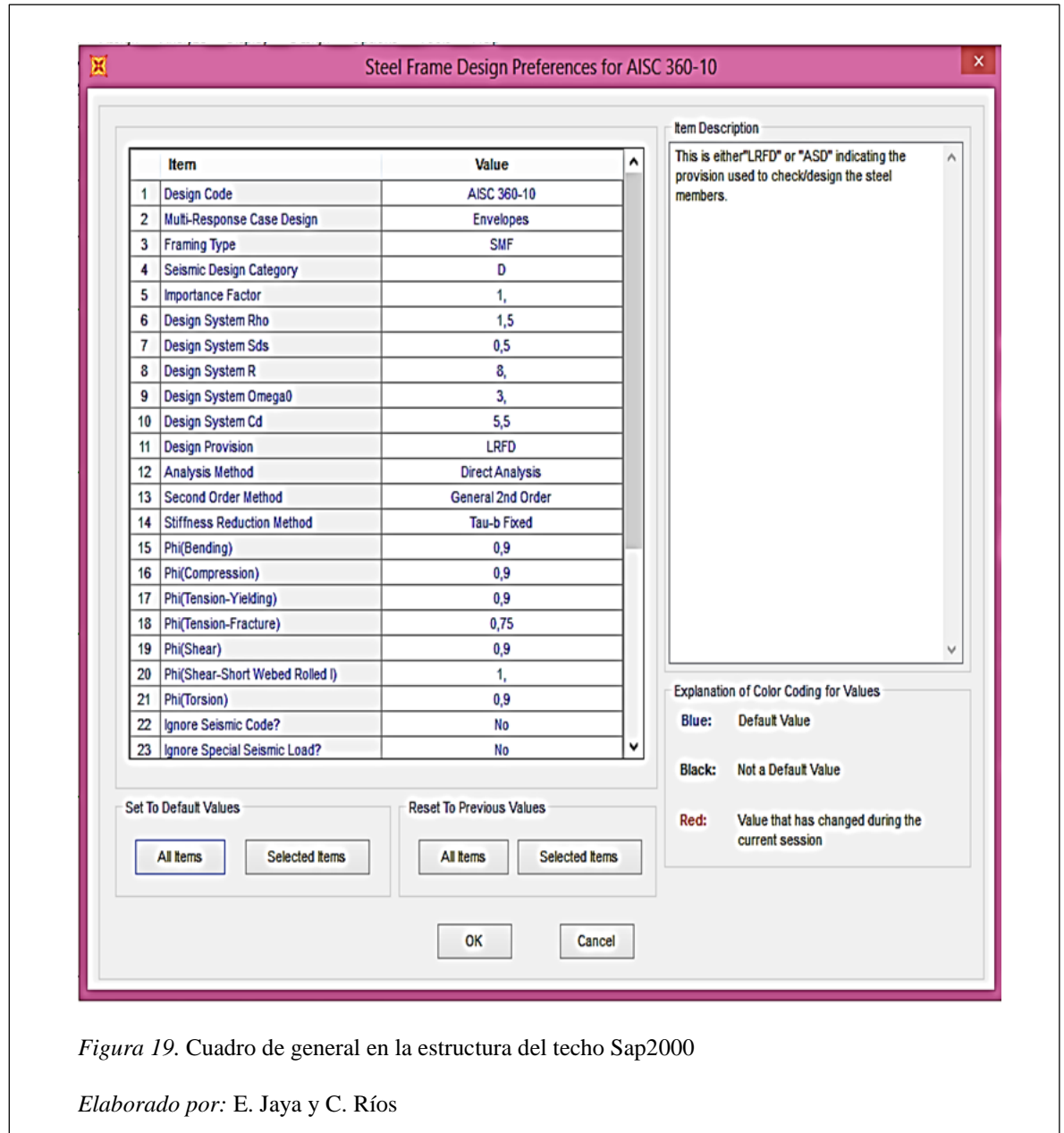


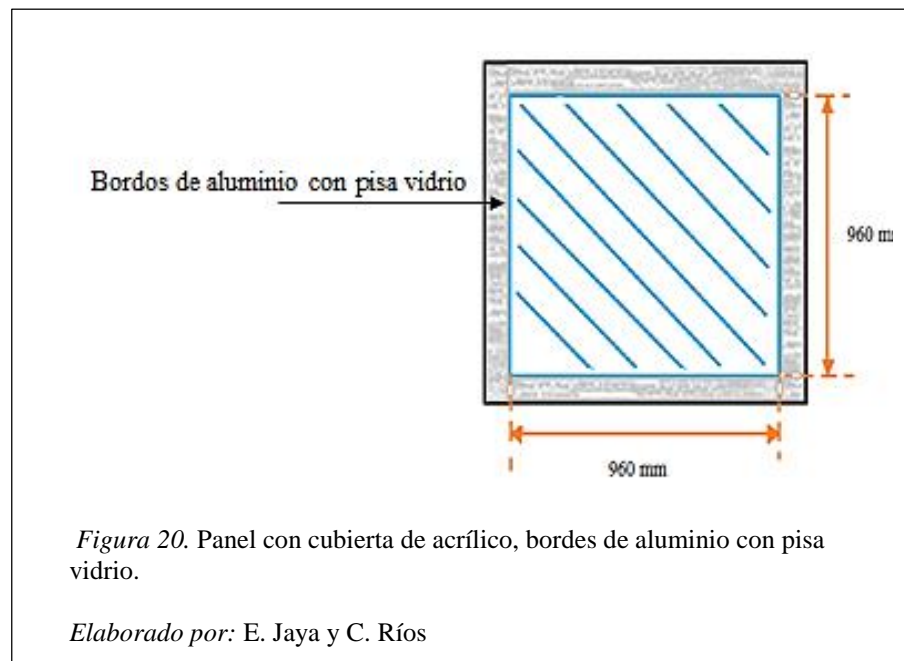
Figura 19. Cuadro de general en la estructura del techo Sap2000

Elaborado por: E. Jaya y C. Ríos

2.7 Partes del sistema mecánico

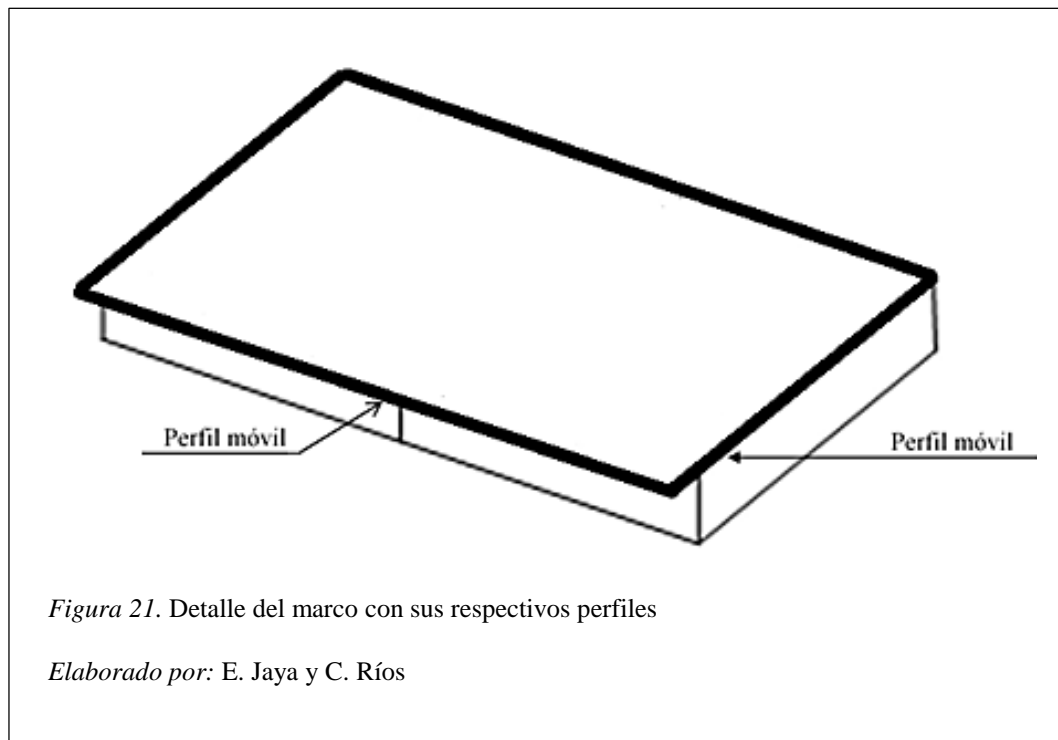
A continuación, se presenta los principales datos del techo para definir el sistema que se va a construir.

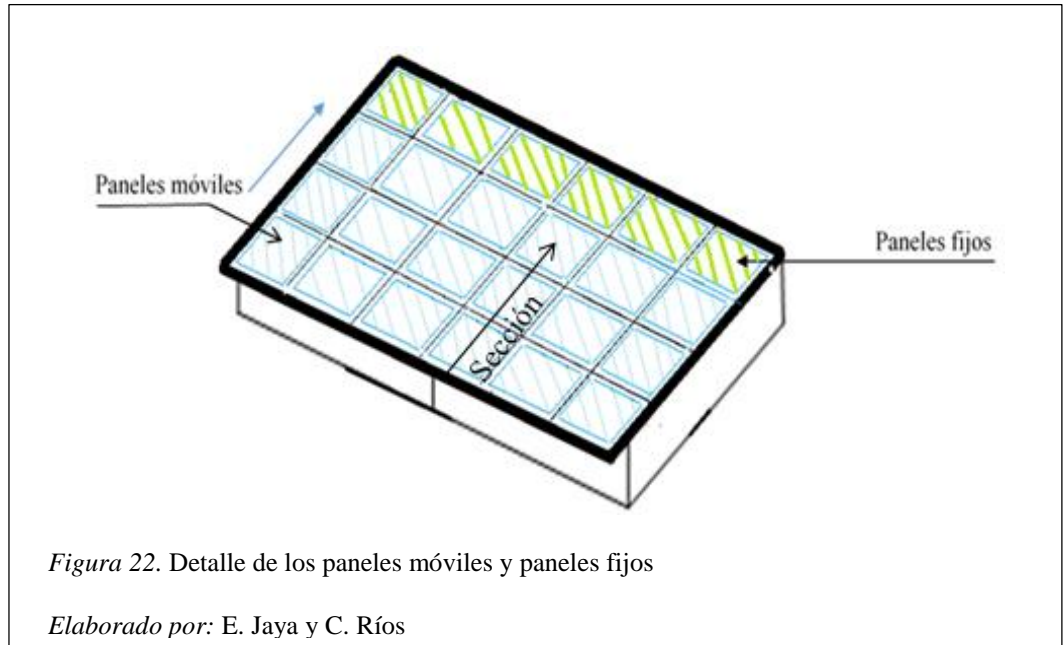
- Ubicación de la estructura: Provincia Pichincha
- Topografía: Plana
- Terreno: Plano abierto
- Dimensiones: 6m x 3m, altura $h=5\text{m}$
- Configuración estructural del techo: Paneles rígidos y móviles con protección UV, de separaciones de 1m x 1m con separaciones de perfil de aluminio.
- Revestimiento: Panel de acrílico, 960mm x 960mm x 6mm del espesor de la cubierta, sujeto con pisa vidrios. (Ver figura 20.)
- Uso de la Estructura: Cubrimiento de piscina.



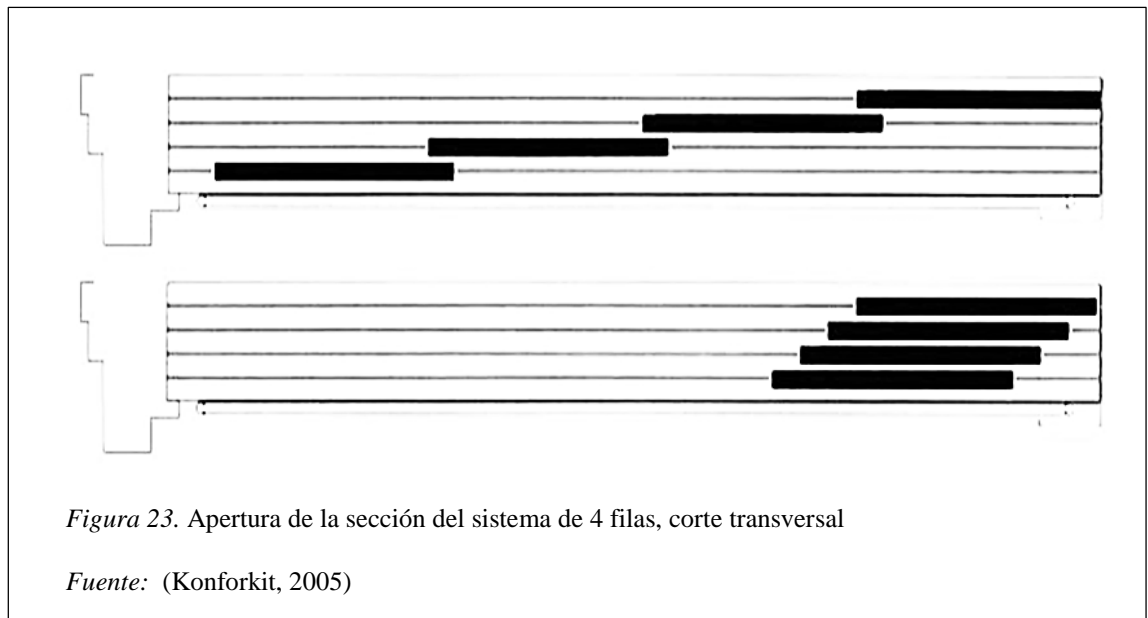
Esta estructura tiene un marco, compuesto de perfiles móviles: un superior, un inferior y dos laterales. (Ver figura 21.) Entre estos perfiles armados están los paneles o módulos, que constarán de una fila de paneles fijos y tres filas de paneles móviles (Ver figura 22), estos paneles móviles realizarán el movimiento de apertura y de cierre de acuerdo a sus secciones (Ver figura 23).

Los paneles que se pueden tener por fila son de 2 a 5, la apertura depende del número de paneles donde: su apertura mínima será del 66% si hay de 2 a 3 paneles, y una máxima del 80% si hay de 4 a 5 paneles (Arquigrafiko, 2015).



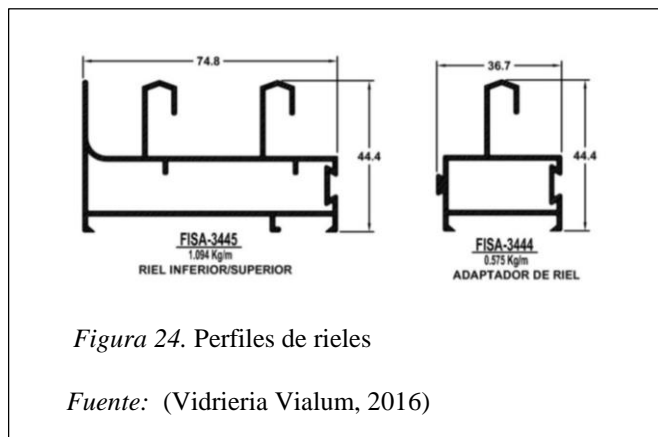


Este sistema de perfiles móviles y fijos está formado por un conjunto de paneles móviles. Los paneles son transportados a lo largo de los perfiles móviles, para lograr la apertura o cierre deseado por el usuario. Formando una apertura considerable de 80%. (Ver figura 23.)

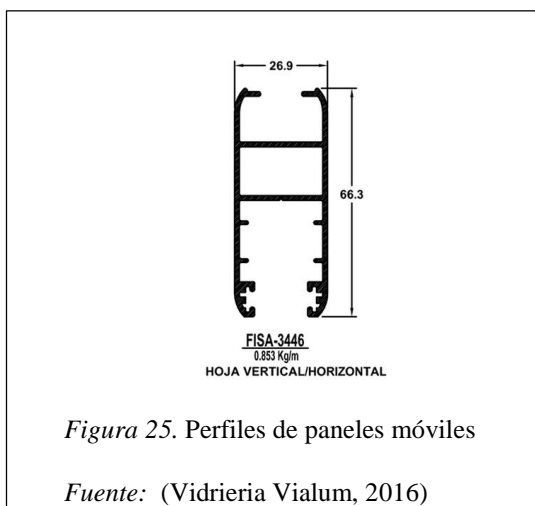


2.8 Selección de perfiles

Se seleccionará los perfiles que se encuentran en el mercado ecuatoriano por las características útiles para el sistema a fabricar, como las rieles guías internas que tiene el perfil Fisa-3445 para el desplazamiento de los paneles móviles y el adaptador de rieles guía Fisa-3444 para aumentar las filas de los paneles móviles de apertura. (Ver Figura 24.). Para mayor información ver anexo 4.



Para los paneles móviles, se optará por el perfil Fisa-3446, que es la más adecuada para el desplazamiento de apertura y cierre de los paneles. (Ver figura 25.)



2.8.1 Peso de paneles móviles.

Para calcular el peso total del panel corredizo (P_{pm}), se toma en cuenta el perfil fisa-3446 que tiene un peso de 0.853 Kg/m, la medida de los perfiles del panel son de 0.96 m x 0.96 m y la medida del acrílico de 0.84 m x 0.84m por cada lado.

$$P_{pm} = \text{peso de marco} + \text{peso del acrilico}$$

$$\text{Peso del marco} = 0.853 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} * (0.96 \text{ m} * 4 \text{ lados})$$

$$\text{Peso del marco} = 3.275 \text{ Kg}$$

Según la tabla 7, la plancha de acrílico tiene medidas estándar de 1.29 m x 1.86 m que equivale a un área de 2.399 m² para un espesor de 6 mm con un peso de 17.40 Kg, por lo tanto para el acrílico del proyecto es 0.84m x 0.84 m equivale a un área de 0.705 m² dando un peso de 5.12 Kg.

$$\text{Peso del acrilico} = 5.12 \text{ Kg}$$

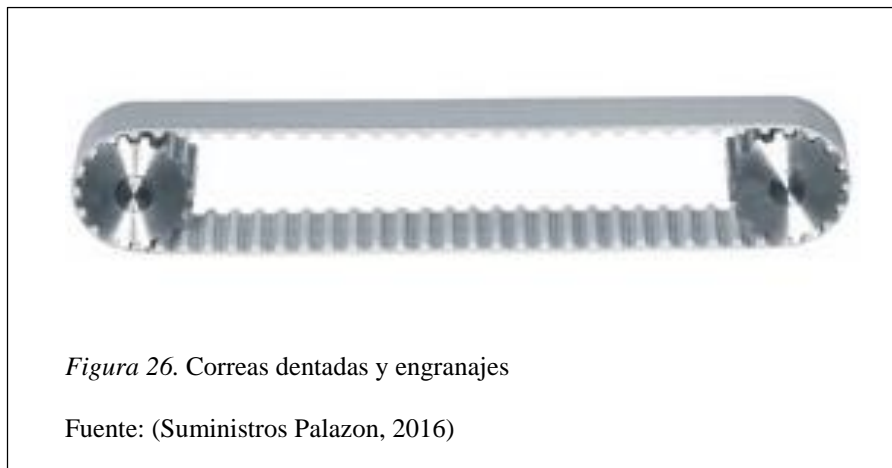
$$P_{pm} = 3.28 \text{ Kg} + 5.12 \text{ Kg}$$

$$P_{pm} = 8.40 \text{ Kg}$$

2.9 Correas dentadas y engranajes

Las correas dentadas se aplican para transporte y movimientos lineales, donde mejora el desplazamiento, y sincronización de las bandas con los engranajes, estos están fabricados de: poliuretano termoplástico (TPU), goma, tejido antiestático, PVC, nitrilo, policloropreno, etc.

Tienen características como la resistencia a los agentes químicos entre ellos: el aceite y disolventes, es antiestática, tiene un bajo coeficiente de fricción, es antiadherentes, resistente: al calor, a rayos UV, a la tracción y a la compresibilidad, absorción de golpes, etc. Su función es excelente para el uso dentro de la industria, para transporte en general de los productos. (Ver figura 26.) (Suministros Palazon, 2016)



2.10 Selección de actuador

Para seleccionar el actuador del sistema, se ha optado por analizar ventajas y desventajas de cada uno de los tipos de actuadores tomando en cuenta su montaje, mantenimiento, ruido, y lugar que ocupará para su respectivo trabajo.

2.10.1 Tipos de actuadores.

Los actuadores son dispositivos que convierte la energía neumática, hidráulica, o eléctrica en movimientos (Ver Tabla 10.), generando la automatización, que transforma la energía de aire y/o aceite comprimido en un movimiento lineal de vaivén. A través de un controlador recibe la orden generando activar los elementos, da un control para la activación. (Alvarez, 2013)

Los tipos de actuadores son:

- Actuador hidráulico
- Actuador neumático
- Actuador eléctrico

Tabla 10. *Tipo de actuadores, funciones y sus partes*

	actuador neumático	actuador eléctrico	actuador hidráulico
Fuerza generadora de movimiento	presión de aire	energía eléctrica	presión hidráulica
Elemento motriz	émbolo, pistón o veleta	motor eléctrico	émbolo, pistón o veleta
Transmisión de fuerza torque	eje o cremallera	reductor	eje
Conversión mecánica	yugo o piñón	ninguno	yugo o piñón

Nota: Tipos de actuadores, tipos de fuerzas, partes mecánicas.

Fuente: (Alvarez, 2013)

2.10.1.1 Actuadores hidráulicos.

Son dispositivos que funcionan por fluidos a presión, la que realiza una fuerza de empuje y una fuerza externa diferente para contraer. Este se emplean cuando se necesita generar potencia, tiene una mayor velocidad y resistencia mecánica, son de gran tamaño en comparación con los actuadores neumáticos. Requiere a la vez de una gran cantidad de equipos para suministrar la energía y dar la función a los cilindros hidráulicos. Requieren de un mantenimiento periódico, siempre se debe revisar que la presión no baje abruptamente porque son propensos a fugas de líquido, todos estos equipos contaminan el ambiente donde se encuentran debido a que siempre existen fugas. (Hernández, 2016)

2.10.1.2 Actuador neumático.

Son dispositivos que funcionan con aire comprimido, se requiere de un compresor para producir aire de abastecimiento, posee pistones de acuerdo a la capacidad que se requiera del movimiento, pero son más difíciles de controlar en cuanto a su posición y velocidad. Constituido de mangueras para la distribución del aire, en este actuador es necesario de un cuarto de máquinas donde se encuentra la unidad de distribución del aire comprimido como: compresores, filtrador de partículas. Cabe recalcar que la unidad de distribución o cuarto de máquinas es demasiado ruidosa, y se realiza un mantenimiento mensual. (Cilindros Actuadores | Cilindros Neumáticos - AIRVAC, 2016)

2.10.1.3 Actuadores eléctricos.

Son dispositivos muy simples en comparación con la de los actuadores neumáticos e hidráulicos, son muy utilizados en aparatos mecatrónicos sin tantas horas de mantenimiento, con un requerimiento de energía eléctrica con fuente de poder. Se requiere de cables eléctricos para transmitir electricidad y las respectivas señales, prácticamente no hay restricciones a la distancia entre la fuente de poder y el actuador. Existen diferentes modelos de motores eléctricos estandarizados que son fáciles de utilizar según la aplicación del mismo. En diferentes casos se necesita utilizar reductores de velocidad. (Wikipedia, 2016)

Por lo siguientes razones antes expuestas, se concluye que la mejor forma de dar movimiento al techo corredizo es a través de los actuadores eléctricos por que presentan: fácil instalación, mantenimiento no muy periódico, facilidades al momento de establecer

el respectivo control del movimiento, no presenta ningún tipo de fuga de fluido de trabajo que ocasione molestias y ningún peligro para las personas.

2.11 Partes del sistema eléctrico

Se seleccionará las diferentes partes eléctricas para el accionamiento del techo corredizo como el motor eléctrico, accesorios e implementos para la automatización del sistema.

2.11.1 Selección del motor.

Existe gran variedad de motores en el mercado, se optará por el motor tubular por cumplir con el movimiento rotatorio que necesita el proyecto.

Los motores tubulares son ingresados en el eje, donde gira con los engranes, mejora el funcionamiento del motor junto a los finales de carrera mecánicos y rápidos, reduciendo el espacio de uso. (CYACSA, 2016) (Ver figura 27.)



Las características principales del motor tubular son:

- Fácil montaje e instalación rápido del motor.

- Amplia gama de motores con diferentes fuerzas de elevación que permite la automatización.
- Motores de Ø45 mm a Ø60 mm para adaptación de eje si se lo requiere.
- Ocupa poco espacio.
- Silencioso con bajos niveles de ruido.
- Diferentes clases para tipos de cargas.
- Mantenimiento muy ocasional.

Para la selección del motor se tomará en cuenta los siguientes materiales, siempre y cuando estos sean de acero, aluminio, PVC y madera, en todo el panel móvil.

$$Pho = largo * ancho * k$$

Pho = peso de los paneles (Kg)

$largo$ y $ancho$ = longitudes de las hojas (m)

k = coeficiente según el material (Kg/m²) (Ver tabla 11.) (Motoriza tus persianas, 2009)

Tabla 11. *Tabla de coeficiente de materiales.*

Materiales	$k = \text{Kg/m}^2$
PVC	5 - 6
Aluminio	5 - 6
Acero	13 - 14
Madera	12 - 13

Nota: Tabla de coeficiente de materiales (Kg/m²)

Fuente: (Motoriza tus persianas, 2009)

El panel móvil, del sistema a construir está compuesto del marco de aluminio y del acrílico, que tiene un peso de $P_{pm} = 8.76 \text{ Kg}$, este se multiplicará con el número de filas que trabajarán en el cierre y apertura del techo corredizo.

$$P_{pm} = 8.40 \text{ Kg} * 2 \text{ paneles}$$

$$P_{pm} = 16.80 \text{ Kg}$$

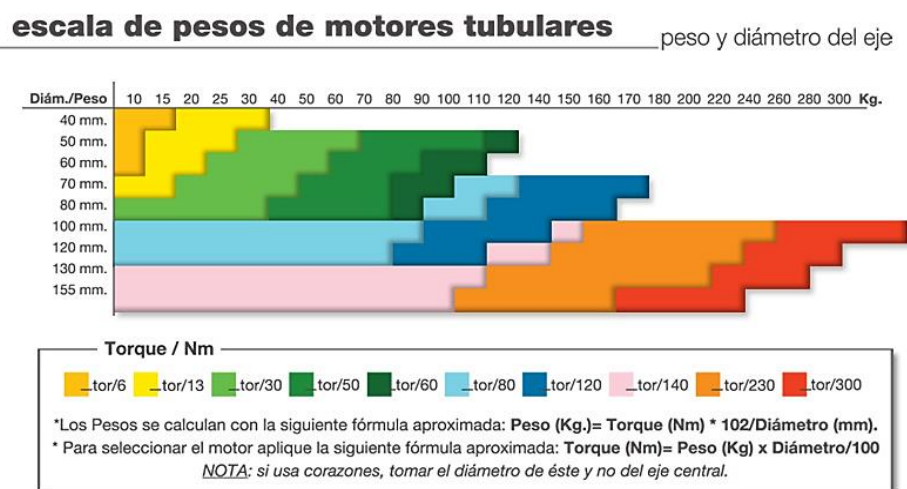
El peso obtenido de $P_{pm} = 16.80 \text{ Kg}$, se multiplicará por el número de 6 secciones que se abren en el sistema.

$$P_{pm} = 16.80 \text{ Kg} * 6 \text{ secciones}$$

$$P_{pm} = 100.8 \text{ Kg}$$

A continuación se seleccionará el motor que se va a utilizar a través de la tabla 12.

Tabla 12. *Tabla de escala de pesos de motores tubulares.*



Nota: Tabla de escala de pesos de motores tubulares

Fuente: (ALSE, 2016)

Se escoge el motor según la tabla 12, donde depende del diámetro de 50 mm y el torque de 50 Nm.

Para mayor información de la conexión y montaje de motor tubular ver Anexo 6.

2.11.2 Dispositivos de control para la automatización.

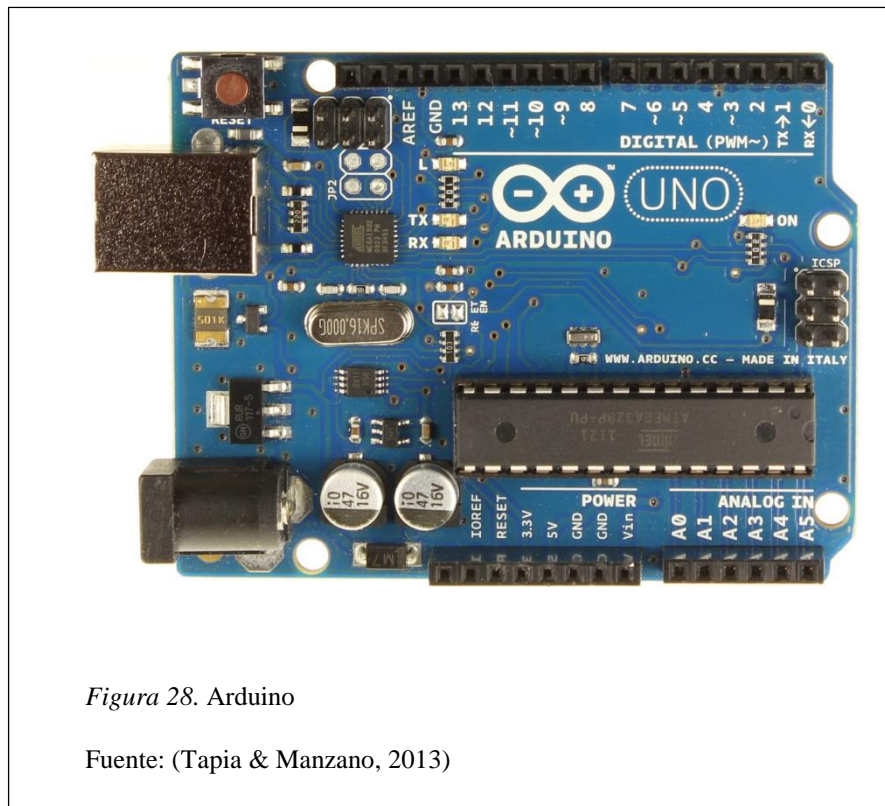
Los dispositivos de Control: controla, maneja y regula el comportamiento a otro circuito a través de la señal analógica, digital, o digital binaria; también reduce las fallas, obteniendo los resultados deseados. Los dispositivos de control se usan en industrias diferentes, para controlar los procesos de producción de los equipos o máquinas en uso. En el ámbito económico se utiliza la plataforma del Arduino, considerado uno de los elementos fáciles en programar y rápido al momento de automatizar, su señal alcanza amplias superficies en los procesos industriales.

Los dispositivos que se utilizan para la automatización del techo corredizo son:

- Arduino.
- Sensor de ultrasonido.
- Dispositivo de Módulo Bluetooth.
- Sonda Térmica o sonda de temperatura.
- Funcionamiento del programa arduroid en celulares móvil.

2.11.2.1 Arduino.

Es una plataforma de hardware de código abierto, con una placa de entradas y salidas, analógicas y digitales, con lenguaje de programación Processing. Este dispositivo conecta el mundo físico con el mundo virtual, o el mundo analógico con el digital controlando, a través de sensores, alarmas, sistema de luces, motores, sistema comunicaciones y actuadores físicos. (Ver figura 28.)



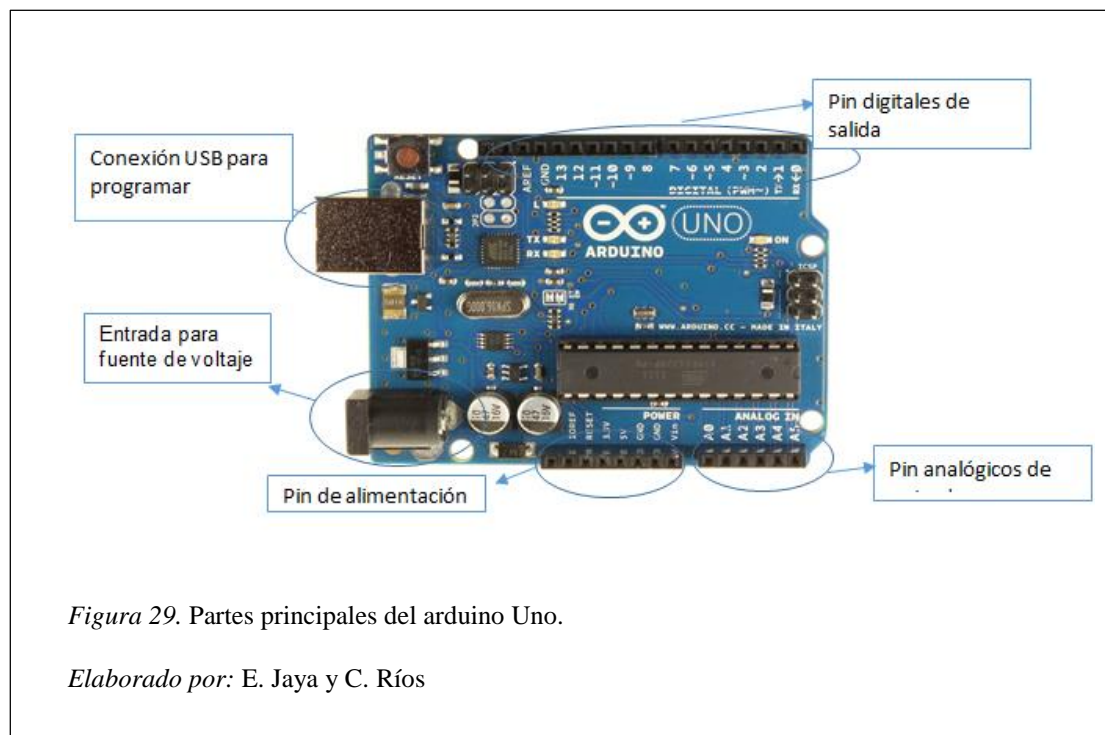
El Arduino simplifica el proceso de trabajar con microcontroladores. El dispositivo tiene ventajas y características como:

- Fácil adquisición.
- Ambiente de programación sencillo y directo.

Fácil adquisición: las placas del Arduino son accesibles comparadas con otras plataformas eléctricas de la industria.

Ambiente de programación sencillo y directo: El Arduino es fácil de usar, contiene programación processing, el usuario dispone de la configuración por medio de enlaces de Internet gratuitos donde se encuentra paso a paso cómo familiarizar el dominio del circuito y como desarrollar el sistema del Arduino. (Tapia & Manzano, 2013)

Partes principales de la placa del Arduino uno. (Ver figura 29.)

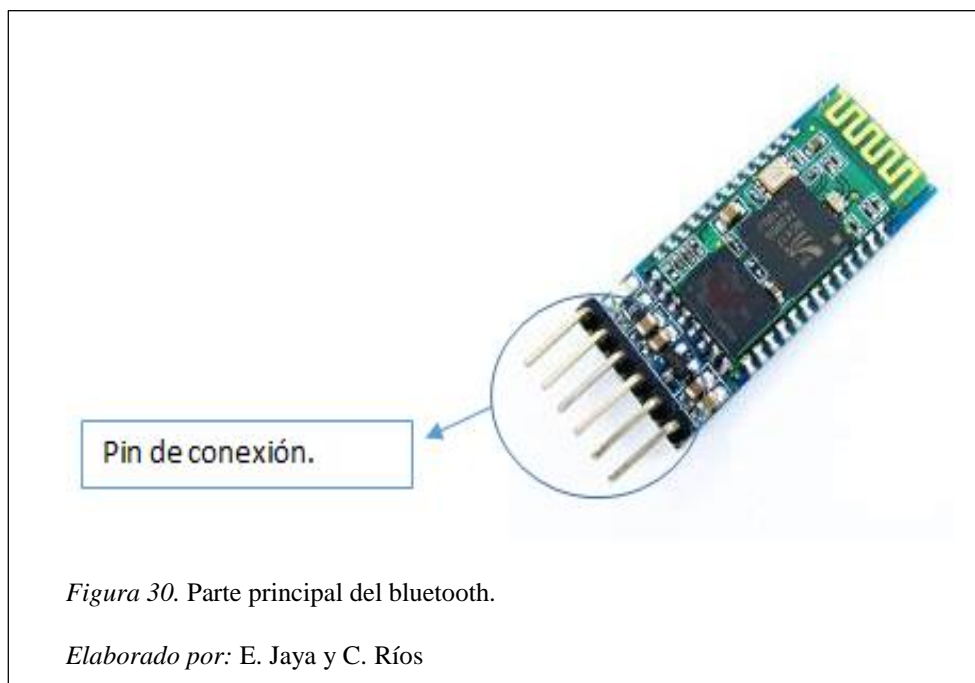


Para la programación, el Arduino tiene un lenguaje referencial que se puede observar en el Anexo 2 para mayor información, esta proceso se divide en tres partes principales: la estructura, los valores (variables y constantes), y funciones.

2.11.2.2 Dispositivo de módulo bluetooth.

Este módulo es inalámbrico consiste en transmitir datos a través de radiofrecuencia en la banda de 2,4 GHz. Existen Bluetooth como el JY-MCU, se encuentra en el mercado y es comercial, son módulos pequeños de consumo bajo para el sistema eléctrico. Esta placa contiene un chip de desarrollo con los pins para la comunicación de serie.

La parte principal del bluetooth son los pin de conexión (Ver figura 30.)



Existen dos modelos de Bluetooth, son parecidos físicamente (Ver figura 31.)

- HC-05 son maestro o esclavo.
- HC-06 actúa como esclavo.

En el modo esclavo el dispositivo es quien se conecta al módulo, en modo maestro es el módulo quien se conecta al dispositivo. (DIYMakers, 2014)

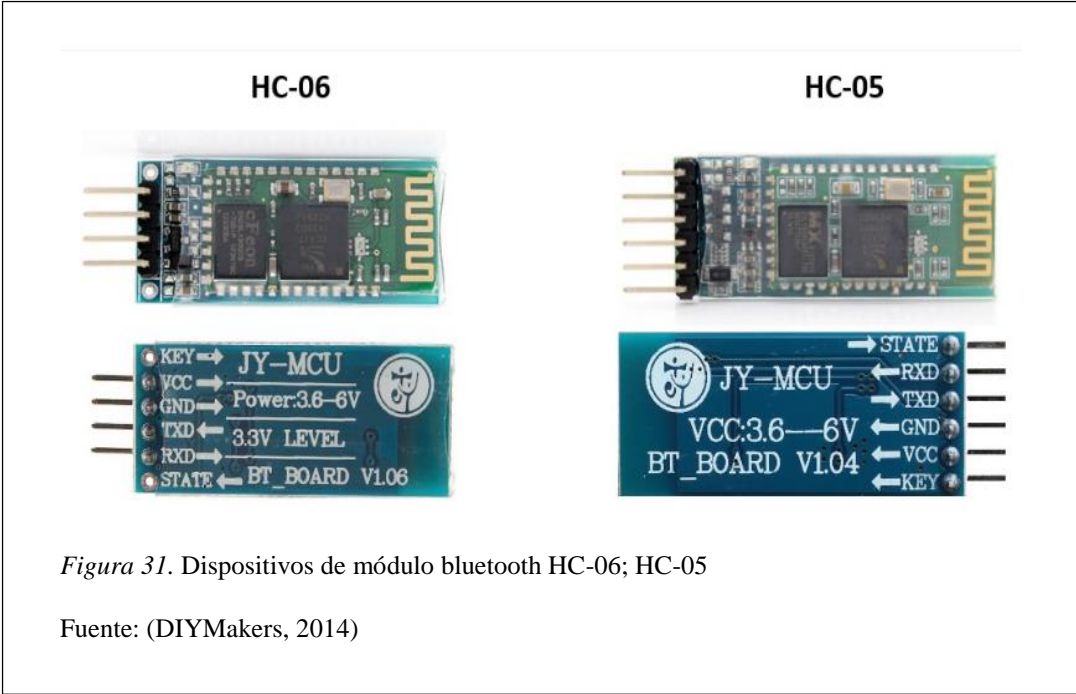


Figura 31. Dispositivos de módulo bluetooth HC-06; HC-05

Fuente: (DIYMakers, 2014)

2.11.2.3 Sensor de ultrasonido.

Es un controlador de distancia, este sensor permite saber la existencia de obstáculos para moverse en diferentes lugares, estos pueden ser cerrados o abiertos, tiene un funcionamiento igual que una antena. Genera un sonido a una frecuencia alta, donde el oído humano no lo distingue y regula el tiempo que el sonido golpea un obstáculo, este rebota y vuelve al sensor. (Ardumania, 2016) (Ver Figura 32.)



2.11.2.4 Sonda térmica o sonda de temperatura.

El funcionamiento de las sondas térmicas es examinar la variación de temperaturas. Este elemento tiene una temperatura constante que se regula por el control eléctrico, y es directamente proporcional a la velocidad de flujo. Estas sondas receptan las variaciones de energía del cuerpo humano y del ambiente por lo cual se debe tener precaución al manipular. (Academia Testa, 2010) (Ver figura 33.)

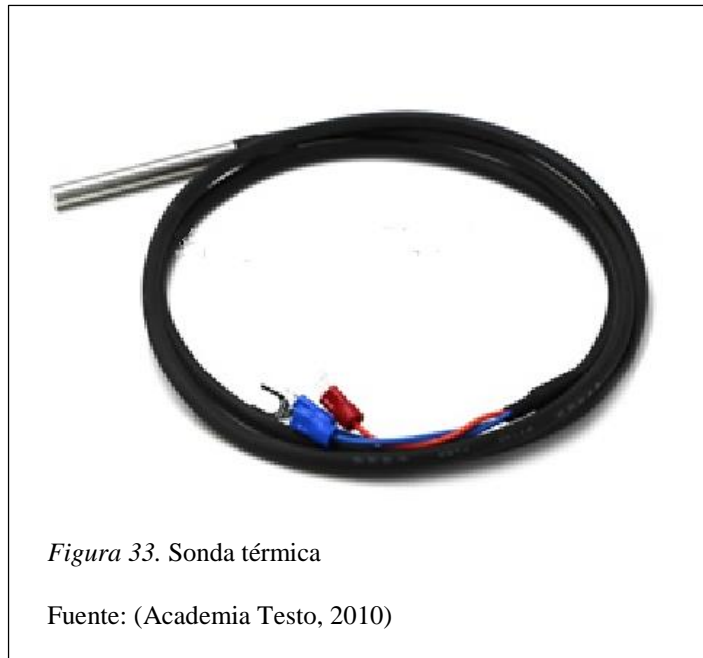


Figura 33. Sonda térmica

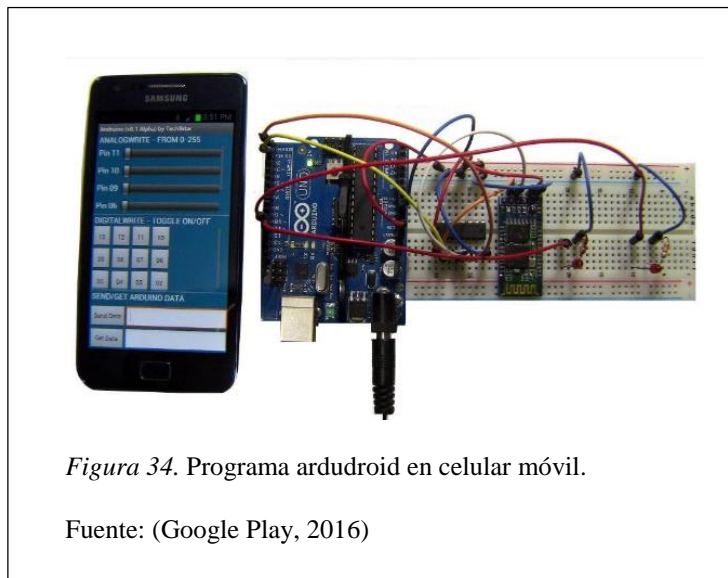
Fuente: (Academia Testa, 2010)

2.11.2.5 Funcionamiento del programa arduroid en celulares móviles.

ArduDroid es una aplicación que permite controlar la plataforma Arduino desde un teléfono Android a través del dispositivo con serie HC-05 de Bluetooth. (Ver figura 34.). Este programa es de uso libre, gratuito y se puede descargar desde el Play Store y Play Google sitio web del desarrollador. (Google Play, 2016)

ArduDroid realiza las siguientes funciones:

- a.** Los pines digitales y PWM controla el Arduino.
- b.** Enviar comandos de texto para Arduino.
- c.** Recibir / Enviar datos de Arduino a través del Bluetooth HC05. (Google Play, 2016)



Para este programa las opciones de uso pueden ser de control digital, por conexión wifi o bluetooth, su aplicación es para diversas funciones como variación de temperatura

de velocidad, apagado y prendido, etc. Donde controlará toda clase de proyectos automatizados con arduinos desde el móvil. (PROMETEC, 2016)

2.12 Conexión y programación del sistema Arduino

A continuación se procede a realizar las conexiones de los dispositivos y su funcionamiento, en este se detalla lo que se necesita para el armado automático del sistema y la programación en cada uno.

2.12.1 Conexión del dispositivo sensor de ultrasonido.

Este sistema sirve para detectar los movimientos del individuo para que la cubierta se abra y a la vez se cierre dependiendo de una distancia determinada, en este caso se procederá a que la persona a los 3cm hasta los 7cm del sensor abra la cubierta y que a partir de los 8cm hasta los 14cm se cierre la cubierta, pasado estas distancias estará fuera de rango. (Ver figura 35.)

La programación de este dispositivo de ultrasonido se encuentra detallada en el Anexo 3 en los ítems enumerados (#35 - 41), (#55 - 57), (#136 - 193) los que están divididos en tres partes.

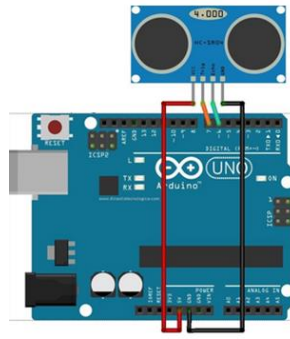


Figura 35. Conexión del dispositivo ultrasonido – arduino

Elaborado por: E. Jaya y C. Ríos

Conexión eléctrica real del dispositivo sensor de ultrasonido a la placa Arduino Uno
(Ver figura 36)

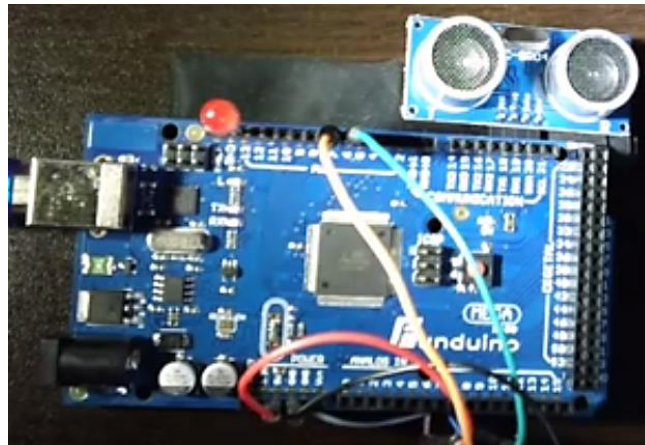


Figura 36. Conexión eléctrica ultrasonido - arduino

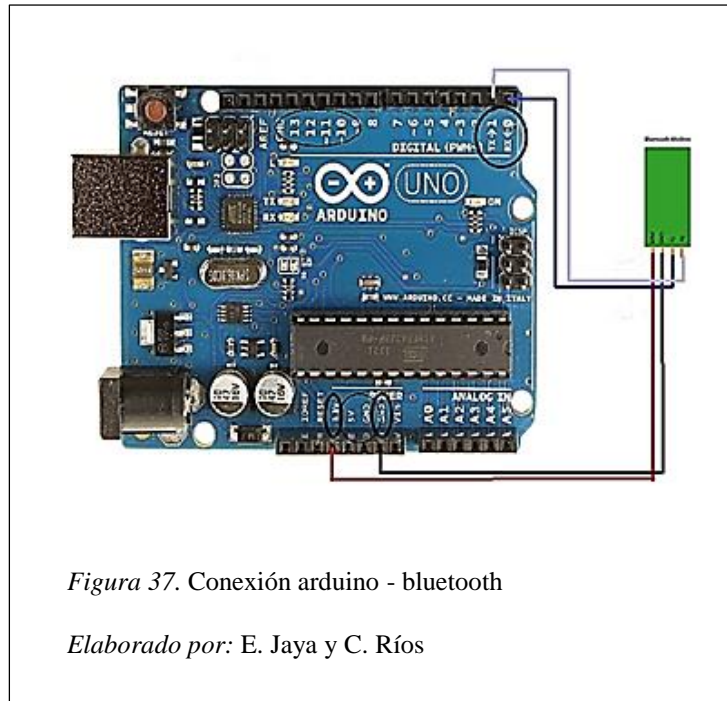
Elaborado por: E. Jaya y C. Ríos

2.12.2 Conexión del dispositivo bluetooth.

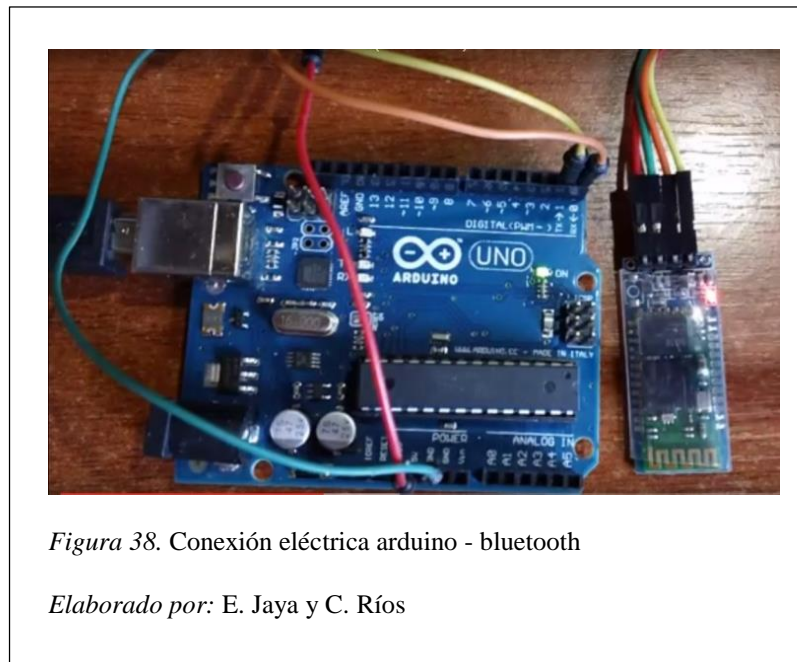
Este dispositivo es un elemento importante que se encarga de enviar y recibir datos a un sistema android, con este accesorio en el arduino se puede realizar conexión de señal con los celulares móviles. Tomar muy en cuenta los siguientes puntos:

- La señal que se enviará al arduino será a través del sensor bluetooth (Ver figura 37).
- Por lo que realizará las conexiones necesarias para este sistema (Ver figura 37).
- En primer lugar se ejecutará la conexión por medio de los pins de alimentación al sensor de bluetooth y luego a los pins digitales de salida. (Ver figura37).

La programación de este dispositivo de bluetooth se encuentra detallada en el Anexo 3 en los ítems enumerados que se localizan en tres partes (#6 - 26), (#49 - 51), (#194 - 292).



Conexión eléctrica real del dispositivo bluetooth a la placa Arduino Uno (Ver figura 38)

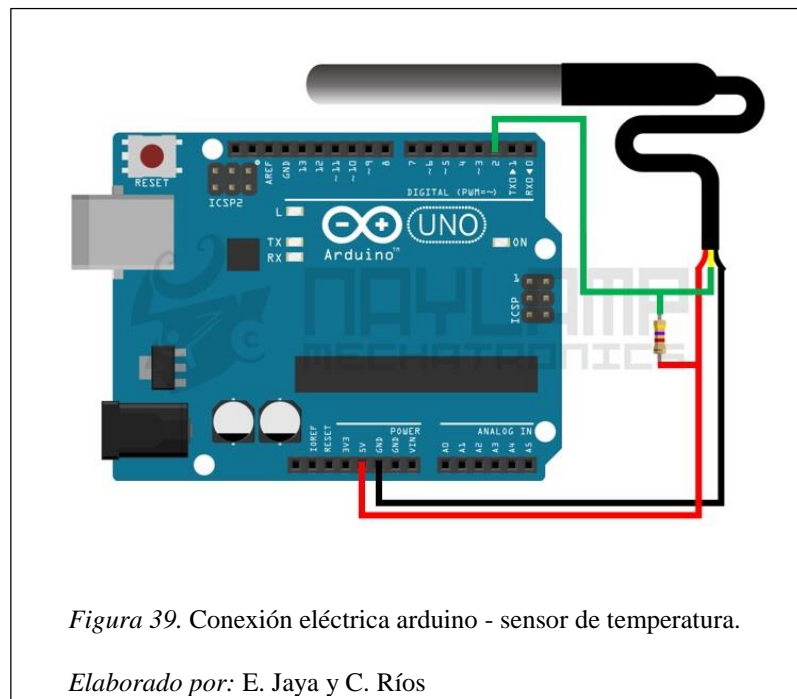


2.12.3 Conexión del dispositivo sensor de temperatura.

Este dispositivo sirve para medir la temperatura del ambiente, en el techo corredizo la variación de la temperatura procederá a abrir y a la vez cerrar el sistema, dependiendo de la configuración del arduino, en este caso cuando la temperatura es menor o igual a 30°C se cierre y al ser mayor de 30.01°C se abra el techo.

La programación de este sensor de temperatura se encuentra detallado en el Anexo 3 en los ítems: (#27 - 34), (#52 - 54), (#103 - 135), que se localizan en tres partes del programa.

En la Figura 39 se puede observar la respectiva conexión entre el sensor de temperatura y el Arduino Uno.



La temperatura que capta el sensor, será la señal que receipta el programa arduroid, por medio del bluetooth, este cambio de temperaturas se reflejará en el dispositivo móvil y el programa procederá abrir y cerrar según los parámetros establecidos.

Por medio del programa del celular se observa las variaciones de temperatura. (Ver figura 40.)

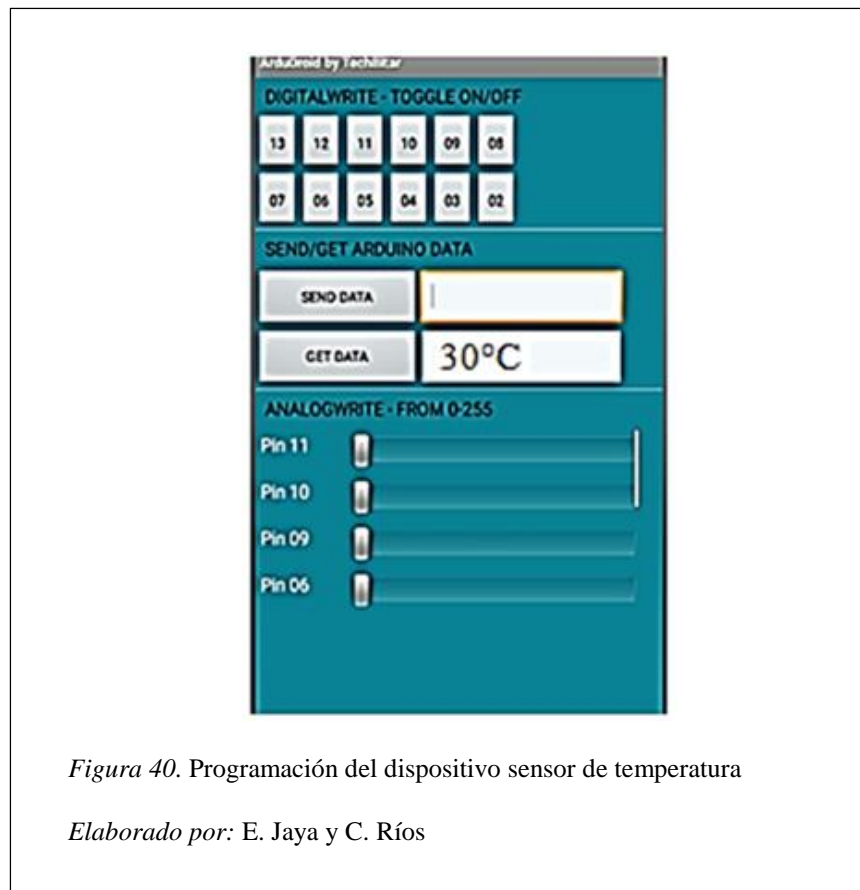


Figura 40. Programación del dispositivo sensor de temperatura

Elaborado por: E. Jaya y C. Ríos

2.12.4 Guía de programación del sistema arduino.

Por medio del programa Arduino 1.6.9 se configurará:

- Se escogerá en el menú, en herramientas, placa: “arduino/genuino uno”, arduino/genuino uno a usar.
- En el mismo menú se buscará el puerto a usar en la programación.
- Conexión del cable del computador al Arduino seleccionado (Ver figura 41.), la unión entre el Arduino y la conexión al computador se verifica observando el encendido del Arduino uno.

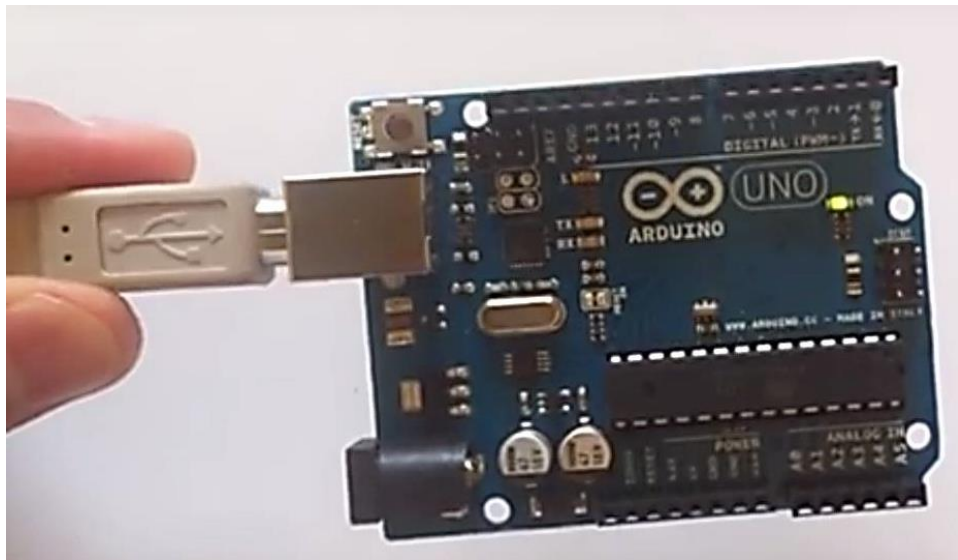


Figura 41. Conexión del cable arduino - computador

Elaborado por: E. Jaya y C. Ríos

Envío de señales del bluetooth celular móvil. (Ver figura 42.)



Figura 42. Conexión eléctrica arduino - bluetooth

Elaborado por: E. Jaya y C. Ríos

Se ingresará los códigos para que el dispositivo se conecte, este enviará y recibirá la señal desde el celular. Por medio del programa ArduDroid instalado en el celular se realizará las órdenes que se desea, como por ejemplo de temperatura, distancia y manualmente por la tecla 13 (Ver figura 43).



Figura 43. Pantalla del celular (conexión bluetooth – celular)

Elaborado por: E. Jaya y C. Ríos

2.12.5 Sistema eléctrico por medio del pulsador del equipo celular.

Por medio del equipo celular y el dispositivo bluetooth se realizará la orden manual de apertura o cierre el sistema. Por medio del programa ArduDroid instalado en el celular al aplastar el botón 11 este permitirá abrir el sistema. (Ver figura 44.) La programación de este dispositivo manual se encuentra detallada en el Anexo 3 en los ítems (#46-48), (#63-102).



Figura 44. Programación del dispositivo pulsador – celular móvil

Elaborado por: E. Jaya y C. Ríos

2.13 Mantenimiento del sistema

El mantenimiento es necesario para la prevención de accidentes, donde se reduce los daños al control eléctrico y mecánico, la responsabilidad de este proceso es mantener el sistema en buenas condiciones de trabajo, y saber qué tipo de mantenimiento se debe realizar en el del techo corredizo.

2.13.1 Planificación y programación de mantenimiento.

Para optimizar los recursos disponibles del sistema es recomendable planificar, y programar estas son las actividades más importantes para aumentar la eficiencia del techo corredizo y la automatización.

2.13.1.1 Mantenimiento del motor tubular.

Asegurarse de las condiciones del motor y su correcto funcionamiento siempre que sea necesario y como mínimo efectuar una vez al año el mantenimiento.

Dentro del mantenimiento del motor tubular se tienen los siguientes puntos:

- Controlar la estructura de fijación del motor al eje.
- Verificar el funcionamiento de apertura y cierre si es respectivamente el correcto.
- Verificar los fines de carrera si son los adecuados para la apertura y cierre.
- Verificar el mando de emergencia en caso de tenerlo.

- Lubricar las partes mecánicas de preferencia, se recomienda con grasa NLGI del N° 2 TIMKEN.

El mantenimiento se debe hacer 2 veces al año, para asegurar el correcto funcionamiento del motor, de preferencia se recomienda que sea un técnico que realice este procedimiento.

2.13.1.2 Mantenimiento del circuito eléctrico de automatización.

El mantenimiento de los circuitos se debe realizar tres veces al año, para prevenir daños y paros de automatización, se recomienda limpiar el polvo de las protecciones eléctricas, agregar elementos especiales en spray ABBRO para limpiar las conexiones ya que este material es efectivo y no dañará la parte electrónica.

2.13.1.3 Mantenimiento de bandas y engranajes.

Las bandas y engranajes tienen un tiempo de vida de 5 años de trabajo garantizado por los fabricantes. Considerando ello, se recomienda un mantenimiento preventivo de inspección y lubricación de los engranajes cada 3 meses observando las condiciones de las bandas y de los engranajes teniendo en cuenta que la falla más consecuente en estos elementos puede ser el desgaste por fricción, también se puede considerar dentro de los engranajes el deterioro de los rodamientos o la unión entre eje y engranajes. Por tal razón se recomienda realizar el cambio de las bandas y engranajes cada 4 años antes de que comiencen las fallas.

2.13.2 Programación de mantenimiento en el año.

En la tabla 13. Se presenta la programación del mantenimiento 2016

Tabla 13. Hoja de programación de mantenimiento 2016 (Enero – Diciembre)

ASERRADERO DEL SUR.																																																
PROGRAMA DE MANTENIMIENTO 2016 (ENERO - DICIEMBRE)																																																
TECHO CORREDIZO AUTOMATIZADO																																																
MAQUINA	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
SEMANA	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
MOTOR TUBULAR						3														3								3																				3
ENGRANAJES Y BANDAS						2									2					3								2															2					3
PANELES MOVILES											3																					3																
CONTROL ELECTRICO											2									2												2																2
COLOR	DESIGNACIÓN		NOTA: REEMPLAZAR LOS ELEMENTOS CON FISURAS O DAÑOS SEGÚN SEA NECESARIO																																													
INSPECCIÓN	DIARIO	0																																														
LUBRICACION	MENSUAL	1																																														
LIMPIEZA	TRIMENSUAL	2																																														
CAMBIO	SEMESTRAL	3																																														

Nota: Hoja de programación de mantenimiento 2016 (Enero – Diciembre)

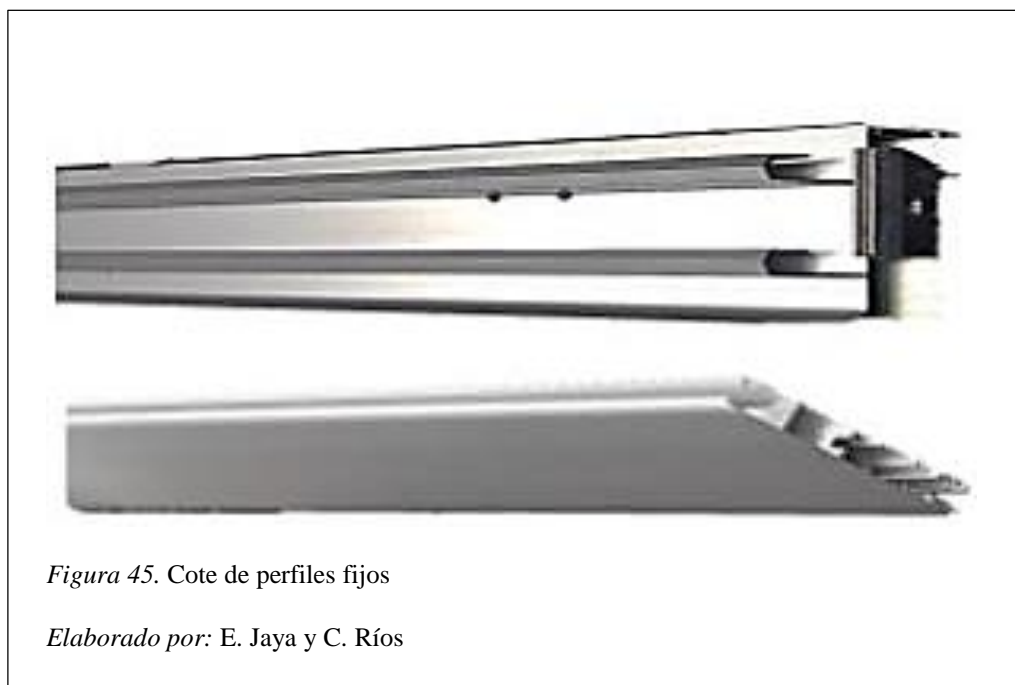
Elaborado por: E. Jaya y C. Ríos

CAPITULO III

CONSTRUCCION Y ANÁLISIS DE COSTOS

3.1 Guía de ensamble y construcción del prototipo

Tomar 1 perfil de marco, y 1 perfil de hoja corrediza. (Ver figura 45.)



Se recorta 4 perfiles de marco fijo a 100cm, se realizan cortes de 45° por cada esquina, unir cada esquina con los ángulos y anclas, ajustar cada esquina. (Ver figura 46.)



Figura 46. Unión de perfiles

Elaborado por: E. Jaya y C. Ríos

Cortar las hojas corredizas, 6 perfiles de 95cm con cortes de 45° cada esquina, se recorta 6 perfiles 35cm con cortes de 45° (Ver figura 47.), unir cada esquina con los ángulos y anclas, ajustar cada esquina (Ver figura 48.)



Figura 47. Corte de perfiles móviles o de paneles móviles

Elaborado por: E. Jaya y C. Ríos



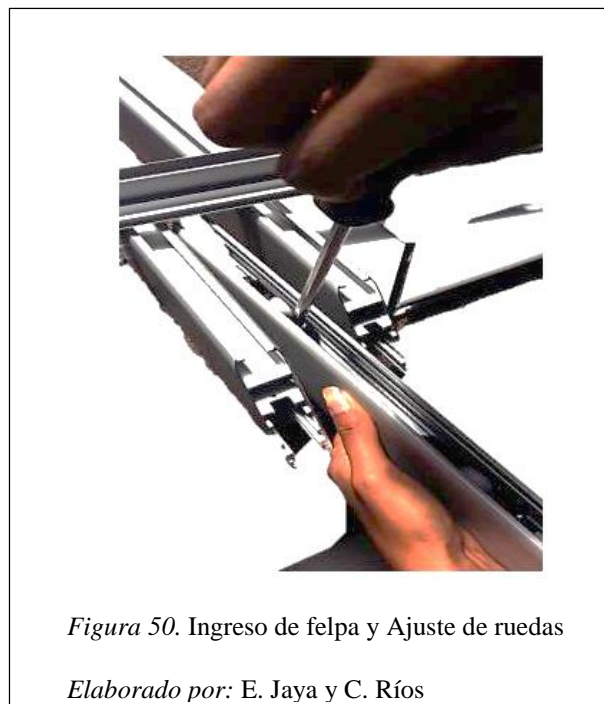
Figura 48. Unión de perfiles con anclajes de ajuste en las esquinas

Elaborado por: E. Jaya y C. Ríos

A la hoja fija se le coloca material de felpa y el acrílico que se recorta a 30cm x 90cm, se ingresa el caucho que será para no permitir el ingreso de líquido junto al acrílico. (Ver figura 49.)



Tomar los paneles móviles por el lado más corto e ingresar la felpa, colocar un par de ruedas, y ajustar con tornillos. (Ver Figura 50.)



Se coloca el acrílico en las hojas corredizas, y se procede a colocar el enganche a presión. (Ver figura 51.)



Figura 51. Colocación de acrílico

Elaborado por: E. Jaya y C. Ríos

Se colocan las hojas dentro del marco, diferenciando hoja fija y móvil. (Ver figura 52.)



Figura 52. Colocación de hojas móviles y fija en el marco.

Elaborado por: E. Jaya y C. Ríos

Se colocará en la parte superior e inferior de la estructura del techo, las guías y ejes para dar movimiento a los paneles a través de las banda (Ver figura 53.).



Colocar el piñón en el centro del eje, guiar el motor y el piñón del mismo al eje. (Ver figura 54.)



Figura 54. Colocación de piñón en el eje y motor en la estructura del sistema

Elaborado por: E. Jaya y C. Ríos

3.2 Generalidades de costo

Se realiza un análisis económico, donde se pretende dar una descripción general de los gastos, para obtener el valor de la inversión realizada en el diseño y construcción del sistema.

3.2.1 Costos directos.

En el análisis de costos directos se tomará en cuenta los gastos que se detallan continuación:

- Costos para materiales mecánicos.
- Costos de materiales eléctricos/electrónicos.
- Costos por maquinaria y equipos utilizados.
- Costos de mano de obra.
- Costos de movilización.
- El valor subtotal del costo directo.
- Costos de Diseño de Ingeniería y supervisión.

Tomar en cuenta todos estos datos para encontrar el costo total del techo corredizo automatizado.

3.2.1.1 Costo para materia prima y accesorios mecánicos.

Tabla 14. Costo para materia prima y accesorios mecánicos

MATERIAL	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	P. UNIT.	COSTO (usd.)
Perfiles	Perfiles marco fijo de doble guías	6 metros	8	43.59	348.72
Perfiles	Perfiles Fijos	6 metros	12	34.20	410.40
Perfiles	Perfiles de marco fijo de una guía	6 metros	8	29.50	236.00
Perfiles	Perfiles de caída de agua	6 metros	1	10.00	10.00
Nylon	Ruedas de Nylon 3/4pulg	unidad	48	2.00	96.00
Ángulo	Ángulo de aluminio ½ pulg. X 3 mm.	6 metros	1	10.00	10.00
Tubo	Tubo plástico PVC de 2 pulg.	6 metros	1	5.20	5.20
Codo	Codos plásticos PVC de 90° de 2 pulg.	unidad	2	1.37	1.37
Tubo	Tubo cuadrado de 100 mm. X 2 mm.	6 metros	8	37.32	289.56
Acrílico	Láminas de acrílico en 6mm.	unidad	18	79.56	1432.00
Placas	Placas de hierro en 160 mm X 160 mm X 6 mm	unidad	8	5.00	40.00
Silicona	Tubo de silicona	unidad	2	15.00	30.00
Suelda	Electrodo 6011-1/8pulg	kilogramo	2	7.00	14.00
Pernos	Pernos de anclaje 2 1/2 pulg	unidad	32	0.25	8.00
Pernos	Pernos autoroscantes	unidad	240	0.25	60.00
Bandas	Bandas de caucho	6 metros	12	60.00	720.00
Piñones	Piñones dentadas	unidad	24	20.00	480.00
TOTAL DEL COSTO PARA MATERIA PRIMA Y ACCESORIOS MECÁNICOS:					4191.25

El total del costo para materia prima y accesorios mecánico del sistema es de **4191.25**

USD.

3.2.1.2 Costo para materiales eléctricos y electrónicos.

Tabla 15. Costo de materiales eléctricos y electrónicos

CANTIDAD	DESCRIPCION	P. UNIT.	COSTO (usd).
1	Motor tubular de 50 mm	160.00	160.00
5	Mts de cable eléctrico de #10	5.00	25.00
1	Arduino Uno	25.00	25.00
8	Mts de cable para sensores	4.00	32.00
1	Sonda térmica	10.00	10.00
1	Sensor de Ultrasonido	14.00	14.00
1	Módulo Bluetooth	12.00	12.00
TOTAL DEL COSTO ELECTRICO:			278.00

El total del costo para materiales eléctricos y electrónicos del sistema es de **278.00 USD.**

El costo total para el sistema del techo automatizado para el prefabricado es:

Tabla 16. Total de costo de materiales y accesorios mecánicos, eléctricos y electrónicos

MATERIAL	VALOR (usd.)
Mecánicos	4191.25
Eléctricos	278.00
TOTAL DEL COSTO DE MATERIALES Y ACCESORIOS	4469.25

El total del costo de materiales y accesorios para el sistema es de **4469.25 USD.**

3.2.1.3 Costos de maquinaria y equipos.

Tabla 17. Costo de máquinas y equipos

MAQUINAS / HERRAMIENTAS	COSTO/HORA	HORAS EQUIPO	COSTO (usd)
Cortadora de banco	8.00	16	128.00
Soldadora eléctrica	15.00	3	45.00
Compresor	10.00	1	10.00
Taladro	3.00	2	6.00
Atornilladora	3.00	2	6.00
Herramienta manual	3% de la mano de obra		26.40
TOTAL DEL COSTO MAQUINAS Y EQUIPOS			221.40

El total del costo máquinas y equipos para el sistema es de **221.40 USD**.

3.2.1.4 Costos mano de obra.

Tabla 18. Costo de mano de obra

TRABAJADORES	SALARIO/HORA	HORAS TRABAJADAS	COSTO (usd.)
Ingeniero Mecánico	8	60.00	480.00
Ayudante	5	40.00	200.00
Ingeniero Eléctrico	5	40.00	200.00
TOTAL DEL COSTO MANO DE OBRA			880.00

El total del costo mano de obra para el sistema es de **880.00 USD**.

3.2.1.5 Costos de movilización.

Tabla 19. Costo de movilización

TRANSPORTE	COSTO/FLETE	CANTIDAD	COSTO (usd.)
Material al taller	15.00	2	30.00
Material a la obra	20.00	2	40.00
Insumos	50.00	1	50.00
TOTAL DEL COSTO DE MOVILIZACIÓN			120.00

El total del costo de movilización para el sistema es de **120.00 USD**.

3.2.1.6 El valor subtotal del costo directo.

Tabla 20. Valor subtotal del costo directo

COSTOS POR	VALOR (usd.)
Materiales y accesorios	4469.25
Maquinas / herramientas	221.40
Mano de obra	880.00
Transporte	120.00
VALOR SUBTOTAL DEL COSTO DIRECTO	5690.65

El valor subtotal del costo directo para el sistema es de **5628.65 USD.**

3.2.1.7 Costos de diseño de ingeniería y supervisión.

Tabla 21. Costo de diseño de ingeniería y supervisión

DETALLE	CANTIDAD (%COSTO DIRECTO)	VALOR (usd.)
Ingeniería (Diseño y Supervisión)	10%	562.87
Imprevistos	5%	281.43
Utilidad	-	-
TOTAL DE COSTO DEL DISEÑO DE INGENIERÍA Y SUPERVISIÓN		844.30

El total de costo del diseño de ingeniería y supervisión para el sistema es de **844.30 USD.**

3.3 Costo total del sistema de techo corredizo automatizado.

Tabla 22. *Costo total del sistema de techo corredizo automatizado*

COSTOS POR	VALOR (usd.)
Subtotal del costo directo	5628.65
Diseño y Supervisión	844.30
VALOR TOTAL DEL SISTEMA DEL TECHO CORREDIZO AUTOMATIZADO	6472.95

El valor total del sistema del techo corredizo automatizado es de **6472.95 USD.**

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- El presente prototipo fue dirigido a una nueva alternativa de techos para piscinas con una automatización según el clima y temperatura para el sector del Valle de los Chillos.
- Se diseña una estructura con altura de 5 m, área de (6 x3) m, donde se calculan las cargas y fuerzas que afectan el sistema.
- Con los análisis de momentos, se determina que el perfil de aluminio C3x4.1 y el acrílico son los que se necesita para la estructura.
- En este sistema se selecciona un motor eléctrico como actuador, los sensores para su apertura son de temperatura, y distancia.
- Se toma en cuenta el control por ARDUINOS para seleccionar su funcionamiento según los sensores elegidos anteriormente.
- Se determinó que la capacidad de apertura del techo oscila de un 65% a 80% dependiendo de la cantidad de hojas móviles en el sistema.
- Se presenta como una innovación la construcción de un techo automatizado, y que es controlado desde un celular con sistema Android.
- El costo de construcción resulta rentable, ya que en el exterior los materiales y mano de obra excede un 30% del valor del techo realizado en Ecuador.

- El material de construcción que hay en el Ecuador hace que sea un sistema rentable por los costos de nuestro país, ya que reduce un 30% a comparación del costo del exterior para la comercialización y construcción del techo corredizo.

4.2 Recomendaciones

- Se recomienda una capacitación e información del manejo y funcionamiento de la programación del sistema para evitar accidentes e interrupciones en el futuro.
- El Arduino la placa electrónica, se encuentra en el mercado y su software es gratis, por lo cual se debería usar para automatizar sistemas mecánicos por facilidad de uso.

Referencias

- Academia Testo. (2010). *Academiatesto.com.ar*. Recuperado el 23 de Junio de 2016, de <http://www.academiatesto.com.ar/cms/sondas-termicas>
- ACRILFALSA. (03 de junio de 2015). *Acrilfalsa*. Obtenido de <http://www.policarbonatoyacrilico.com.mx/Laminas/>
- Acrilux S.A. (2013). *Acrilux.com.ec*. Recuperado el 28 de Abril de 2016, de <http://acrilux.com.ec/files/PROPIEDADES.pdf>
- Acrilux S.A. (08 de febrero de 2013). *Acrilux.com.ec*. Obtenido de <http://www.acrilux.com.ec/tamanos.html>
- ACRISTALIA. (eneo de 2007). *ACRISTALIA*. Obtenido de <http://www.acristalia.com/techo-de-cristal-sliding/garantia-y-normativas/>
- ACRISTALIA. (18 de FEBRERO de 2015). *ACRISTALIA*. Obtenido de <http://www.acristalia.com/techo-de-cristal-sliding/>
- Acristalia. (2015). *acristalia.com*. Obtenido de http://www.acristalia.com/wp-content/uploads/27_Catalogo2015IINEWLow.pdf
- Allauca, D., & Merizalde, J. (Mayo de 2015). Diseño de la estructura de una vivienda familiar tipo, utilizando el sistema de construcción compuesta acero-hormigon. *Metodo ASD (Allowable Stress Design)*. Quito, Ecuador.
- ALSE. (2016). *Alseargentina.com.ar*. Recuperado el 20 de Junio de 2016, de <http://www.alseargentina.com.ar>

Aluminios Fisa. (2016). *Fisa.com.ec*. Recuperado el 6 de Junio de 2016, de <http://www.fisa.com.ec>

Alvarez, I. (2013). *Es.slideshare.net*. Recuperado el 9 de Marzo de 2016, de <http://es.slideshare.net/ignacioalanmorenoalvarez/actuadores-17879439>

Ardumania. (2016). *Ardumania.es*. Recuperado el 2016 de Junio de 2016, de <http://www.ardumania.es/midiendo-distancias-con-un-sensor-de-ultrasonidos/>

Arquigrafiko. (2015). *Arquigrafiko*. Recuperado el 28 de Junio de 2016, de <http://www.arkigrafico.com/techos-corredizos-deslizantes-para-terrazas/#>

Biking Point Blog. (08 de Marzo de 2014). *Biking Point Blog*. Obtenido de <https://www.bikingpoint.es/blog/aluminio-vs-carbono/>

Carlozama, D., & Chicaiza, E. (Marzo de 2010). DISEÑO Y CALCULO DE LA ESTRUCTURA METALICA DE LA PLANTA ALTA DE LA SEDE SOCIAL DE LA COOPERATIVA CENTENARIO DE QUITO. Quito, Ecuador.

Cilindros Actuadores | Cilindros Neumáticos - AIRVAC. (2016). *Cilindrosneumaticos.com.mx*. Recuperado el 2016 de Marzo de 10, de <http://www.cilindrosneumaticos.com.mx/about/>

Cotopaxi Noticias. (15 de Agosto de 2015). *Cotopaxinoticias.com*. Recuperado el 22 de Marzo de 2016, de <http://www.cotopaxinoticias.com/seccion.aspx?sid=30&nid=20877>

Cristalerías Crevillente. (29 de Noviembre de 2015). *Cristalerías Crevillente*. Obtenido de <http://cristaleriacrevillente.com/vidrio-templado-securit>

Cristalerías Crevillente. (2016). *Cristalerías Crevillente*. Recuperado el 28 de Junio de 2016, de <http://cristaleriacrevillente.com/vidrio-templado-securit>

CYACSA. (2016). *Cyacsa.com*. Recuperado el 20 de Junio de 2016, de <http://www.cyacsa.com/motores/tubulares-2/>

DIYMakers. (2014). *DIYMakers*. Recuperado el 22 de Junio de 2016, de <http://diymakers.es/arduino-bluetooth/>

Egox S.R.L. (2016). *EGOX S.R.L. / Acrilicos - Señalización*. Recuperado el 28 de Abril de 2016, de [http://www.acrilicosegox.com.ar/detalle.php?a=tabla-de-pesos-y-medidas-\(paolini\)&t=7&d=18](http://www.acrilicosegox.com.ar/detalle.php?a=tabla-de-pesos-y-medidas-(paolini)&t=7&d=18)

El Comercio. (23 de Noviembre de 2015). *El Comercio*. Recuperado el 23 de Marzo de 2016, de <http://www.elcomercio.com/actualidad/volcan-tungurahua-ceniza-ceniza-erupcion.html>

El Universo. (4 de Noviembre de 2002). *Eluniverso.com*. Recuperado el 22 de Marzo de 2016, de <http://www.eluniverso.com/2002/11/04/0001/12/53FA71BBBA4547F9957E15B4773D3999.html>

Evans, B. W. (2007). *Arduino Notebook*. California: First Edition August 2007.

- FAAC simply automatic. (2016). *Faac.es*. Recuperado el 6 de Junio de 2016, de <http://www.faac.es>
- Fairis C.A. (14 de Diciembre de 1999). *Fairis.com*. Obtenido de <http://www.fairis.com/failam.html>
- Google Play. (2016). *Google Play*. Recuperado el 23 de Junio de 2016, de https://play.google.com/store/apps/details?id=com.techbitar.android.Andruino&hl=es_419
- Hernández, M. (2016). *Biomedica.webcindario.com*. Recuperado el 9 de Marzo de 2016, de <http://biomedica.webcindario.com/PracticaNivelacion.htm>
- Hufnagel, W. (1992). Manual del Aluminio. En W. Hufnagel, *Manual del Aluminio (2ª edición edición)*. Barcelona: Editorial Reverté, S.A.
- Institución Americana construcción del Acero INC. (2005). *STEEL CONSTRUCTION AISC (13TH ed.)*. ESTADOS UNIDOS.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2014). Capítulo 1. Cargas (No Sísmicas). En *Código de práctica Ecuatoriano* (pág. 10). Quito, Ecuador.
- Instituto Geofísico - EPN. (26 de Febrero de 2016). *Igepn.edu.ec*. Recuperado el 27 de Marzo de 2016, de <http://www.igepn.edu.ec/servicios/noticias/1275-informe-especial-volcan-tungurahua-no-3-2016>
- Instituto Superior de Navegación. (04 de abril de 2015). *Isndf.com.ar*. Obtenido de <http://www.isndf.com.ar/el-viento-y-la-fuerza-de-coriolis/>

Konforkit. (01 de abril de 2005). *Konforkit.com*. Obtenido de <http://www.konforkit.com/caracter.htm>

Meteored. (25 de MAYO de 2010). *Meteored.com.ec*. Obtenido de http://www.meteored.com.ec/tiempo-en_Quito-America+Sur-Ecuador-Pichincha--1-20242.html

Motoriza tus persianas. (2009). *Motorizatuspersianas.com*. Recuperado el 20 de Junio de 2016, de <http://www.motorizatuspersianas.com/1motor.html>

Normas Ecuatorianas de Construcción. (2011). cargas no sismicas Capitulo 1. Quito.

Norton, R. (2004). *Diseño de Maquina*. McGraw Hilla.

Optibelt OMEGA. (2016). *Manual técnico para correas dentadas Optibelt OMEGA*. Recuperado el 6 de Junio de 2016, de <http://www.rodaunion.es/media/imagenes/Catalogos/Transmision/Optibelt/Manual%20tecnico%20Omega.pdf>

Orozco Yanez, D. E. (Febrero de 2011). DISEÑO DE EDIFICACIONES RESISTENTES AL VIENTO. Sangolqui, Pichincha, Ecuador.

Paz, M. (1992). Dinámica Estructural. En M. Paz, *Dinámica Estructural* (pág. 587). Mexico : Reverté S.A.

Pérez Porto, J. (2015). *Definición.de*. Recuperado el 28 de Junio de 2016, de <http://definicion.de/acrilico/>

PROMETEC. (2016). *Prometec.net*. Recuperado el 23 de Junio de 2016, de <http://www.prometec.net/bt-hc06/>

Rodríguez, E. (Febrero de 2015). ANÁLISIS Y DISEÑO COMPARATIVO ENTRE UNA TORRE AUTOSOPORTADA TRIANGULAR DE 40M DE ALTURA CON MONTANTES UV Y UNA CON MONTANTES CIRCULARES. Cuenca, Ecuador.

Ruiz de Agüero Anaya, C. (Mayo de 2009). Cálculo estructural de nuevo metal 3D: Aplicación a una nave industrial con entreplantas, Puente Grúa y Cubierta fotovoltaica. Madrid, España.

Suministros Palazon. (2016). *Suministrospalazon.com*. Recuperado el 27 de Junio de 2016, de <http://www.suministrospalazon.com/productos/correas-dentadas/>

Tapia, C., & Manzano, H. (Octubre de 2013). Evaluación de la plataforma arduino e implementación de un sistema de control de posición horizontal. *Arduino*. Guayaquil, Ecuador.

UCLM. (11 de Julio de 2012). *Rugosidad de materiales*. Obtenido de <http://www.uclm.es/>

Ultra Plas. (03 de 03 de 2016). *Acrilico-y-policarbonato.com*. Obtenido de <http://www.acrilico-y-policarbonato.com/acrilico.html>

Ultra Plas. (2016). *Acrilico-y-policarbonato.com*. Recuperado el 28 de Abril de 2016, de <http://www.acrilico-y-policarbonato.com/acrilico-propiedades.html>

Vidrieria Vialum. (2016). *Vvialum.com*. Recuperado el 21 de Junio de 2016, de <http://vvialum.com/ecuador/seccion/2258/46727/7/vidrieria-vialum>

Wikipedia. (29 de Noviembre de 2015). *Es.wikipedia.org*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Vidrio_templado

Wikipedia. (31 de Mayo de 2016). *Es.wikipedia.org*. Recuperado el 3 de Junio de 2016, de https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_control

Wikipedia. (2016). *Es.wikipedia.org*. Recuperado el 2016 de Marzo de 10, de <https://es.wikipedia.org/wiki/Actuador>

ANEXOS

ANEXO 2. LENGUAJE REFERENCIAL DE ARDUINO.

- **STRUCTURE**

El Arduino se compone de un lenguaje básico y simple, el cual está formado de dos partes: variables, funciones, estas contienen reglas e instrucciones con las que se tendrá control del sistema (Evans, 2007)

- **FUNCTIONS**

La función es un código que tiene un nombre, conjuntos de reglas que están bloqueadas y se ejecuta a través del sistema operativo. En el sistema los usuarios ingresan los códigos los cuales pueden ser individuales para reducir su tamaño. (Evans, 2007)

- **VARIABLES**

Es la variante con un nombre definido para poder guardar posteriormente en el programa, que se realizará a través de un software. Esta variación son números que cambian continuamente, estas son opcionales y deben ser asignadas para el sistema. (Evans, 2007)

Structure

setup()
loop()

Control Structures

if
if...else
for
switch case
while
do... while
break
continue
return
goto

Further Syntax

: (semicolon)
{} (curly braces)
// (single line comment)
/* */ (multi-line comment)
#define
#include

Arithmetic

Operators

= (assignment operator)
+ (addition)
- (subtraction)
* (multiplication)
/ (division)
% (modulo)

Comparison

Operators

== (equal to)
!= (not equal to)
< (less than)
> (greater than)
<= (less than or equal to)

Variables

Constants

HIGH | LOW
INPUT | OUTPUT | INPUT_PULLUP

UP

true | false
integer constants
floating point constants

Data Types

void
boolean
char
unsigned char
byte
int
unsigned int
word
long
unsigned long
float
double
string - char array
String - object
array

Conversion

char()
byte()
int()
word()
long()
float()

Variable Scope & Qualifiers

variable scope
static
volatile
const

Utilities

sizeof()

Functions

Digital I/O

pinMode()
digitalWrite()
digitalRead()

Analog I/O

analogReference()
analogRead()
analogWrite() - *PWM*

Advanced I/O

tone()
noTone()
shiftOut()
shiftIn()
pulseIn()

Time

millis()
micros()
delay()
delayMicroseconds()

Math

min()
max()
abs()
constrain()
map()
pow()
sqrt()

Trigonometry

sin()
cos()
tan()

Random Numbers

randomSeed()
random()

Boolean Operators

&& (and)

|| (or)

! (not)

Pointer Access Operators

* dereference

operator

& reference operator

Bitwise Operators

& (bitwise and)

| (bitwise or)

^ (bitwise xor)

~ (bitwise not)

<< (bitshift left)

>> (bitshift right)

Compound Operators

++ (increment)

-- (decrement)

+= (compound addition)

-= (compound subtraction)

*= (compound multiplication)

/= (compound division)

&= (compound bitwise and)

|= (compound bitwise or)

Bits and Bytes

lowByte()

highByte()

bitRead()

bitWrite()

bitSet()

bitClear()

bit()

External Interrupts

attachInterrupt()

detachInterrupt()

Interrupts

interrupts()

noInterrupts()

Communication

Serial

Stream

Leonardo Specific

Keyboard

Mouse

ANEXO 3. PROGRAMACIÓN DE ARDUINO

```
1. //29-JUNIO-2016
2. //EDGAR JAYA Y CAROLINA
   RIOS
3. //PROGRAMA DISEÑADO
   PARA EL ARDUINO UNO
4. //COMPUERTA PLEGABLE.

5. /*-----BLUETOOTH
6. ARDUINO BLUETOOTH
7. Pin 0 (RX) TXD
8. Pin 1 (Tx) RXD
9. 5V VCC
10. GND GND
11. */
12. #define
   CARACTER_INICIO_CMD '*'
13. #define
   CARACTER_FINAL_CMD '#'
14. #define
   CARACTER_DIV_CMD '|'
15. #define
   ESCRITURA_DIGITAL_CMD
   10
16. #define
   ESCRITURA_ANALOGA_CM
   D 11
17. #define TEXTO_CMD 12
18. #define
   LECTURA_ARDUDROID_CM
   D 13
19. #define MAX_COMMAND 20
20. #define MIN_COMMAND 10
21. #define
   LONGITUD_ENTRADA_STRI
   NG 40
22. #define
   ESCRITURA_ANALOGICA_M
   AX 255
23. #define PIN_ALTO 3
24. #define PIN_BAJO 2

25. String inText;
26. //-----TEMPERATURA
27. #include <OneWire.h> //Se
   importan las librerías
28. #include <DallasTemperature.h>
29. #define Pin 3 //Se declara el pin
   donde se conectará la DATA
30. OneWire ourWire(Pin); //Se
   establece el pin declarado como
   bus para la comunicación
   OneWire
31. DallasTemperature
   sensors(&ourWire); //Se instancia
   la librería DallasTemperature
32. float TemperaturaSensor =0;
33. int Temperatura =30;
34. //-----DISTANCIA
35. #define echoPin 5
36. #define triggerPin 4
37. int delaymili = 500;
38. int maximumRangeCm = 20;
39. int minimumRangeCm = 0;
40. long duration, distanceCm;
41. //-----MOTOR
42. byte a1 = 8;
43. byte a2 = 9;
44. //-----PROGRAMA
45. byte fin_1 = 6;
46. byte fin_2 = 7;

47. void setup() {
48. //-----BLUETOOTH
49. Serial.begin(9600);
50. Serial.flush();
51. //-----TEMPERATURA
52. delay(1000);
53. sensors.begin(); //Se inician los
   sensores
```

```

54. //-----DISTANCIA
55. pinMode(triggerPin, OUTPUT);
56. pinMode(echoPin, INPUT);
57. //-----MOTOR
58. pinMode(a1, OUTPUT);
59. digitalWrite(a1, LOW);
60. pinMode(a2, OUTPUT);
61. digitalWrite(a2, LOW);
62. //-----PROGRAMA
63. pinMode(fin_1, INPUT);
64. pinMode(fin_2, INPUT);
65. }

66. void loop() {

67. if(digitalRead(13)==HIGH)
68. {
69. if(digitalRead(11)==HIGH)
70. {
71. if(digitalRead(fin_1)==HIGH)
72. {
73. digitalWrite(8, HIGH);
74. digitalWrite(9, HIGH);
75. }
76. else
77. {
78. digitalWrite(8, HIGH);
79. digitalWrite(9, LOW);
80. delay(100);
81. }
82. }
83. else
84. {
85. if(digitalRead(fin_2)==HIGH)
86. {
87. digitalWrite(8, HIGH);
88. digitalWrite(9, HIGH);
89. }
90. else
91. {
92. digitalWrite(8, LOW);
93. digitalWrite(9, HIGH);
94. delay(100);
95. }

96. }
97. }
98. else
99. {
100.if(digitalRead(12)==HIGH)
101.{
102.//-----TEMPERATURA
103.STemperatura();

104.if(TemperaturaSensor<=Temperatura)
105.{
106.if(digitalRead(fin_1)==HIGH)
107.{
108.digitalWrite(8, HIGH);
109.digitalWrite(9, HIGH);
110.}
111.else
112.{
113.digitalWrite(8, HIGH);
114.digitalWrite(9, LOW);
115.delay(100);
116.}
117.}
118.else
119.{
120.if(digitalRead(fin_2)==HIGH)
121.{
122.digitalWrite(8, HIGH);
123.digitalWrite(9, HIGH);
124.}
125.else
126.{
127.digitalWrite(8, LOW);
128.digitalWrite(9, HIGH);
129.delay(100);
130.}
131.}
132.}
133.else
134.{
135.//-----DISTANCIA
136.initTrigger();

```

```

137.duration = pulseIn(echoPin,
    HIGH);
138.distanceCm =
    microsecCm(duration);

139.if (distanceCm >=
    maximumRangeCm ||
    distanceCm <=
    minimumRangeCm)
140.{
141.Serial.print(distanceCm);
142.Serial.println("Out of range");
143.digitalWrite(8, HIGH);
144.digitalWrite(9, HIGH);
145.}
146.else
147.{
148.if(distanceCm >= 1 &&
    distanceCm <= 7)
149.{
150.Serial.print(distanceCm);
151.Serial.println(" Cm.");
152.if(digitalRead(fin_1)==HIGH)
153.{
154.digitalWrite(8, HIGH);
155.digitalWrite(9, HIGH);
156.}
157.else
158.{
159.digitalWrite(8, HIGH);
160.digitalWrite(9, LOW);
161.delay(100);
162.}
163.}
164.else
165.{
166.if(distanceCm >= 8 &&
    distanceCm <= 15)
167.{
168.Serial.print(distanceCm);
169.Serial.println(" Cm.");
170.if(digitalRead(fin_2)==HIGH)
171.{
172.digitalWrite(8, HIGH);
173.digitalWrite(9, HIGH);
174.}
175.else
176.{
177.digitalWrite(8, LOW);
178.digitalWrite(9, HIGH);
179.delay(100);
180.}
181.}
182.else
183.{
184.Serial.print(distanceCm);
185.Serial.println(" Cm.");
186.digitalWrite(8, HIGH);
187.digitalWrite(9, HIGH);
188.}
189.}
190.}
191.}
192.}

193.//-----BLUETOOTH
194.Serial.flush();
195.int ard_command = 0;
196.int pin_num = 0;
197.int pin_value = 0;

198.char get_char = ' '; //lee serial

199.// esperar a que los datos entren
200.if (Serial.available() < 1) return;
    // si no hay datos en el serial
    retornar al Loop().

201.// analizar entrada de indicador
    de inicio de comando
202.get_char = Serial.read();
203.if (get_char !=
    CHARACTER_INICIO_CMD)
    return; // si no hay indicación de
    inicio del sistema, volver loop ().
204.// parse incoming command type

```

```

205.ard_command          =
    Serial.parseInt(); // read the
        command

206.// analizar el tipo de comando
    entrante
207.pin_num = Serial.parseInt(); //
    leer el pin
208.pin_value = Serial.parseInt(); //
    leer el valor

209.// 2) OBTENER DATOS DE
    digitalWrite ARDUDROID
210.if      (ard_command  ==
    ESCRITURA_DIGITAL_CMD)
    {
211.if (pin_value == PIN_BAJO)
    pin_value = LOW;
212.else if (pin_value ==
    PIN_ALTO) pin_value = HIGH;
213.else return; // error en el valor de
    PIN. regresar.
214.set_digitalwrite(    pin_num,
    pin_value); // Eliminar el
    comentario de esta función para
    utilizarla
215.return; // regrese al inicio de
    loop()
216.}

217.// 3) GET analogWrite DATA
    FROM ARDUDROID
218.if      (ard_command  ==
    ESCRITURA_ANALOGA_CM
    D) {
219.analogWrite(        pin_num,
    pin_value );
220.// add your code here
221.return; // Done. return to loop();
222.}
223.}

224.// 2a) seleccionar el pin #
    solicitado para la acción
    digitalWrite
225.void          set_digitalwrite(int
    pin_num, int pin_value)
226.{
227.switch (pin_num) {
228.case 13:
229.pinMode(13, OUTPUT);
230.digitalWrite(13, pin_value);
231.if(digitalRead(13)==HIGH)
232.{
233.Serial.println(" M:");
234.delay(100);
235.}
236.else
237.{
238.Serial.println(" A: ");
239.delay(100);
240.}
241.break;
242.case 12:
243.pinMode(12, OUTPUT);
244.digitalWrite(12, pin_value);
245.if(digitalRead(12)==HIGH)
246.{
247.Serial.println(" Temp: ");
248.delay(100);
249.}
250.else
251.{
252.Serial.println(" Dist: ");
253.delay(100);
254.}
255.break;
256.case 11:
257.pinMode(11, OUTPUT);
258.digitalWrite(11, pin_value);
259.if(digitalRead(11)==HIGH)
260.{
261.Serial.println(" Horario: ");
262.delay(100);
263.}
264.else

```



```
265.{
266.Serial.println(" Antihorario: ");
267.delay(100);
268.}
269.break;
270.}
271.}

272.void STemperatura(){
273.sensors.requestTemperatures();
    //Prepara el sensor para la lectura
274.TemperaturaSensor=sensors.get
    TempCByIndex(0);
275.Serial.println(sensors.getTempC
    ByIndex(0)); //Se lee e imprime
    la temperatura en grados Celsius
276.// Serial.println("°C:");
277.//
    Serial.print(sensors.getTempFByI
    ndex(0)); //Se lee e imprime la
    temperatura en grados Fahrenheit
278.// Serial.println(" grados
    Fahrenheit");
```

```
279.delay(100); //Se provoca un
    lapso de 1 segundo antes de la
    próxima lectura
280.return;
281.}

282.long          microsecCm(long
    microsecond) {
283.return microsecond / 58;
284.}

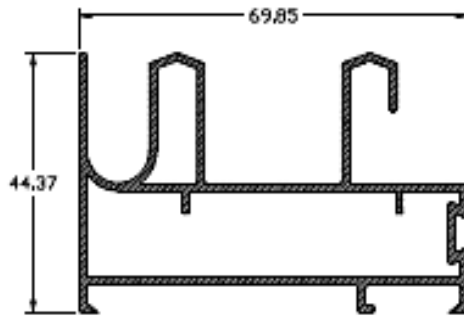
285.void initTrigger() {
286.digitalWrite(triggerPin, LOW);
287.delayMicroseconds(2);
288.digitalWrite(triggerPin, HIGH);
289.delayMicroseconds(10);
290.digitalWrite(triggerPin, LOW);
291.}
```

Elaborado por: Edgar Jaya &
Carolina Ríos

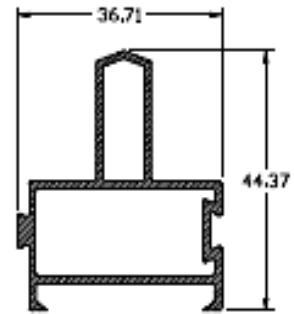
ANEXO 4. PERFILERÍA DE FISA.

VENTANA CORREDIZA

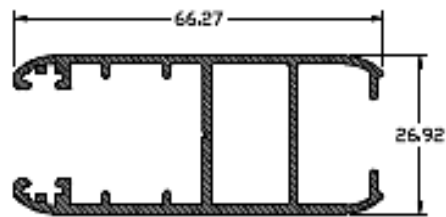
V.C. 0205



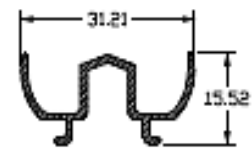
FISA-3445
RIEL INFERIOR/SUPERIOR



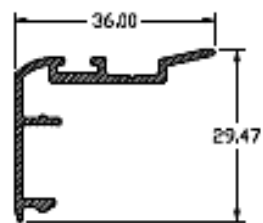
FISA-3444
ADAPTADOR DE RIEL



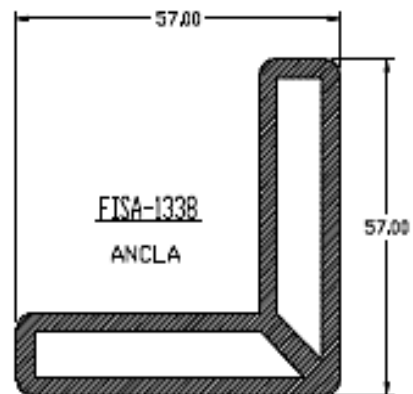
FISA-3446
HOJA VERTICAL/HORIZONTAL



FISA-3485
ADAPTADOR DE HOJA



FISA-3447
ENTRECIERRE

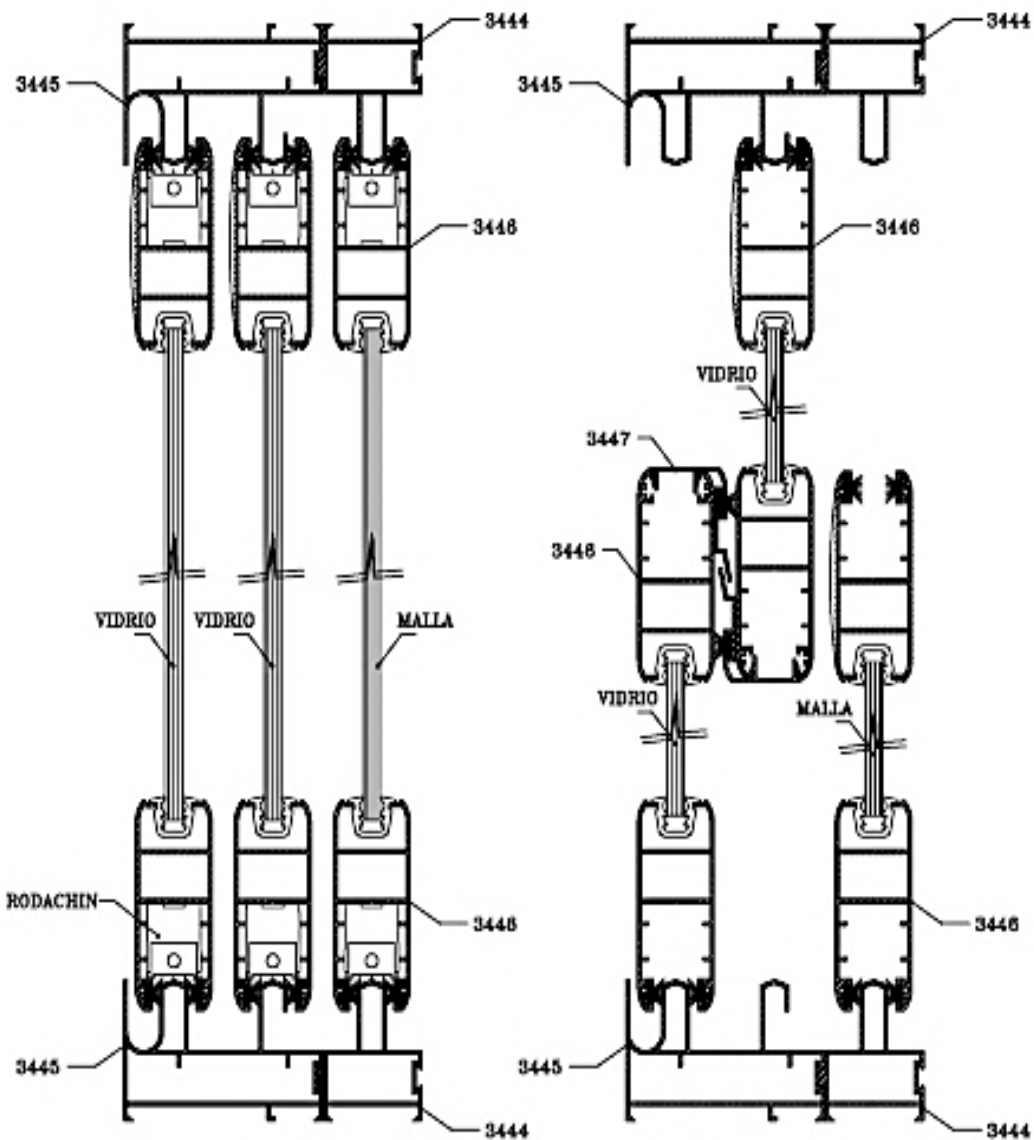


FISA-1338
ANCLA

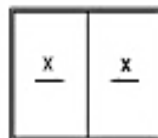
VENTANA CORREDIZA V.C. 0205

CORTE VERTICAL

CORTE HORIZONTAL



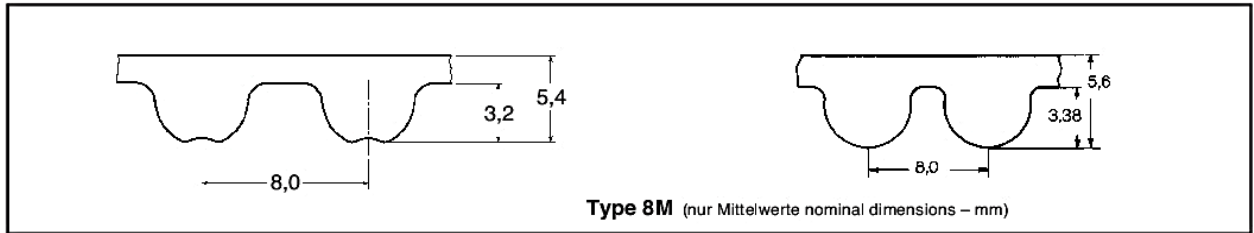
UBICACION LOGICA	PERFIL REF.
RIEL SUPERIOR	3445
RIEL INFERIOR	3445
JAMBA MARCO	3445
HOJA HORIZONTAL	3446
HOJA VERTICAL	3446
ENTRECIERRE	3447



ESCALA:
1:0.5

#8

ANEXO 5. BANDAS DENTADAS

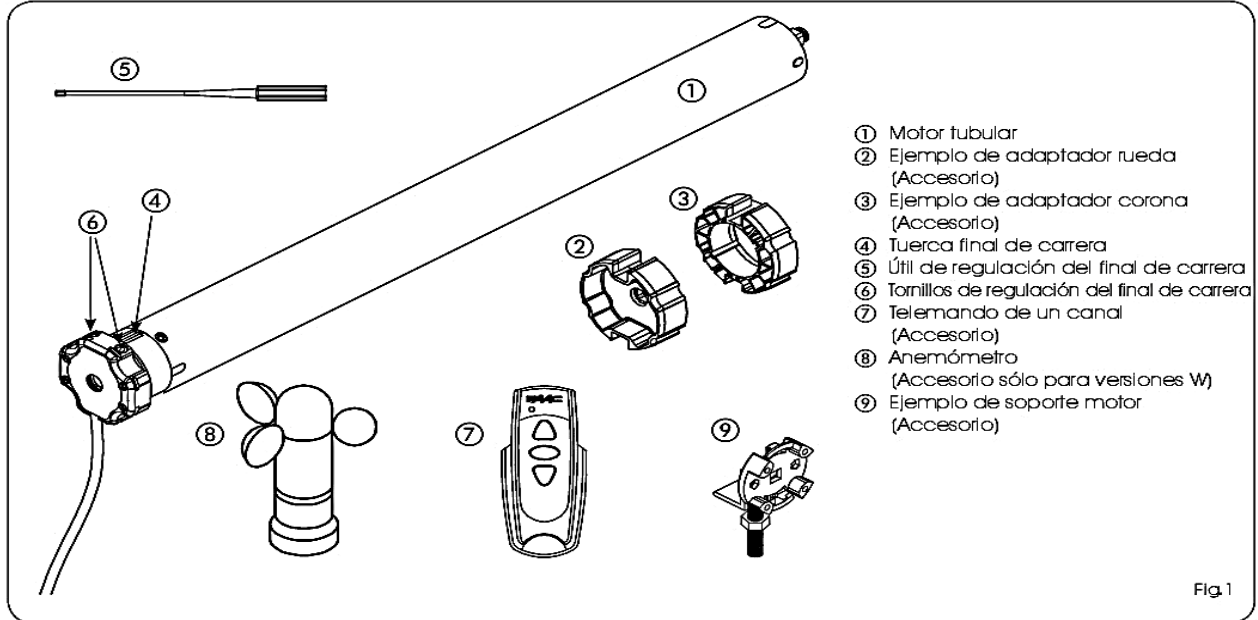


Type 8M – Teilung pitch 8 mm					
Artikel- Bezeichnung Designation	Wirklänge Pitch length (mm)	Anzahl der Zähne Number of teeth	Artikel- Bezeichnung Designation	Wirklänge Pitch length (mm)	Anzahl der Zähne Number of teeth
320 - 8M (HTD)	320,00	40	1344 - 8M	1344,00	168
376 - 8M (HTD)	376,00	47	1360 - 8M	1360,00	170
424 - 8M	424,00	53	1400 - 8M	1400,00	175
480 - 8M	480,00	60	1424 - 8M	1424,00	178
512 - 8M	512,00	64	1432 - 8M (HTD)	1432,00	179
520 - 8M	520,00	65	1440 - 8M	1440,00	180
560 - 8M	560,00	70	1520 - 8M	1520,00	190
576 - 8M	576,00	72	1552 - 8M	1552,00	194
600 - 8M	600,00	75	1600 - 8M	1600,00	200
608 - 8M	608,00	76	1680 - 8M	1680,00	210
624 - 8M (HTD)	624,00	78	1696 - 8M	1696,00	212
632 - 8M	632,00	79	1728 - 8M	1728,00	216
640 - 8M	640,00	80	1760 - 8M	1760,00	220
656 - 8M	656,00	82	1800 - 8M	1800,00	225
680 - 8M	680,00	85	1904 - 8M	1904,00	238
712 - 8M	712,00	89	1936 - 8M	1936,00	242
720 - 8M	720,00	90	2000 - 8M	2000,00	250
760 - 8M	760,00	95	2080 - 8M	2080,00	260
776 - 8M	776,00	97	2104 - 8M	2104,00	263
784 - 8M	784,00	98	2240 - 8M	2240,00	280
800 - 8M	800,00	100	2248 - 8M	2248,00	281
824 - 8M	824,00	103	2272 - 8M	2272,00	284
840 - 8M	840,00	105	2400 - 8M	2400,00	300
848 - 8M	848,00	106	2504 - 8M	2504,00	313
856 - 8M	856,00	107	2600 - 8M	2600,00	325
880 - 8M	880,00	110	2800 - 8M	2800,00	350
896 - 8M	896,00	112	3048 - 8M*	3048,00	381
912 - 8M	912,00	114	3280 - 8M*	3280,00	410
920 - 8M	920,00	115	3600 - 8M*	3600,00	450
960 - 8M	960,00	120	4400 - 8M*	4400,00	550
976 - 8M	976,00	122			
1000 - 8M	1000,00	125			
1040 - 8M	1040,00	130			
1056 - 8M	1056,00	132			
1064 - 8M	1064,00	133			
1080 - 8M	1080,00	135			
1096 - 8M	1096,00	137			
1120 - 8M	1120,00	140			
1128 - 8M	1128,00	141			
1160 - 8M	1160,00	145			
1184 - 8M	1184,00	148			
1200 - 8M	1200,00	150			
1216 - 8M	1216,00	152			
1224 - 8M	1224,00	153			
1248 - 8M	1248,00	156			
1256 - 8M	1256,00	157			
1264 - 8M (HTD)*	1264,00	158			
1280 - 8M	1280,00	160			
1304 - 8M	1304,00	163			
1328 - 8M	1328,00	166			

ANEXO 6. MONTAJE Y CONEXIÓN DEL MOTOR TUBULAR.

MOTORES TUBULARES T-MODE 45 R R/W

1 DESCRIPCIÓN

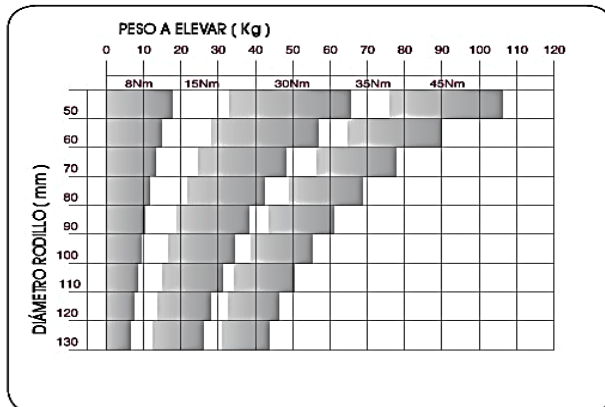


2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

MODELO T-MODE 45 R	PAR (Nm)	FRECUENCIA DE UTILIZACIÓN	TIEMPO MÁX. UTILIZACIÓN (min.)	VELOCIDAD (R.p.m.)	TENSIÓN (V)	FRECUENCIA (Hz)	POENCIA (W)	CORRIENTE (A)	ROTACIÓN MÁX. EJE MOTOR	DIÁMETRO MOTOR (mm)	LONGITUD CON ADAPTADOR (mm)	ÍNDICE DE PROTECCIÓN
15 R	8	20%	4	17	230	50	135	0.6	16	45	570	IP 44
28 R/W	15	20%	4	17	230	50	200	0.8	16	45	670	IP 44
56 R/W	30	20%	4	17	230	50	285	1.3	16	45	670	IP 44
65 R/W	35	20%	4	12	230	50	275	1.2	16	45	670	IP 44

3 GUÍA PARA LA ELECCIÓN DEL MOTOR

3.1 Para persianas enrollables



3.2 Para toldos de sol

	SALIENTE BRAZOS (m)				
NÚMERO DE BRAZOS	1.5	2	2.5	3	4
2	15 Nm	30 Nm	30 Nm	30 Nm	35 Nm
3	30 Nm	30 Nm	30 Nm	30 Nm	35 Nm
4	30 Nm	35 Nm	35 Nm	35 Nm	45 Nm
5	35 Nm	35 Nm	35 Nm	45 Nm	
6	35 Nm	35 Nm	45 Nm		
7	45 Nm	45 Nm			

4 INSTALACIÓN

ANTES DE PROCEDER A LA INSTALACIÓN HAY QUE ELEGIR:

- 1) EL ADAPTADOR RUEDA Y CORONA (Fig.1 ref. ② - ③) MÁS ADECUADOS PARA EL TIPO DE RODILLO.
- 2) EL SOPORTE MOTOR MÁS ADECUADO PARA LA APLICACIÓN

4.1 ENSAMBLAJE DEL MOTOR TUBULAR

1) Introduzca el adaptador corona (Fig.2 ref.①) en el motor tubular, hasta que el mismo esté completamente introducido en la guía (Fig.2 ref.②) presente en la tuerca de final de carrera.
2) Introduzca el adaptador de rueda (Fig.2 ref. ③) en el eje del motor y bloquéelo con el anillo seeger suministrado en dotación. (Fig.2 ref. ④)

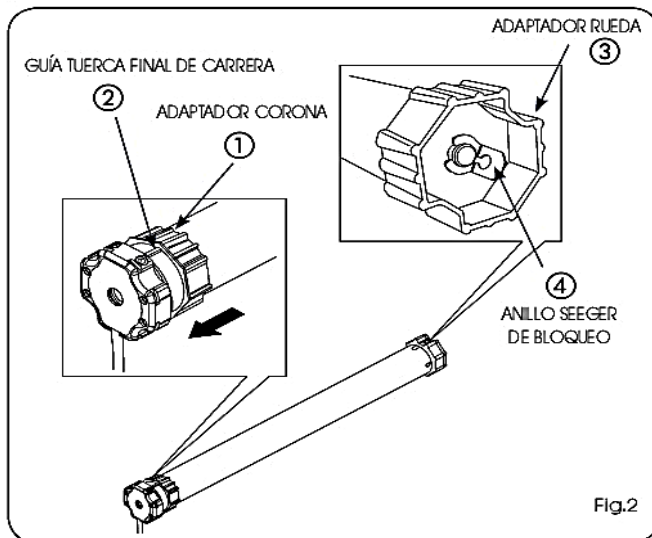


Fig.2

4.2 INSTALACIÓN DEL MOTOR TUBULAR

MODELO T-MODE 45 R	MEDIDA A (mm)
15 R	540
28 R/W	640
56 R/W	640
65 R/W	640
90 R/W	640

- 1) Realice un taladrado con una broca $\varnothing 3$ mm en el rodillo (Fig.3 ref.②) a la distancia A (Fig.3 ref.①), tomando como referencia la tabla 1.
- 2) Introduzca el motor tubular ensamblado en el interior del rodillo por la parte opuesta a la tapa, hasta que el adaptador corona esté completamente introducido en el rodillo (Fig.4 ref.①).
- 3) Fije el adaptador de rueda al rodillo por medio de un tornillo autorroscante 4x10 introducido en el taladrado anteriormente realizado, como se muestra en la figura 4 ref. ②.
- 4) Monte el soporte motor anteriormente elegido por el lado opuesto al de la predisposición eléctrica.
- 5) Introduzca el rodillo motorizado ejerciendo una ligera presión en el soporte del motor (Fig.5 ref.①), y en el soporte de la tapa (Fig.5 ref.②), de forma que los tornillos de regulación de los finales de carrera queden en una posición de fácil acceso.
- 6) Compruebe que el rodillo motorizado esté perfectamente horizontal, si fuera necesario modifique la altura de los soportes de la tapa o del motor.

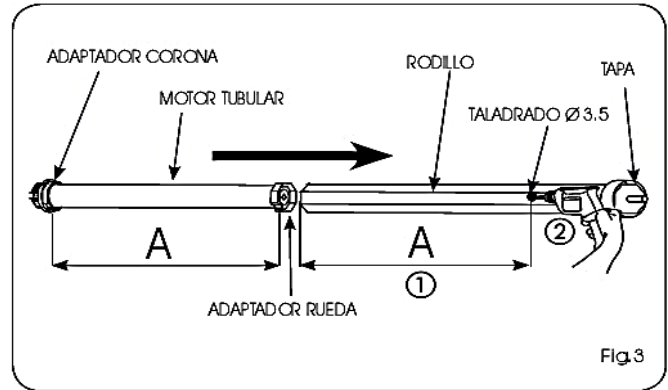


Fig.3

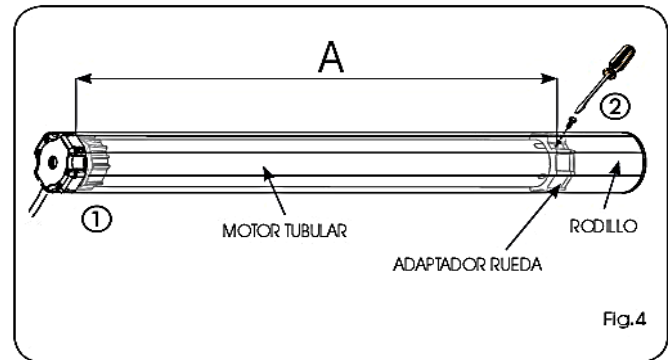


Fig.4

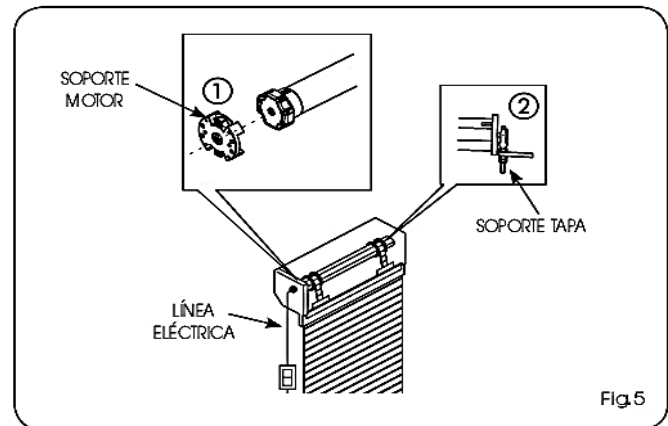


Fig.5

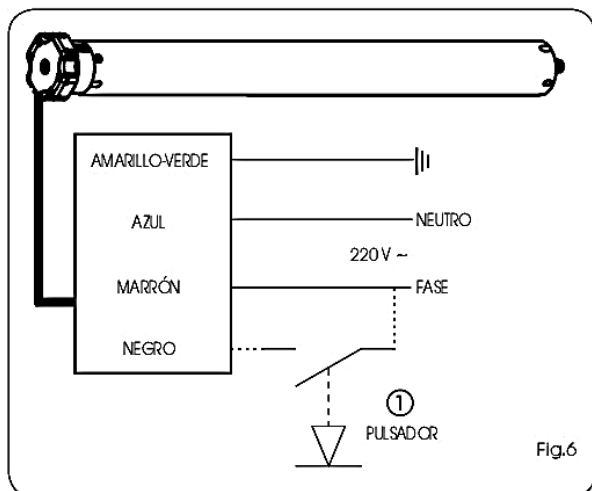
4.4 CONEXIONES ELÉCTRICAS



- 1) Antes de efectuar cualquier intervención en el equipo, quite la alimentación eléctrica.
- 2) La red de alimentación de la automatización debe estar dotada de un interruptor omnipolar con una distancia de apertura de los contactos igual o superior a 3mm.

4.4.1 VERSIÓN TM 45 R R

El motor tubular serie R puede dirigirse tanto desde el telemando como a través un pulsador con lógica paso-paso.



AUTOMACIÓN DIRIGIDA SÓLO DESDE EL TELEMANDO: Para realizar este tipo de configuración, conecte el hilo azul y el hilo marrón del motor a la línea de alimentación de red, y el hilo amarillo-verde a tierra. El hilo negro no debe conectarse.

AUTOMACIÓN DIRIGIDA TANTO DESDE EL TELEMANDO COMO DESDE EL PULSADOR: Para utilizar este tipo de configuración, conecte el motor como se muestra en el esquema de la figura 6.

El pulsador tiene una lógica "paso-paso", cada vez que se presiona la tecla manda un impulso al motor (EJEMPLO: PRIMER IMPULSO SUBIDA - SEGUNDO IMPULSO STOP - TERCER IMPULSO BAJADA-etc.). Después de un mando de bajada o subida, el motor permanece activo hasta que se alcanza el final de carrera correspondiente.

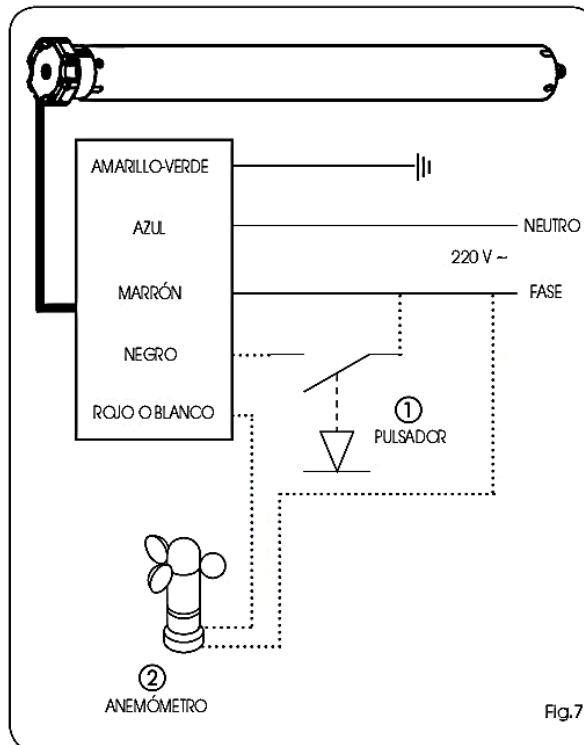
4.4.2 VERSIÓN TM 45 R W

El motor tubular serie W puede ser dirigido tanto desde el telemando como a través de un pulsador con lógica paso-paso. También se puede conectar al motor un sensor antiviento (anemómetro), que manda la recogida de la persiana tan pronto como el viento alcanza una velocidad superior a 20 Km/h.

CUANDO INTERVIENE EL ANEMÓMETRO, LA DIRECCIÓN DE ROTACIÓN DEL MOTOR ES LA MISMA QUE MANDA LA TECLA A (SUBIDA) DEL TELEMANDO. PARA 8 MINUTOS EL COMANDO DE BAJADA NO FUNCIONA

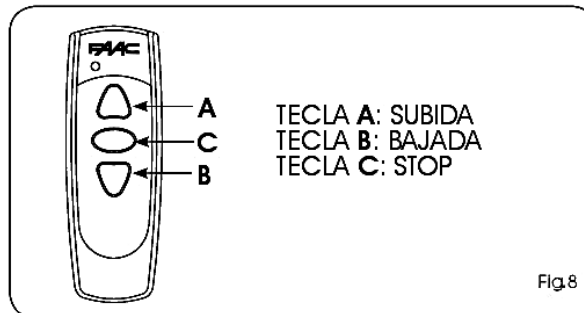
AUTOMACIÓN DIRIGIDA DESDE EL TELEMANDO Y EL ANEMÓMETRO: Para realizar este tipo de configuración, conecte el hilo azul y el hilo marrón del motor a la línea de alimentación de red, y el hilo amarillo-verde a tierra. El hilo negro no debe conectarse. El ANEMÓMETRO debe conectarse como se indica en la figura 7.

AUTOMACIÓN DIRIGIDA TANTO DESDE EL TELEMANDO COMO DESDE PULSADOR Y ANEMÓMETRO: Para utilizar este tipo de configuración, conecte el motor como se muestra en el esquema de la figura 7.



El pulsador tiene una lógica "paso-paso", cada vez que se presiona la tecla manda un impulso al motor (EJEMPLO: PRIMER IMPULSO SUBIDA - SEGUNDO IMPULSO STOP - TERCER IMPULSO BAJADA-etc.). Después de un mando de bajada o subida, el motor permanece activo hasta que se alcanza el final de carrera correspondiente.

4.5 USO DE LOS RADIOMANDOS



Cada vez que se presiona la tecla de subida o bajada del telemando, éste manda un movimiento completo. Para detener una maniobra hay que presionar el pulsador de STOP, ya que de otro modo el motor permanece activo hasta que llega al final de carrera correspondiente.

4.5.1 CÓMO MEMORIZAR EL PRIMER TRANSMISOR

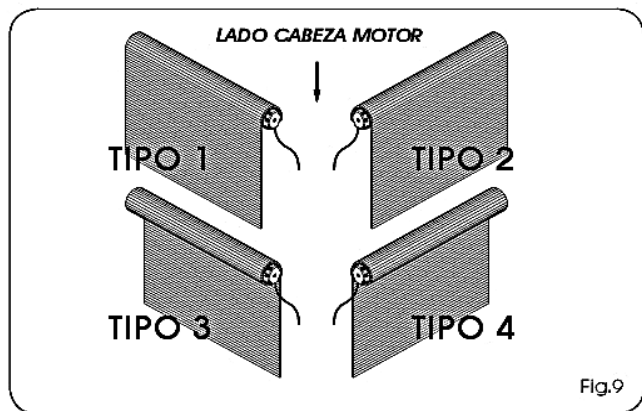


Fig.9

En función del tipo de configuración de su instalación (Fig.9), siga las instrucciones indicadas en los siguientes párrafos.

TIPO 1 y 4

1. Alimente el motor. El receptor situado en el motor entrará en fase de programación y hará que se mueva el motor en ambas direcciones durante 1 segundo.
2. Presione antes de que transcurran 15 segundos la tecla B (BAJADA) del transmisor.
3. Para confirmar la correcta programación, el motor se moverá de nuevo en ambas direcciones durante 1 segundo.
4. Realice algunas breves maniobras de subida, stop y bajada para comprobar que el funcionamiento sea correcto.

TIPO 2 y 3

1. Alimente el motor. El receptor situado en el motor entrará en fase de programación y hará que se mueva el motor en ambas direcciones durante 1 segundo.
2. Presione antes de que transcurran 15 segundos la tecla A (SUBIDA) del transmisor.
3. Para confirmar la correcta programación, el motor se moverá de nuevo en ambas direcciones durante 1 segundo.
4. Realice algunas breves maniobras de subida, stop y bajada para comprobar que el funcionamiento sea correcto.

Si la memorización no se ha realizado correctamente, realice un mando de restablecimiento (CAP. 4.5.3), y repita el procedimiento.

4.5.2 CÓMO AÑADIR OTROS RADIOMANDOS

1. Presione y mantenga presionada durante 5 segundos la tecla STOP del transmisor ya memorizado; el motor se moverá durante 1 segundo en ambas direcciones.
2. Antes de que transcurran 5 segundos, presione la tecla de SUBIDA y en los 5 segundos siguientes presione la tecla de BAJADA; el motor se moverá durante 1 segundo en ambas direcciones.
3. Presione la tecla SUBIDA del NUEVO transmisor antes de que transcurran 5 segundos. Si el nuevo transmisor se ha memorizado correctamente, el motor se mueve en ambas direcciones durante 1 segundo.
4. Si la memorización no se ha realizado correctamente, repita el procedimiento.

En cada receptor pueden memorizarse hasta 32 transmisores. Si todas las memorias del receptor están ocupadas, el motor se mueve 2 veces en ambas direcciones.

4.5.3 BORRADO DE LA MEMORIA DEL RECEPTOR INTERNO (RESTABLECIMIENTO)

1. Quite la alimentación al motor
2. Conecte el hilo negro con el hilo marrón. (Si se dispone de un pulsador "paso-paso", cap. 4.4.1/4.4.2, basta mantenerlo pulsado sin efectuar la conexión.)
3. Alimente el motor
4. Transcurridos unos 5 segundos, el motor se mueve en ambas direcciones durante 1 segundo para indicar que la memoria se ha borrado completamente.
5. Quite de nuevo la alimentación al motor
6. Desconecte el hilo negro y marrón. (Suelte el pulsador si se dispone del pulsador "paso-paso", cap.4.4.1-4.4.2)

5 REGULACIÓN DE LOS FINALES DE CARRERA

Los motores tubulares FAAC incorporan en su interior un sistema de finales de carrera electromecánicos que permiten interrumpir la alimentación del motor cuando se llega al límite de apertura, o de cierre, de la persiana.

5.1 CORRELACIÓN ENTRE EL SENTIDO DE ROTACIÓN DEL RODILLO Y LAS FLECHAS DEL FINAL DE CARRERA

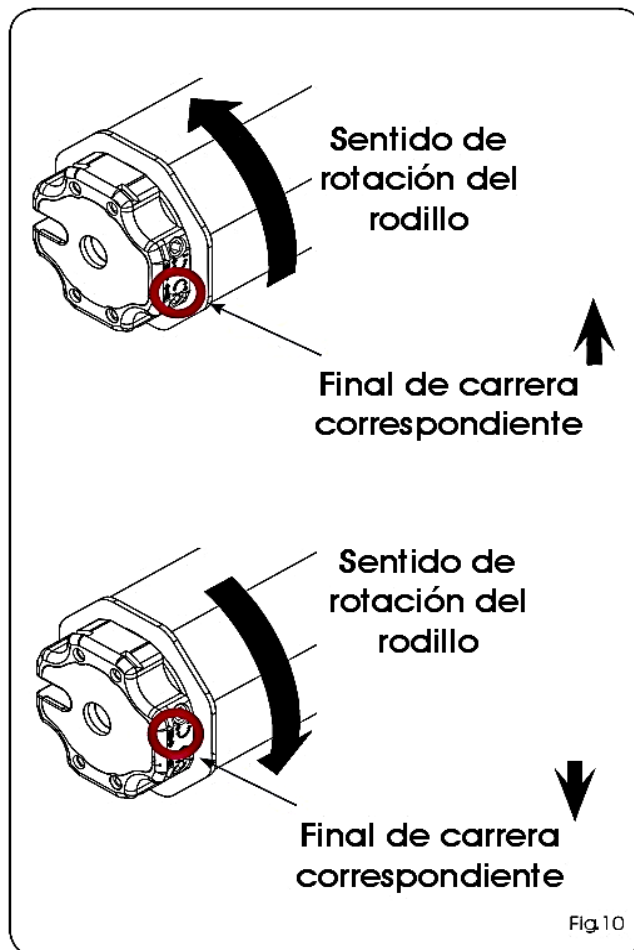


Fig.10

**ANEXO 7. CHECK LIST DE MANTENIMIENTO DEL TECHO CORREDIZO
AUTOMATIZADO**

CHECK LIST TECHO CORREDIZO AUTOMATIZADO						
MANTENIMIENTO GENERAL DEL SISTEMA						
FECHA DE EMISION:		INSPECTOR:				
HORA:		CODIGO:				
B: BUENO		M: MALO		N/A: NO APLICA		
ITEM	DESCRIPCIÓN	B	M	N/A	OBSERVACION	
MOTOR	Inspeccion del estado					
	limpieza					
	seguros y protecciones					
	regulacion de fines de carrera					
	conexión electrica					
	conexión de automatizacion					
PANELES MOVILES	Inspeccion del estado					
	revisión de acrilicos					
	limpieza de acrilicos					
	estado de ganchos					
	estado de ruedas					
	estado de perfiles					
CONTROL ELECTRICO Y AUTOMATIZADO	Inspeccion del estado					
	Limpieza con spray de circuitos					
	chequeo de conexiones					
	programacion o funcionamiento					
ACCESORIOS	Inspeccion de bandas					
	tensar las bandas					
	Inspeccion de engranajes					
	lubricacion de engranajes					
observaciones:						
NOTA: si requiere de cambios o piezas informar al supervisor						
realizado por:		realizado por:			realizado por:	
cargo:		cargo:			cargo:	
firma:		firma:			firma:	

Elaborado por: E. Jaya y C. Ríos

PLANOS