

**MONTAJE, DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE
MANTENIMIENTO DEL OBSERVATORIO EN EL GRUPO HALLEY DE LA
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

**JHONATTAN JAVIER PISCO GUABAVE
YIMY YOBANY SIERRA RODRÍGUEZ**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2016

**MONTAJE, DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE
MANTENIMIENTO DEL OBSERVATORIO EN EL GRUPO HALLEY DE LA
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

**JHONATTAN JAVIER PISCO GUABAVE
YIMY YOBANY SIERRA RODRÍGUEZ**

Proyecto de grado para optar al TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO

Director

**JORGE LUIS CHACÓN VELASCO
Ingeniero Mecánico, Ph.D**

Codirector

**HERNÁN GONZALO ASOREY
Físico, Ph.D**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2016

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	15
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
2. JUSTIFICACIÓN	19
3. OBJETIVOS	20
3.1 OBJETIVO GENERAL	20
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	20
4. MARCO REFERENCIAL	22
4.1 MARCO CONTEXTUAL.....	22
4.1.1 Descripción general.	22
4.1.2 Logos institucionales.....	23
4.1.3 Ubicación	24
4.1.4 Organigrama.	25
4.1.5 Actividad general.	25
4.1.6 Contacto.....	26
4.1.7 Virtual.....	27
4.1.8 Número Telefónico.....	27
4.1.9 Correo.	27
4.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	28
4.2.1 Mantenimiento correctivo.	28
4.2.2 Mantenimiento planificado.	29
4.2.3 Mantenimiento autónomo.....	29
4.2.4 Mantenimiento preventivo	31

4.2.5	Sistemas de información.....	32
4.2.6	Generalidades.....	32
4.2.7	Sistemas computarizados para la administración del mantenimiento..	33
4.3	ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN.....	35
5.	CONSTRUCCIÓN DEL OBSERVATORIO.....	37
5.1	EQUIPOS INSTALADOS.....	39
5.1.1	Domo.....	39
5.1.2	Telescopio CDK 17.....	40
5.1.3	Montura Paramount ME II.....	40
5.2	ETAPAS DE CONSTRUCCIÓN.....	41
5.2.1	Planeación y especificaciones técnicas del espacio.....	41
5.2.2	Adecuación de espacio.....	41
5.2.3	Pre-ensamble domo.....	42
5.2.4	Ensamble.....	42
6.	PLAN DE MANTENIMIENTO.....	43
6.1	INVENTARIO.....	44
6.1.1	Accesorios.....	45
6.1.2	Equipos.....	46
6.1.3	Compuerta.....	46
6.1.4	Domo.....	46
6.1.5	Telescopio.....	47
6.2	MARCACIÓN.....	47
6.3	FICHAS TÉCNICAS Y HOJAS DE VIDA.....	50
6.4	PROTOCOLO DE OPERACIÓN.....	52

6.5	HOJAS DE RUTA	54
7.	SOFTWARE	56
8.	CONCLUSIONES.....	69
9.	RECOMENDACIONES	71
	BIBLIOGRAFÍA.....	72
	ANEXOS.....	73

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Códigos de Inventario	44
Tabla 2. Tabla de códigos de Inventario	45
Tabla 3. Códigos de Inventario de Accesorios.....	45
Tabla 4. Lista códigos de inventario Compuerta.....	46
Tabla 5. Tabla de Códigos de Inventario del Domo	46
Tabla 6. Tabla Códigos de Inventario de Telescopios	47
Tabla 7. Lista de Inventario General	49

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Complejo Astronómico Halley, Bucaramanga – Colombia.....	17
Figura 2 Telescopio CDK 17 Plane-Wave, Bucaramanga – Santander.....	18
Figura 3. Logos institucionales.....	23
Figura 4. Domo grupo Halley	24
Figura 5. Organigrama.....	25
Figura 6 Diagrama de flujo de la gestión de construcción.	38
Figura 7. Código QR	48
Figura 8. Hoja de Vida	51
Figura 9. Protocolo de Operación	53
Figura 10. Hoja de Ruta.....	55
Figura 11. Estructura Detallada del Trabajo	56
Figura 12. Entradas y Salidas.....	57
Figura 13. Diagrama Flujo	58
Figura 14. Interfaz de software	60
Figura 15 Software de interfaz.....	60
Figura 16. Ventana de acceso	61
Figura 17. interfaz principal 1.....	62
Figura 18. Interfaz principal 2.....	63
Figura 19 Registro Empleados.....	64
Figura 20. Orden de trabajo.....	65
Figura 21. Imágenes	66
Figura 22. Equipos.....	67
Figura 23. Formatos.....	68
Figura 24 Carta Instrucciones De Requerimientos Eléctricos.....	74
Figura 25 Dimensiones requerimientos de infraestructura.....	74

Figura 26 Dimensiones Domo PD-15, Especificaciones Kosmos y modelo elaborado por el grupo Halley	75
Figura 27 Construcción cinturón	75
Figura 28 Construcción cinturón con estuco	76
Figura 29 Adecuación de instalaciones para iniciar el observatorio.....	77
Figura 30. Instrumentación desempacada.....	78
Figura 31. Instrumentación desempacada detallada	79
Figura 32 Montaje de las llantas	80
Figura 33 Preparativos de los discos	81
Figura 34 Montaje de los discos	81
Figura 35 Cinturón base Cúpula	82
Figura 36 Unión del cinturón.....	82
Figura 37 Eliminación de filos	83
Figura 38 Indicaciones sobre el montaje según el manual	84
Figura 39 Construcción de las adecuaciones para accesorios.	84
Figura 40 Pegar las manijas	85
Figura 41. Cintas de protección y manijas	86
Figura 42 Esquema de la compuerta	86
Figura 43 Instalación de accesorio sujetador de guayas	87
Figura 44. Ingreso de los Cascarones	88
Figura 45. Cascarones del domo	88
Figura 46. Montaje Cascarones sobre el cinturón.....	89
Figura 47. Preparación de Cascarones	89
Figura 48. Montaje Completo.....	90
Figura 49. Ajuste detalles	90
Figura 50. Montaje completo.....	91
Figura 51. Montaje del motor	92
Figura 52. Ensamble poleas	92
Figura 53. Subiendo las partes del observatorio.....	93

Figura 54. Subiendo las partes del domo	94
Figura 55. Cinturón sobre la base del domo	95
Figura 56. Motores en el cinturón	95
Figura 57. Sello de silicona.....	96
Figura 58. Montaje de los cascarones del domo.....	96
Figura 59. Domo con la compuerta.....	97
Figura 60. Sellado con silicona	98
Figura 61. Ajuste del domo	98
Figura 62. Componentes eléctricos del domo.....	99
Figura 63. Motor de la compuerta	100
Figura 64. Pedestal de la montura	101
Figura 65. Montura y Telescopio.....	101
Figura 66. Pedestal Telescopio.....	102
Figura 67. Montura Telescopio	102
Figura 68. Ensamble Montura.....	103
Figura 69. Tubo Óptico	104
Figura 70. Carpeta de ubicación.....	105
Figura 71. Documento enlazado	105
Figura 72. Documento enlazado para abrir aplicativo.....	106
Figura 73. Ingreso aplicación.....	106
Figura 74. Inicio aplicación.	107
Figura 75. Usuario y contraseña.....	107
Figura 76. Menú principal.	108
Figura 77. Software entradas.....	109
Figura 78. Registro empleados.....	110

RESUMEN

TITULO: MONTAJE, DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO DEL OBSERVATORIO EN EL GRUPO HALLEY DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER*

AUTORES:

JHONATTAN JAVIER PISCO GUABAVE

YIMY YOBANY SIERRA RODRÍGUEZ**

PALABRAS CLAVES: Gestión, Montaje, Puesta en Marcha, Vida Útil, Activos, Datos Maestros, Protocolos, Actividades.

DESCRIPCIÓN:

Con el propósito de continuar promoviendo el avance en la investigación y desarrollo de nuevos conocimientos, que se da gracias al progreso tecnológico, este proyecto describe y muestra paso a paso la gestión, montaje y puesta en marcha del observatorio ubicado en el grupo Halley de la universidad industrial de Santander.

En segunda instancia, se realizó la elaboración de los formatos base de un plan de mantenimiento, para cada uno de los equipos del observatorio (hojas de vida, protocolos de operación y hojas ruta); con el fin de alargar la vida útil y optimizar el desempeño de cada uno de ellos. En este proyecto también se proponen actividades y se dan las pautas para preservar los equipos en óptimas condiciones a la hora de su implementación.

Adicional a esto se muestra el desarrollo de un software de gestión de activos, en el cual se puede llevar un control detallado de cada una de las actividades de mantenimiento para los equipos existentes en el grupo Halley, gracias a que este software contiene las bases de datos, con todos los formatos mencionados anteriormente, que permiten que la gestión sobre los activos (equipos) del observatorio se desarrolle de una manera ordenada y precisa.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica. Director: Jorge Luis Chacón Velasco.

SUMMARY

TITLE: ASSEMBLY, DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF THE MAINTENANCE PLAN FOR THE OBSERVATORY IN THE GROUP HALLEY IN THE INDUSTRIAL UNIVERSITY OF SANTANDER*

AUTHORS:

JHONATTAN JAVIER PISCO GUABAVE

YIMY YOBANY SIERRA RODRÍGUEZ**

KEY WORDS: management, installation, commissioning, useful life, assets, master data, protocols, activities.

With the purpose of continuing to promote progress in the research and development of new knowledge, gives thanks to the technological progress, this project describes and shows step by step the management, assembly and commissioning of the observatory located in the group Halley the industrial university of Santander.

This was followed by the preparation of the base formats a maintenance plan for each one of the teams of the observatory (leaves of life, protocols for operation and leaves path); with the purpose of extending the useful life and optimize the performance of each of them. In this project also propose activities and guidelines are given to preserve the equipment in optimum conditions at the time of its implementation.

Additional to this shows the development of a software asset management, in which can be a detailed control of each of the activities of maintenance for existing equipment in the group Halley, thanks to this software contains the databases, with all the above mentioned formats, which allow the management on the assets (equipment) from the Observatory will develop in an orderly and precise.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica. Director: Jorge Luis Chacón Velasco.

INTRODUCCIÓN

A lo largo de las últimas décadas Colombia ha avanzado fuertemente en la carrera por fortalecer el conocimiento científico, en especial en la astronomía coordinando el nodo andino de astronomía y además proyectos con la IAU “International Astronomical Union” siendo parte de la nueva generación de conocimientos que envuelve los enigmas del universo. La Universidad Industrial de Santander le ha apostado a esta generación de ciencia a través del grupo Halley con la construcción de un observatorio astronómico con equipos de última tecnología tal como lo es el telescopio implementado allí, este montaje se realiza con la intención de avanzar en los programas de investigación y extensión que actualmente desarrolla el grupo.

Ahora bien, se puede decir que este desarrollo de conocimiento hoy en día se basa principalmente en simulaciones de comportamiento del flujo de partículas en diferentes niveles energéticos, con el fin de analizar, describir y comprender la lluvia de partículas que llega a la tierra definida a través de fenómenos astronómicos, para esto se requiere de estos nuevos equipos quienes permiten obtener la información necesaria para realizar estas investigaciones y comparar con las simulaciones dadas a través de los eventos astronómicos que se generan.

Entonces no es posible hablar de una buena investigación y un buen desarrollo de conocimiento, si no se cuenta con equipos en óptimas condiciones que ayuden a estas labores y es allí donde este proyecto tiene lugar, ya que en su contenido se encuentra un proceso detallado de los distintos tipos de mantenimiento que se pueden y deben realizar a las herramientas que ayudan a la observación.

Cabe dar relevancia por supuesto a un tema conocido como Gestión de Activos, el cual va de la mano a la acción de mantenimiento y que, como finalidad de este proyecto, es de gran importancia resaltar lo que busca implementarse en el observatorio, más que un elaborado plan de mantenimiento, además se quiere

lograr la preservación los equipos, maximizando su valor y alargando su vida útil, a lo largo de la operación, para que la práctica sea desarrollada en las mejores condiciones posibles y así disminuir el error, que su disponibilidad y confiabilidad sean elevadas, debido a que estos factores son los que garantizan que la tarea de la observación astronómica, arroje resultados confiables y que se logre un equilibrio entre el costo de la conservación y la ganancia en desarrollo de ciencia.

Por tanto, en la escuela de Ingeniería Mecánica de la UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, se incentiva y promueve la aplicación de nuevas tecnologías para el desarrollo de nuevo conocimiento, precisamente es este campo donde esta enfocado el proyecto de grado, titulado: **“MONTAJE, DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO DEL OBSERVATORIO EN EL GRUPO HALLEY DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.”**; que surgió gracias a la necesidad del grupo de investigación Halley (de la UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER) que es pionero en investigación y desarrollo de conocimiento astronómico, basándose en el planteamiento de un sistema observatorio a gran escala ubicado dentro de la universidad, capaz de mejorar los métodos actuales de observación espacial de la región.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El grupo Halley de la Universidad Industrial de Santander perteneciente a la escuela de Física, es un grupo de astronomía ubicado en el séptimo piso del edificio de ciencias humanas véase la *Figura 1* allí se maneja tres ámbitos de la ciencia: Investigación, divulgación y extensión.

La etapa de investigación se desarrolla en base a física experimental, trabajando con partículas. Esta investigación se realiza bajo la tutela del proyecto LAGO (Large Aperture Gamma Ray). El ciclo extensión se realiza llevando y transmitiendo el conocimiento en astronomía a los diferentes colegios de Bucaramanga, tomando como proyecto bandera Frida, plan en el cual permite a la comunidad académica realizar investigaciones dirigidas al estudio del comportamiento climático y como último componente la divulgación que es: compartir la astronomía con la comunidad en general, disponiendo del planetario y los equipos de observación (telescopios).

Figura 1. Complejo Astronómico Halley, Bucaramanga – Colombia.



Fuente: Catedra libre UIS.

La última adquisición fue la construcción del observatorio ver figura 2, que se viene desarrollando desde la remodelación de la infraestructura donde estará soportado, hasta el montaje y puesta en funcionamiento del telescopio, para realizar estas

actividades se requirió de una coordinación en la planeación y ejecución del proyecto para que se plantearan unos objetivos fijos y se obtuviera un resultado favorable.

El proyecto del observatorio tendrá un precio superior a los 50.000 USD, debido a esto existe una alta preocupación por el buen funcionamiento y durabilidad de los equipos. Por ello el grupo Halley requiere de un plan de mantenimiento que garantice la funcionalidad correcta del observatorio, debido a que es instrumentación con un alto grado de precisión y fragilidad, requiere cuidados especiales para poder conservar la vida útil de los equipos a la cual fue diseñada. Teniendo en cuenta que el observatorio va a ser manejado por personal capacitado y no capacitado en el manejo de equipos, se requiere un plan de mantenimiento en el cual se registre en un sistema de información digital la información del observatorio que contenga protocolos de funcionamiento y de mantenimiento.

Figura 2 Telescopio CDK 17 Plane-Wave, Bucaramanga – Santander



2. JUSTIFICACIÓN

La construcción del observatorio de la Universidad Industrial de Santander da un paso para la apertura de nuevos conocimientos en la zona santandereana y más aún para la formación académica de nuestra alma mater.

La construcción de este observatorio requerirá de un direccionamiento constante desde su compra hasta la ejecución de su construcción y puesta en funcionamiento.

Por lo anterior se realizan estas labores desde la escuela de Ingeniería Mecánica donde no solo se coordina su construcción y ejecución sino la elaboración de un plan de mantenimiento que permita garantizar su buena disponibilidad durante la vida útil para la cual fue diseñado.

Una buena funcionalidad del observatorio se puede garantizar bajo la rigurosa custodia de un plan de mantenimiento que a través de un sistema de información genere las debidas alertas necesarias sobre cómo debería ser el estado de las piezas fijas y móviles por las cuales está compuesto el observatorio y más aún el telescopio, adicional a ello la necesidad de crear protocolos de mantenimiento especializados para el manejo de los elementos que se encuentran en funcionamiento en el grupo Halley.

Manteniendo las pautas del buen manejo y mantenimiento se pueden evitar daños a los distintos mecanismos que conforman el observatorio y así ahorrar grandes sumas de dinero a la universidad en el cambio de piezas debido a un mal funcionamiento por falta de mantenimiento.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL.

Cumplir con la misión de la Universidad Industrial de Santander participando activamente liderando procesos de cambio por el progreso y en particular con la de la escuela de Ingeniería Mecánica en la construcción, aplicación y divulgación de conocimiento, mediante la realización del montaje del observatorio astronómico de la Universidad Industrial de Santander y realizar la implementación del plan de mantenimiento.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Realizar el montaje de los diferentes equipos y sistemas electromecánicos del observatorio.
- Identificar y establecer las especificaciones técnicas del observatorio astronómico de la Universidad Industrial de Santander, con el propósito de establecer las fichas técnicas de los telescopios, equipos y sistemas mecatrónicos del observatorio.
- Diseño e implementación del plan de mantenimiento al observatorio de la Universidad Industrial de Santander tomando como base el mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo junto a un protocolo de operación que a su vez garantice la funcionabilidad, disponibilidad, confiabilidad, eficiencia, factor de servicio y el sostenimiento de tiempo de vida la máquina.
- Desarrollar un sistema de información para el mantenimiento del observatorio, para realizar este sistema se tienen en cuenta las siguientes acciones:
 - Seleccionar una herramienta informática para implementar una base de datos que permita almacenar la información del plan de mantenimiento del observatorio.
 - Diseñar una interfaz gráfica IHM para facilitar la implementación y seguimiento del funcionamiento y progreso de los componentes mecatrónicos del observatorio.

-Clasificar y organizar el contenido de la herramienta informática teniendo en cuenta: Funcionamiento, Operaciones, tiempo de vida, Mantenimiento preventivo, Datos requeridos para el mantenimiento correctivos, preventivo, predictivo, alertas que indiquen un mal funcionamiento o realizar una revisión planificada y protocolos de operaciones para el mantenimiento correctivo.

4. MARCO REFERENCIAL

4.1 MARCO CONTEXTUAL

4.1.1 Descripción general. El Grupo Halley de Astronomía y Ciencias Aeroespaciales, nació el año de 1984 cuando un grupo de amantes de la Astronomía se preparaba para la visita del cometa Halley. Blanca Inés Prada, Bernardo Mayorga, Augusto López, entre otros profesores asociados a diferentes escuelas de la Universidad Industrial de Santander, junto a estudiantes de pregrado y astrónomos aficionados de la ciudad de Bucaramanga; empezaron un sencillo plan de observaciones y conferencias a cerca del avistamiento del cometa. Estas actividades fortalecieron los lazos de amistad entre los diversos integrantes del grupo, conduciendo a la creación de actividades de divulgación de la Astronomía en diferentes entidades y la popularización de la ciencia a través de las Jornadas de Astronomía que se llevaron a cabo en la Biblioteca Gabriel Turbay (hoy Instituto Municipal de Cultura), gracias al interés de la comunidad académica y la comunidad en general del área metropolitana de Bucaramanga.

En el año de 1994, el Grupo Halley estaba conformado por estudiantes universitarios de diferentes carreras, y fue acogido por la Escuela de Física de la Universidad Industrial de Santander. Para esta época, ya se había mejorado la visión que se tenía de la Astronomía, como una ciencia de difícil acceso, y se había logrado la creación de grupos de aficionados en los colegios, como el Colegio La Salle y el Colegio INEM. En 1997, además de conformarse la Red de Astronomía de Colombia (RAC), en el Grupo Halley se empezaron a desarrollar proyectos y trabajos de grado en Astronomía Planetaria, que iban de la mano con la participación en congresos y eventos académicos relacionados con el tema.

Han pasado 30 años desde la creación del Grupo Halley, el cual se desempeña actualmente como un grupo de investigación interdisciplinario en áreas como la Astrofísica de altas energías, Astropartículas, Instrumentación, entre otras; contribuyendo a la formación de estudiantes de pregrado y posgrado, desarrollando proyectos de investigación y extensión, produciendo publicaciones científicas, y participando en eventos académicos a nivel nacional e internacional.

Hoy el grupo combina la divulgación y la promoción de la Astronomía con la investigación de frontera. Continúa realizando actividades de divulgación de la Astronomía dirigidas a los docentes y estudiantes de los colegios, la comunidad universitaria y la comunidad en general; con el objetivo de generar interés y motivar a las personas por el estudio de las Ciencias. Es por esto que el Grupo Halley, la Escuela de Física y la Facultad de Ciencias de la Universidad Industrial de Santander dieron vida al Complejo Astronómico UIS los logos instituciones se pueden ver *Figura 3*, constituido por un Planetario y un Observatorio, que tiene las puertas abiertas a toda la comunidad que quiera viajar a través del Universo y conocer el cielo Bumangués, diurno y nocturno, captado por los “ojos” de los telescopios.

4.1.2 Logos institucionales. El grupo Halley pertenece a la escuela de Física por ende conserva los logos institucionales de la escuela.

Figura 3. Logos institucionales.



4.1.3 Ubicación El grupo Halley se encuentra ubicado en el séptimo piso de ciencias humanas oficina 504 su laboratorio se encuentra en la azotea del edificio junto a ello se encuentra el planetario y encima del laboratorio el observatorio, como se puede observar en la figura 4.

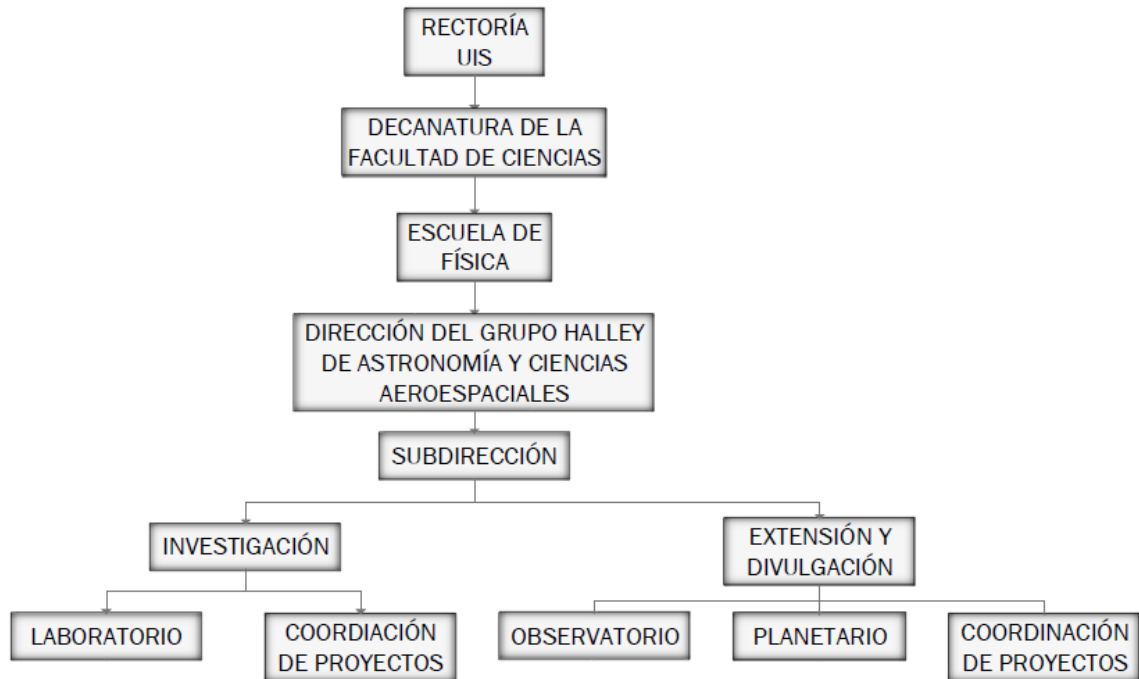
Figura 4. Domo grupo Halley



Actualmente el grupo Halley pertenece a la escuela de física por ende el representante de la institución es la rectoría, y siguiendo según orden jerárquico la siguiente dependencia es la decanatura de ciencias y por último la escuela de física, de allí el director general del Halley el Dr Luis Nuñez de Villavicencio, tal como se ve reflejado en el organigrama de la Figura 5.

4.1.4 Organigrama. A continuación se presenta la estructura jerárquica del grupo Halley al plantearse como institución

Figura 5. Organigrama



4.1.5 Actividad general. El grupo Halley en sus actividades de divulgación y extensión emplea el observatorio como parte fundamental de sus actividades, al llevar a la comunidad santandereana el conocimiento práctico de la astronomía través del observatorio, para ello se emplean cinco telescopios y uno de ellos está montado sobre un observatorio allí se realizan visitas guiadas y observaciones diurnas y nocturnas, allí las observaciones se realizan con un telescopio CDK 17 mostrado en la figura 2, éste telescopio está montado en el observatorio además de los demás telescopios portables, las observaciones que se pueden realizar son de planetas del sistema solar y algunas nebulosas.

Las actividades del observatorio soportan las investigaciones de la detección de partículas al corroborar que el cuerpo que se encuentran analizando es el mismo que está pasando sobre nuestros cielos, el grupo Halley integra como parte de su observatorio los detectores de partículas que en si son telescopios que perciben un rango más amplio de longitud de onda que el del espectro visible por ellos la nueva astronomía se desarrolla a partir del análisis de la detección de partículas.

Así mismo, se ha habilitado un sistema por el que grupos de astrónomos aficionados o profesionales pueden pedir tiempo de observación con el telescopio principal, o incluso acudir al Observatorio a realizar ellos mismos las observaciones, bajo la supervisión de personal del Observatorio.

Desde su creación, el Grupo Halley ha dirigido la mayor cantidad de sus actividades a la difusión del conocimiento científico para todas las personas, a diferentes niveles, de acuerdo a su formación educativa e intereses.

Hoy en día, como Grupo Halley de Astronomía y Ciencias Aeroespaciales, se lidera en el nororiente del país esa divulgación y extensión de las ciencias aeroespaciales. Miembros del Grupo Halley se trasladan a diferentes municipios y zonas rurales, se desarrollan actividades especializadas en torno a los proyectos de investigación ejecutados en el Grupo, se ofrecen cursos básicos y avanzados tanto a estudiantes de la Universidad Industrial de Santander como al público en general y se difunde por diferentes medios de comunicación aspectos de interés general y se clarifican constantemente apreciaciones erróneas que a veces se publican.

4.1.6 Contacto. El grupo Halley tiene a su disposición la siguiente información acerca de cómo ponerse en contacto con las oficinas.

4.1.7 Virtual. En este punto se encuentra la información oficial de las redes sociales y comunicación electrónica.

- ✓ <http://halley.uis.edu.co/> página principal de publicaciones del grupo
- ✓ <http://halley.uis.edu.co/astronomia/> página de información académica
- ✓ <http://halley.uis.edu.co/aire/> divulgación radial
- ✓ <http://halley.uis.edu.co/tierra/> proyectos internacionales
- ✓ <https://www.facebook.com/groups/grupo.halley/?ref=bookmarks> grupo en Facebook
- ✓ <https://www.facebook.com/ComplejoAstronomicoUIS?ref=hl> fanspage Facebook

4.1.8 Número Telefónico.

- ✓ 6344000 extensión 2741

4.1.9 Correo.

- ✓ Halley@uis.edu.co
- ✓ Halleyuis@gmail.com

4.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

4.2.1 Mantenimiento correctivo. Consiste en permitir que un equipo funcione hasta el punto en que no puede desempeñar normalmente su función. Se somete a reparación hasta corregir el defecto y se desatiende hasta que vuelva a tener una falla y así sucesivamente.

“Este tipo de mantenimiento es el más común y conocido por los encargados, jefes e ingenieros de mantenimiento. Por lo general obliga a un riguroso conocimiento del equipo y las partes susceptibles a falla y a un diagnóstico acertado y rápido de las causas”¹.

El simple mantenimiento correctivo tiene algunas justificaciones, por ejemplo:

- Si el equipo no se halla en una línea o punto crítico del proceso y no ocasiona serios trastornos a la producción o al mantenimiento.
- El equipo se halla en estado obsoleto o en desuso.
- Equipo tiene gemelo.
- Es fácilmente costeable un nuevo equipo.

El correctivo de emergencia deberá actuar lo más rápidamente posible con el objetivo de evitar costos y daños materiales y/o humanos mayores. Debe efectuarse con urgencia ya sea por una avería imprevista a reparar lo más pronto posible o por una condición imperativa que hay que satisfacer (problemas de seguridad, de contaminación, de aplicación de normas legales, etc.).

Un inconveniente de este sistema, es que debería disponerse inmovilizado un capital importante invertido en piezas de repuesto visto que la adquisición de

¹ GONZALES, CARLOS. PRINCIPIOS DE MANTENIMIENTO. UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, POSGRADO EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO 2004

muchos elementos que pueden fallar, suele requerir una gestión de compra y entrega no compatible en tiempo con la necesidad de contar con el bien en operación (por ejemplo: caso de equipos discontinuados de fabricación, partes importadas, desaparición del fabricante).

Por último, con referencia al personal que ejecuta el servicio, no le quedan dudas que debe ser altamente calificado y sobredimensionado en cantidad pues las fallas deben ser corregidas de inmediato. Generalmente se agrupa al personal en forma de cuadrillas.

4.2.2 Mantenimiento planificado. Se sabe con anticipación qué es lo que debe hacerse, de modo que cuando se pare el equipo para efectuar la reparación, se disponga del personal, repuestos y documentos técnicos necesarios para realizarla correctamente.

Al igual que el anterior, corrige la falla y actúa ante un hecho cierto. La diferencia con el de emergencia, es que no existe el grado de apremio del anterior, sino que los trabajos pueden ser programados para ser realizados en un futuro normalmente próximo, sin interferir con las tareas de producción. En general, se programa la detención del equipo, pero antes de hacerlo, se van acumulando tareas a realizar sobre el mismo y se programa su ejecución en dicha oportunidad, aprovechando para ejecutar toda tarea que no podría hacerse con el equipo en funcionamiento.

4.2.3 Mantenimiento autónomo. Mantenimiento Productivo Total (del inglés de *Total Productive Maintenance*, TPM) es un sistema desarrollado en Japón para eliminar pérdidas, reducir paradas, garantizar la calidad y disminuir costes en las empresas con procesos continuos. La sigla TPM fue registrada por el JIPM². La T,

² INSTITUTO JAPONÉS DE MANTENIMIENTO DE PLANTA. TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE, TPM. [EN LÍNEA]. <[HTTPS://WWW.JIPM.OR.JP/EN/](https://www.jipm.or.jp/en/)> [CITADO EL 12 DE JUNIO DEL 2016].

de Total significa, la implicación de todos los empleados. El objetivo del TPM es lograr cero accidentes, defectos y averías.

En el mantenimiento Productivo, la idea no es simplemente que el equipo siga en producción, sino que lo haga de la mejor manera posible. En Ingeniería de mantenimiento cuando se establece un criterio tal, éste debe poderse medir. En este caso, la mejor manera posible, contemplada dentro del esquema del mantenimiento Productivo, involucra un parámetro denominado eficiencia global de los equipos.

Lograr la máxima efectividad en los mantenimientos implica:

- Mejorar la planeación y programación.
- Determinar con rigor académico, indicadores de gestión como la disponibilidad, la mantenibilidad y la confiabilidad.
- Un excelente sistema de comunicación e información a todos los niveles.
- Un buen manejo de los recursos físicos y los potenciales humanos.
- Excelente compromiso entre los departamentos de diseño, proyectos o ingeniería con el mantenimiento.

Son las actividades que los operarios de una fábrica realizan para cuidar correctamente su área de trabajo, maquinaria, calidad de lo que fabrican, seguridad y comparten el conocimiento que obtienen del trabajo cotidiano.

Es un pilar o proceso fundamental del TPM o Mantenimiento Productivo Total. Este pilar es asignado al equipo de jefes de los departamentos de producción y está coordinado con otros pilares TPM, como el mantenimiento Planificado, mejoras enfocadas, mantenimiento de calidad, etc.

Es por eso necesario que adquieran una cultura de orden y aseo, lo cual es parte primordial para el cumplimiento de los objetivos esperados.

4.2.4 Mantenimiento preventivo. Consiste en la inspección, periódica, armónica y coordinada, de los elementos propensos a fallas y la corrección antes de que esto ocurra.

Los elementos básicos del mantenimiento preventivo son:

- Parte a inspeccionar.
- Instante en que debe inspeccionarse.
- Control sobre el cumplimiento de la inspección.

Como otra definición de mantenimiento preventivo podemos decir que es el mantenimiento que se ejecuta a los equipos de una planta en forma planificada y programada anticipadamente, con base en inspecciones periódicas debidamente establecidas según la naturaleza de cada máquina y encaminadas a descubrir posibles defectos que puedan ocasionar paradas intempestivas de los equipos o daños mayores que afecten la vida útil de las máquinas³.

El Mantenimiento Preventivo requiere mucha flexibilidad y los planes deben trazarse de tal forma que se permita la primacía de inspección a los equipos básicos del proceso de producción, a las reparaciones en emergencia, o cuando se refiere a la seguridad industrial por falla en equipos cuyas consecuencia puedan resultar fatales para la vida humana a de la planta.

Las ventajas del Mantenimiento Preventivo son muchas y se justifica no sólo en las pequeñas fábricas sino en los grandes complejos industriales, en nuestro caso debido al contexto que se tiene se empleara solo el mantenimiento preventivo el cual es suficiente y necesario para el mantenimiento de los equipos del observatorio.

³ BOTERO, ERNESTO. MANTENIMIENTO PREVENTIVO. UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, POSGRADO EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO 2004.

4.2.5 Sistemas de información. Es importante considerar los sistemas de información ya que son aquellos los que nos permiten llevar el control y monitoreo de los equipos, ayudando a reducir costos en reparaciones y tiempos de ejecución.

4.2.6 Generalidades. Todo sistema organizacional depende, en mayor o menor medida de una entidad genérica denominada sistema de información⁴. Este sistema es el medio por el cual los datos o información fluyen entre las distintas secciones y personas de la organización. Las finalidades de los sistemas de información, son procesar entradas, mantener archivos de datos relacionados con la organización, y producir las salidas de información correspondientes.

La eficiencia del mantenimiento solo puede ser posible cuando existe un buen sistema de información, además de ser un primer paso en el camino hacia la excelencia en un proceso.

La ventaja de un buen sistema de información es el tener un historial en el instante oportuno, además es una fuente de información para todos los departamentos de una empresa puesto que son las maquinas, el corazón de la producción de una empresa.

Estos registros permiten llevar un control general de la gestión de mantenimiento, así como de los costos, también facilita y agiliza la presentación de informes y contribuye en el control de las políticas gerenciales de la empresa y del departamento de mantenimiento.

4 VAZQUEZ TORRES. INTRODUCCIÓN A LAS CIENCIAS DE LA INFORMACIÓN. [EN LÍNEA].
<[HTTP://WWW.SITES.UPIICSA.IPN.MX/POLILIBROS/Z_BASURA/POLILIBROS/CIENCIAS%20DE%20LA%20INFORM%C3%A1TICA/POLIBRO%20DEL%20PROFESOR%20VAZQUEZ%20TORRES/CAPITULO%20III.HTM](http://www.sites.upiicsa.ipn.mx/polilibros/z_basura/polilibros/ciencias%20de%20la%20inform%C3%A1tica/polibro%20del%20profesor%20vazquez%20torres/capitulo%20iii.htm)> [CITADO EL 12 DE JUNIO DEL 2016].

4.2.7 Sistemas computarizados para la administración del mantenimiento.

El objetivo de las organizaciones del mantenimiento es maximizar el tiempo de operación en la forma más eficiente en términos monetarios y vida útil de la máquina. Para lograr este objetivo, las siguientes estrategias deben especificarse claramente:

1. Técnicas de mantenimiento acordes con las condiciones e historia del equipo.
2. Métodos adecuados para planear y programar las órdenes de trabajo y la utilización de los recursos existentes.
3. Supervisión de las actividades de mantenimiento, recopilación de datos e informes del desempeño para apoyar la mejora continua.

Estas tres actividades necesitan datos acerca de los equipos, los trabajadores, las órdenes de trabajo, los trabajos, los estándares de trabajo, los programas de producción. Por lo tanto la complejidad, incertidumbres presentes en el proceso del mantenimiento, ingeniería y la cantidad de información manejada en un sistema típico de mantenimiento requieren el apoyo de un sistema computacional. Un soporte apropiado sistematizado proporciona los medios para una respuesta eficiente tanto rápida y oportuna.

Un Sistema Computarizado para la Administración del Mantenimiento es básicamente un sistema de información adaptado para dar servicio al mantenimiento, ayuda al proceso de recopilación de datos, registro, almacenamiento, actualización, procesamiento, comunicación y pronósticos⁵. Es efectivo para la planeación, programación y control de las actividades de mantenimiento.

Hay ciertos puntos importantes en el desarrollo de un sistema de información en una empresa en crecimiento como:

- El sistema debe satisfacer los requerimientos del mantenimiento.

5 SOUTHERN COMPANY. EL MANTENIMIENTO COMO FUENTE DE RENTABILIDAD. [EN LÍNEA].
<[HTTP://POWER.SITIOS.ING.UC.CL/ALUMNO06/OED/MANTENIMIENTO.HTM](http://power.sitios.ing.uc.cl/alumno06/OED/MANTENIMIENTO.HTM)> [CITADO EL 12 DE JUNIO DEL 2016].

- El sistema debe ser amigable con el usuario.
- Los planificadores y los Ingenieros de Mantenimiento deben estar capacitados para el manejo del Sistema Computarizado para la Administración del Mantenimiento.
- Los informes del Sistema Computarizado para la Administración del Mantenimiento, deben ser utilizados para mejorar el mantenimiento.

El éxito de un Sistema de Información para la Administración del Mantenimiento, puede medirse por su capacidad para apoyar el proceso de mantenimiento, de configuración del software y el hardware, lo que se traduce en unos términos de alta confiabilidad de uso, calidad de la información y procesamiento oportuno⁶.

En términos de apoyo al proceso del mantenimiento, un Sistema Computarizado para la Administración del Mantenimiento generalmente incluye las siguientes funciones:

- Identificación del equipo y lista de materiales.
- Mantenimiento Preventivo.
- Administración de las órdenes de trabajo.
- Planeación y programación.
- Control de inventarios y compras.
- Mano de obra y estándares de trabajo.
- Historia del equipo.
- Costos y presupuestos.
- Informes de desempeño.
- Informes de calidad.

⁶ ADMINISTRACIÓN EFICIENTE DE ACTIVOS DE SOFTWARE. SISTEMAS COMPUTARIZADOS PARA LA ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO (SCAM). [EN LÍNEA].
<[HTTP://WWW.EY.COM/PUBLICATION/VWLUASSETS/ADMINISTRACION_EFICIENTE_DE_ACTIVOS_DE_SOFTWARE/\\$FILE/ADMINISTRACION_EFICIENTE_ACTIVOS_SOFTWARE.PDF](http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/Administracion_eficiente_de_activos_de_software/$FILE/ADMINISTRACION_EFICIENTE_ACTIVOS_SOFTWARE.PDF)> [CITADO EL 12 DE JUNIO DEL 2016].

4.3 ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN

La estructura de un sistema de información está concebida para que de una manera ágil, eficiente y ordenada se maneje toda la información pertinente y necesaria para el desempeño eficaz del área de mantenimiento. Esta estructura está compuesta por módulos los cuales almacenan la información y a través de su interrelación permite la obtención de indicadores de gestión y reportes que facilitan el análisis del comportamiento de los equipos y del mantenimiento, así como la administración adecuada de los recursos. Los módulos son los siguientes:

Módulo maquinas

El cual contiene toda la información correspondiente a Fichas técnicas, hojas de vida, rutinas y procedimientos de mantenimiento y fotos de los diferentes equipos de la planta.

Módulo orden de trabajo

Este módulo genera las órdenes de trabajo provenientes de la programación sistemática del mantenimiento dentro de la planta, además de las órdenes de trabajo emanadas de situaciones imprevistas que requieran atención urgente. Tiene la capacidad de alimentar información a las hojas de vida de los equipos, sobre las actividades efectuadas, fechas de solicitud y realización de la labor, aprobación, repuestos, costos de mano de obra y materiales.

Módulo alarmas

Permite recordar al personal de mantenimiento la programación de labores de inspección, lubricación y limpieza de los equipos. Además de indicar el vencimiento

de pólizas y seguros de los equipos y el fin de la vida útil de algunos repuestos, componentes y/o suministros.

Módulo indicadores de gestión

Presenta la información sobre el comportamiento del mantenimiento, a través de variables como la disponibilidad, mantenibilidad y confiabilidad, además de estadísticas útiles para la gestión y administración del mantenimiento como: paradas programadas, tiempo promedio entre fallas, tiempo promedio entre reparaciones, costos de mano de obra, costos de repuestos y suministros, etc.

Módulo almacén

Contiene la información sobre los inventarios de repuestos, suministros, combustibles y lubricantes del área de mantenimiento, así como la opción de manejo y control de estos inventarios.

Módulo empresa

En este módulo se encuentra información sobre los empleados, proveedores y datos generales de la empresa.

Para el desarrollo del sistema informático no se hace necesario emplear todos los módulos, ya que cada gestor del mantenimiento da el direccionamiento del plan, debido a esto se escogieron los módulos Almacén, Empresa, Alarma, Órdenes de trabajo y Máquinas, cada uno de estos paquetes de trabajo permitirá al usuario obtener información necesaria, como por ejemplo, verificar el stock con el que cuenta el grupo o generar una orden de trabajo para una acción en específico, además de poder tener un control detallado de todo el grupo Halley.

5. CONSTRUCCIÓN DEL OBSERVATORIO

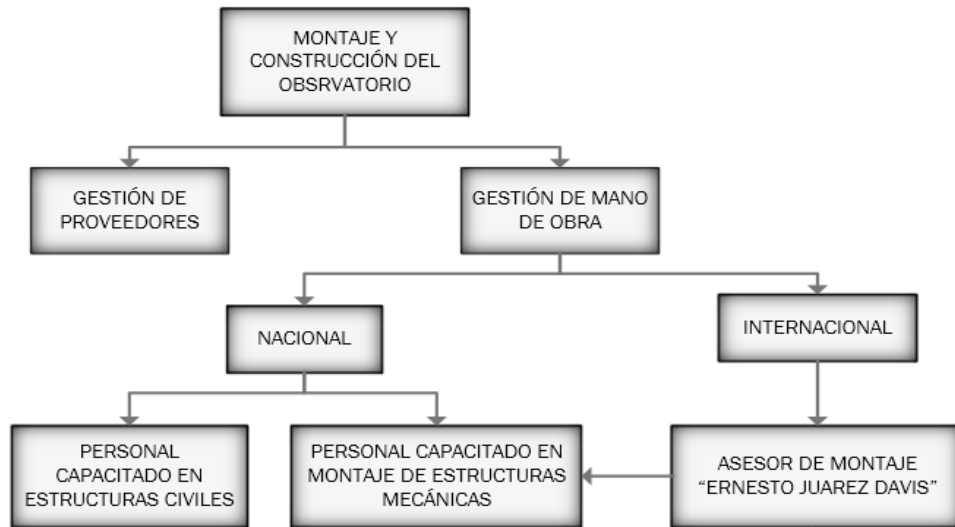
La construcción del observatorio se trabajó desde que se adquirió el proyecto cuando se daba inicio al trámite para traer los equipos que se habían comprado puesto que el proyecto se presentó dos años pero hasta ahora se daba inicio a la ejecución donde se tenía pendiente cuadrar logísticamente todo el proyecto para la construcción del observatorio.

Para poder llevar a cabo este objetivo en su totalidad se debió dividir el proyecto en dos fases, las cuales permitieran simplificar los procesos que se necesitaban realizar. Por otra parte estas dos fases tenían sub procesos que permitían ejecutar cada una de las actividades propuestas.

El proceso de construcción tiene una planificación establecida por la empresa proveedora del domo, este proceso se encuentra en dos componentes fundamentales el primero es el manual de ensamblaje y la segunda en el asesor que envía la empresa, en este proyecto se plantea mostrar esta construcción a través de un informe dónde se hace una descripción detallada de cómo se realizó este montaje para ello se requiere ver *Anexo A*.

A continuación se presenta un diagrama que explica la gestión propuesta para construcción del observatorio, dónde se explica todos los elementos que se tuvieron en cuenta desde que se asumió el proyecto, teniendo cuenta que las diferentes gestiones tanto con la comunidad UIS como con la comunidad astronómica para el desarrollo de este proyecto, el seguimiento del traslado de los equipos desde México hasta Colombia y la implementación de las modificaciones estructurales que se hicieron como preparaciones para el montaje del observatorio hasta la coordinación y ejecución del proyecto en las instalaciones de la Universidad Industrial de Santander, para una mayor claridad ver *Figura 6*.

Figura 6 Diagrama de flujo de la gestión de construcción.



Para la gestión de proveedores se contactó la empresa KOSMOS SCIENTIFIC, empresa Mexicana la cual fue encargada de proveer a al grupo Halley todos los elementos necesarios para la construcción, “ópticos, mecánicos y electrónicos”. Además esta empresa se encargó de proveer un especialista en el montaje de este tipo de estructuras.

El proyecto dio inició en el 2012 cuando se autorizó el presupuesto para la compra de los equipos a la empresa KOSMOS SCIENTIFICS, empresa mexicana dedicada a la comercialización de instrumentación para el desarrollo de la astronomía, pero debido a diferentes factores, entre ellos tramites institucionales, todo esto dio pie a que se realizara el montaje desde Octubre del 2014 hasta febrero del 2015.

El trabajo realizado para este proyecto se dio desde los diseños de la construcción de obra civil para la base del observatorio y construcción de un laboratorio de instrumentación, preparación de los componentes del domo del observatorio hasta su ensamble en el lugar de fijación y luego terminar en definiendo detalles de conexión y cableado para manejo de la instrumentación remotamente y la calibración de la instrumentación.

5.1 EQUIPOS INSTALADOS

Los equipos que se trabajan en este proyecto son de uso en astronomía tanto para divulgación como extensión, con un valor para la cotización del 2014 que es cuando se inició a realizar el pago de los mismos de 80.000 USD aproximadamente, estos equipos nuevos constan de un telescopio CDK de 17 pulgadas de apertura, un telescopio especializado en observación solar Coronado de 5 pulgadas con filtro H.-alpha, Telescopio Orión de 5 pulgadas refractor, Domo PD15 que tiene movimiento de rotación y la compuerta de ascensión viene con los implementos para el acople al PC que controla el observatorio en general, Montura Paramount MEII con accesorios para el acople con el domo y el telescopio, la información técnica se encuentra en el Anexo B.

5.1.1 Domo. El domo es la parte fundamental de un observatorio ya que es la protección de los equipos cuando no se están utilizando, a su vez el domo protege la instrumentación óptica de la contaminación lumínica de la ciudad, este domo está elaborado en fibra de vidrio, los tornillos de anclaje grado 8 y para las uniones tornillos de acero inoxidable.

Se adquirió para el observatorio un DOMO PD15 OBSERVATORY, siendo este de 15 pulgadas de diámetro y requiere ser instalado en una plataforma de concreto, “Domo de 4,572m de diámetro y 2,59m de alto modelo PRO-DOME de fibra de vidrio diseñado para uso institucional, industrial o de grupo⁷”, para ver la información técnica Ver Anexo B.

⁷ KOSMOS SCIENTIFIC. Tienda de Astronomía [En línea]. México. 2016. [fecha de consulta: 08 de Febrero 2016]. Disponible en internet: <<http://www.kosmos.com.mx/tienda/catalog/domo-457m-cmotores-p-652.html>>

Los componentes de este domo son:

- 4 secciones que forman la cúpula
- 2 escotillas y un respaldo de la escotilla
- 1 cinturón base de 15 pulgadas con flange
- Tornillos, tuercas, herrajes y accesorios de anclaje
- 4 motores eléctricos de 12 voltios
- Motor de compuerta y sistemas de transmisión por engranajes

5.1.2 Telescopio CDK 17. Instrumento óptico adquirido es un telescopio Cassegrain de 17 pulgadas de apertura y longitud focal 115,71 pulgadas, es un telescopio profesional “El equipo tiene un diseño de doble armadura de fibra de carbono, con 3 ventiladores que expulsan el aire de la parte trasera del telescopio, y 4 ventiladores soplan a través de la capa límite de la superficie del espejo, cubre un campo de 70 mm de vista sin coma curvatura de campo, fuera de eje, o el astigmatismo⁸”. El espejo es de material Pyrex con cubierta de aluminio reforzado con un peso de 43 kilogramos y con un anillo posterior para diferentes montajes de enfoque. Para ver la información técnica en detalle Ver Anexo B.

5.1.3 Montura Paramount ME II. Esta montura es ecuatorial, robotizada guiada por un sistema de control con interfaz al software Sky-x Pro que permite el seguimiento de cuerpos celestes para astrofotografía de larga exposición “Su gran capacidad de carga de 109 Kg, la hace ideal para instrumentos de gran apertura y peso. Tiene una precisión máxima de 7 grados, y está exenta de Backlash. Conexión a ordenador vía USB2 y totalmente funcional para su uso remoto⁹”. La montura tiene

⁸ PLANEWAVE. Fabricante de Telescopios [En línea]. California. 2016. [fecha de consulta: 08 de Febrero 2016]. Disponible en internet: < <http://planewave.com/products-page/telescopes/17-inch-cdk-optical-tube-assembly/> >

⁹ BISQUE. Fabricante de Monturas [En línea]. Colorado. 2016. [fecha de consulta: 08 de Febrero 2016]. Disponible en internet: <<http://www.bisque.com/sc/pages/ParamountMEII.aspx>>

4 contrapesas de 15 kilogramos para balanceo del telescopio y así evitar que los engranes sufran fatiga. Ver Anexo 2.

5.2 ETAPAS DE CONSTRUCCIÓN

Para la construcción del observatorio se elaboró un informe que se puede encontrar en el anexo A, donde se plasma todo el proceso de construcción del observatorio, este documento está dividido en secciones de trabajo que se describen a continuación.

5.2.1 Planeación y especificaciones técnicas del espacio. La planeación se da desde el contacto de los proveedores para coordinar el recorrido de los equipos, el inventario de los accesorios que allí se registran, este informe muestra las especificaciones técnicas que se requerían en las instalaciones del grupo Halley de la UIS para el montaje del observatorio, entre ellos las adecuaciones del laboratorio de instrumentación para conocer la propuesta de los requerimientos técnicos se puede en más detalle en el anexo A.

5.2.2 Adecuación de espacio. Las adecuaciones en la azotea para el domo cuando se elaboraron los cinturones base y el tipo de recubrimiento epóxido para el piso anti polvo, los tornillos que se incrustan en el muro que luego servirían como anclaje para sentar la base del domo y la preparación de un borde adicional porque el ancho del ala del domo es ligeramente más pequeño que el domo en la propuesta inicial esta descripción se encuentra detallada en el informe que se encuentra en el anexo A.

5.2.3 Pre-ensamble domo. Este ensamble se realiza en un lugar seguro a nivel del piso donde se realizan todas las perforaciones del domo, ajustes y acoples necesarios, se realizó en el primer piso del edificio de ciencias humanas, para este pre-ensamble se realiza basado en el manual de instrumentación que entrega la empresa, este preensamble también se realizó bajo la asesoría del experto internacional que envía la empresa y allí se hizo el ensamble completo del domo colocando accesorios como manijas porta ruedas, los caminos de las guayas y las perforaciones para el montaje de los motores de giro del domo. Tal como lo anterior descrito se encuentra en el mismo informe del Anexo A.

5.2.4 Ensamble. Se llevan todas las partes del domo a la superficie donde se va a realizar el montaje en este caso el séptimo piso de ciencias humanas la azotea sobre el laboratorio, allí se realiza el montaje de los equipos, que incluyen el domo de fibra en vidrio, los motores que van a realizar el giro y el movimiento de la compuerta, para ver detalladamente como se realizó este montaje ver Anexo A, además se describe como se subieron estos elementos hasta la azotea ya que por las escaleras solo se llevaron hasta el séptimo piso de ciencias humanas y de ahí por el exterior se subieron los implementos, esto es parte de lo que se describe en el informe.

6. PLAN DE MANTENIMIENTO

El Halley cuenta con una serie de elementos relativamente costosos, debido a esto se hace necesario un mantenimiento autónomo y un plan de mantenimiento el cual permita tener un control adecuado y eficaz sobre cada uno de los equipos existentes en el observatorio.

Este plan de mantenimiento se ha desarrollado basados en los planes de mantenimiento que se realizan en Copetrol, para el desarrollo estratégico del plan de mantenimiento se describe como primer paso la realización de la lista de inventarios donde se realiza un listado de todos los equipos y accesorios que hacen parte del observatorio además de la realización de un código QR que se lleva en todos los equipos para la descripción de los equipos al alcance de cualquier persona que posea un Smartphone, este concepto parte de la universalización de la información y lo que busca es que a través de la codificación y construcción de tablas sea de fácil acceso para cualquier persona que asuma la responsabilidad de éste trabajo en el observatorio.

Luego de establecer este inventario se realiza una consulta con proveedores y fuentes digitales de información para el planteamiento del tipo de mantenimiento que se requiere para cada uno de los equipos, tomando como principal elemento el hecho de que son equipos nuevos y no existe una base de datos del comportamiento de falla de los equipos para establecer una confiabilidad y de paso definir el tipo de mantenimiento según el historial de comportamiento para definir la criticidad.

La base de datos de inventario se complementa con la información sobre el mantenimiento anteriormente recopilada sobre el tipo de mantenimiento que se necesita, además de esto se analiza el costo del equipo y el proveedor que se encuentra disponible para realizar un reabastecimiento en caso de ser necesario,

también se anexa a ésta documentación el estado del equipo y así tomar las medidas de corrección necesaria para el objeto que se está revisando.

6.1 INVENTARIO

El área de investigación grupo Halley es un grupo que contaba con pocos equipos de observación, debido a la adquisición del nuevo observatorio se creció el número de equipos con el que dispone ahora el observatorio, en este sentido se planteó un sistema de información que permita llevar un control detallado sobre los equipos y elementos que posee dicho grupo.

Generación código de identificación equipos y accesorios: Se manejó una nomenclatura para la caracterización e identificación de los equipos y así poder darle la distinción adecuada, esto se planteó dependiendo de las características teniendo en cuenta si eran: equipos, herramientas o accesorios ver *Tabla 1*.

Tabla 1. Códigos de Inventario

HALLEY	Accesorios	Óptica	HO
	Equipos	Compuerta	HC
		Telescopio	HT
		Domo	HD
Herramientas		HH	

Generación del código dependiendo de la caracterización del equipo: Para la generación del código se planteó el código ver *Tabla 2* dependiendo si era equipo, herramienta o accesorio y posteriormente una numeración que permite tener un control más preciso sobre cada uno de los elementos existentes en el observatorio.

Tabla 2. Tabla de códigos de Inventario

Nombre	Código
Juego de Anillos 1	HO001
Juego de Anillos 2	HO002
Adaptador Para Cámara Digital	HO003
Telescopio Orión	HT001
Telescopio CORONADO	HT002
Diagonal CORONADO	HT003

6.1.1 Accesorios. Los accesorios, o instrumentación en astronomía son todas aquellas piezas independientes que permiten al usuario adaptarlas a los equipos para tener un mejor desempeño al momento de realizar tareas de astronomía, estos se enuncian en la *tabla 3*. Los accesorios pueden ser juegos de lentes, diagonales, buscadores etc.

Tabla 3. Códigos de Inventario de Accesorios

Nombre	Código
Juego de Anillos 1	HO001
Juego de Anillos 2	HO002
Adaptador Para Cámara Digital	HO003
Reductor Focal	HO004

Para el levantamiento de los datos maestros en accesorios fue necesario la colaboración de un experto en Astronomía, ya que se necesitaba realizar una caracterización completa y detallada de cada elemento para así poder tener una base de datos confiable, que al momento de cualquier falla o inconveniente se pueda tener un plan de acción inmediato.

6.1.2 Equipos. Los equipos son conjunto de accesorios ensamblados como un único elemento. Tales como telescopios, compuerta y domo, todos estos equipos trabajando simultáneamente forman el observatorio Halley junto con el personal calificado igualmente para el levantamiento de los datos maestros de equipos fue necesario la colaboración de un experto en astronomía, ya que se necesitaba realizar una caracterización completa y detallada de cada elemento para así poder tener una base de datos confiable, que al momento de cualquier falla o inconveniente se pueda tener un plan de acción inmediato para una mejor ilustración ver *Anexo A*.

6.1.3 Compuerta. Equipo que al momento de hacer observación me permite dar la apertura del observatorio y obtener ángulos de elevación, los elementos que están contenidos en el elemento compuerta son los registrados en la *Tabla 4*.

Tabla 4. Lista códigos de inventario Compuerta

COMPUERTA	HC001
Motor	HC002
Sistema de Engranajes	HC003
Guayas	HC004
Sistema de riel	HC005
Sensores	HC006
Control de mando	HC007

6.1.4 Domo. Equipo que al momento de hacer observación permite girar en el propio eje del observatorio y obtener cualquier punto sobre los cuatro puntos cardinales, los elementos que contiene todo el domo están en los siguiente *Tabla 5*.

Tabla 5. Tabla de Códigos de Inventario del Domo

DOMO OBSERVATORIO Casco y Cinturón	HD001
Motores Giro Domo	HD002
Fuente de Poder	HD003
Control de mando	HD004

Sensores de Parqueo	HD005
Ruedas de soporte	HD006
Sensor de azimut	HD007

6.1.5 Telescopio. Equipos netamente de observación astronómica, estos elementos se organizan bajo un solo código HT, este código se encuentra registrado en la *Tabla 6*.

Tabla 6. Tabla Códigos de Inventario de Telescopios

TELESCOPIO CDK17	HT012
Montura Ecuatorial 2 CDK17	HT013
Buscador PlaneWave CDK17	HT014
Control Foco PlaneWave CDK17	HT015

6.2 MARCACIÓN

Luego de tener una base de datos confiable se procedió, a realizar una respectiva marcación a cada uno de los equipos y accesorios del grupo Halley. Todo esto a partir de unas pequeñas etiquetas adhesivas que ayudaran a llevar un control preciso de toda la indumentaria con la que cuenta el grupo.

Para el diseño de las etiquetas se tuvo en cuenta que características debía llevar cada una de ellas, por esto se generaron dos modelos que van registrados en una sola imagen tal como se puede apreciar en la *Figura 7* en el cual se va a fijar a equipos grandes y el otro como tal a la instrumentación que se maneja en el Halley.

Figura 7. Código QR



En ambos casos se estaba manejando un código en cinta adhesiva pero la variación fue que para los equipos se generó adicional un código QR el cual puede llevar todas las especificaciones pertinentes de cada equipo existente en el grupo de observación e investigación Halley.

En la tabla 7 identificamos todos la tabla matriz que tiene todos la información que se emplea en este proyecto, la primera columna contiene el nombre del objeto, siguiente a esta el código que se le ha asignado al inventario las columnas siguientes con la información de proveedores , la referencia que se tiene para comprar el equipo a los proveedores, especificaciones técnicas que las hacen diferentes a los demás, cantidades, costo, estado del instrumento y el tipo de mantenimiento, para el tipo de mantenimiento se seleccionó según catalogo y /o información dada por el proveedor o personas expertas en el instrumento tal como lo fue el observatorio astronómico de México, observatorio astronómico de Venezuela, observatorio astronómico de Medellín en el ITEM, esto debido a que no se posee información sobre los equipos.

Tabla 7. Lista de Inventario General

Nombre	Código	Cantidad	Marca	Referencia	Especificaciones Técnicas	Unidades	Proveedor	Costo	Estado	Tipo de Mantenimiento
Juego de Anillos 1	HO001	1	MEADE	ME07929	Diámetro 160	mm	KOSMOS SCIENTIFIC	250 USD	No Funcional	Correctivo
Juego de Anillos 2	HO002	1	MEADE	ME07928	Diámetro 125	mm	KOSMOS SCIENTIFIC	200 USD	Funcional	Correctivo
Adaptador Para Cámara Digital	HO003	1	ORION	Steadypix-deluxe	Para Oculares 1,25 -2	in	ORION	53.99 USD	Funcional	Correctivo
Reductor Focal	HO004	1	MEADE	Meade 4000 f/6.3			KOSMOS SCIENTIFIC	89.99 USD	Funcional	Preventivo
Filtro Astrofotografía	HO005	1	ORION	Ir Cutoof Filter	Diámetro 1.25	in	ORION	50 USD	Funcional	Preventivo
Filtró Solar 17	HO006	1	INCONE L	OA 17.625" DI p/ Meade 16" SC	Diámetro 17	in	KOSMOS SCIENTIFIC	318 USD	Funcional	Preventivo
Base cola de Milano Para CDK 17	HO007	1	PARAMOUNT	PARAMOUNT-ME2	Ancho 12	in	KOSMOS SCIENTIFIC	300 USD	Funcional	Correctivo
Video cámara	HO008	1	ORION	SSDS VIDEO CAM 2 NTSC	pixeles 768 x 494	-	KOSMOS SCIENTIFIC	650 USD	No funcional	Preventivo
Filtro solar	HO009	1	ORION	7710	Diámetro 5.81	in	KOSMOS SCIENTIFIC	80 USD	funcional	Preventivo
Filtro solar	HO010	1	ORION	TO09187	Diámetro 8	in	KOSMOS SCIENTIFIC	90 USD	Funcional	Preventivo
Caja de accesorios CDK	HO011	1	PLANE WAVE	CDK 17_PARAMOUNT	-	-	KOSMOS SCIENTIFIC	NA	Funcional	Preventivo
Equipo de Montura Auxiliar MID	HO012	1	MEADE	Serie 5000	Ancho 3	in	KOSMOS SCIENTIFIC	NA	Funcional	Correctivo

6.3 FICHAS TÉCNICAS Y HOJAS DE VIDA

Para el diseño de la hoja de vida y el formato como tal fue necesario indagar en la información ya existente y observar algunos modelos los cuales ayudarán al diseño como tal de la hoja de vida de los equipos ópticos.

La información consignada se realizó con base a los proveedores y las empresas que venden el equipo de fábrica quienes establecen información de primera necesidad tal como lo es características, especificaciones técnicas y se agrega un anexo de notas dónde se agrega algunos detalles pertinentes al estado de los equipos objetos faltantes y elementos que tiene en perfecto funcionamiento.

Más abajo se tiene una bitácora dónde se agrega cada mantenimiento que se realiza al equipo, esto con el fin de crear una hoja de vida del equipo tal como se presenta en la *Figura 8* y la próxima implementación del mantenimiento de los equipos que se realice se haga con base a información existente y así tener un soporte fuerte que permita tomar decisiones con respecto al funcionamiento de los equipos y la forma de abordar el mantenimiento que se requiere, para ver esta plantilla en cada uno de los equipos se puede apreciar en el Anexo B.

Para ello se tomó el diseño del señor **Hernando Gómez Palencia** el cual estaba basado en la norma ISO 9000 y manejaba el formato BTSA9030

Figura 8. Hoja de Vida

 		Grupo Halley Astronomía y Ciencias Aeroespaciales			
TELESCOPIO ORION		HOJA DE VIDA DE EQUIPO			HT001
		EQUIPO: TELESCOPIO REFRACTOR		MARCA: ORION	
		FECHA COMPRA:		PROVEEDOR: KOSMOS SCIENTIFIC	
		DATOS TÉCNICOS			
		APERTURA: 120 mm		LONGITUD FOCAL: 600 mm	
		RAZÓN FOCAL: F5			
		CACRACTERISTICAS:		-Tamaño de oculares 2 in y 1,25 in -Lentes de vidrio crown/flint -Poder de resolución 0.97 seg de arco. -Peso 8.6 lb. -Mínimo aumento útil 17x -Máximo aumento útil 240x	
NOTAS:		-Telescopio sin montura. -Telescopio sin buscador.			
BITÁCORA					
		Universidad Industrial de Santander (UIS) Grupo Halley Astronomía Y Ciencias Aeroespaciales. Bitácora Para El Mantenimiento De Equipos De Óptica.			
		EQUIPO: TELESCOPIO ORION		MARCA: ORION	
				HT001	
FECHA	DESCRIPCIÓN	TIPO DE MANTENIMIENTO		TIEMPO OPERACIÓN (MIN)	
30/08/2016	Limpieza de elementos ópticos	Preventivo		3 Horas	
Plan de Mantenimiento preventivo					
		Universidad Industrial de Santander (UIS)		HT001	
Actividades		1ª Semana	2ª Semana	3ª Semana	4ª Semana
Ajuste mecanismos internos de la montura		x			
Limpieza de los elementos ópticos			x		
Ajustes del tubo óptico y elementos de sujeción				x	
Realizado por _____ Aprobado por _____					






6.4 PROTOCOLO DE OPERACIÓN

Este documento hace parte fundamental del buen funcionamiento de los equipos ya que se establece una secuencia de operación donde se desarrollan buenas prácticas del funcionamiento de los equipos y así aumentar la vida útil, esto debido a que el personal de operación de estos equipos va cambiando con el tiempo y lo que se hace es universalizar la forma de operar el observatorio, además de una estandarización a través del protocolo de operación.

La plantilla que se muestra en la *Figura 9* es la que se elaboró y contiene la información pertinente basado en tres elementos básicos, el primero fue las recomendaciones básicas de operación del fabricante, lo segundo es las sugerencias del proveedor con respecto a su funcionamiento y el tercer es la información recopilada de otros observatorios de la comunidad científica quienes amablemente favorecieron información respecto al modo de trabajar en cada una de sus unidades académicas, entre los colaboradores se encuentra el CIDA, Centro de Investigación de Astronomía de Venezuela, el OAN Observatorio Astronómico de Bogotá, el observatorio astronómico de México, entre otros.

Este documento es de los más sencillos planteados ya que consta de dos partes, la primera es el encabezado donde se plantea la información básica del equipo que se realiza el protocolo y la segunda parte es el espacio donde se describe el proceso de operación para la utilización del equipos, el formato de todos los equipos se puede apreciar en el Anexo C

Figura 9. Protocolo de Operación

    		
PROTOCOLO DE OPERACIÓN		
Universidad Industrial de Santander (UIS)		
Grupo Halley Astronomía Y Ciencias Aeroespaciales.		
EQUIPO: MONTURA PARAMOUNT MEII	MODELO: SOFTWARE BISQUE	MARCA:
<p>Balanceo de la Montura Ecuatorial</p> <p>Un balanceo apropiado es esencial también para un adecuado arrastre con un motor</p> <p>Paso 1</p> <p>Para balancear la montura, desajuste la grampa de Ascensión Recta (AR) y deje caer al telescopio a un lado de la montura. La barra del contrapeso debería quedar extendida horizontalmente del lado opuesto de la montura. Sin ajustar la grampa de AR, gradualmente deje ir al telescopio para ver para que lado gira. Suelte el contrapeso y muévelo de manera tal que balancee el telescopio. Reajuste el contrapeso.</p> <p>Paso 2</p> <p>El telescopio debe también estar balanceado en el eje de declinación para prevenir cualquier movimiento repentino cuando se suelta la grampa de Declinación. Para balancear la declinación del telescopio, suelte la grampa de AR y rote el telescopio a un lado de la montura (como en el paso 1). Una vez hecho esto, ajuste la grampa de ascensión recta para mantener al telescopio en su posición. Ahora sostenga el tubo del telescopio con una mano mientras suelta la grampa de declinación con la otra. El telescopio rotará mayormente al rededor del eje de declinación (cayendo hacia adelante o hacia atrás). Lentamente desajuste los tornillos de los anillos del tubo y deslice el telescopio para adelante o para atrás dentro de los anillos del tubo hasta que permanezca estacionario cuando la declinación está suelta. Reajuste los tornillos de los anillos del tubo.</p> <p>El telescopio ya está balanceado.</p> <p>Paso 3 - Su primera observación.</p> <p>Debería inicialmente utilizar su telescopio a la luz del día cuando es fácil ubicar las perillas y las grampas. Esto le ayudará a familiarizarse con su telescopio y hará las cosas mucho mas fáciles a la noche. Ponga un ocular de poco aumento (es decir, el que tenga mayor distancia focal). Los oculares con grandes aumentos (con poca longitud focal) vuelven al campo de visión mas pequeño y oscuro y es mas difícil enfocar.</p> <p>Quite la tapa de la lente y mire a través de su telescopio</p> <p>Paso 4</p> <p>Intente encontrar un objeto claro que esté a mas de 200 metros de distancia (NUNCA MIRE AL SOL). Apunte el telescopio hacia el objeto después de soltar las grampas de AR y de Declinación. El ángulo del ocular puede ajustarse en los telescopios reflectores rotando el tubo óptico dentro de los anillos del tubo después de desajustar los tornillos de los anillos del tubo.</p> <p>Paso 5</p> <p>Gire la perilla de enfoque gradualmente hasta que su objeto quede enfocado claramente</p>		

6.5 HOJAS DE RUTA

La hoja de ruta es el alma de este plan de mantenimiento debido a que es allí donde se consignan los diferentes procesos para la realización del mantenimiento preventivo y del mantenimiento correctivo, este documento es el la guía base que tendrá todo encargado del mantenimiento del observatorio ya que allí este documento es el que debe acudir a la hora de realizar el mantenimiento.

La información consignada en éste documento es la que se tiene basado el mantenimiento sugerido por el proveedor junto a la información que se tiene de la comunidad astronómica internacional quienes han aportado valiosa información sobre el mantenimiento de equipos similares a lo largo de su experiencia académica en la astronomía, adicional a eso se emplea el catálogo de equipos similares con el mismo funcionamiento y comportamiento y de estos se obtiene información sobre su correcto mantenimiento además de definir qué tipo de mantenimiento es el adecuado según la facilidad de obtención de los equipos y sus repuestos.

El formato que se muestra en la *Figura 10* tal como los anteriores viene con un encabezado donde se especifican diferentes datos técnicos necesarios para tener en cuenta a la hora de realizar la evaluación del equipo, según lo que se desee buscar en la base de datos, adicional a eso viene un espacio para realizar el listado de elementos necesarios para realizar dicho mantenimiento viendo si son equipos o materiales consumibles y verificar su existencia en inventario y preparar los elementos antes de realizar la práctica de mantenimiento. Otra parte de éste documento es el procedimiento para la realización del mantenimiento donde especifica detalladamente como se debe realizar y que cuidados se deben tener con el equipo que se trabaja, los diferentes protocolos de mantenimiento se pueden apreciar en el *Anexo B*.

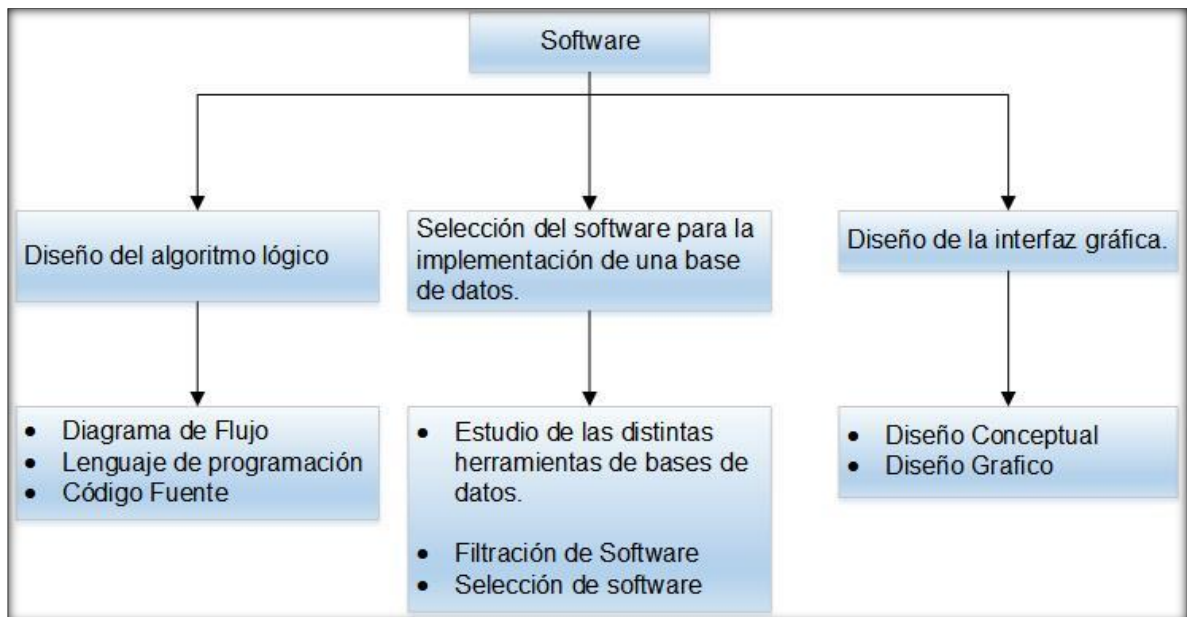
Figura 10. Hoja de Ruta

			
HOJA DE RUTA			
Universidad Industrial de Santander (UIS)			
Grupo Halley Astronomía Y Ciencias Aeroespaciales.			
EQUIPO: TELESCOPIO	MODELO: CDK17	MARCA: PLANEWAVE	INVENTARIO: HTO012
COMPONENTE: Tubo Óptico	FRECUENCIA: 6 meses	REPUESTO:	RESPONSABLE: OBSERVATORIO
MATERIALES			
<p>1 - Lata de aire comprimido 2 - Cepillo de pelo de camello 3 - Bolas de algodón 4 - Kleenex No perfumado 5 - Agua destilada 6 - jabón líquido (no ceroso) 7 - Alcohol isopropílico 8 - Las toallas de papel (no para tocar la óptica, absorber el agua)</p>			
MANTENIMIENTO (PREVENTIVO)			
<p>1 - Apunte el telescopio ligeramente inclinado sobre la horizontal, para evitar acumulación de agua en la parte posterior del telescopio. 2 - Poner toallas de papel dentro del espacio de la cubierta de fibra de carbono en la parte inferior para absorber el exceso de agua que corre del espejo al tubo. 3 - Uso del aire comprimido, soplar las partículas de polvo más grandes en la superficie del espejo. NOTAS: No agite la botella de aire y seguir las indicaciones a fin de no impulsar líquidos compuestos de la embotelladura. Haga una prueba de rociado de soplado de aire en el frente al espejo) 4 - Si usted tiene un cepillo de pelo de camello (comúnmente usados para las lentes de la cámara) y sacudir el polvo restante Partículas. 5 - Mezclar dos gotas de jabón para lavar platos (tipo no ceroso) a un litro de agua destilada para hacer una limpieza solución. (Nota: demasiado jabón para lavar platos puede dejar un residuo) 6 - Limpiar lo peor primero. Mojar un algodón en la mezcla y se arrastra a través de la sección que tiene limpieza en líneas rectas. Casi arrastrando sin presión es la mejor manera de limpiar. El punto que requiere más limpieza no utilizar la presión suficiente para eliminar el mugre. Trate de mover la bola de algodón hacia arriba y lo más retirado del espejo, que no quede atrapado bajo el, la suciedad bola de algodón y arrastrado a través del espejo. Bote las bolas de algodón usadas y continúe con otras nuevas. 7 - Ahora limpiar el resto del espejo humedecido con Kleenex. Una vez más, arrastre el pañuelo de papel humedecido en líneas rectas, tratando de enrollar el Kleenex y ligeramente retirado del espejo. 8 - Limpie con agua destilada aplicándola sobre la superficie y no deben quedar parches de agua 9 - Si tiene más de un problema, o si las manchas quedan, se puede limpiar, tome esta mezcla de 50/50 mezcla de agua alcohol destilado y con esta limpiela.</p>			
OBSERVACIONES			

7. SOFTWARE

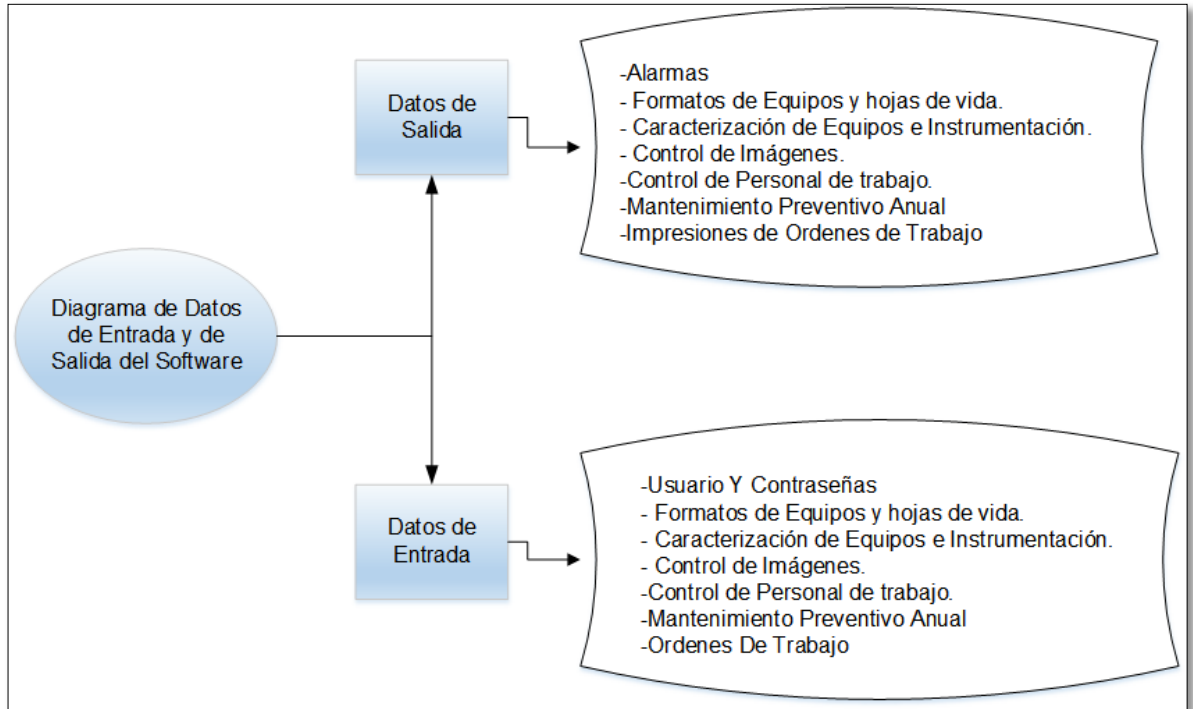
Para el desarrollo del software fue necesario, como primera medida, plantear lo que se quería, como se quería y el motivo por el cual se requería, además de partir desde una tormenta de ideas las cuales permitieron decidir algunos parámetros iniciales con las cuales debe contar el software, se tomó la decisión de realizar una estructura detallada del trabajo la cual consistía en una serie de entregables que facilitarían el diseño conceptual del software, Ver figura 11.

Figura 11. Estructura Detallada del Trabajo



Diseño del algoritmo lógico: Partiendo de las necesidades y objetivos del software de mantenimiento, se definieron unos patrones que permitieran iniciar la ejecución del software; estos patrones son datos de entrada y condiciones iniciales que permitirán tener claridad en el proceso que se debe seguir al momento realizar la programación adecuada ver figura 12.

Figura 12. Entradas y Salidas

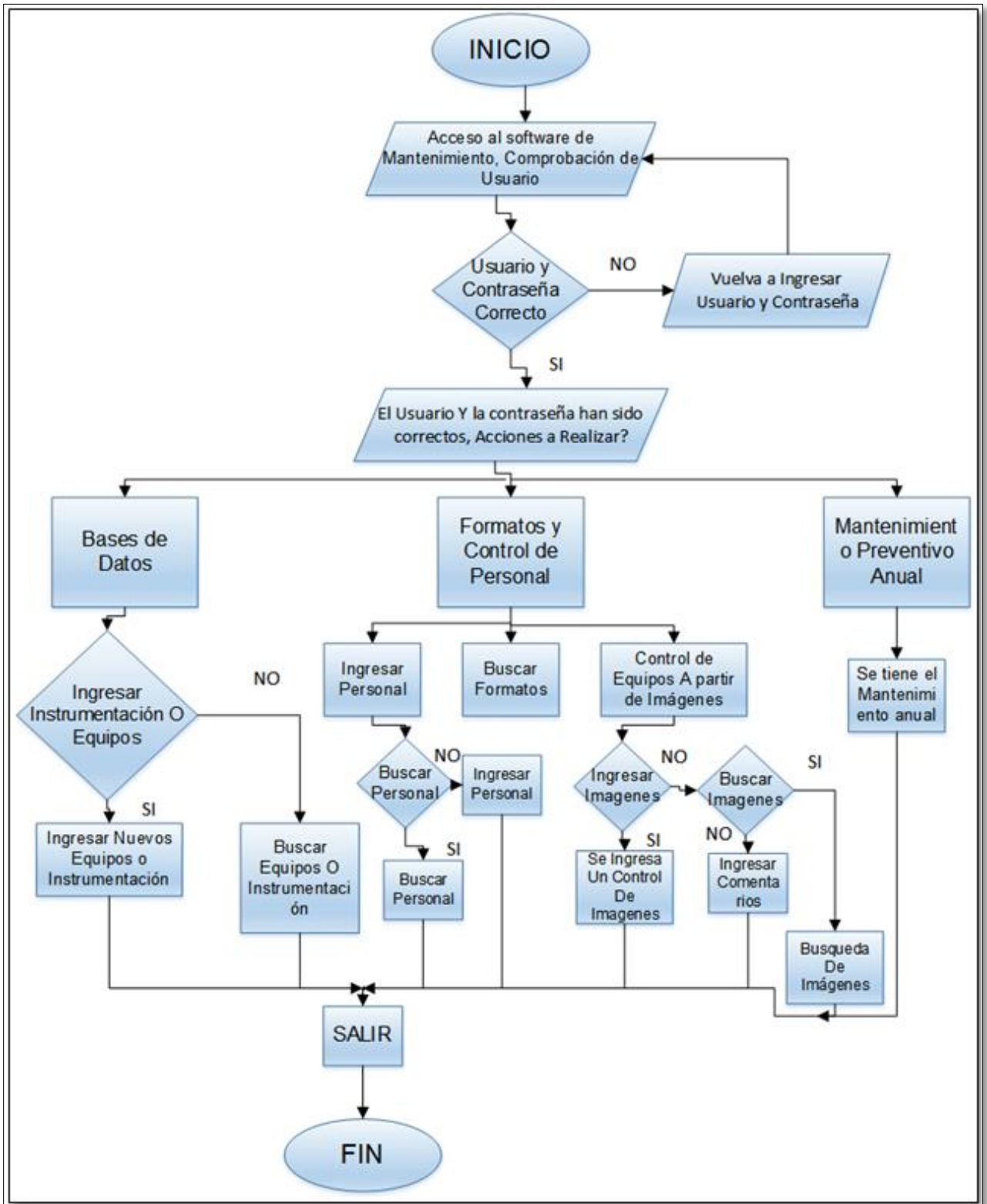


Con estos campos el usuario puede decidir, desde ingresar un nuevo elemento, hasta buscar una hoja de ruta completa existente. Partiendo de los puntos anteriormente mencionados, se planteó el algoritmo lógico *ver figura 13*.

Cada una de estas ventanas fue programada en la interfaz de visual Basic, la cual maneja un lenguaje de programación fácil y entendible a la hora de trabajarlo, para que al momento que se requieran modificaciones, sean lo más sencillas posibles.

De la misma manera, cada botón emergente fue programado para generar vínculos a las distintas pestañas, todas estas tienen su propio código ya que son acciones totalmente diferentes, además de esto, toda la información ingresada en el software se va almacenando en unas bases de datos que se están generando automáticamente.

Figura 13. Diagrama Flujo



Selección del software para la implementación de una base de datos: Para la selección de la herramienta se tuvo en cuenta los parámetros más importantes al momento de implementar una base de datos, tales como: fácil manejo, interfaz amigable y compatible con todos los sistemas operativos.

Como resultado, la interfaz que reunió dichas características fue la herramienta de office, Microsoft Excel, *Ver figura 14*. Debido a su diseño basado en filas y columnas, y la gran cantidad de información que admite, fue posible hacer el levantamiento de todos los datos maestros, de manera ordenada, que corresponden a: equipos y accesorios con los que cuenta actualmente el grupo Halley y que su estado es en operación, todo buscando tener información confiable y actualizada a la mano.

Diseño de la interfaz gráfica: Para esta etapa se utilizó un complemento de Microsoft: Visual Basic, *Ver figura 15*, el cual consiste en una herramienta de Excel que cuenta con una ventana de desarrollador, que permite construir de manera directa los gráficos de la interfaz de acceso e ingreso de datos, con el fin de crear macros que faciliten al usuario encontrar la información pertinente, al momento de revisar inventario, hojas de ruta, hojas de vida y otras acciones adjuntas al software desarrollado.

Figura 14. Interfaz de software

Código	Nombre	Cantidad	Marca	Referencia	Especificaciones Técnicas	Unidades	Proveedor	Costo	Estado	Tipo de Mantenimiento
HO001	Juego de Anillos 1	1	MEADE	ME07929	Diametro 160	mm	KOSMOS SCIENTIFIC	250 USD	No Funcional	Correctivo
HO002	Juego de Anillos 2	1	MEADE	ME07928	Diametro 125	mm	KOSMOS SCIENTIFIC	200 USD	Funcional	Correctivo
HO003	Adaptador Para Camara Digital	1	ORION	Steadypix-deluxe	Para Oculares 1,25 -2	in	ORION	53.99 USD	Funcional	Correctivo
HO004	Reductor Focal	1	MEADE	Meade 4000 f/6.3	-	-	KOSMOS SCIENTIFIC	89.99 USD	Funcional	Preventivo
HO005	Filtro Astrofotografia	1	ORION	Ir Cutoof Filter	Diametro 1.25	in	ORION	50 USD	Funcional	Preventivo
HO006	Filtro Solar 17	1	INCONEL	OA 17.625" DI p/ Meade 16" SC	Diametro 17	in	KOSMOS SCIENTIFIC	318 USD	Funcional	Preventivo
HO007	Base cola de Milano Para CDK 17	1	PARAMOUNT	PARAMOUNT-ME2	Ancho 12	-	KOSMOS SCIENTIFIC	300 USD	Funcional	Correctivo
HO008	Video camara	1	ORION	SSDS VIDEO CAM 2 NTSC	pixeles 768 x 494	-	KOSMOS SCIENTIFIC	650 USD	No funcional	Preventivo
HO009	Filtro solar	1	ORION	7710	Diametro 5.81	in	KOSMOS SCIENTIFIC	80 USD	funcional	Preventivo

Figura 15 Software de interfaz

En esta ventana se desarrolla la interfaz gráfica del software implementado para el grupo Halley.

A demás, para el ingreso, se creó una ventana de usuario y contraseña *Ver figura 16*, con el fin de restringir el acceso y permitir solo al encargado y/o encargados de la gestión de mantenimiento realizar modificaciones pertinentes al software y consultar la información consignada.

Figura 16. Ventana de acceso



En el diseño de la interfaz de trabajo se buscó un acceso sencillo y lógico a la información, de manera que resultara amigable con el usuario, permitiendo que cualquier persona sin experiencia en mantenimiento, pudiese consultar los datos contenidos en dicho programa; Debido a que en el grupo no existe una sola persona frente a la gestión de mantenimiento total de los equipos y accesorios.

Esta se desarrolló inicialmente con tres ventanas (Base de Datos, Formatos y Mantenimiento Preventivo Anual) *Ver figura 17*, en las cuales, en una de ellas se hace el control de accesorios con los que cuenta el observatorio, permite buscar cada elemento por separado y sus distintas características tales como código, proveedor, referencia, especificaciones técnicas, entre otras *Ver Figura 18*.

Figura 17. interfaz principal 1

Mantenimiento

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
- GRUPO HALLEY

Base de Datos **Formatos** **Mantenimiento**

Datos Accesorios

En la casilla código el usuario podrá solo con ingresar el código del equipo encontrar todas las características técnicas y de estado de operación.

En esta sección se crearon una serie de módulos con lo cual el usuario podrá dividir su tarea según sea su actividad a realizar.

Con este botón el Usuario podrá ingresar nuevos equipos al sistema

Marca:

Referencia:

Especificaciones Técnicas : Unida des:

Proveedor:

Costo:

Estado:

Tipo de Mantenimiento:

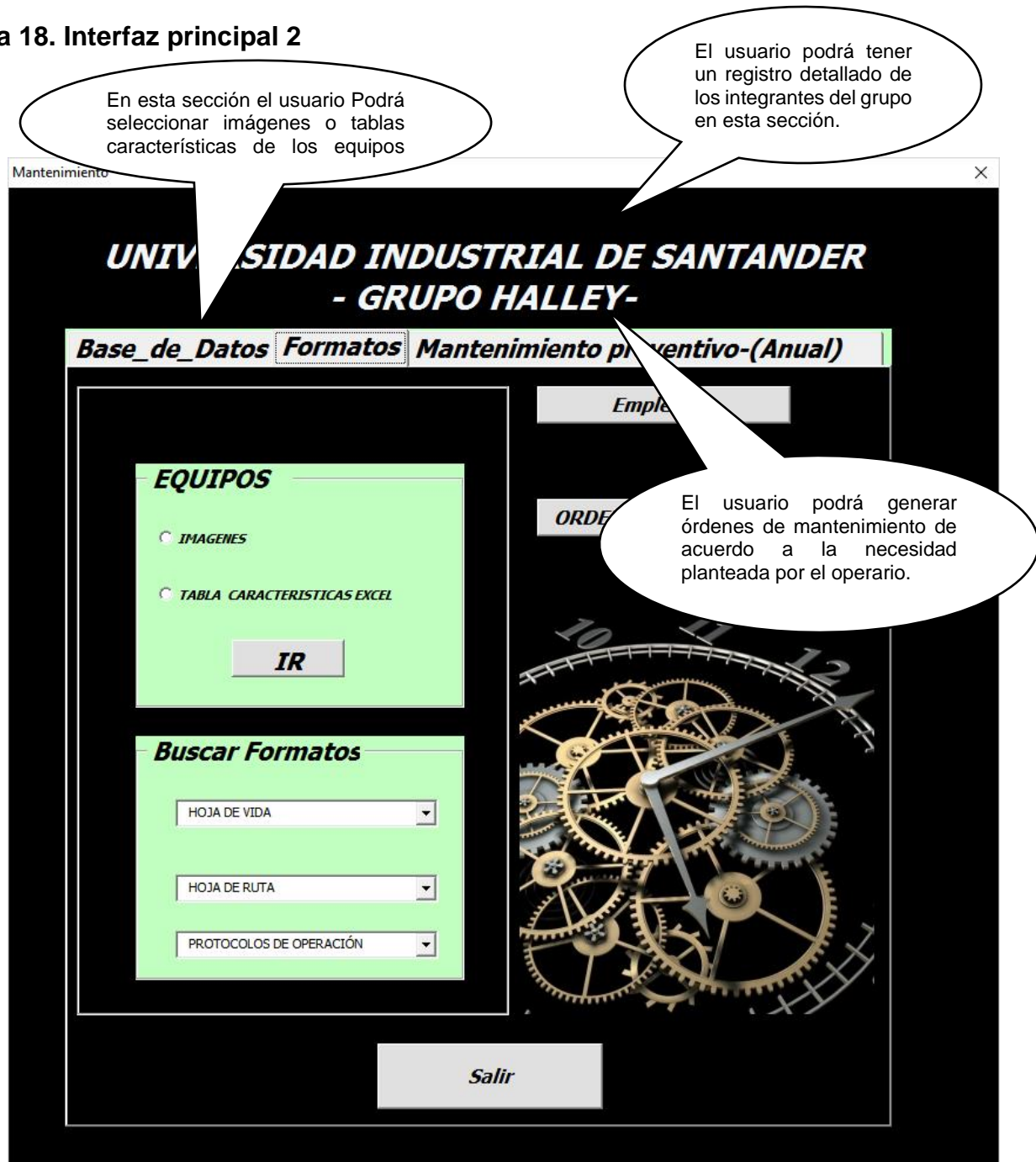
Guardar LIMPIAR TODO

Salir

En la segunda ventana se crearon una serie de accesos directos a las diferentes rutas como por ejemplo a las hojas de vida, en las cuales se da a conocer la caracterización completa de los equipos y telescopios existentes en el grupo Halley.

También se generaron vínculos y ventanas en las que se programan las OT (órdenes de mantenimiento) según sea la fecha y la necesidad, Ver Figura 15.

Figura 18. Interfaz principal 2



En la pestaña **EMPLEADOS** se desarrolló una ventana emergente en la cual se tendrá control de cada uno de los integrantes del grupo Halley *Ver Figura 19*, arrojando datos como nombre, correo (E-mail) y demás información personal, con el fin de asignar a cada integrante las tareas que debe realizar a la hora del mantenimiento.

Figura 19 Registro Empleados

The image shows a software window titled "REGISTRO DE EMPLEADOS" with a close button (X) in the top right corner. The form contains several input fields: "Nombre:" (with a vertical cursor), "Dirección:", "Teléfono:", "ID:", and "Email:". At the bottom, there are two buttons: "Eliminar" and "Cerrar". Three callout boxes provide additional information: the top-left callout points to a large empty rectangular area and states "Se podrá agregar imágenes de cada uno de los integrantes del grupo."; the top-right callout points to the top section of the form and states "En esta sección se podrá buscar algún usuario en particular."; the bottom callout points to a button (likely "Agregar" or "Modificar") and states "Con este botón se podrá agregar un nuevo empleado o modificar la información de alguien ya existente."

En el vínculo de orden de mantenimiento *Ver Figura 20* se podrá generar cualquier acción de trabajo que se quiera ejecutar en el grupo Halley, teniendo en cuenta código del equipo, hora de la orden, hora de ejecución y otras acciones que permitirán al grupo optimizar el tiempo de trabajo de cada uno de los encargados de realizar las acciones correspondientes.

Todas estas órdenes de trabajo generadas, se irán guardando en una base de datos creada en Excel, buscando tener un control detallado sobre el usuario y encargado de mantenimiento, para con ello a futuro, contar con un registro confiable sobre el

mantenimiento echo durante la vida útil delos equipos y así poder tener datos suficientes para realizar un análisis estadístico de indicadores de mantenimiento como: tiempo medio entre mantenimientos y tiempo medio entre fallas.

Figura 20. Orden de trabajo

The screenshot shows a web form titled "ORDEN DE MANTENIMIENTO" with a close button (X) in the top right corner. The form is for "GRUPO HALLEY- ORDEN DE TRABAJO" and includes a field for "N°". Below this are fields for "PRIORIDAD:" and "EQUIPO-Cod:". Further down are "REQUERIDA POR:" and "APROBADA POR:" fields. A large text area labeled "DESCRIPCIÓN DEL- PROBLEMA:" contains the text: "En esta ventana el usuario podrá generar las respectivas órdenes de mantenimiento teniendo en cuenta los datos requeridos en la hoja." This text area is circled in black. Below it are fields for "SUPERVISOR:" and "FECHA:". A section labeled "MATERIAL Y HERRAMIENTAS ESPECIALES NECESARIAS:" has a large empty text area. At the bottom are fields for "FECHA TERMINACIÓN DEL SERVICIO:", "HORA:", and "COMENTARIOS:". Three buttons labeled "Imprimir", "Guardar", and "Borrar" are at the very bottom.

En la sección de equipos *Figura 21* se genera una ventada emergente la cual permite subir una imagen que evidencie los distintos trabajos realizados sobre el elemento, lo que hace de este espacio una base de datos que permite llevar un control detallado del estado de los equipos y su evolución tras los trabajos que se le hayan realizado.

Desde esta misma ventana de equipos, se puede re direccionar el software a una tabla de Excel Ver figura 22, la cual cuenta con todas las características de los equipos grandes del observatorio: telescopios Domo, compuerta, entre otros. Este vínculo podrá dar una información detallada sobre características, proveedores y demás especificaciones necesarias para tener una información completa de los equipos.

Figura 21. Imágenes

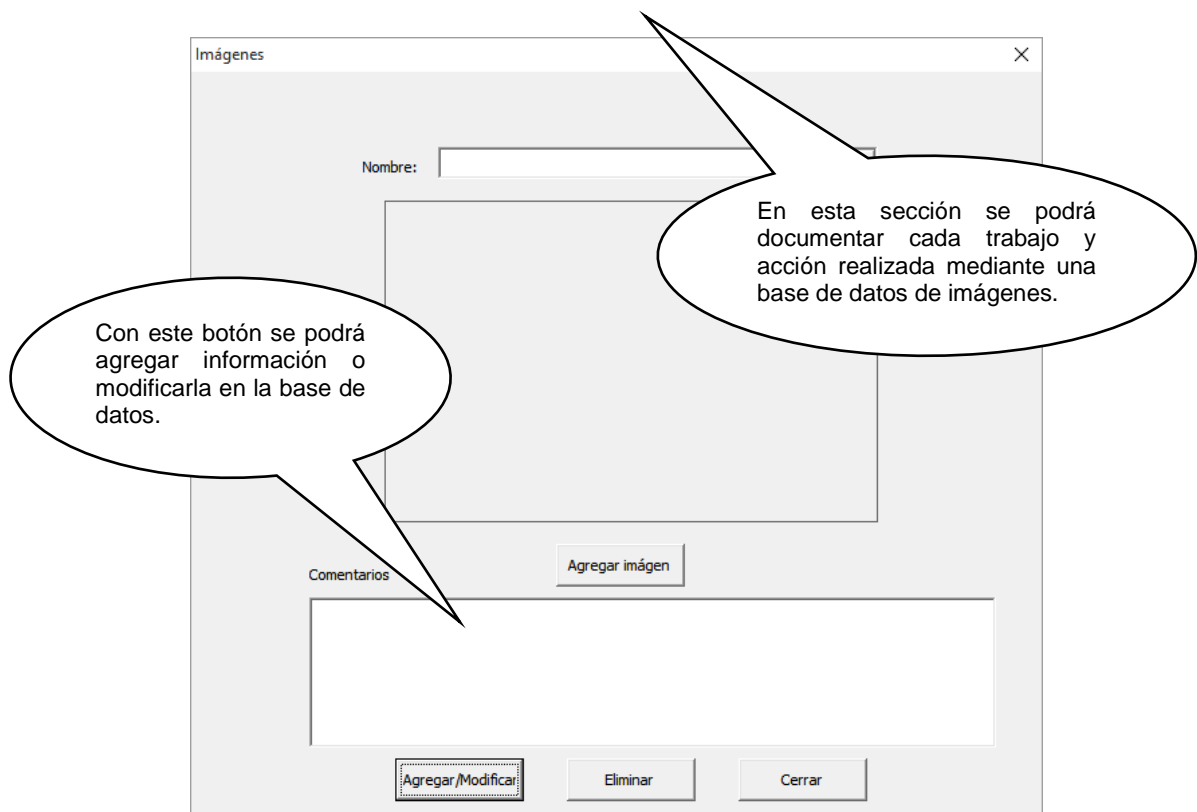


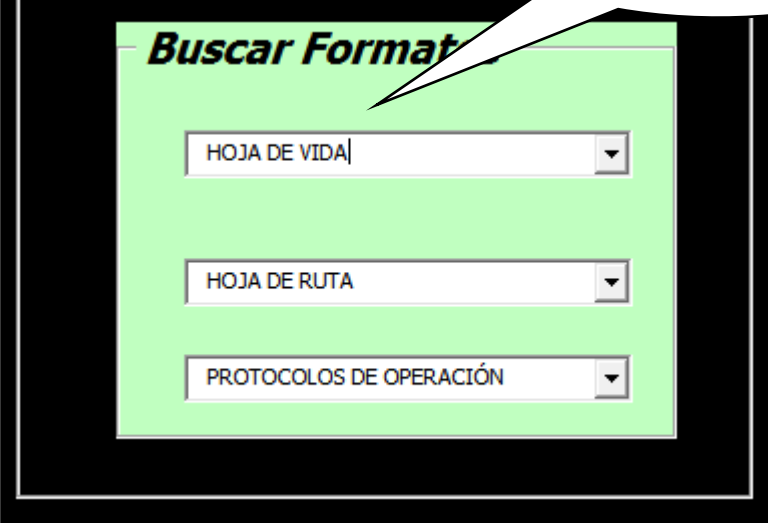
Figura 22. Equipos



Codig	Nombre	Cantida	Marca	Referencia
HT001	TELESCOPIO ORION	1	ORION	ORION
HT002	TELESCOPIO CORONADO	1	CORONADO	Solar Max II
HT003	Diagonal CORONADO	1	CORONADO	Solar Max II
HT004	Ocular 1 CORONADO	1	CORONADO	Solar Max II
HT005	Ocular 2 CORONADO	1	CORONADO	Solar Max II
HT006	Ocular 3 CORONADO	1	CORONADO	Solar Max II
HT007	Barlow CORONADO	1	CORONADO	Solar Max II
HT008	TELESCOPIO MEADE	1	MEADE	LX90
HT009	Montura Altazimutal MEADE	1	MEADE	Altazimutal
HT010	TELESCOPIO KONUS	1	KONUS	Newtoniano
HT011	Montura Ecuatorial KONUS	1	KONUS	Konuscope
HT012	TELESCOPIO CDK17	1	PLANEWAVE	CDK17
HT013	Montura Ecuatorial 2 CDK17	1	BISQUE	PARAMOUNT ME II
HT014	Buscador PlaneWave CDK17	1	PLANEWAVE	CDK17
HT015	Control Foco PlaneWave CDK17	1	PLANEWAVE	CDK17

En la ventana de formatos *Ver Figura 23* se puede observar la caracterización completa de los equipos y los registros de hojas de vida, hojas de ruta y protocolos de operación, esto puede generar un mantenimiento basado en confiabilidad ya que se cuenta con información de primera mano, disponible para cualquier análisis sobre el equipo y sujeta a modificaciones, justificadas y previamente evaluadas, con el fin de tener siempre la información más actualizada de todos los equipos de óptica existentes.

Figura 23. Formatos



The image shows a search interface titled "Buscar Formatos" (Search Formats). It features three vertical dropdown menus on a light green background. The first menu is selected and shows "HOJA DE VIDA". The second menu shows "HOJA DE RUTA". The third menu shows "PROTOCOLOS DE OPERACIÓN". A speech bubble points to the first menu with the text: "Los tres botones son ascensores que guardan un listado de formatos según sea el requerimiento." (The three buttons are elevators that store a list of formats according to the requirement.)

8. CONCLUSIONES

1. Se realizó el montaje de los siguientes equipos: Domo, telescopio CDK 17, telescopio Solar Max II y para su realización fue necesario emplear realizar un pre-ensamble para ajustar el material base y perfeccionar errores de fábrica y luego realizar el ensamble completo; dicho montaje se rigió por el manual de instrucciones que da el proveedor, con el fin que su operación y disponibilidad sean óptimas.
2. Se realizó el levantamiento de los datos maestros pertenecientes a los 6 equipos de instrumentación y sus componentes los cuales se hizo necesario detallarlos por separado dado su cantidad, la descripción de éstos equipos del observatorio se hicieron teniendo en cuenta código, cantidad, referencia, proveedor, especificaciones técnicas y demás detalles necesarios para la elaboración del plan de mantenimiento.
3. La organización de los inventarios, hojas de vida, protocolos de operación y hojas de ruta, brindan la garantía al usuario responsable de tener una guía de trabajo que le permite evitar posibles accidentes que afecten la integridad tanto de la persona como de los equipos, ya que tiene a la mano, información actualizada acerca de cómo debe operar cada equipo y las medidas, por ejemplo, de limpieza y lubricación, según sea el caso, bajo las cuales se debe mantener el equipo cada vez que es utilizado.
4. La implementación de plan de mantenimiento al observatorio astronómico de la Universidad Industrial de Santander se evidenció a través del desarrollo e implementación de un software, el cual fue alimentado con la recolección y posterior organización de una base de datos, en la que quedó registrado cada uno de los equipos en detalle con las que se cuenta. Esta plataforma cuenta con las siguientes opciones de consulta: hojas de vida de los equipos, registro cronológico de las acciones de mantenimiento que han sido aplicadas a cada uno en detalle, identificando con ello el tipo de mantenimiento que fue aplicado y el tiempo medio entre mantenimientos y

fallas; esto con el fin de llevar un estadístico que permita estimar a futuro la disponibilidad, confiabilidad y tiempo de vida de la máquina, con lo que se puede tomar decisiones y acciones sobre ellos.

5. El criterio para definir el tipo de mantenimiento fue seleccionado gracias a la información obtenida de proveedores y expertos en el tema, a partir de ello se llegó a definir que el plan de mantenimientos para los nuevos equipos sería limitado a preventivo y correctivo, ya que no se encontró información suficiente para definir un mantenimiento predictivo.
6. El acceso restringido al software que almacena la información del plan de mantenimiento se debe a que, de esta manera, se ejerce un control de quienes pueden ingresar y así hacer responsable del cuidado de los instrumentos a quien en el momento este trabajando con ellos, y aún más debido a que las actividades se realizan en diferentes jornadas y no existe una sola persona responsable de ello.
7. El análisis de costos no se realiza para este proyecto, ya que los equipos que se emplean en el observatorio son de uso netamente académico, y en ningún momento se le dará un uso como un activo industrial del cual se pueda obtener un ingreso que cubra el retorno en la inversión sobre la compra de equipos y los gastos de mantenimiento.

9. RECOMENDACIONES

- Es importante que el grupo Halley nombre una persona con conocimientos en el área de mantenimiento para que realice toda la gestión del mismo y así poder mejorar la disponibilidad de los equipos e instrumentación.
- Se recomienda al grupo adquirir la licencia del software que realiza control sobre el telescopio principal, para mejorar las prácticas de observación.
- Se debe realizar el llenado periódico de los distintos formatos ya que, a partir de esto, se podrá tener una base de datos actualizada con las hojas de vida de cada máquina existente.
- Es necesario evaluar y en dado caso capacitar - a la persona encargada de la gestión de mantenimiento para el manejo del software - en conocimientos de la herramienta de office, en especial Excel, ya que la base de datos está sustentada en tablas y macros en esta plataforma.
- Realizar una nueva gestión de mantenimiento con la información recopilada de operación durante un año donde según las condiciones del equipo se reconsidere un nuevo tipo de mantenimiento, planteando la opción del mantenimiento predictivo.

BIBLIOGRAFÍA

BORRÁS PINILLA. Carlos. Ingeniería de Mantenimiento. Material docente. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, Escuela de Ingeniería Mecánica, 2013 pág.33.

GONZALEZ, Carlos. Principios de Mantenimiento. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander: Escuela de Ingeniería Mecánica, Posgrado en gerencia de mantenimiento, 2004.

JAPAN INSTITUTE OF PLANT MAINTENANCE. Total Productive Maintenance. TPM. [Sitio Web]. Tokyo, Japan, [Citado el 12 de Junio del 2016]. DISPONIBLE EN:
[Https://www.jipm.or.jp/en/](https://www.jipm.or.jp/en/)

SOUTHERN COMPANY. El Mantenimiento como Fuente de Rentabilidad. [En línea]. <<http://power.sitios.ing.uc.cl/alumno06/OED/mantenimiento.htm>> [Citado el 12 de Junio del 2016].

ANEXOS

Anexo A. INFORME DE CONSTRUCCIÓN DEL OBSERVATORIO

1 ETAPAS DE CONSTRUCCIÓN

El proyecto de construcción se realizó siguiendo el siguiente esquema tal como se describió en el capítulo uno en la *Figura 6* “Diagrama de flujo de la gestión de construcción” donde se caracterizó el proyecto en general, lo principal al recibir el proyecto es la comunicación permanente con el proveedor para coordinar el personal que se requiere, la gestión de la importación de los equipos proyecto, este montaje se realiza por fases en las cuales encontramos las siguientes: Planeación y especificaciones técnicas del espacio, adecuación de espacio, pre-ensamble domo y por último ensamble.

1.1 PLANEACIÓN Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL ESPACIO.

El primer paso en la construcción del observatorio se dio al realizar la planeación de la construcción base del observatorio, para esto la empresa realizó las siguientes sugerencias con respecto a las dimensiones necesarias para el ensamble del domo del observatorio, en la *Figura 24*, recursos eléctricos y en la *Figura 25*, los planos de las bases del domo.

Figura 24 Carta Instrucciones De Requerimientos Eléctricos.

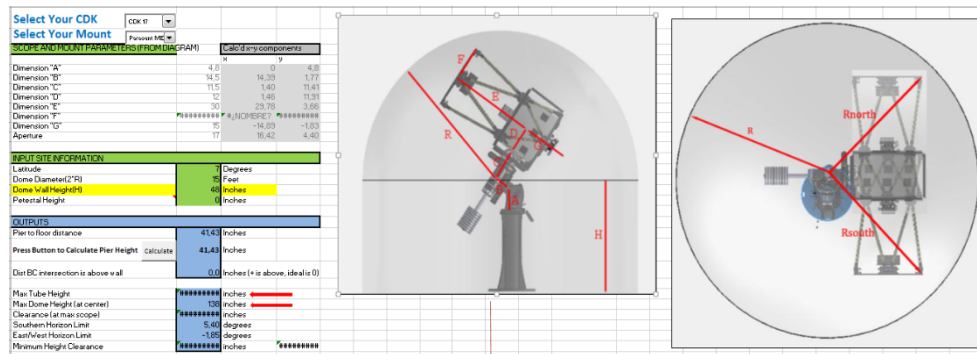
Montura ecuatorial Paramount ME II Robotizada – consume 200W. Incluye un convertidor de corriente de 120VAC a 20V 7.5A. El enchufe es estándar aterrizada tipo americana (ver imagen).



En lo referente al sistema de motores del Domo – La fuente de poder que se utiliza en el sistema eléctrico del domo es un rectificador de 120VAC a 12VDC con la capacidad de sacar 12VDC @ 10A. Opera a 120 VAC 60 Hertz. El enchufe es estándar aterrizada tipo americana (ver imagen).

Fuente 1 Área de instrumentación grupo Halley

Figura 25 Dimensiones requerimientos de infraestructura.



Fuente 2 Kosmos Scientifics

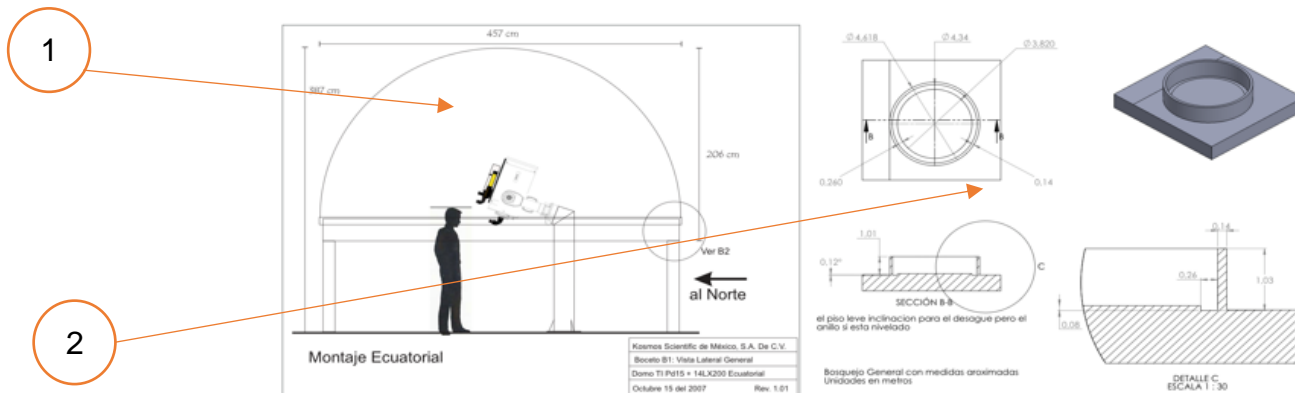
En ésta parte de la planeación se recibió información que permitían a los trabajadores de obra civil visualizar y distribuir el espacio de la obra en el lugar en que se requería en un formato de Excel.

1.2 ADECUACIÓN DE ESPACIO.

Lo primero que se realizó sobre la construcción del Domo es el cinturón de concreto (26-2) este se dimensiono según las especificaciones que se tenían en los primeros acuerdos este muro donde se pondrá el domo de fibra de vidrio, para ésta construcción se tuvieron en cuenta dos elementos, el primero fue un plano que dimensiona algunos partes del domo de fibra de vidrio (26-1) y el otro son las

dimensiones suministradas la construcción se realizó sobre el espacio que la UIS había destinado en la azotea del edificio de Ciencias Humanas ver *Figura 26*.

Figura 26 Dimensiones Domo PD-15, Especificaciones Kosmos y modelo elaborado por el grupo Halley



Las dimensiones que se tienen en cuenta son dadas por los proveedores y con estas se realizaron planos para adecuarlas a las instalaciones que se tienen en la azotea del edificio de ciencias humanas, este cinturón (27-1) se realizó en concreto con las dimensiones del domo PD-15 tiene un pequeño anillo de cemento (27-2) para controlar el agua que lograba entrar al piso del interior del cinturón y no entrara a la que era entonces bodega del grupo Halley tal como lo muestra la *Figura 27*.

Figura 27 Construcción cinturón



Al terminar la construcción del cinturón según las especificaciones se recubrió con estuco (28-3) en su interior para eliminar posibles fuentes de polvo y lugares donde

se acumule que afectaran el desempeño de los equipos, además se niveló el piso, se hizo la acometida eléctrica (28-2), es un sistema eléctrico independiente al laboratorio y se dejaron puntas de anclaje con tornillos (28-1) de diámetro de 3/8 in con un grado 8 para visualizarlo mejor ver *Figura 28*.

Figura 28 Construcción cinturón con estuco



Se realizó la modificación al espacio designado para la instalación de los equipos a través de la remodelación del laboratorio de instrumentación astronómica (29-3) y la vía de acceso al domo cambiando la escalera de caracol por una escalera de gato (29-1) tal como lo evidencia la *Figura 29*, además de la compuerta metálica que reposa sobre una parte del piso que se hizo en metal (29-2) para cubrir el orificio que había antes con la escalera de caracol.

Figura 29 Adecuación de instalaciones para iniciar el observatorio



1.3 PRE-ENSAMBLE DOMO.

El domo PD-15 que se va a ensamblar requiere primero realizar un pre ensamble de los diferentes partes del Domo, esto para marcar los puntos donde se debe realizar taladrados para usarlos con los tornillos, acoples de las uniones de las diferentes partes del Domo, las cintas de protección de la compuerta, para esto se tiene cuenta una guía de ensamble y ajustes de las partes que se requieren, según las especificaciones del manual, lo primero es desempacar las piezas ver *Figura 30* y *Figura 31*, donde primero se aprecia los cascarones del domo (30-1) al ser desempacados, luego la instrumentación organizada en hilera para el conteo (30-2), luego se registra el telescopio Solar Max II (31-3), el tubo óptico del telescopio CDK 17in (31-4), acoples metálicos (31-5), bujes metálicos (31-6), ruedas de goma (31-7), silicona (31-8), motores (31-9), control eléctrico (31-10), guayas y manijas de la compuerta (31-11) tal como lo describe las imágenes.

Figura 30. Instrumentación desempaçada



Figura 31. Instrumentación desempacada detallada



El primer paso es el montaje de las llantas que generan el apoyo al domo sobre el cinturón (32-1), éstas llantas son rodamientos con una cubierta plástica de alta fricción para que así el domo pueda desplazarse en su giro de rotación, para el montaje de estas llantas se tomó una plantilla (32-2) y a nivel de los agujeros grandes por donde sale las llantas se ubica la plantilla y por un costado se realiza

la perforación(32-3) para luego ubicar el tornillo que sostiene la llanta (32-4) tal como se muestra en la siguiente secuencia de imágenes *Figura 32*.

Figura 32 Montaje de las llantas



El segundo paso para el ensamble consiste en ubicar los rodillos (33-1) sobre lados del cinturón del domo, siendo este el lugar que va a sostener el domo y van puesto sobre el aro de cemento que se fabricó, para las ubicaciones de los rodillos (pequeños discos blancos en la 31-3) están diseñados para que funcionen de lado y usando una plantilla plástica (34-2) se ubica en los agujeros de la superficie superior del anillo base, esta plantilla tiene como función separar la distancia exacta

para la ubicación de los agujeros con respecto al borde, los rodillos laterales se montan con una “tuerca de seguridad” que permite al tornillo ser apretado en su lugar mientras que permita a los rodillos laterales puedan girar libremente alrededor tal como lo muestra la *Figura 33* y *Figura 34*.

Figura 33 Preparativos de los discos

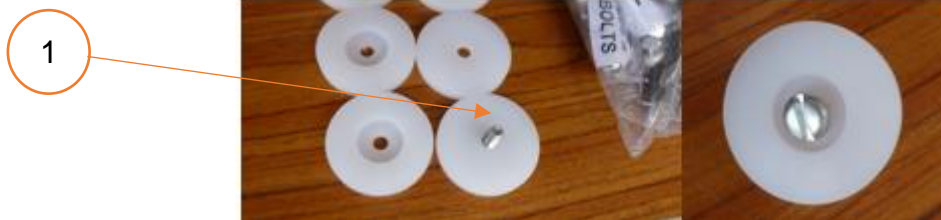


Figura 34 Montaje de los discos



Después de que se ha alistado el primer ensamble, de los rodillos sobre las partes del cinturón base de la cúpula (35-1), se procede a realizar la unión de sus partes ajustando los acoples hembra y macho con la forma de un anillo (36-2) que trate de conservar las medidas bases que se tienen en el catálogo como en la *Figura 35* y *Figura 36*.

Figura 35 Cinturón base Cúpula

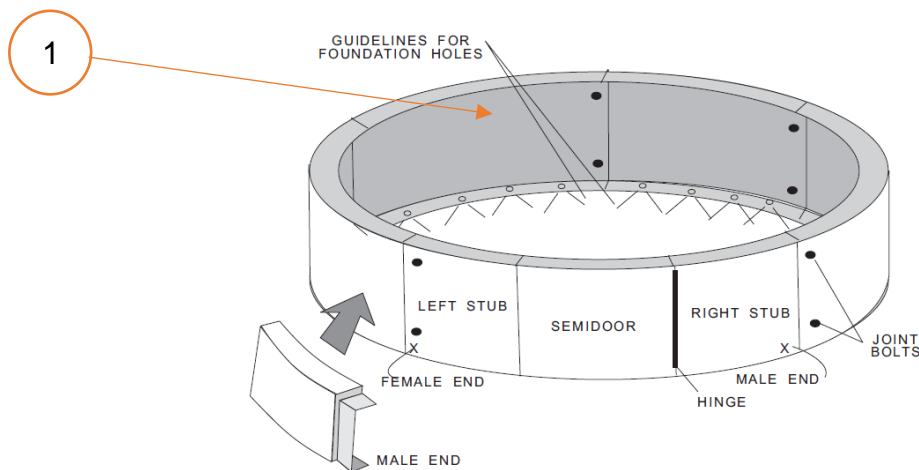
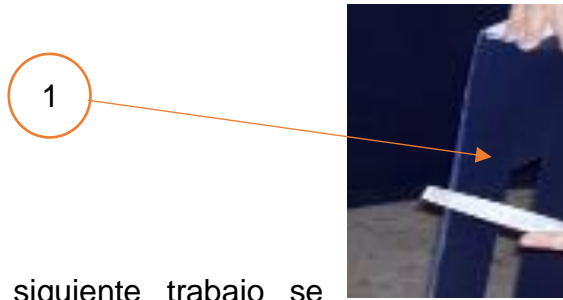


Figura 36 Unión del cinturón



El paso siguiente fue limar bordes de las compuertas y de los cascarones (37-1) para quitar los filos que pueden ser perjudiciales para las personas ver *Figura 37*.

Figura 37 Eliminación de filos



Para el siguiente trabajo se realizaron dos grupos, el primero se encargaba de realizar las perforaciones en los bordes de las compuertas para montar los accesorios por dónde se deslizarán las guayas externas, el segundo grupo se encargó de montar las manijas de la compuerta y por último el tercer grupo se encargó de colocar las cintas protectoras debajo de las compuertas para que se utilicen.

Grupo de trabajo número uno.

Este grupo de trabajo tal como se mencionó anteriormente realizó las perforaciones por los costados de las compuertas para colocar los accesorios que sostiene las guayas externas que son las que permiten ajustar las compuertas al domo y así evitar que el viento las levante, estas indicaciones son de manual tal como se ve en la *Figura 38*.

Figura 38 Indicaciones sobre el montaje según el manual

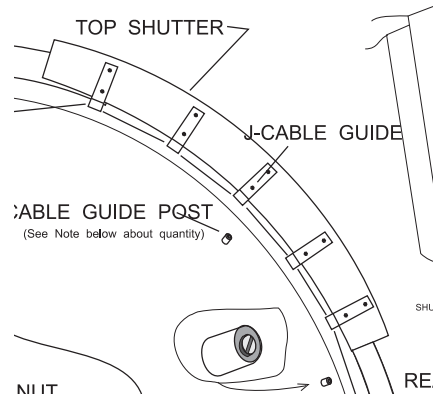


Figura 39 Construcción de las adecuaciones para accesorios.



El siguiente grupo de trabajo (39-1) dado en la *Figura 39* se encargó de pegar las manijas de la compuerta (39-2) para ello se establecen las medidas según el manual de ensamble, se realizan las correspondientes perforaciones para éstas manijas (40-1) que van de la mano con los topes de seguridad (40-2) que enganchan las dos compuertas cuando se están deslizando cuando una lleva el tope blanco que encaja en agujero de la otra y así el motor mueve las dos compuertas al mismo tiempo ver *Figura 40*.

Figura 40 Pegar las manijas



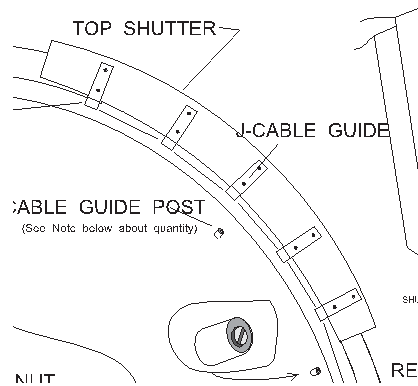
El tercer grupo trabajo sobre las cintas protectoras (41-1) deslizantes que se encargaban de proteger las compuertas cuando descargaban una encima de la otra, además de éstas cintas se colocaron las manijas (41-2) interiores para el trabajo manual de las compuertas en caso de que falle el motor o el sistemas de poleas y en ultimas como en este caso que se requiere durante su construcción y el último elemento que se instalo es un sistema de seguridad (41-3) para la compuerta desde el exterior Figura 41 dónde se puede bloquear en caso de que se requiere extremar la seguridad.

Figura 41. Cintas de protección y manijas



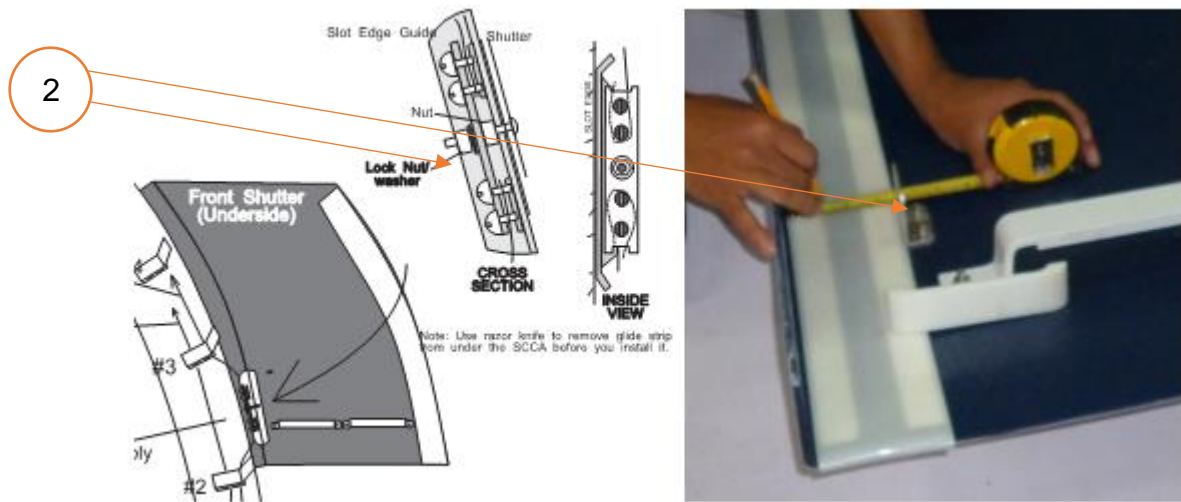
Teniendo instalado los primeros accesorios ahora se instala el sistema de acoples de la compuerta con las guayas que se conectarán al motor y así generar el movimiento de la compuerta, para ilustrar mejor este montaje el manual muestra una imagen clara de cómo se realiza este montaje Ver *Figura 42*.

Figura 42 Esquema de la compuerta



La primera parte de éste ensamble consiste en el montaje de las sujetadores metálicos (43-1) sobre el borde de la compuerta que es de dónde se va a asegurar la guaya para ser el punto de apoyo del cual jalar la compuerta y que esta se deslice sobre los bordes del cascaron del domo tal como lo muestra la *Figura 43*.

Figura 43 Instalación de accesorio sujetador de guayas



Teniendo las compuertas y el cinturón de base del domo el siguiente paso consiste en el ensamble de los cascarones sobre el domo lo primero que se hizo fue el transporte de estos cascarones a las instalaciones dónde se trabajó Ver *Figura 44*.

Figura 44. Ingreso de los Cascarones



Los cascarones se ubicaron en el primer piso del edificio de ciencias humanas (45-1) donde posteriormente se realizaría el empalme del domo sobre el cinturón ver *Figura 45*.

Figura 45. Cascarones del domo



Se montaron los cascarones del domo sobre el cinturón del domo (46-1) para realizar las perforaciones correspondientes en las aletas donde se harán las uniones, estas perforaciones se hicieron con una broca de media pulgada para luego insertar un tornillo de cabeza avellanada en acero inoxidable ver *Figura 46*..

Figura 46. Montaje Cascarones sobre el cinturón



Lo siguiente consiste en montar los cascarones apoyados sobre un borde superior para conservar la forma (47-1), en este caso se empleó una escalera (47-2) sobre los bordes del pasillo del segundo piso y así tener el apoyo para poder alinear los cascarones y realizar los acoples necesarios en las uniones.

El montaje se realizó sobre unos ladrillos para no forzar el cinturón mientras se realiza lo anterior descrito ver *Figura 47*.

Figura 47. Preparación de Cascarones



Las uniones se realizaron con tornillería en acero inoxidable, cabezas avellanadas y de diámetro de 3/8 de pulgada ajustadas con tuerca y arandela, mientras se realiza el montaje se realiza el ajuste.

Se realiza el montaje completo incluyendo la compuerta (48-1) para dar los últimos ajustes de acoples entre las partes del domo corregir posibles fallos en la separación indicada en el manual ver *Figura 48*, esto debido a que el material en que viene fabricado el domo es fibra de vidrio y no tiene una uniformidad en su diseño.

Figura 48. Montaje Completo



Se realizan últimos ajustes de tamaño y movilidad donde se revisan todas las piezas y se acomodan las pestañas para que encajen en el armazón general ver *Figura 49*

Figura 49. Ajuste detalles



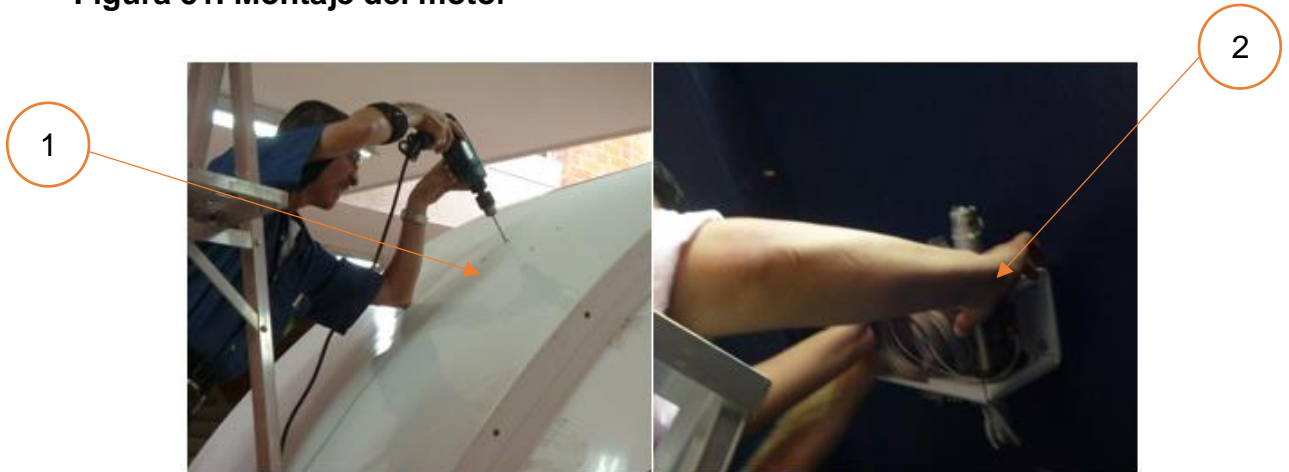
Se tiene el domo montado junto con sus cascarones tal como se ve en la *Figura 50*

Figura 50. Montaje completo



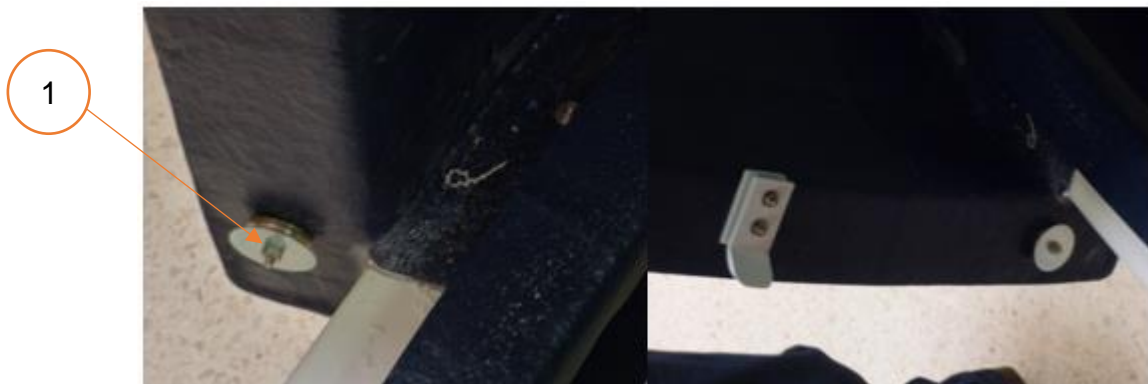
Siguiendo las instrucciones del manual se ubica la posición del motor (51-2) y las poleas que llegan al motor, en este lugar donde se hacen las perforaciones (51-1) es la compuerta posterior la única parte que se mantiene fija Ver *Figura 51*.

Figura 51. Montaje del motor



Las poleas (52-1) que llevan las guayas que van al motor y hace parte del sistema de movimiento se ubican en perforaciones previamente hechas cuando se estaba ensamblando los cascarones del domo ver *Figura 52*.

Figura 52. Ensamble poleas



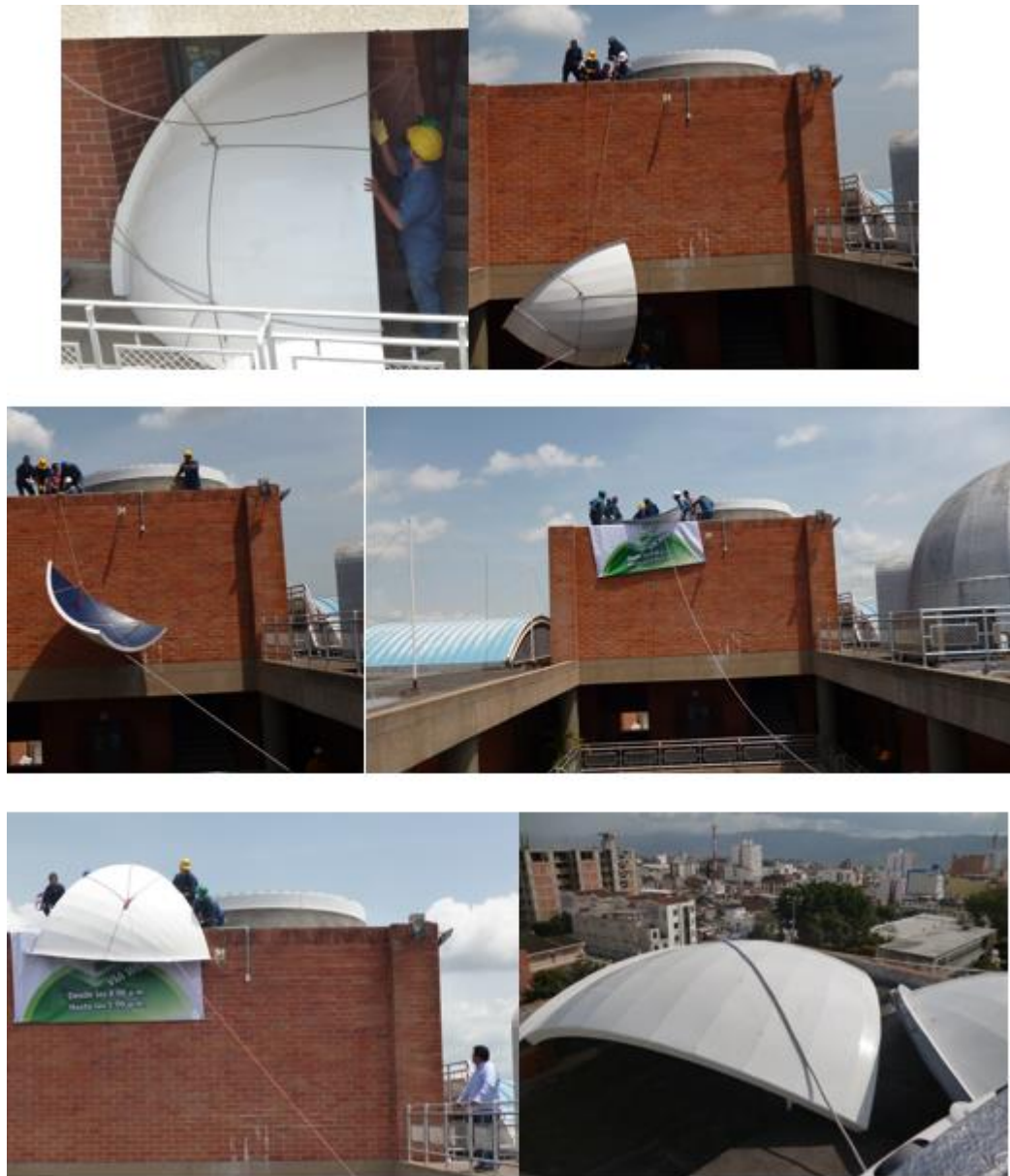
Por último se procede a desarmar y ensamblar nuevamente en el espacio asignado para el observatorio, en la azotea del edificio de ciencias humanas ver *Figura 53*.

Figura 53. Subiendo las partes del observatorio



Después de que se subieron todas las partes del domo hasta el séptimo piso de ciencias humanas se suben hasta la azotea del edificio de ciencias humanas por la parte de afuera del edificio porque el acceso por las escaleras no fue suficiente, para esto se contó con la colaboración plena de la división de planta física de la Universidad Industrial de Santander tal como lo muestra la *Figura 54*.

Figura 54. Subiendo las partes del domo



Se procede a realizar el montaje del cinturón ver *Figura 55* del domo sobre el muro que se construyó previamente para enganchar el domo del observatorio al edificio, para esto se emplean los tornillos de anclaje que previamente se habían instalado en la construcción realizada sobre la terraza del laboratorio de instrumentación ubicado en la azotea del observatorio.

Figura 55. Cinturón sobre la base del domo



Sobre este cinturón se ubicaron los motores de rotación (56-1) que harán mover los cascarones sobre la base ver *Figura 56*, la ubicación de estos motores está reglamentada según el manual.

1

Figura 56. Motores en el cinturón



Después del montaje se sellan todas las ranuras del ensamble con silicona, se aplica tal como lo muestra la *Figura 57*, con el fin de evitar las filtraciones de agua y más aún la entrada de polvo por las ranuras para el cuidado del equipo.

Figura 57. Sello de silicona



Al dejar listo el cinturón del domo se procede a montar los cascarones del domo ver *Figura 58*, previamente se habían perforado para ajustar los puntos de unión con tornillería inoxidable, la misma que anteriormente se describía.

Figura 58. Montaje de los cascarones del domo



Teniendo en cuenta que los cascarones se encuentran sobre el cinturón del domo se procede a realizar el montaje de las compuertas, primero por la parte fija que es la posterior luego en la parte móvil, ver *Figura 59*.

Figura 59. Domo con la compuerta



Paso siguiente se procede a sellar todas las demás uniones con silicona, *Figura 60*.

Figura 60. Sellado con silicona



Debido al desajuste de la forma del domo se realiza un ajuste con cuerdas a través de unas platinas que se insertan en los costados del domo para reajustar el diámetro halando con una guaya y por último anclar con los tornillos del cinturón *Figura 61*.

Figura 61. Ajuste del domo



Después de realizar las adecuaciones del domo se instala los componentes eléctricos dentro de los cuales encontramos el motor de giro del domo (62-1), el

control del motor del domo (62-2) y el control de la compuerta (63-1) junto al motor de la compuerta (63-2) y las sus guayas *Figura 62* y *Figura 63*.

Figura 62. Componentes eléctricos del domo

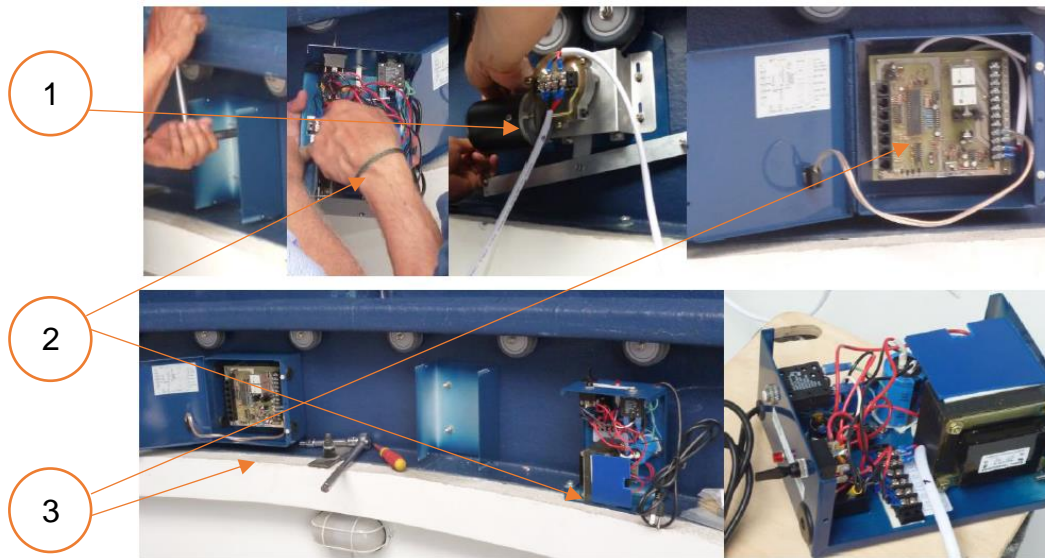
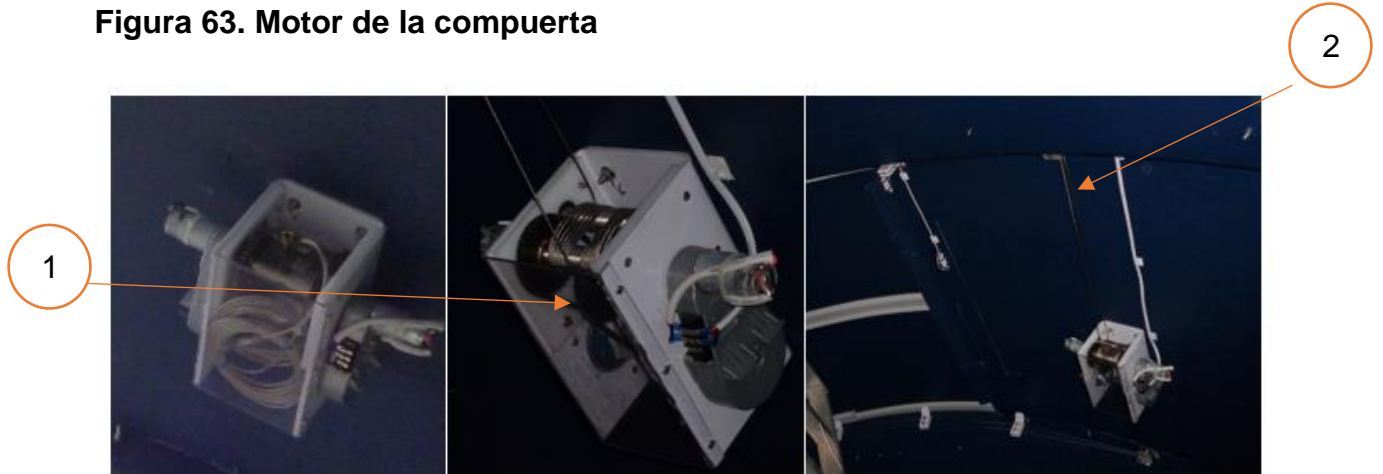


Figura 63. Motor de la compuerta



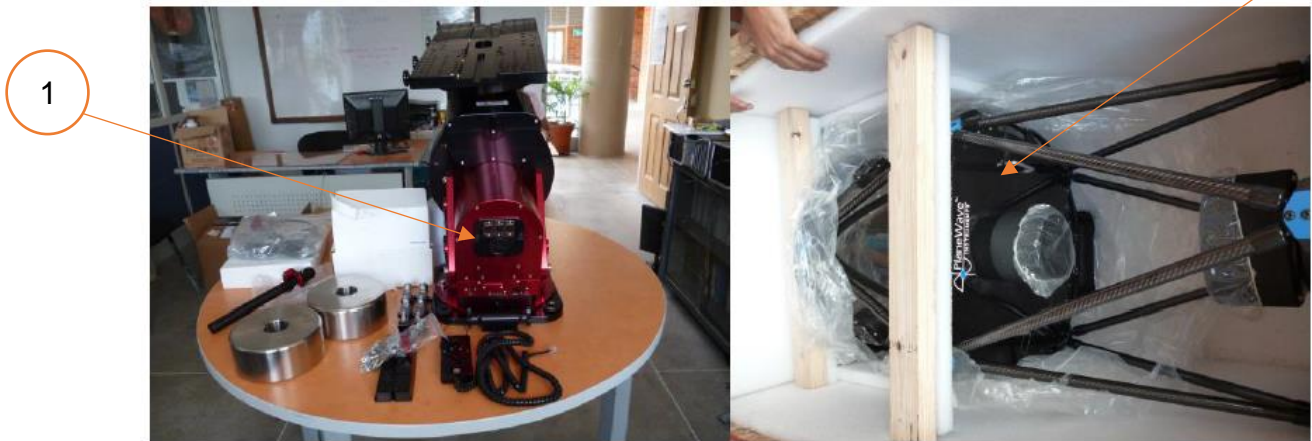
Al terminar con la puesta en funcionamiento del domo se procede a instalar el pedestal tal como lo muestra la *Figura 64*, luego de realizar unos ajustes de pulido y reacondicionamiento del pedestal para corregir las perforaciones, a este pedestal se adecua una base de madera para amortiguar vibraciones que se ubica entre el pedestal y el concreto.

Figura 64. Pedestal de la montura



Se desempacan la montura y telescopio para realizar el posterior montaje, el telescopio que se desempaca es un telescopio CDK 17 (65-1) de marca PLANEWAVE, y la montura es Paramount MEII (65-2) de marca BISQUE, esta montura se desempaco en las oficinas del grupo Halley ver *Figura 65*.

Figura 65. Montura y Telescopio



Se realiza el montaje del pedestal sobre la base que se había dispuesto dejando allí mismo el control eléctrico de las luces del domo y a su vez la entrada del cableado de la montura que tiene las conexiones eléctricas, de video y de control ver *Figura 66*.

Figura 66. Pedestal Telescopio



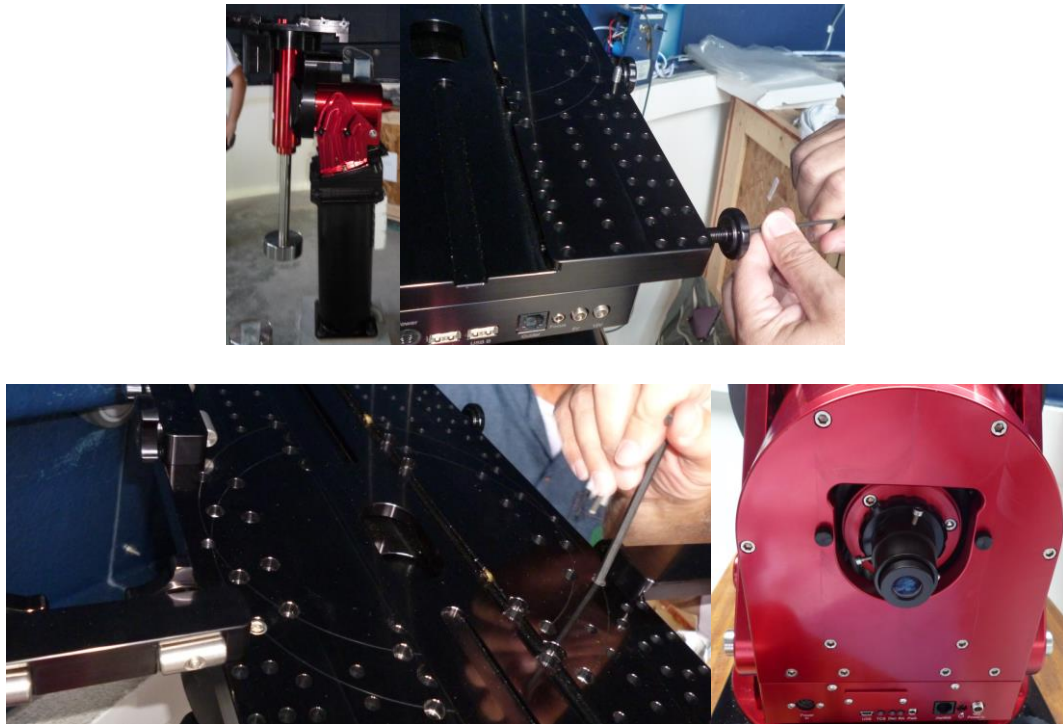
El paso siguiente es el montaje de la montura sobre el pedestal que se adecuó para el telescopio, va sobre una cuña que tiene la latitud de Bucaramanga, esto con el fin de nivelar la montura que se muestra en la ver *Figura 67*.

Figura 67. Montura Telescopio



Ubicación accesorios de la montura entre los cuales están, eje de balance, plato porta telescopios en cola de milano, circuitos eléctricos de control entre otros pequeños elementos parte del funcionamiento del telescopio, estos accesorios se pueden apreciar en la *Figura 68*.

Figura 68. Ensamble Montura



Por último se realiza el montaje del tubo óptico ver *Figura 69* este es el último componente de éste proyecto, el cual tiene accesorios que van sobre la estructura en general, estos accesorios son complementos para el trabajo del telescopio tal como lo son cámaras de video y de fotografía, accesorios de óptica y oculares.

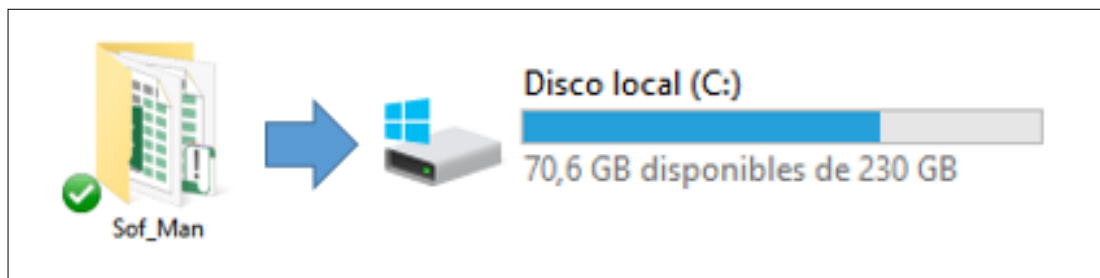
Figura 69. Tubo Óptico



Anexo B. INSTALACIÓN

El software no requiere instalación paso a paso debido a que es una aplicación basada en macros utilizando como base de datos Excel. Para su ejecución simplemente se toma una copia del archivo Sof_Man en el disco Local C ver figura 70

Figura 70. Carpeta de ubicación.

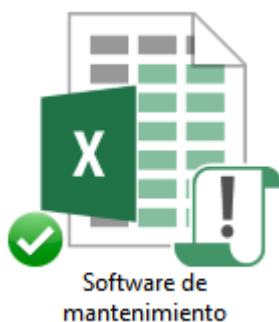


Esto se hace con el fin de que todas las rutas creadas funcionen correctamente a la hora de ejecutar el software.

Ejecución

Para ejecutar el programa se corre el archivo **Software de Mantenimiento** el cual contiene todas las bases de datos además de contener las macros asignados, ver figura 71.

Figura 71. Documento enlazado



Luego de ejecutar el programa se procede a picar sobre la imagen grande que aparece como encabezado de la base de datos la cual contiene el vínculo que lleva a la aplicación de mantenimiento.

Figura 72. Documento enlazado para abrir aplicativo.

Código	Nombre	Cantidad	Marca	Referencia	Especificaciones Técnicas	Unidades	Procesador	Costo	Estado
HC001	Juego de Anillos 1	1	MEADE	ME07929	Diametro 180	mm	KOSMOS SCIENTIFIC	250 USD	No Funcional
HC002	Juego de Anillos 2	1	MEADE	ME07928	Diametro 125	mm	KOSMOS SCIENTIFIC	100 USD	Funcional
HC003	Adaptador Para Camara Digital	1	ORION	Steadypix-deluxe	Para Oculares 1,25-2	in	ORION	33.99 USD	Funcional
HC004	Reductor Focal	1	MEADE	Meade 4800 1/1.3			KOSMOS SCIENTIFIC	29.99 USD	Funcional
	Filtro Astrofotografia	1	ORION	ir Cutoef Filter	Diametro 1.25	in	ORION	20 USD	Funcional
HC006	Filtro solar 17	1	INCANON	DA 17.825" Di. p/ Meade 16" 5C	Diametro 17	in	KOSMOS SCIENTIFIC	118 USD	Funcional
HC007	Base cola de Milano Para CDK L7	1	PARAMOUNT	PARAMOUNT-MEZ	Ancho 12	in	KOSMOS SCIENTIFIC	100 USD	Funcional
HC008	Video camara	1	ORION	5525 VIDEO CAM 2 NTSC	pixels 768 x 494		KOSMOS SCIENTIFIC	450 USD	No Funcional
HC009	Filtro solar	1	ORION	7750	Diametro 3.83	in	KOSMOS SCIENTIFIC	30 USD	Funcional
HC018	Filtro solar	1	ORION	5009L87	Diametro 8	in	KOSMOS SCIENTIFIC	70 USD	Funcional

Finalmente se desplegara una ventana en la cual se solicita un usuario y una contraseña con la cual se podrá tener acceso a la macros de mantenimiento ver figura 73.

Figura 73. Ingreso aplicación.



Anexo C. MANUAL DE USUARIO

Para ejecutar el programa se da clic en la imagen como se Muestra en la *figura 74*

Figura 74. Inicio aplicación.

Código	Nombre	Cantidad	Marca	Referencia	Especificaciones Técnicas	Unidades	Proveedor	Costo	Estado
HC0001	Juego de Anillos 1	1	MEADE	M87729	Diametro 180	mm	KOSMOS SCIENTIFIC	250 USD	No Funcional
HC0002	Juego de Anillos 2	1	MEADE	M87726	Diametro 125	mm	KOSMOS SCIENTIFIC	200 USD	Funcional
HC0003	Adaptador Para Camara Digital	1	ORION	Sheddyre-delica	Para Oculares 1,25 -12	mm	ORION	53.99 USD	Funcional
HC0004	Reductor Focal	1	MEADE	Meade 4800 f/8.1			KOSMOS SCIENTIFIC	89.99 USD	Funcional
HC0005	Filtro Astrofotografía	1	ORION	9 Color Filter	Diametro 3.25	in	ORION	50 USD	Funcional
HC0006	Filtro solar 17	3	KOSMOS	Da 17.625" Di y Meade 18" 5C	Diametro 17	in	KOSMOS SCIENTIFIC	118 USD	Funcional
HC0007	Base sola de Milano Para CDK 17	3	PARAMOUNT	PARAMOUNT-ME2	Ancho 12	in	KOSMOS SCIENTIFIC	300 USD	Funcional
HC0008	Video camara	1	ORION	1505 VIDEO CAM 2 NTSC	pixeles 768 x 496		KOSMOS SCIENTIFIC	650 USD	No Funcional
HC0009	Filtro solar	1	ORION	7730	Diametro 3.81	in	KOSMOS SCIENTIFIC	80 USD	Funcional
HC0010	Filtro solar	1	ORION	1009187	Diametro 8	in	KOSMOS SCIENTIFIC	90 USD	Funcional

Proceda a ingresar el usuario y la contraseña como se indica en la *Figura 75* evite cometer errores en la sintaxis que se requiere para el acceso.

Figura 75. Usuario y contraseña.

Luego de ingresar los campos correspondientes en la ventana de seguridad se procederá al panel principal del software. De acuerdo a sus requerimientos como usuario usted podrá tener acceso a las siguientes ventanas como se ve en la *figura 76*

- 1- Base de Datos.
- 2- Formatos
- 3- Mantenimiento Preventivo Anual.

Figura 76. Menú principal.

Mantenimiento

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
- GRUPO HALLEY-**

Base_de_Datos **Formatos** **Mantenimiento preventivo-(Anual)**

Datos Accesorios

Codigo: ho001

Nombre: Juego de Anillos 1

Cantidad: 1

Marca: MEADE

Referencia: ME07929

Especificaciones Técnicas : Diametro 160 Unidad: mm

Proveedor: KOSMOS SCIENTIFIC

Costo: 250 USD

Estado: No Funcional

Salir

En cada ventana de BASE DE DATOS el usuario podrá hacer búsqueda detallada de cada dispositivo existente en el grupo Halley, solo con ingresar el código de un equipo. O si prefiere ingresar un nuevo equipo simplemente llene todos los campos solicitados

En la ventana formatos se podrá evidenciar algunas actividades, *ver figura 77*

1-Imágenes de los equipos.

2- Características de los equipos.

3-Empleados.

4-Orden de Mantenimiento.

5-Formatos de hojas de vida, ruta y protocolos de operación.

Figura 77. Software entradas



Cada una de las ventanas emergentes tendrá la opción de ingresar unos parámetros según sea el requerimiento, esto con el fin de tener un control detallado en las bases de datos. Ejemplo en la ventana empleados se le pedirá ingresar los datos pertinentes a cada una de las personas integrantes del grupo Halley *ver figura 78*

Figura 78. Registro empleados.



The image shows a software window titled "Empleados" with a close button (X) in the top right corner. The main content area is titled "REGISTRO DE EMPLEADOS". On the left side, there is a placeholder image of a landscape with a road and hills. Below the image is a button labeled "Agregar imagen". To the right of the image, there are several input fields: "Nombre:" with a dropdown menu containing "Ymiy Yobany Sierra Rodriguez"; "Dirección:" with a text box containing "xxxxxxx"; "Teléfono:" with a text box containing "Carrera 25 # 12-74"; "ID:" with a text box containing "xxxxxxx"; and "Email:" with a text box containing "yago9307@hotmail.com". At the bottom of the form, there are three buttons: "Agregar/Modificar", "Eliminar", and "Cerrar".