UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, UNAN-LEON

Facultad de Ciencias y Tecnología

Departamento de Computación

Maestría en Tecnologías de la Informática Empresarial

Tema

Sistema de información para la gestión de mantenimientos preventivos-correctivos y control de incidencias de los dispositivos del Centro de Control Radar en el Aeropuerto Augusto C. Sandino, Managua.

Autores:

- Ing. Eder Xavier Rojas López
- Ing. José Manuel Martínez Hernández

Tutor:

- Ing. Denis Espinoza, M.Sc.

julio de 2015

Tabla de contenido

Índice de Figuras

Índice de Tablas

RESUMEN

El área de estación radar del aeropuerto internacional Augusto C. Sandino es la encargada de los equipos y sistemas que se utilizan para el desarrollo de la labor de control aéreo, el personal es encargado de llevar el control de revisiones diarias y planes de mantenimientos tanto preventivos como correctivos que aseguren el correcto funcionamiento de todos los equipos y sistemas.

Todo el control de planes de mantenimientos, seguimiento de fallos, reincidencias de fallos y control de revisiones diarias se efectúan actualmente teniendo como registro de respaldo solo los documentos que se impriman o guarden en la pc de la oficina, además la monitorización de algunos de los sistemas se realiza de forma local, teniendo acceso solo desde la oficina obteniendo únicamente indicadores visuales.

En este proyecto se desarrollara un sistema de información para la gestión de mantenimientos preventivos-correctivos así como el seguimiento de fallos de los equipos de cómputo adoptando la arquitectura cliente-servidor en la cual la programación se realiza dividendo el código por capas.

Capítulo 1 Introducción

1. Problema

A inicios de la década de los cuarenta fue construido en Nicaragua el aeropuerto "Las Mercedes" gracias a un acuerdo entre el gobierno de Nicaragua y la empresa Pan American Airways en el cual dicha empresa estaría a cargo de la administración del aeropuerto durante 30 años. Inicialmente las instalaciones construidas por la empresa Pan American Airways consistían en una pequeña pista de aterrizaje y terminal de pasajeros. Es a mediados de los años sesenta que el aeropuerto comienza a desarrollarse para atender la creciente demanda de transporte aerocomercial. En la década de los ochenta se nombra como "Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino" y para ese entonces estaba ya a cargo del gobierno de Nicaragua con todos los derechos de propiedad.

En 1983 se crea la Empresa Administradora de Aeropuertos Internacionales (EAAI) por medio del decreto No. 1292, publicado en "La Gaceta" diario oficial No. 186, teniendo como objeto la administración de los aeropuertos internacionales existentes o que en un futuro se desarrollen en la republica de Nicaragua adoptando las medidas necesarias para el funcionamiento y modernización de los servicios aeroportuarios y funciones auxiliares del mismo.

Ante el crecimiento de la demanda de pasajeros y carga aérea del aeropuerto internacional, en 1993 la administración de la EAAI, contrata la firma AAROTEC/AIRWAYS ENGINEERING ASSOCIATES con objetivo de preparar un programa de desarrollo para satisfacer las corrientes demandas. Como resultado de las recomendaciones en el estudio de factibilidad la EAAI desarrollaría el proyecto "AMPLIACIÓN, REMODELACIÓN Y REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE LA TERMINAL DE PASAJEROS DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL "AUGUSTO C. SANDINO""

Como obras adicionales durante la ejecución de ese proyecto se realiza la instalación de los siguientes sistemas:

- Sistema de Control de Tráfico Aéreo, modelo AIRCON 2000, consistente en una serie de servidores y estaciones de trabajo ejecutándose sobre sistemas Solaris (actualmente RedHat Enterprise) y Debían.
- Simulador de control de tráfico aéreo para entrenamiento de controladores de tráfico aéreo consistente en una serie de servidores y estaciones de trabajo ejecutándose sobre sistemas Solaris (actualmente RedHat Enterprise).
- Sistema digital de control de comunicaciones de voz y grabación SDC 2000
- Sistema de radio enlace por microondas entre la cabecera radar en “Las Nubes”, el crucero y el centro de control radar en el aeropuerto internacional Augusto C. Sandino.
- Un sistema de meteorología
- Sistema Radar Secundario Monopulso (Actualmente Radar secundario modo S)[1]

En la actualidad se gestionan un gran número de sistemas tanto hardware como software, distribuidos en diferentes lugares tales como oficinas del centro de control radar del Aeropuerto Augusto C. Sandino y otros ubicados en el municipio del Crucero. Entre los principales equipos están una serie de computadores encargados de ejecutar los sistemas y/o subsistemas distribuidos que se utilizan en la labor de control aéreo, asimismo otros equipos meteorológicos y de comunicaciones. Solo en el edificio del centro de control radar se manejan un total de 54 computadores, tomando en cuenta únicamente los de procesamiento de datos radar y de comunicaciones, distribuidos en dos redes LAN distintas.

Diariamente se deben hacer revisiones de rutina y documentarlas por medio del llenado de formatos para cada sistema, se debe de igual forma planificar tareas de mantenimientos preventivas o correctivas las cuales deben ser documentadas, toda esta información de planes de mantenimientos y su debida ejecución serán supervisadas por el instituto nacional de aeronáutica civil para verificar el cumplimiento, se debe registrar

[1] Del acrónimo en inglés: **Ra**dio **d**etection **a**nd **r**anging [9]

diariamente además cualquier otro aspecto que involucre de forma directa o indirecta a cualquiera de los sistemas en anotaciones diarias de bitácora.

El problema es que toda esa información se va acumulando en archivadores en físico y dificulta el acceso rápido a la información de los sistemas, sea esta los mantenimientos que se han realizado, historial de los formatos que se llenan a diario e historial de fallos por sistema o por equipo cuando estas fueron registradas ya en fechas muy distantes a la actual. Todo esto provoca retraso en la búsqueda de documentos de antigüedad considerable o media, ya que no se cuenta con la herramienta que permita llevar estos registros de forma digital y que ayude a mejorar los tiempos de respuestas a posibles problemas que requieran de esa información y aporte un mejor control de la información.

2. ANTECEDENTES

La demanda de sistemas de información ha aumentado con el paso del tiempo permitiendo optimizar procesos que antes se tenían que llevar a mano. Esto nos lleva a la necesidad de implementar formas más eficientes y ordenadas de planear las actividades sobre mantenimientos preventivos y correctivos llevando así un mejor orden sobre estos mantenimientos pasados o futuros así como la generación de reportes sobre el comportamiento de los equipos de cómputo.

El avance en tecnologías web, el incremento de popularidad de lenguajes de programación poco tradicionales para el desarrollo web como Python, la mejora en tecnologías de servidores web, servidores de base de datos y las nuevas técnicas para el diseño de interfaces son algunos de los elementos que han favorecido el auge e incremento en desarrollo de aplicaciones web para la solución de muchos problemas de la actualidad.

La realización de sistemas para el control y planificación de mantenimientos son muy necesarios en la mayoría de los ámbitos. A continuación se muestran algunas referencias de trabajos que se han realizado y que por la relación con este tema, sirvieron como base para realizar este trabajo:

- El trabajo de Patricio Ortiz y Robinson Zambrano (2004) sobre el Sistema Automatizado para el control del Mantenimiento Preventivo y Correctivo en las líneas de Extrusión. Este trabajo se trata de la necesidad de los sistemas automatizados para la planificación de mantenimientos preventivos y correctivos en las máquinas de las líneas de extrusión, este sistema almacena información sobre cada una de las máquinas y puede generar reportes que sirven para el análisis estadísticos de cada componente de la maquina permitiendo así reducir tiempo que la maquinaria esta sin trabajar permitiendo medidas preventivas y correctivas en momentos oportunos.

- La Tesina de Erick Gavino y Carmen Bajaña (2010) sobre Diseño de un sistema de Gestión y control operacional para una empresa que se dedica a la elaboración de fundas plásticas en la ciudad de Guayaquil. Trata sobre el diseño de aplicación del TPM y las 5 S's, relacionándolas con la aplicación informática que el sistema necesita para lograr una herramienta de gestión, que le permita llevar una

planificación y control de sus actividades, tales como mantenimientos preventivos y correctivos, fichas de maquinarias, impacto de sus procesos hacia el medio ambiente, capacitaciones y requerimientos del personal. Al final del trabajo se describen las conclusiones y recomendaciones a las que se llega para que la empresa pueda implementar de manera efectiva el sistema, especificando los beneficios obtenidos tanto en la disponibilidad de los equipos, como en la reducción de costos de mantenimiento, todo esto obtenido con una eficiente implementación de un mantenimiento preventivo.

- El proyecto de César Llinás (2009) sobre DESARROLLO DE UN SOFTWARE PARA LA ADMINISTRACIÓN Y CONTROL SOBRE MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS (MP), CORRECTIVOS (MC) Y PROGRAMADOS (MPR) EN BUQUES MANEJADOS POR UNA EMPRESA CON FINES COMERCIALES. Este proyecto tubo la finalidad sobre el control de los mantenimientos preventivos, correctivos y programados en un buque de alto calado, esperando reducir la posibilidad de errores en la planificación, además de hacer esta más eficiente de manera de prevenir fallas en el funcionamiento de las máquinas que pudieran derivar en pérdidas humanas o materiales. Se planteó el desarrollo de un sistema dividido en un módulo que sería instalado en un computador dentro de las instalaciones del buque al que tendrían acceso para su manejo los tripulantes, y un módulo de tierra que sería instalado en un computador de las oficinas de la empresa con acceso a los gerentes para la generación de reportes.

3. JUSTIFICACIÓN

En el área del centro de control radar del Aeropuerto Augusto C. Sandino es necesario dar un seguimiento y una buena gestión de los equipos y sistemas, por tanto se reconoce la necesidad de la implementación de un sistema que permita al área del centro de control radar del Aeropuerto Augusto C. Sandino llevar un mejor control sobre los datos de mantenimientos preventivos-correctivos de los equipos de cómputo y así tener un acceso más seguro y eficaz a la información, que contribuya a una mejor toma de decisiones mediante datos históricos reduciendo los tiempos de búsqueda y mejorando la forma en la que se lleva acabo el registro de esta.

Este sistema podrá contribuir a facilitar el acceso a la información de forma remota, para llevar un mejor control de los sistemas y equipos de cómputo mediante un registro digitalizado por cada uno de ellos, además de mejorar el control de planes de mantenimientos y su cumplimiento mediante el detalle de cada plan.

Con el sistema se intentará también se llevará un mejor control de fallos y reincidencias de los equipos y sistemas de control de tránsito aéreo mediante para así lograr optimizar los tiempos de búsquedas de información relacionada a los sistemas y equipos. También se permitirá generar reportes y estadísticas de fallos relacionado a los sistemas y equipos de forma automática.

Con el sistema se conseguirá la monitorización remota de los computadores mediante la obtención de información básica (como uso de memoria, procesador, disco duro, procesos, días de operación continúa, etc.) de cada una de ellas notificando en tiempo real a todo usuario que se encuentre conectado sobre eventos recibidos de parte de los equipos.

El sistema de información a realizar para la gestión de los equipos y sistemas es accesible de forma web para ofrecer un acceso más rápido a la información.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo General.

Optimizar la gestión de mantenimientos preventivos-correctivos y control de incidencias de los dispositivos del Centro de Control Radar en el Aeropuerto Augusto C. Sandino, Managua mediante la implementación de un Sistema de Información que facilite la búsqueda de equipos y la toma de decisiones.

4.2 Objetivos Específicos.

- Crear módulos para organizar los diferentes tipos de tareas que involucran los mantenimientos de los dispositivos del Centro de Control Radar en el Aeropuerto Augusto C. Sandino, Managua.

- Facilitar la monitorización de actividades y toma de decisiones a través del uso de gráficos resumen, informes y búsquedas parametrizadas.

- Proveer de un sistema de notificaciones que permita en todo momento estar al tanto de los sucesos que se registren y el estado de los dispositivos de la red.

Capítulo 2 Marco Teórico

La finalidad de este capítulo es definir los conceptos relacionados al tema desarrollado en este proyecto los cuales ayudaran a comprender la manera en que se realice el proyecto.

Se tomará como guía para los mantenimientos la norma COVENIN 3049-93 y para el control de incidencias y fallos la librería ITIL V3.

1. Funcionamiento del aeropuerto

El objetivo primordial de un aeropuerto es facilitar la operación de aeronaves que despeguen y aterricen en sus instalaciones. Para poder cumplir con este objetivo primordial el aeropuerto ofrece el servicio de control de tráfico aéreo o ATC por sus singlas en inglés.

El centro de control radar en el aeropuerto internacional augusto C. Sandino es el área encargada de brindar este servicio a las aeronaves con el objetivo de prevenir colisiones entre estas y mantener el orden del movimiento de tránsito aéreo. Para llevar acabo los objetivos expuestos anteriormente el personal ATC debe disponer de la información sobre el movimiento de las aeronaves, todo esto se obtiene mediante el uso de un grupo de sistemas distribuidos en diferentes dispositivos de cómputo, los cuales procesan información relevante para los controladores.

Entre los principales sistemas utilizados en el centro de control se encuentran:

- Sistema de comunicaciones (Telefonía y Radiofrecuencias)
- Sistema de Radar (Antena Radar).
- Sistema de procesamiento de datos radar.
- Sistema de planes de vuelos
- Sistema meteorológico.
- Sistema de energía y respaldo.

Todos estos sistemas compuestos por subsistemas deben brindar una alta disponibilidad para su uso por parte de los controladores. El personal encargado de velar

por el buen y continuo funcionamiento de estos sistemas y equipos es el del área técnica también llamado Estación Radar, compuesta por un personal técnico capacitado para velar por el buen funcionamiento de todos estos sistemas.

Son los técnicos quienes deberán brindar soporte ante fallas reportadas por parte de los controladores hacia determinado equipo o sistema. El controlador deberá notificar a los técnicos cualquier evento que según su criterio sea una anomalía en el funcionamiento correcto de los sistemas. El personal técnico es quien atenderá todo evento reportado por parte de los controladores y deberá dar una respuesta ante el problema sea temporal o definitiva. Además el personal técnico está encargado de implementar rutinas de mantenimientos frecuentes las cuales aporten a alargar la vida útil y disponibilidad de los dispositivos que se utilizan para ejecutar todos los sistemas.

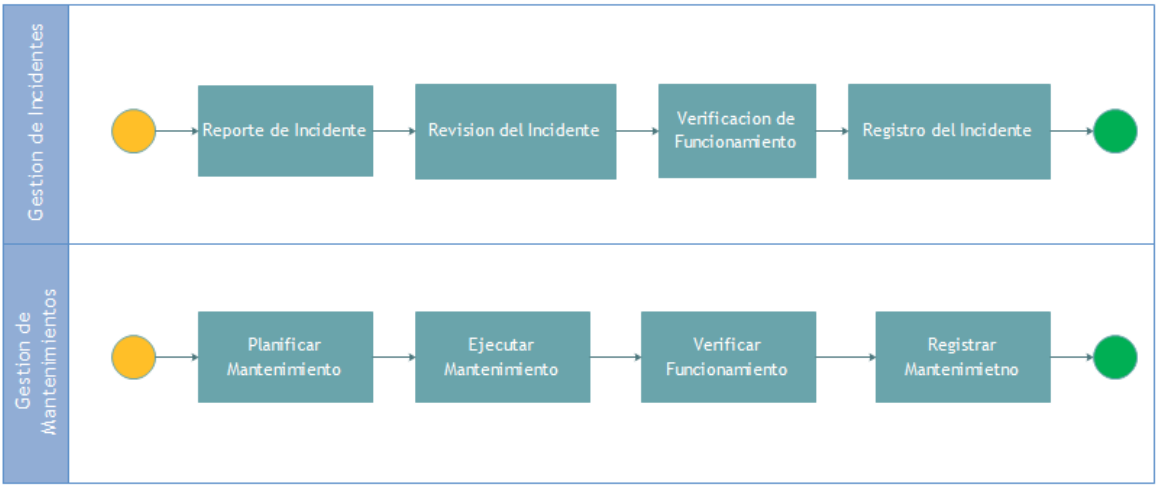


Figura 1 Diagrama de actividades principales del negocio

Los procesos principales que se llevan a cabo en el área de estación radar son los ilustrados en la Figura 1, donde las principales actividades son la resolución de incidentes reportados por los usuarios de los sistemas de control aéreo y la ejecución de mantenimientos periódicos para preservar el buen estado de los dispositivos el mayor tiempo posible.

En la siguiente figura se listan los principales actores del lugar:

Figura 2 Actores del negocio

2. NORMA CONVENIN 3049-93

Esta norma se refiere al mantenimiento y sus definiciones, en esta norma se explican los tipos de mantenimiento, el propósito y los procedimientos que se deben seguir para implementar un sistema de gestión de mantenimiento.

2.1 Definición de mantenimiento

Mantenimiento se refiere a un conjunto de acciones orientadas a prevenir o corregir fallos potenciales en el equipo, contribuyendo a una prolongación de la vida útil y a una mayor disponibilidad de los mismos.

2.2 Objetivos

- Realizar revisiones técnicas de todos los equipos con intervalos de frecuencia definidas para detectar y prevenir oportunamente cualquier falla latente.
- Mantener los equipos en un estado óptimo para evitar tiempos de paradas prolongados.
- Prolongar la vida útil de los equipos el mayor tiempo posible.

2.3 Tipos de mantenimiento

2.3.1. Mantenimiento preventivo

Este mantenimiento tiene lugar antes que ocurra un fallo, se realiza bajo condiciones controladas sin la existencia de un fallo previo, este tipo de mantenimiento se caracteriza por:

a. Se realiza en momentos menos productivos o de menor uso del equipo.
b. Se realiza siguiendo un programa donde se detalla el procedimiento a seguir y las actividades a realizar.
c. Cuenta con una fecha planificada, tiempo de inicio y finalización preestablecidos.
d. Permite contar con un presupuesto programado.

2.3.2. Mantenimiento correctivo

Tiene lugar después que ocurre una falla, tiene asociados las siguientes consecuencias:

a. Paradas no previstas del equipo.
b. Puede incurrir en costos de reparación y repuestos no previstos.
c. El tiempo que estará fuera de operación no es predecible.

2.3.3. Mantenimiento predictivo

Es el que persigue conocer e informar permanentemente del estado y operatividad de las instalaciones mediante el conocimiento de los valores de determinadas variables, representativas de tal estado y operatividad. Para aplicar este mantenimiento, es necesario identificar variables físicas (temperatura, vibración, consumo de energía, etc.) cuya variación sea indicativa de problemas que puedan estar apareciendo en el equipo. Es el tipo de mantenimiento más tecnológico, pues requiere de medios técnicos avanzados, y en ocasiones, de fuertes conocimientos matemáticos, físicos y/o técnicos.

2.4 Procedimientos

2.4.1. Inventario de dispositivos o inventario técnico

Constituye el punto de partida del sistema de información de mantenimientos ya que acá se listan los dispositivos y componentes objetos del mantenimiento.

2.4.2. Instrucciones técnicas de mantenimiento

Constituye la lista de acciones de mantenimiento a ejecutar sobre los dispositivos, debe señalar el tipo de actividades a ejecutar en el mantenimiento y la frecuencia con que debe ejecutarse la actividad, tiempo aproximado que tomara realizar dichas actividades y las herramientas a utilizar.

2.4.3. Programación del mantenimiento

El objetivo es planificar cuando deben ejecutarse las instrucciones técnicas de cada equipo, los periodos pueden ser anuales, semestrales, trimestrales, mensuales, semanales o diarias, dependiendo de la dinámica del área.

2.4.4. Ticket de trabajo

Es una orden de trabajo programa y se generara cada vez que se registre una programación de mantenimiento, aquí se describen las acciones realizadas sobre el dispositivo objeto del mantenimiento.

2.4.5. Mantenimiento circunstancial

Son objetos de mantenimiento que se registra de manera alterna ya que su ejecución depende de exigencias no contempladas dentro de la programación de mantenimientos.

2.5 Modelos de mantenimiento

Existen diversos modelos de mantenimiento, a continuación se mencionan los modelos más conocidos.

2.5.1. Modelo correctivo

Este modelo es el más básico, e incluye, además de las inspecciones visuales, la reparación de averías que surjan. Es aplicables a equipos con el nivel de criticidad más bajo, cuyo desperfecto no supone ningún problema técnico.

2.5.2. Modelo condicional.

Incluye las actividades del modelo anterior, y además, la realización de una serie de pruebas o ensayos, que condicionarán una actuación posterior. Si tras las pruebas se descubre una anomalía, se programa una intervención; si por el contrario, todo es correcto, no se interviene sobre el equipo.

2.5.3. Modelo sistemático

Este modelo incluye un conjunto de tareas que se realizan sin importar cuál es la condición del equipo; se realizan algunas mediciones y pruebas para decidir si se efectúan otras tareas de mayor envergadura; y por último, resolver las averías que surjan.

2.5.4. Modelo de alta disponibilidad

Es el modelo más exigente y exhaustivo de todos. Se aplica en aquellos equipos que bajo ningún concepto pueden sufrir una avería o un mal funcionamiento. Son equipos a los que se exige, además, unos niveles de disponibilidad altísimos, por encima del 90%.

La razón de un nivel tan alto de disponibilidad es en general el alto coste en producción que tiene una avería. Con una exigencia tan alta, no hay tiempo para el mantenimiento que requiera parada del equipo (correctivo, preventivo sistemático). Para mantener estos equipos es necesario emplear técnicas de mantenimiento predictivo, que nos permitan conocer el estado del equipo con él en marcha, y a paradas programadas, que supondrán una revisión general completa, con una frecuencia generalmente anual o superior.

2.6 Plan de mantenimiento

La fiabilidad y disponibilidad de los equipos y sistemas de cualquier organización dependen de su diseño y la calidad de su instalación, en segundo lugar depende de la forma y buenas costumbres del personal que opera los mismos y en tercer lugar dependen del mantenimiento que se realicen sobre ellos.

El plan de mantenimiento puede realizarse de tres formas que se describen a continuación:

2.6.1. Basado en instrucciones del fabricante

Realizar un plan de mantenimiento basado en las recomendaciones de los fabricantes de los diferentes equipos no es más que recopilar toda la información existente en los manuales de operación y mantenimiento de estos equipos y darle al conjunto un formato determinado.

2.6.2. Basado en la experiencia e instrucciones genéricas

Es conveniente contar con la experiencia de los responsables de mantenimiento y de los técnicos, para completar las tareas que pudieran no estar incluidas en la recopilación de recomendaciones de fabricantes.

2.6.3. Mantenimiento legal

Es necesario cumplir con las diversas normas reglamentarias vigentes en cada momento. Por ello, el plan debe considerar todas las obligaciones legales relacionadas con el mantenimiento de determinados equipos. Son sobre todo tareas de mantenimiento relacionadas con la seguridad.

2.7 Fiabilidad de equipos

2.7.1. Definiciones

- *Fiabilidad*: Es la capacidad de un sistema o componente para desempeñar las funciones requeridas en las condiciones establecidas por un determinado período de tiempo.
- *Fallo*: Es toda alteración o interrupción en el cumplimiento de la función requerida.
- *Mantenibilidad*: Es la probabilidad de que, después del fallo, sea reparado en un tiempo dado.
- *Disponibilidad*: Es la probabilidad de que esté en estado de funcionar (ni averiado ni en revisión) en un tiempo dado.

Se podría decir que el esquema de vida de un equipo consiste en una alternancia de tiempos de buen funcionamiento (Time Before Failure) y tiempos de averías (Failure Time) a como se muestra a continuación:

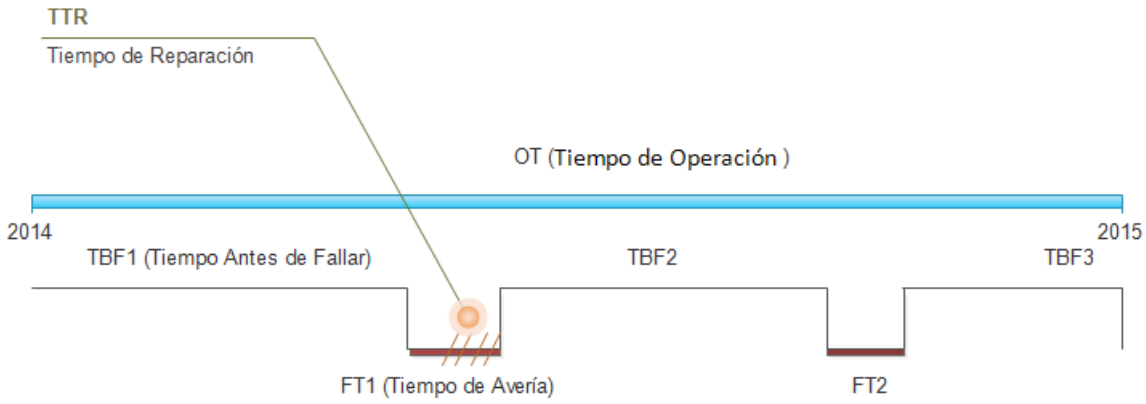


Figura 3 Esquema de vida de un equipo

Siendo **N** el número de fallos en un periodo se puede definir los siguientes parámetros como medidas de dichas probabilidades:

a) El tiempo medio entre fallos (MTBF *Mean Time Between Failures*) como medida de Confiabilidad de un sistema o equipo, suele expresarse en unidades de horas, a mayor valor de MTBF, mayor confiabilidad representa.

$$MTBF = \frac{\sum_0^n TBF(i)}{N}$$

Lo cual se puede entender como la sumatoria de los tiempos de operatividad entre el número de fallas. Supongamos que un equipo tiene 30 días de operación que equivalen a 720 horas, si en ese periodo presento 3 fallos que representan una suma de 10 horas de avería o inoperatividad, entonces su confiabilidad en esas 720 horas fue:

MTBF = 710/3 = 236.6

Esto significa que en promedio el equipo o sistema fallara cada 237 horas. También se podría calcular su inversa conocida como la **Tasa de fallos**, suele expresarse en unidades fallos/hora o porcentaje**.**

$\boldsymbol{TF = \frac{1}{MTBF}}$ = fallos por hora. Para calcular la fiabilidad en porcentaje multiplicamos la TF por cien y el resultado se lo restamos al 100% de la confiabilidad obteniendo un indicador de confiabilidad en porcentaje. Según el ejemplo anterior:

$$TF = \frac{1}{236.6} = 0.00422 \frac{\text{fallas}}{\text{horas}}$$

$$\text{TF\%} = 0.00422 * 100 = 0.422\ \%$$

$$\text{Confiabilidad} = 100 - 0.422 = \mathbf{99.57}\ \%$$

Obteniendo así una confiabilidad del 99.57 % del sistema.

b) Tiempo medio de reparación (MTTR *Mean Time To Repair*) como medida de mantenibilidad. Se refiere al tiempo que se espera que un sistema tarde en recuperarse de una falla, este se expresa usualmente en horas. El cálculo de este se expresa en la siguiente ecuación.

$$MTTR = \frac{\sum_0^n TTR}{N}$$

Se puede decir según la ecuación anterior que el MTTR incide en la disponibilidad de un sistema, pero no en la confiabilidad.

La fórmula que se detalla a continuación ilustra cómo la disponibilidad general de un sistema se ve afectada tanto por el MTBF como por el MTTR. Si aumenta el MTBF, aumenta la disponibilidad. Si aumenta el MTTR, disminuye la disponibilidad.

$$Disponibilidad = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

3. METODOLOGÍA ITIL PARA LA GESTIÓN DE TI

3.1 Generalidades

Biblioteca de Infraestructura de Tecnologías de Información, ITIL de sus siglas en inglés (Information Technology Infraestructure Library) es un conjunto de documentos en los cuales se describen los procesos para una gestión eficiente de los servicios de tecnologías de la información dentro de una organización, es un marco de trabajo para la administración de procesos de TI.

ITIL brinda un número de prácticas importantes en TI, tareas, procedimientos que pueden adaptarse a cualquier organización. En su versión tres, se agrupan los principales elementos de la metodología en 5 volúmenes:

3.1.1. Estrategia del servicio

Se encarga del diseño, desarrollo e implantación de la gestión de servicios de TI como activo estratégico para la empresa, determina qué tipo de servicios deben ofrecerse a determinados clientes.

3.1.2. Diseño del servicio

En este volumen se desarrollan conceptos asociados al diseño de servicios TI, tales como procesos, políticas documentación. Entre los procesos figuran: gestión del catálogo de servicios, disponibilidad, capacidad, continuidad, seguridad y de proveedores.

3.1.3. Operación del servicio

Se exponen buenas prácticas para conseguir ofrecer un nivel de servicio acorde a los requisitos y necesidades de los clientes. Los procesos asociados a este volumen son: gestión de activos, incidentes y la gestión de problemas. Esto incluye cumplir los requerimientos de los usuarios, resolver fallos en los equipos y servicios, resolver problemas y llevar a cabo operaciones rutinarias.

3.1.4. Mejora continua del servicio

En este volumen se muestra la necesidad de la mejora continua como fuente de desarrollo y crecimiento en el nivel de servicios TI. Mediante este proceso se asegura que los cambios en los servicios se lleven a cabo de manera coordinada.

3.1.5. Transición del servicio

En este se definen temas relacionados a la transición o cambios que se producen en la prestación del servicio. Aspectos como la gestión de la configuración, gestión de cambios.

3.2 Operación del servicio

Para propósitos del desarrollo del proyecto se partirá de la base teórica de procesos establecidos en este volumen de la ITIL v3. Uno de los aspectos esenciales en la Operación del Servicio es la búsqueda de un equilibrio entre estabilidad y capacidad de respuesta.

La estabilidad es necesaria pues los clientes requieren disponibilidad. Por otro lado las necesidades de negocio cambian rápidamente y eso requiere habitualmente rapidez en las respuestas.

Normalmente los cambios correctamente planificados no tienen que afectar a la estabilidad del servicio pero esto requiere la colaboración de todos los agentes implicados en la Operación del Servicio.

Para evitar los problemas de inestabilidad es conveniente adoptar una actitud proactiva que permita dar respuestas a las nuevas necesidades de negocio de una forma progresiva.

Los procesos involucrados en la fase de Operación del servicio son:

1. Gestión de Eventos
2. Gestión de Incidencias
3. Gestión de problemas
4. Petición de servicios TI
5. Gestión de acceso.

De los anteriores procesos entraremos en detalles únicamente en la gestión de incidentes y la gestión de problemas.

3.3 Gestión de Incidentes

El objetivo principal de la gestión de incidencias es resolver cualquier incidente que cause una interrupción del servicio de la manera más rápida y eficaz posible.

Definición de incidencia según ITIL: *"Se define como incidencia cualquier evento que no forme parte del funcionamiento estándar de un servicio o dispositivo y que causa una interrupción o una reducción de la calidad del mismo."*

Los principales beneficios de la correcta gestión de incidentes incluyen:

a) Mejorar la productividad de los usuarios.
b) Mayor control de los dispositivos y servicios.
c) Optimización de los recursos disponibles.

Las principales consecuencias de la incorrecta gestión de incidencias involucran:

a) Reducción de los niveles de servicio.
b) Se pierde información valiosa sobre las causas y efectos de los incidentes.
c) Clientes insatisfechos por la mala gestión de los incidentes que reportan.

Registro

Las incidencias pueden provenir de diversas fuentes tales como reporte de los usuarios, gestión de aplicaciones, personal técnico, entre otros.

Es habitual que existan múltiples incidencias presentes por lo que es necesario determinar el nivel de prioridad para la resolución de las mismas.

La priorización se basa en dos parámetros:

- Impacto: determina la importancia de la incidencia dependiendo de cómo esta afecta a los procesos del negocio o del número de usuarios afectados.
- Urgencia: dependiendo del tiempo máximo de demora aceptable por el cliente para la resolución de la incidencia.

Es conveniente establecer un protocolo para determinar la prioridad del incidente. La siguiente figura nos muestra un posible diagrama de prioridad en función de la urgencia e impacto del incidente.

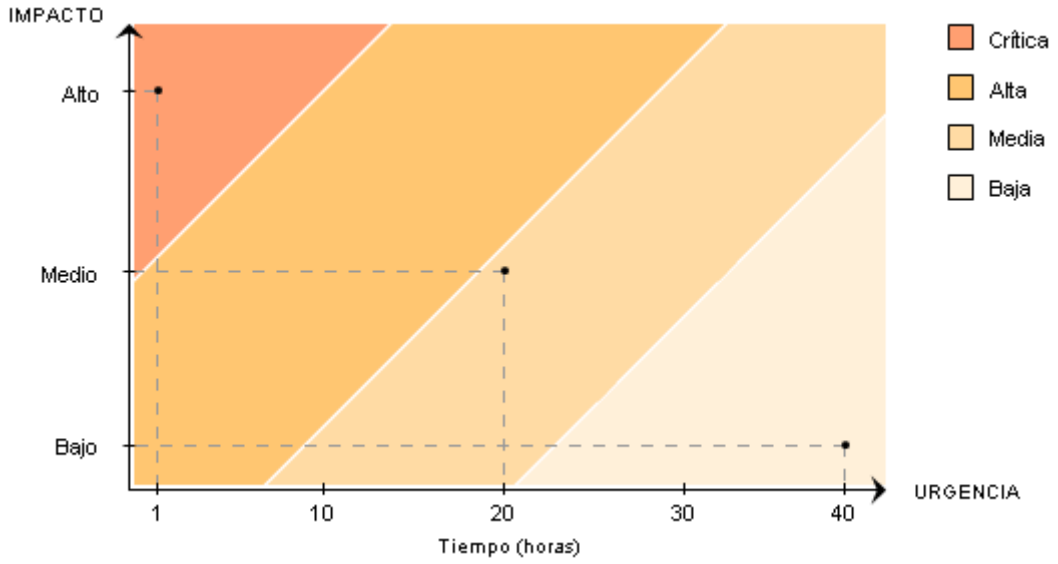


Figura 4 Diagrama de prioridades

El registro del incidente puede contener normalmente la siguiente información:

1. Identificación única.
2. Fecha y hora de registro.
3. Personal que realizo el registro.
4. Método de notificación.
5. Persona que realizo la notificación
6. Descripción de síntomas.
7. Servicios afectados.
8. Prioridad, basado en la combinación del impacto y la urgencia
9. Dispositivos involucrados
10. Categoría del incidente (Por ejemplo: Error de aplicación, Error en la operación del servicio o equipo, Error de hardware).
11. Enlace a incidente relacionado
12. Registro de actividades
    a. Fecha y hora
    b. Persona a cargo

c. Descripción de actividades

13. Datos de resolución y cierre.

a. Fecha y hora de la resolución

b. Descripción de la resolución

3.4 Disponibilidad

La disponibilidad de un sistema o un equipo se refiere a una medida que indica cuanto tiempo está disponible ese equipo o sistema, típicamente expresado en porcentaje de la siguiente manera:

$$D = \frac{tda - ti}{tda} * 100$$

Donde ***tas*** corresponde al tiempo continuo de disponibilidad del servicio acordado y ***ti*** es el tiempo de interrupción del servicio. Por ejemplo:

Si el servicio es 24/7 y durante el último mes el equipo o sistema ha estado caído durante 4 horas por tareas de mantenimiento o incidencias entonces la disponibilidad del mismo fue:

$$\%\ Disponibilidad = \frac{720-4}{720} * 100 \quad = 99.4\%$$

La Gestión de la Disponibilidad tiene a su disposición un buen número de métodos y técnicas que le permiten determinar qué factores intervienen en la disponibilidad del servicio y que le permiten consecuentemente prever que tipo de recursos se deben asignar para las labores de prevención, mantenimiento y recuperación, así como elaborar planes de mejora a partir de dichos análisis.

Entre estas técnicas se puede enumerar las siguientes:

3.4.1. CFIA

De sus siglas en inglés *Component Failure Inpact Analysis* (Análisis de impacto de fallos de componentes) se elabora a partir de una matriz que contiene los servicios en un extremo y los equipos en otro. Esto permite la identificación de elementos críticos que podrían causar el fallo de uno o múltiples servicios TI.

Tabla 1 Matriz de Impacto de Fallas

Elemento	**Servicio1**	**Servicio2**	**Servicio3**
Equipo1	X	X	-
Equipo2	-		M
Equipo3	A	M	A
	M	X	X

Leyenda:

- X: Falla causa que el servicio quede inoperativo.
- A: Existe Elemento alternativo para seguir dando el servicio.
- M: Hay Elemento alternativo, pero necesita intervención manual.
- Guion: Elemento no impacta al servicio.

3.4.2. FTA

De sus siglas en inglés *Failure Tree Analysis* (Árbol de Análisis de Fallos) se refiere a una técnica en la cual condiciones y factores que pueden conducir a eventos no deseados son identificados y organizados de manera lógica y representada de manera gráfica.

Esta técnica consiste en un proceso deductivo basado en las leyes del Algebra de Boole, que permite determinar la expresión de sucesos complejos estudiados en función de los fallos básicos de los elementos que intervienen en él. De esta manera, se puede apreciar de forma cualitativa, qué sucesos son menos probables porque requieren la ocurrencia simultánea de numerosas causas.

Consiste en descomponer sistemáticamente un suceso complejo denominado suceso TOP en sucesos intermedios hasta llegar a sucesos básicos.

El suceso TOP se coloca en la parte superior de la estructura lógica, el suceso complejo se representa mediante un rectángulo. Los sucesos intermedios son encontrados en el proceso de descomposición y a su vez se pueden ser descompuestos en más sucesos.

En el proceso de descomposición del árbol se recurre a una serie de puertas lógicas que representan los operadores del álgebra de sucesos. Los dos tipos más elementales corresponden a las puertas AND y OR cuyos símbolos se indican a

continuación. La puerta OR se utiliza para indicar un «0» lógico: significa que la salida lógica S ocurrirá siempre y cuando ocurran por lo menos una de las dos entradas lógicas e1 o e2. La puerta AND se utiliza para indicar un «Y» lógico. Para que ocurra la salida lógica S es necesario que ocurran conjuntamente las dos entradas lógicas e1 y e2.

4. SIMPLE NETWORK MANAGEMENT PROTOCOL (SNMP)

Protocolo simple de gestión de red (SNMP) es un protocolo que permite administrar dispositivos de red y diagnosticar posibles fallas. Este protocolo se encuentra disponible actualmente en tres versiones:

1. SNMPv1
2. SNMPv2c
3. SNMPv3.

En usos típicos uno o más equipos gestores tienen la tarea de supervisar un grupo de hosts de una red informática. En cada dispositivo gestionado se ejecuta en todo memento un componente software llamado agente el cual reporta la información mediante el protocolo SNMP a los agentes.

4.1 Arquitectura SNMP

Una red administrada a través de SNMP deberá constar de al menos tres elementos clave.

1. Estación de Gestión o Gestor.
2. Agente de gestión.
3. Base de información de gestión.

Los recursos en la red son administrados representados como objetos. Esta colección de objetos es referenciada como Información base de gestión (MIB) la cual funciona como una colección de puntos de acceso en el agente para el gestor.

El protocolo SNMP incluye las siguientes capacidades para la comunicación entre el gestor y los agentes.

- Get: permite al gestor obtener valores de objetos en el agente.
- Set: permite al gestor establecer el valor a un objeto en el agente.
- Trap: permite al agente notificar al gestor sobre eventos significativos.

De las tres anteriores se derivan las siguientes operaciones.

- **GetRequest**: permite al gestor realizar peticiones de valores específicos de la MIB del agente.
- **GetNextRequest**: el gestor realiza una petición del objeto siguiente a uno dado en la MIB del agente, siguiendo un orden lexicográfico.
- **GetResponse**: el agente devuelve los valores solicitados por las operaciones anteriores del gestor. Es la respuesta a un SetRequest, GetRequest o GetNextRequest.
- **SetRequest**: permite al gestor asignar un valor a una variable en el sistema del agente.
- **Traps**: el agente informa de forma asíncrona de un suceso inusual predefinido. El agente no espera ninguna respuesta de parte del gestor.

Por lo general un agente se encuentra a la escucha de peticiones a través del puerto 161 UDP mientras que el gestor se encontrara escuchando en el puerto UDP 162 a la llegada de traps de parte de los agentes.

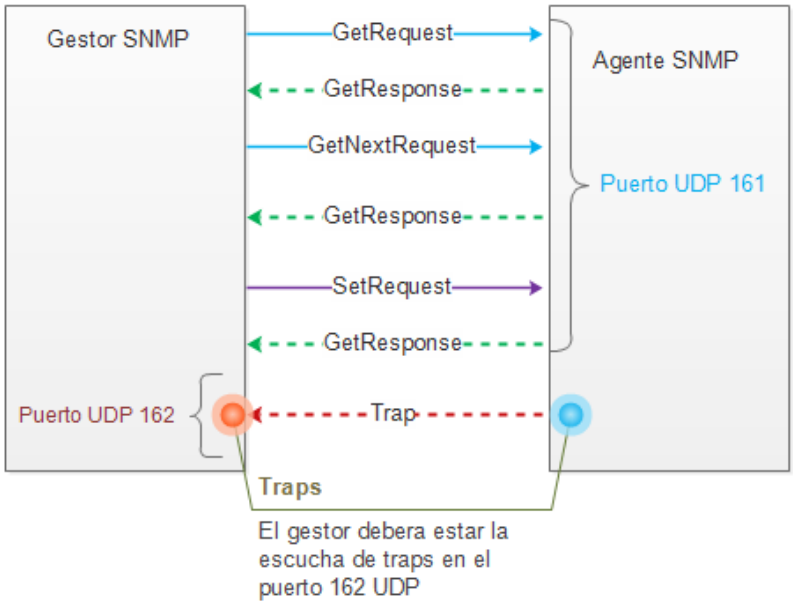


Figura 5 Arquitectura SNMP

4.2 Base de información de gestión SNMP (MIB)

La MIB [2]es una compilación de información que se encuentra organizada de forma jerárquica. Un objeto gestionado algunas veces llamado simplemente objeto MIB o MIB representa algún recurso, actividad o información para ser gestionada. Asociado a cada uno de estos objetos se encuentra un identificador de tipo ANS.1 [3] OBJECT IDENTIFIER.

Los OIDs (OBJECT IDENTIFIER) están compuesto por una secuencia de números enteros no negativos separados por un punto los cuales forman el árbol MIB, este árbol es denominado de registro y se encuentra estandarizado mundialmente. Son los OIDs los que permiten obtener los valores de objetos mediante el protocolo SNMP.

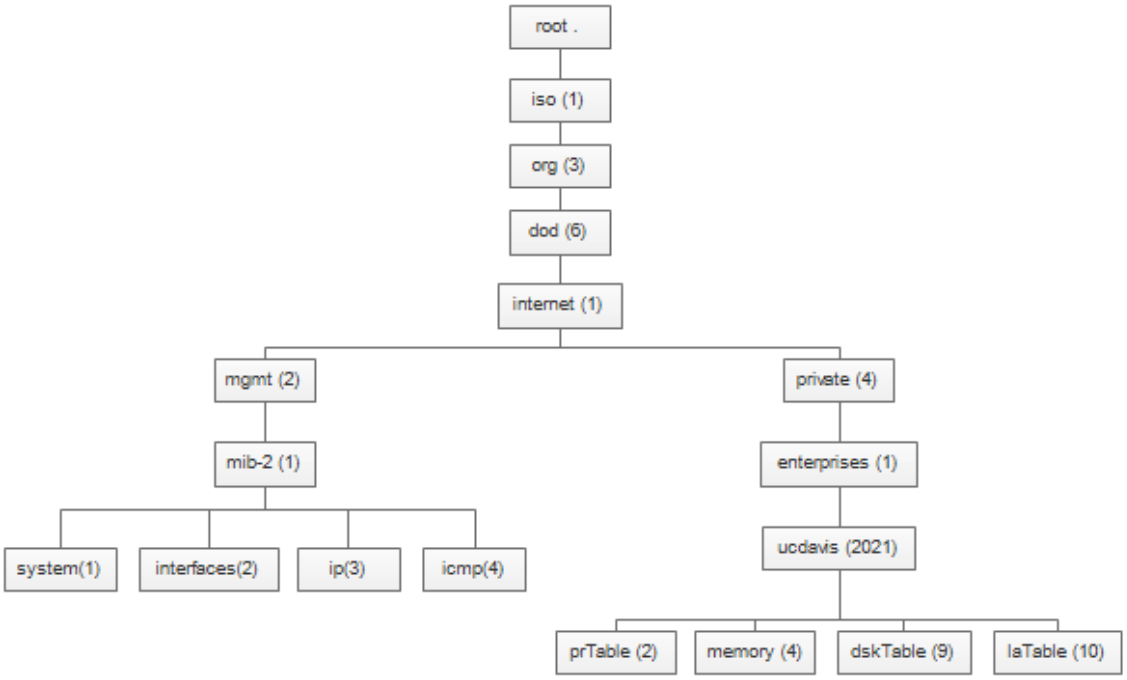


Figura 6 Árbol MIB

[2] Management Information Base (https://tools.ietf.org/html/rfc3418)
[3] Abstract Syntax Notation One (notación sintáctica abstracta 1, ASN.1) (https://es.wikipedia.org/wiki/ASN.1)

5. TECNOLOGÍAS EMPLEADAS

Python: es un lenguaje de programación interpretado multiplataforma el cual soporta orientación a objetos, su filosofía esta dirigida a crear una sintaxis que permita que el código sea legible

Django: es un framework web de alto nivel escrito en Python el cual fomenta el desarrollo rápido, diseño limpio y pragmático. Django hace énfasis en el re-uso, conectividad, extensibilidad de componentes y desarrollo rápido. Python es utilizado en todas partes del framework.

Nginx: es un servidor web/proxy inverso multiplataforma de código abierto de alto rendimiento el cual puede ser usado para diferentes propósitos entre los cuales destacan el servir archivos estáticos, balanceo de carga, streaming archivos FLV y MP4, proxy de correos entre otros.

Node.js: es un entorno de programación en la capa del servidor basado en el lenguaje de programación Javascript, con I/O de datos en una arquitectura orientada a eventos y basado en el motor Javascript V8 de google.

Express.io: es la implementación del framework web express.js junto con sockets.io el cual brinda la funcionalidad de websockets para crear aplicaciones web realtime para node.js.

PostgresSQL: es un gestor de base de datos relacional publicado bajo la licencia BSD[4].

Gunicorn: es un servidor web WSGI para UNIX el cual sirve aplicaciones web escritas en Python.

[4] Berkeley Software Distribution

Capítulo 3 Diseño Metodológico

1. Proceso Unificado Racional

El proyecto será abordado bajo un enfoque tecnológico tomando como modelo el Proceso Racional Unificado (RUP por sus siglas en ingles), un enfoque del desarrollo del software incremental que tiene como objetivo asegurar un resultado de alta calidad que satisfaga los requerimientos del usuario final dentro de un tiempo predecible. La metodología RUP se resume en la siguiente figura:

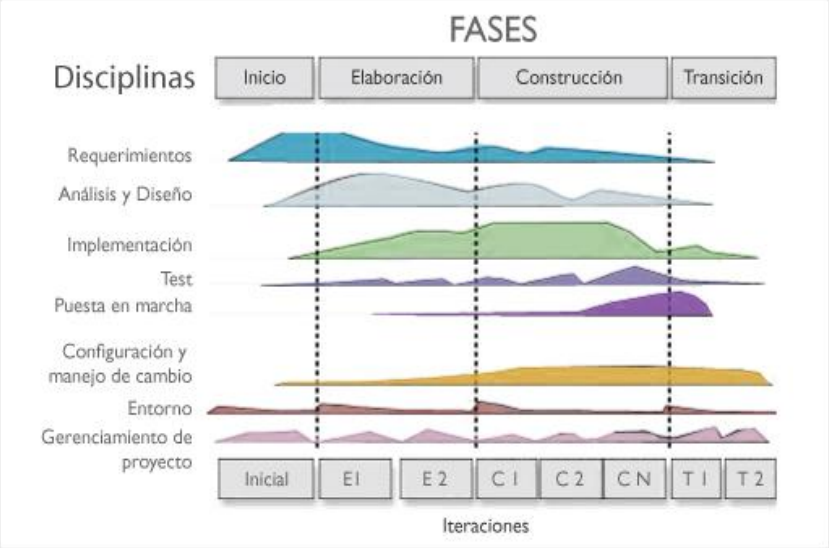


Figura 7 Proceso Racional Unificado

El Proceso Unificado de Rational (RUP) es un proceso de desarrollo de software y junto con el Lenguaje Unificado de Modelado (UML), constituye la metodología estándar más utilizada para el análisis, diseño, implementación y documentación de sistemas orientados a objetos. RUP permite adaptar el proceso, balancear prioridades, colaboración entre equipos y demostrar valor iterativamente.

2. ETAPAS DEL PROYECTO

A continuación se puntualizan las principales etapas en las que se desarrollara el proyecto. El desglose temporal de cómo se abordaron dichas etapas puede verse en el **Anexo 1: Cronográma de actividades**.

2.1 Modelado del sistema

En esta etapa se realizó la documentación de todos los elementos que debía cumplir el sistema así como el diseño del mismo. Para ello se realizaron dos sub-etapas:

2.1.1. Captura de requisitos

En esta sub-etapa se definió todos los requerimientos que debía cumplir el sistema. Para ello se realizaron reuniones con los interesados en el proyecto y futuros usuario del sistema, se recopiló una serie de requerimientos que se debieron satisfacer al finalizar el proyecto. Al finalizar esta sub-etapa se obtuvo el documento:

- "Requerimientos del sistema" (Ver **Anexo 2: Requerimientos del sistema**) en el cual se detallaron todos los requerimientos que dicho sistema debía cumplir.

2.1.2. Diseño del sistema

Una vez obtenidos los requerimientos del sistema se procedió a realizar el análisis y diseño del sistema. Acá se definieron los casos de uso, componentes, diagramas de clases, diseño de la base de datos e interfaces que habrían de emplearse en el sistema.

- "Análisis y diseño del sistema" (Ver **Anexo 3: Análisis y diseño del sistema**)

2.2 Desarrollo de los módulos del sistema

Partiendo del modelo del sistema obtenido de los requerimientos recopilados y el análisis y diseño del sistema se realizó la creación de los módulos del mismo. Esto permitió la automatización de los procesos que hasta este momento se realizaban de manera manual en el aeropuerto Augusto C. Sandino.

Para la codificación de la aplicación se decidió usar el framework Django basado en Python como lenguaje de desarrollo por su flexibilidad y rapidez. Al ser web se definió que debía funcionar sobre Chrome como navegador recomendado. Al finalizar esta etapa se tenía el sistema funcionando. Para más información de cómo crear un proyecto en Django ver **Anexo 4: Creación de un proyecto con Django**.

2.3 Gráficos y reportes

Una vez que el sistema gestionaba toda la información referente a los mantenimientos e incidencias, se procedió a dotarlo de la capacidad de ofrecer información de salida en formato resumido y detallado. Para esto se hizo uso de librerías que permitían la generación de gráficos resumen en los cuales se podría apreciar la información de una manera condensada y así mismo la generación de reportes de diversos datos del sistema. Una de las principales interfaces es la realizada como pantalla de inicio del sistema.

2.4 Sub-sistema de notificaciones

Para agilizar el proceso de atención de sucesos se agregó un sub-sistema de notificaciones que muestre en tiempo real los nuevos sucesos agregados. También se utilizaron notificaciones en tiempo real para conocer el estado de los equipos gestionados haciendo uso de SNMP.

2.5 Pruebas generales

En esta etapa se efectuaron pruebas de uso en el aeropuerto en un conjunto de equipos para evaluar el desempeño de la aplicación esto para determinar posibles errores que no fueron detectados durante el desarrollo del sistema los cuales se procedió a corregir.

2.6 Elaboración del informe final

A lo largo del desarrollo del proyecto se fue construyendo gradualmente el contenido la documentación asociada a cada una de las etapas. Con esta información y una vez realizada todas las pruebas necesarias se procedió a la redacción del informe fina.

3. MATERIALES UTILIZADOS

3.1 Software

Instrumentos informáticas	Nombre	Costo
Sistema Operativo	Ubuntu 14.04	Gratuito
Servidor web	Nginx	Gratuito
IDE de programación	PyCharm Community Edition	Gratuito
Lenguaje de programación	Python	Gratuito
Framework de programación	Django[5]	Gratuito
Gestor de base de datos	Postgresql	Gratuito

3.2 Hardware

Tipo	Características	Costo
Servidor Privado virtual en la Internet	♦ Sistema operativo Ubuntu 14.04 ♦ 1 Gb de memoria RAM ♦ Procesador 2.40GHz ♦ 30 Gb disco duro	$10/mensual
Computador de escritorio en red LAN	♦ Sistema operativo Ubuntu 14.04 ♦ 1 Gb de memoria RAM ♦ Procesador 3 GHz ♦ 80 Gb disco duro	$200 (estimado)
Computador Laptop	♦ Sistema operativo Ubuntu 14.04 ♦ 4 Gb de memoria RAM ♦ Procesador triple Core 2.1 GHz ♦ 30 Gb disco duro 300 GB	$300 (estimado)

[5] Es un framework para el desarrollo de aplicaciones web (https://www.djangoproject.com/) [7]

Capítulo 4 Resultados del Proyecto

1. Despliegue del sistema

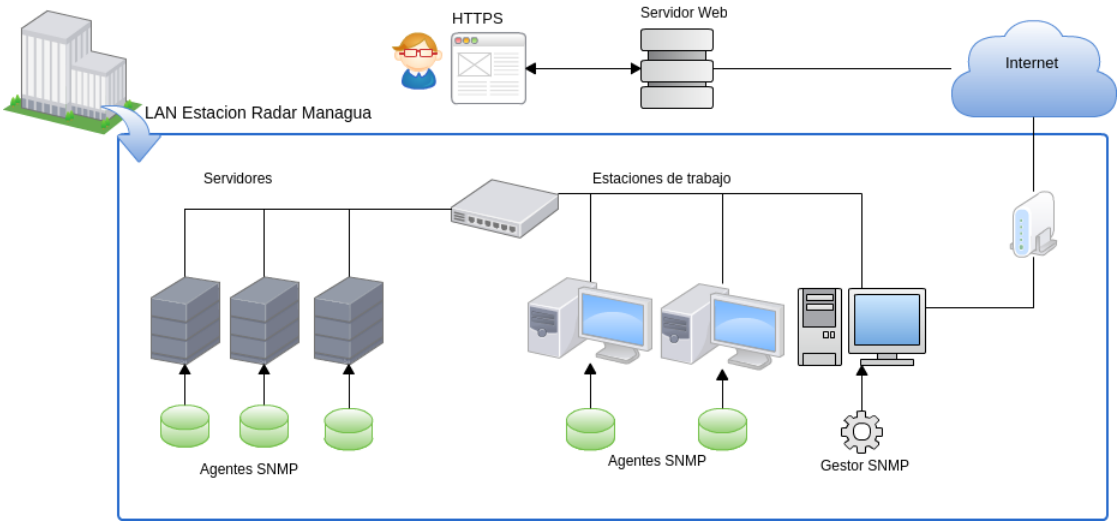


Figura 8 Arquitectura de despliegue del sistema.

El sistema está ejecutándose en un servidor web el cual puede ser accedido desde cualquier punto con una conexión a internet con el objetivo de hacer disponible la información de forma remota, el sistema presentara información actualizada sobre los principales recursos de los servidores y estaciones de trabajo de la red LAN del Centro de Control Radar también llamado Estación Radar por parte del área técnica.

Se implementó un gestor SNMP el cual se encargara de colectar toda la información y enviarla al sistema, este gestor está habilitado con un acceso a la red interna y otro con salida hacia Internet permitiendo estar actualizando y registrando eventos recibidos desde los equipos en la red LAN en el sistema.

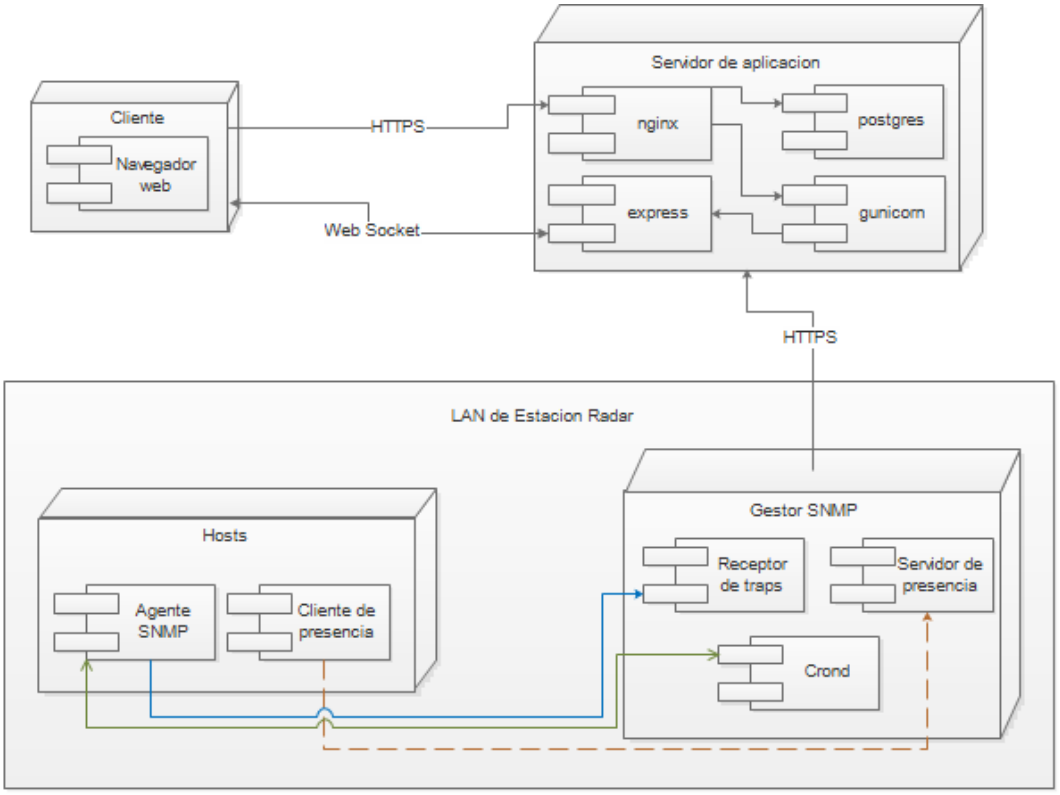


Figura 9 Despliegue del sistema

Para poder ejecutar una aplicación web hecha en Python es necesario activar un módulo ***WSGI*** en nginx o redireccionar a otro servidor WSGI especializado como Gunicorn que sirva únicamente código Python.

Nginx actuara como proxy dependiendo de la URL solicitada, estará encargado de servir los archivos estáticos y media directamente del disco ya que es una de sus características, es eficiente realizando esa tarea.

Todo usuario que se conecta al sistema e inicia sesión establecerá una conexión mediante websockets, es a través de esta que se enviaran las notificaciones en tiempo real, el servidor Gunicorn se encargara de pasar los datos recibidos desde el gestor al servidor de websockets, este a su vez emitirá esta información a todos los usuarios que se encuentren conectados.

2. FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

El sistema fue desplegado basado en la arquitectura Cliente-Servidor en un entorno web, permitiendo el acceso simultáneo de usuario desde diferentes tipos de dispositivos sin necesidad de instalar ningún software especial más que el uso de un navegador web. A continuación se describen los resultados obtenidos. Para detalles sobre la implementación de cada módulo ver **Anexo 5: Implementación o desarrollo**.

2.1 Usuarios e Identificación

La seguridad de acceso al sistema se maneja mediante el uso de cuentas de usuarios, grupos y permisos. Estos se utilizan para autenticar y autorizar acciones o accesos a los usuarios registrados en el sistema.

Mediante el uso de permisos se limita el acceso o acciones a los usuarios y/o grupos a determinadas partes del sistema. Los permisos se les asignan directamente a los usuarios o mediante los grupos a los que pertenece.

Los grupos son una forma genérica de trabajar con varios usuarios a la vez de forma que se le puedan asignar permisos de manera grupal. Un usuario puede pertenecer a varios grupos a la vez y todo aquel usuario perteneciente a un determinado grupo hereda automáticamente todos los permisos que se hayan otorgado al grupo.

Existen dos tipos de usuarios:

- Los usuarios genéricos los cuales están limitado mediante el uso de permisos los cuales restringen a estos.
- El súper usuario quien de manera automática posee todos los permisos dentro del sistema sin necesidad de habérselos asignado explícitamente, tendrá acceso total sobre el panel de administración podrá modificar cualquier registro dentro del sistema, será el encargado de gestionar a los usuarios del sistema así como los módulos necesarios para el funcionamiento del sistema.

Se crearon dos grupos para dividir y restringir a los usuarios: el grupo “jefe_area” y el grupo “técnicos”, la diferencia principal de estos grupos radica en el módulo de

mantenimiento ya que en este módulo el grupo “técnicos” carece de ciertos permisos que si posee el grupo “jefe_area”

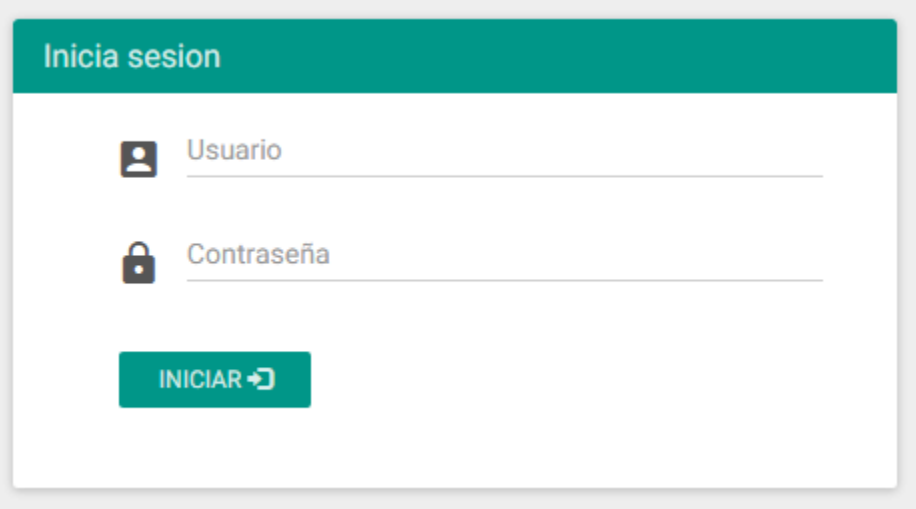


Figura 10 Formulario de inicio de sesión

Los usuarios son registrados por parte del administrador o un súper usuario, una vez que el usuario este activo y acceda al sistema podrá cambiar su clave de acceso cuando así lo desee y podrá actualizar sus datos personales.

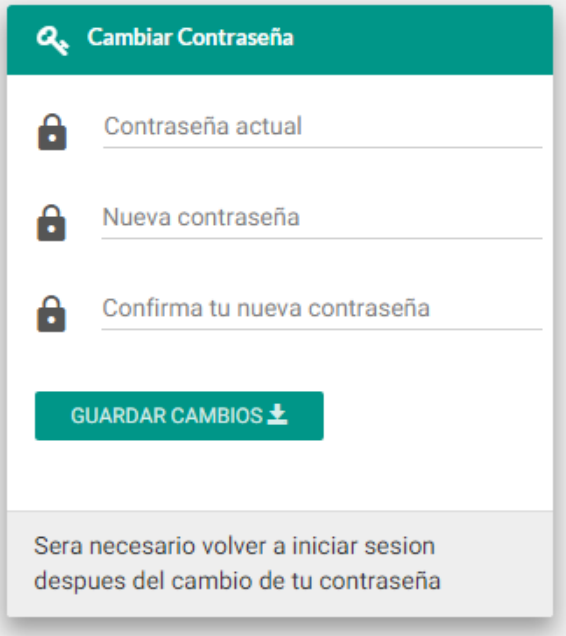


Figura 11 Formulario para actualización de contraseña

2.2 Panel de Administración

El sistema posee una sección de administración la cual está restringida únicamente para el súper usuario y los usuarios marcados como administradores. Dentro de esta sección de administración se podrán gestionar las cuentas de usuarios así como los módulos del sistema por parte de todo aquel que esté autorizado a hacerlo. El sistema llevara un registro de todas las acciones ejecutadas dentro del panel de administración sobre los registros y limitará las acciones de los usuarios que no sean súper usuarios.

Figura 12 Vista de panel de administración para un usuario con permiso de administración

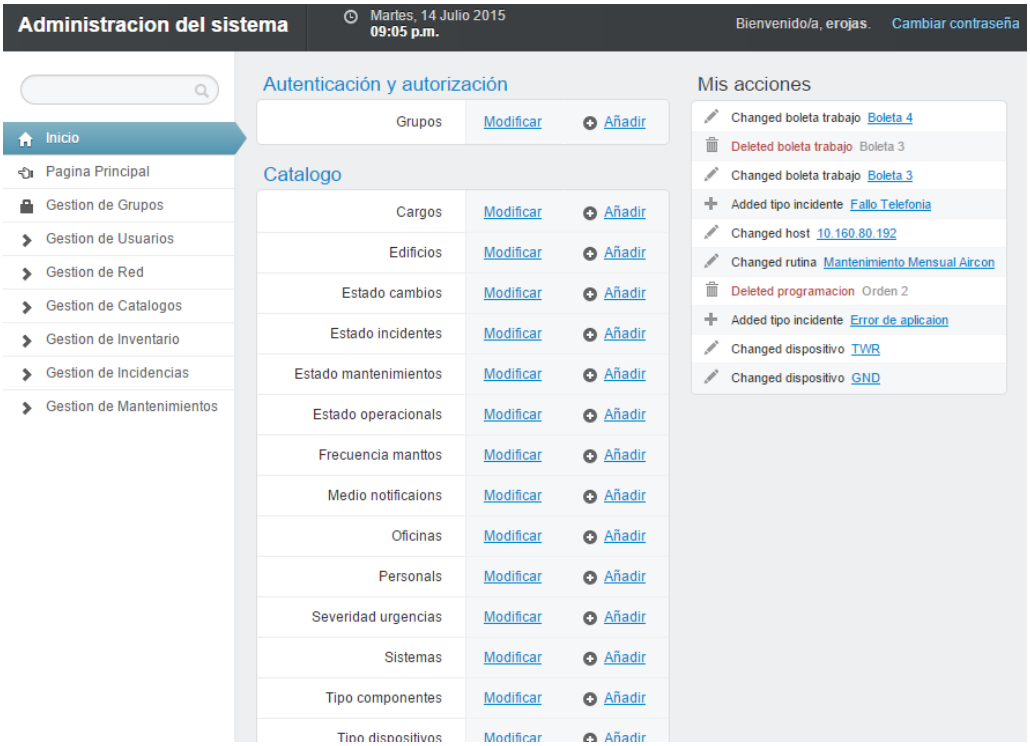


Figura 13 Panel de administración del sistema para el súper usuario

En las imágenes anteriores se puede apreciar que el panel de administración apara un súper usuario esta sin ningún tipo de restricción al contrario a un usuario restringido mediante los permisos que se le asignan, se puede observar en la primer imagen como el usuario está restringido a realizar ciertas acciones así como el acceso a otras secciones.

2.3 Módulo Catalogo

La finalidad de este módulo es establecer variables que serán utilizadas para el registro de información de dispositivos, incidentes y mantenimientos de los mismos. Este módulo es accesible únicamente mediante el panel de administración y se encuentra restringido mediante permisos para los administradores que tengan acceso al panel.

Como ya se había mencionado antes el súper usuario tendrá acceso total a todas las opciones presentadas en el panel, en la siguiente imagen se muestra las principales secciones del módulo de Catalogo.

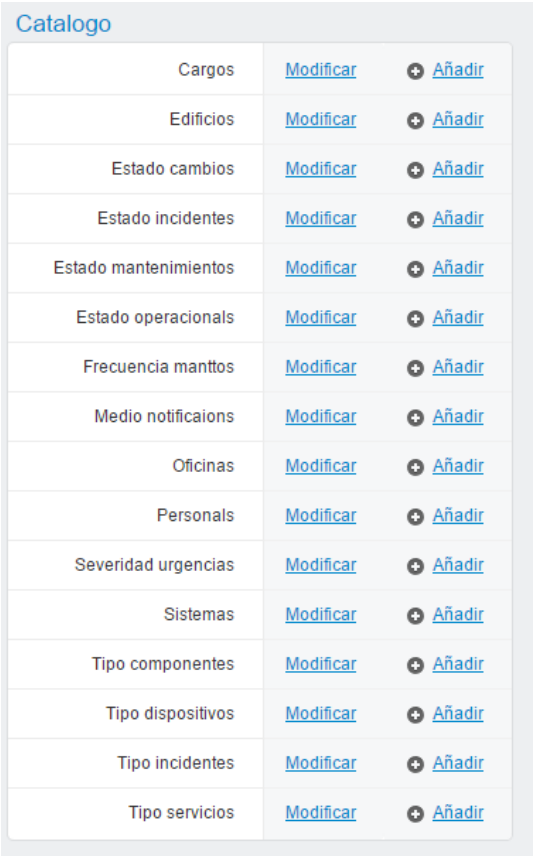


Figura 14 Principales secciones del módulo catalogo

2.4 Modulo Inventario

Este módulo constituye el punto de partida del sistema de gestión de mantenimientos e incidentes ya que en él se define el inventario de dispositivos que forman parte de todos los sistemas dentro del área de Centro de Control Radar los cuales son el objetivo de la gestión.

Este módulo está compuesto por tres secciones: Dispositivos, Componentes y servicios, de los cuales se destaca como más importante los dispositivos.

Los dispositivos son los componentes físicos que forman parte de los sistemas que se utilizan para el control de tráfico aéreo. En esta sección llevará acabo el registro de cada uno de estos, pudiendo asociarles posteriormente tareas de mantenimiento e incidentes en los que se vea involucrado.

El listado de todos los dispositivos registrados será mostrado como pantalla principal de esta sección en donde se podrán filtrar mediante algunos de sus atributos facilitando y agilizado la búsqueda de los mismos tal como se muestra en la siguiente imagen.

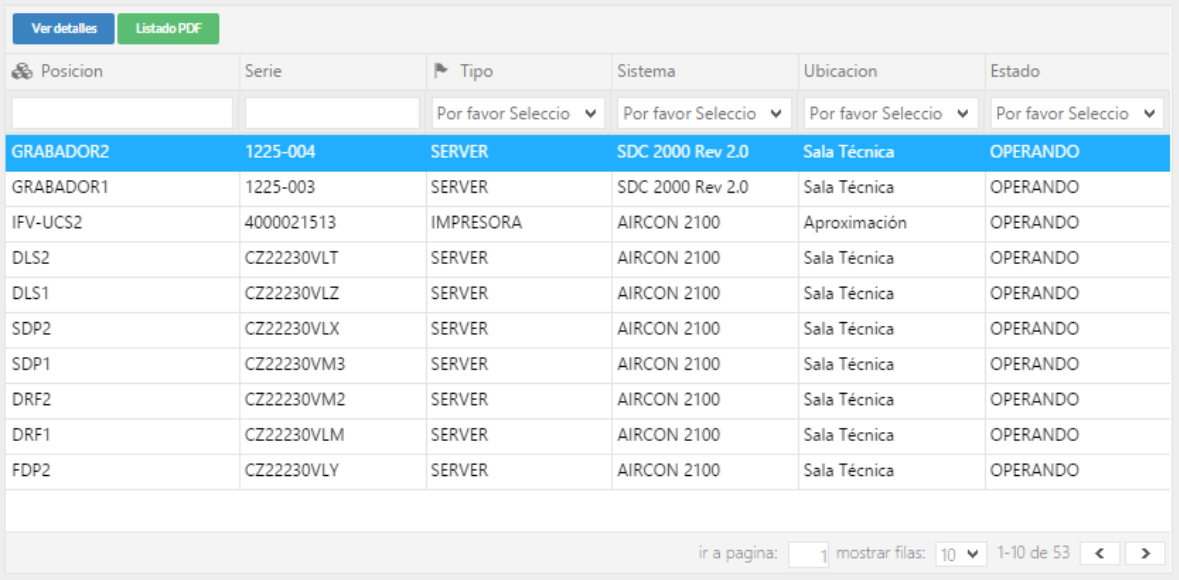


Figura 15 Listado de dispositivos

El usuario podrá seleccionar el que requiera y visualizar mayores detalles asociados al dispositivo como se observa en la siguiente imagen.

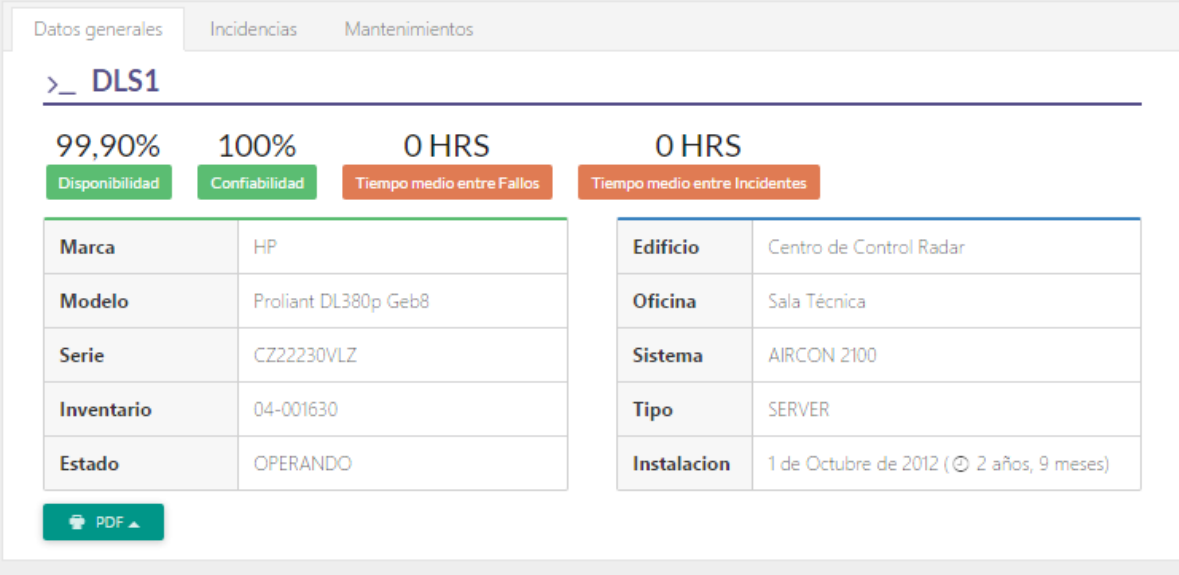


Figura 16 Detalles de un dispositivo

En este apartado se presentan los detalles relacionados al dispositivo en concreto. Se divide en tres secciones:

1. Datos generales: acá se presentan sus datos de registro, dentro de esta sección cabe destacar los cuatro indicadores para el dispositivo los cuales son calculado en base a los registros de incidentes y mantenimientos previos.
2. Incidencias: se muestra una lista con las ultimas cincuenta incidencias más recientes asociadas al dispositivo.
3. Mantenimientos: se muestra una lista de los últimos cincuenta mantenimientos más recientes asociados al dispositivo.

Los indicadores mostrados en la imagen permitirá al usuario discernir que tan bien ha estado funcionando el dispositivo a simple vista y que tanto ha sido afectado por los incidentes que ha presentado. Además incluye ya un filtro previo de las incidencias y mantenimientos asociados al mismo, permitiendo ver de manera rápida un historial técnico sobre el dispositivo.

Los componentes son partes esenciales que forman parte dentro de un dispositivo, por ejemplo en un Workstation, un disco duro es un componente del mismo que forma parte esencial en su funcionamiento, los componentes serán asociados a un único dispositivo.

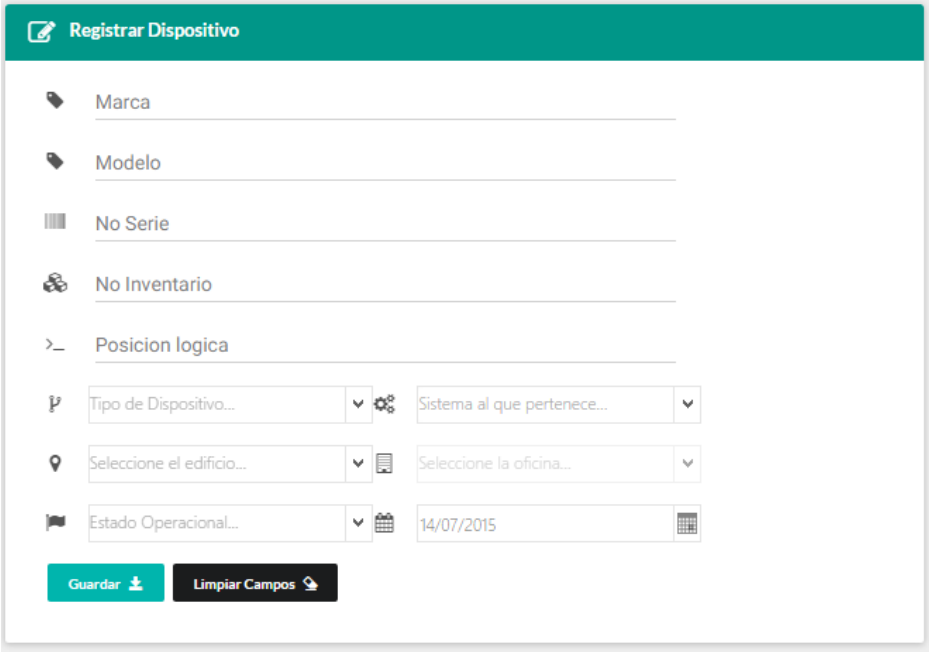


Figura 17 Formulario para registro de nuevo dispositivo.

En conclusión en este módulo se centra todo el registro de la información ya que todo va asociado a los dispositivos, esto permitirá una mejor gestión de los mismos y mejores controles sobre su historial técnico.

2.5 Modulo Mantenimientos

Este módulo fue diseñado para permitir a los usuarios registrar y asociar tareas de mantenimiento tanto preventivas como correctivas a dispositivos ya registrados en el sistema, de esta manera se organizara mejor la información y se tendrá un acceso más eficiente en lo que corresponde a tiempo en búsquedas de esta.

Permitirá al jefe de área registrar rutinas de mantenimientos que se realizan frecuentemente para posterior mente poder realizar planificaciones de las mismas designado el periodo esperado en que se espera realizar dicho mantenimiento, además de asociar el personal que estará involucrado en el mismo, definiendo un responsable.

Únicamente los usuarios que tengan asignado el grupo “jefe_area” podrán realizar planificaciones de mantenimientos.

Una rutina de mantenimiento estará asociada a uno de los sistemas definidos en el módulo Catalogo, se especificara las frecuencia en días en los que se lleva acabo el mismo.

El jefe de área podrá realizar una planificación de una rutina de mantenimiento previamente definida haciendo uso del formulario que se muestra en la siguiente figura.

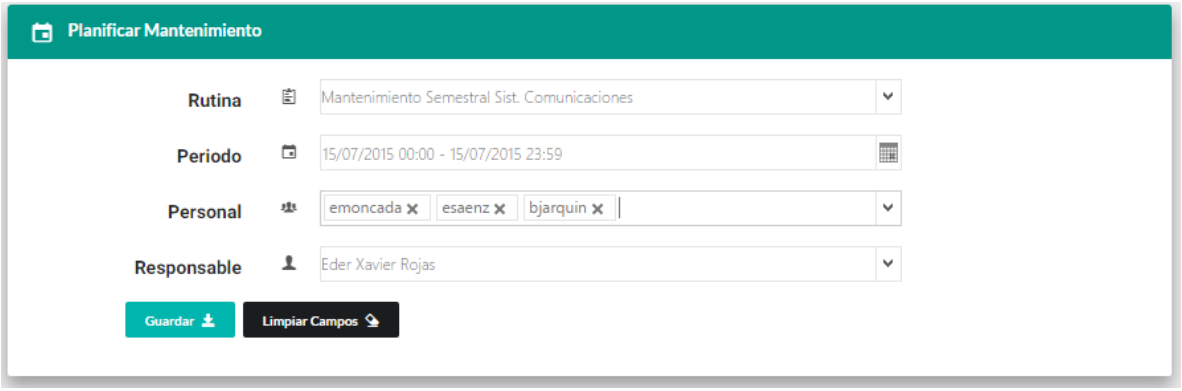


Figura 18 Formulario para planificar rutina de mantenimiento.

Una vez que el sistema registra la entrada planificada notificara mediante un correo electrónico al usuario responsable del manteamiento sobre la asignación del mismo. Se podrá cancelar cualquier mantenimiento que aún no sea marcado como iniciado.

Todas las entradas de planes de mantenimientos estarán disponibles mediante un listado de los mismos ordenados del más actual al más antiguo. En esta sección el usuario podrá dar inicio al periodo del o los mantenimientos pendientes de iniciar y será aquí mismo en donde dará por finalizado el mismo luego de haber registrado al menos una entrada de trabajo asociada al plan. El sistema no permitirá dar por finalizado un plan de mantenimiento si no se cumple lo antes mencionado.

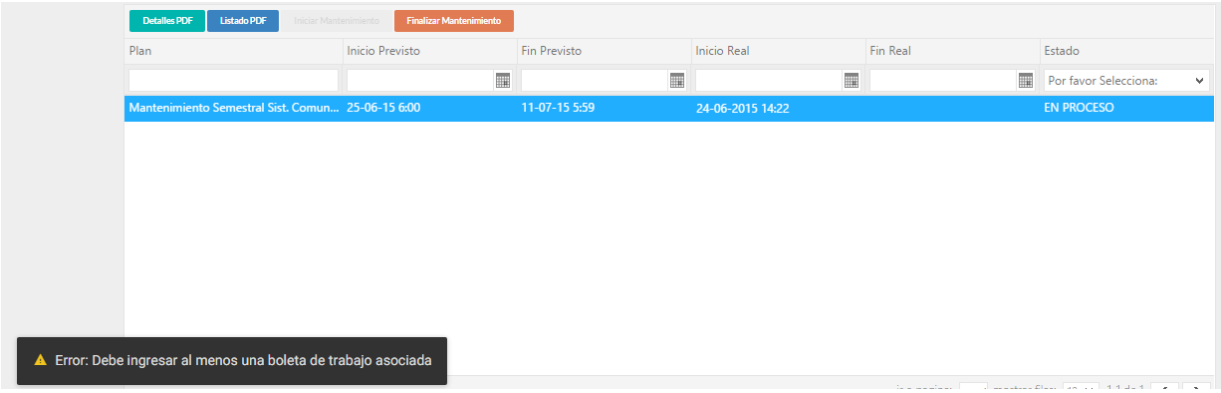


Figura 19 Listado de planes de mantenimiento

Los usuario podrán registrar entradas de trabajo asociadas opcionalmente a un mantenimiento que previamente hubiese sido iniciado en la pantalla mostrada en la figura anterior, se mostrara únicamente los mantenimiento que se relacionen al dispositivo seleccionado mediante el grupo de sistema al que corresponde. La siguiente figura presenta el formulario de registro para una entrada de trabajo.

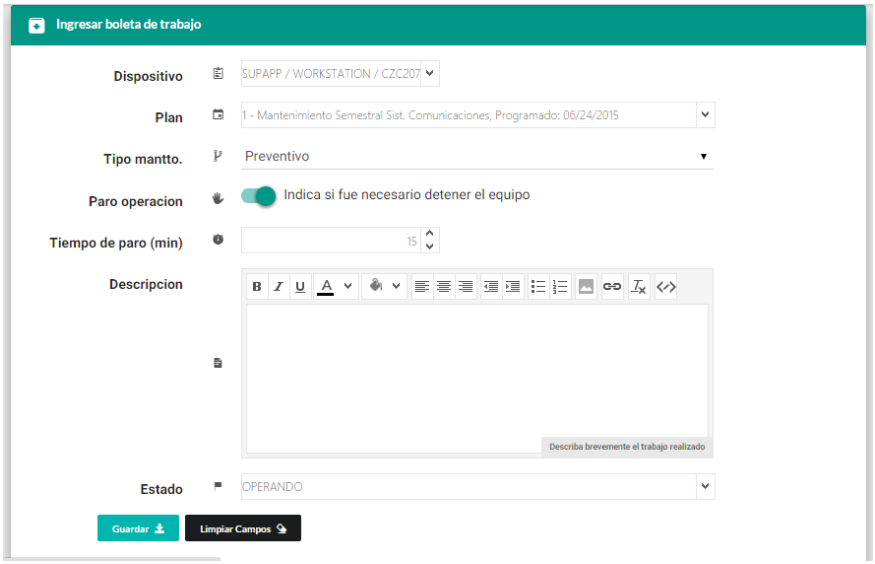


Figura 20 Formulario de entrada de trabajo de mantenimiento

Uno de los campos que cabe destacar es el campo que determina si el equipo debió detener su operación y por cuanto tiempo, ya que este tiempo afectara el indicador de disponibilidad del dispositivo.

Los usuarios podrán dar por finalizado el mantenimiento luego de haber registrado al menos una entrada de trabajo asociada al mismo, el sistema notificara mediante un correo electrónico al usuario que realizo la planificación sobre la finalización del mismo por parte del usuario que así lo aplicare.

2.6 Modulo Incidencias

Este módulo se encarga del registro de incidencias asociadas a los dispositivos. Los usuarios podrán registrar incidentes reportados por los controladores una vez que se haya comprobado que realmente se trata de una falla. El formulario usado para el registro es el que se muestra en la siguiente figura.

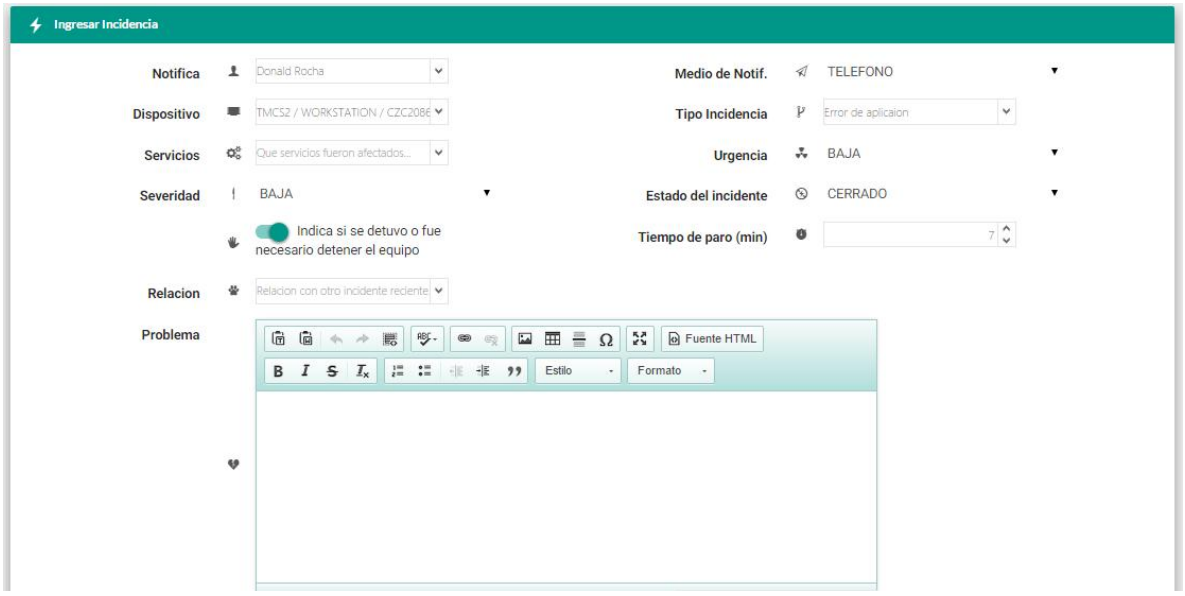


Figura 21 Formulario de registro de incidente

En él se especifica a que dispositivos se asocia el incidente, al igual que en el formulario para registrar una entrada de trabajo de mantenimiento, se permite especificar si fue requerido o estuvo fuera de operación el dispositivo a consecuencia del incidente, el tiempo que se especifique en este formulario afectara los parámetros de disponibilidad, confiabilidad, tiempo medio entre fallo y tiempo medio entre incidentes. Si no se especifica que se detuvo la operación del equipo únicamente se verán afectado los dos últimos parámetros.

Si el usuario no da por cerrado el incidente ya sea porque se resolvió parcialmente o porque no se haya podido dar una respuesta, este se le podrá dar seguimiento por parte de otros usuarios que también puedan atender el incidente hasta que uno de ellos lo cambie al estado cerrado. Únicamente a los registros de incidencias que no están marcado como cerrados se les podrá dar seguimiento.

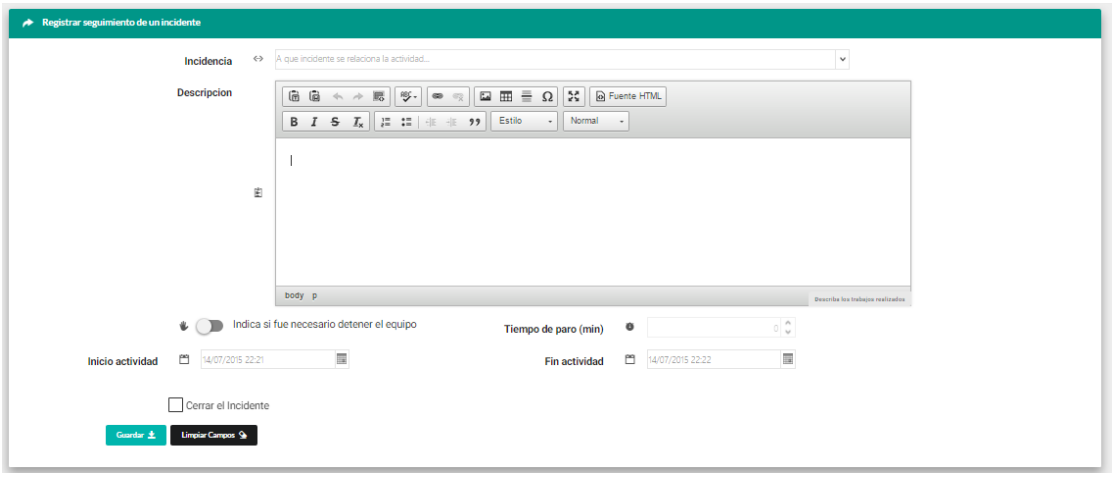
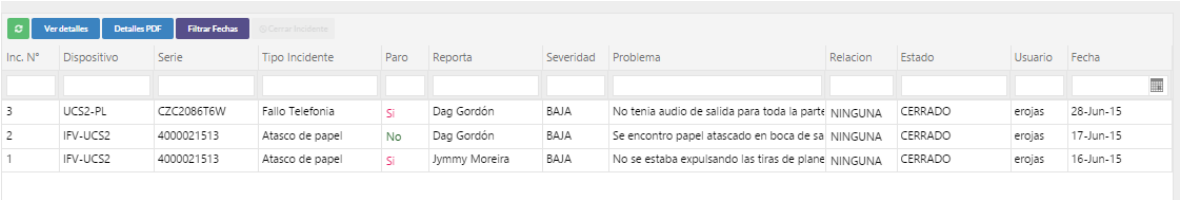


Figura 22 Formulario para registrar seguimiento de un incidente.

El registro continuo de los incidentes servirá de retroalimentación a los mismos usuarios que atiendan los mismos ya que tendrán la facilidad de realizar búsquedas rápidas de incidentes que pudieran tener relación directa o indirectamente.



Inc. N°	Dispositivo	Serie	Tipo Incidente	Paro	Reporta	Severidad	Problema	Relacion	Estado	Usuario	Fecha
3	UCS2-PL	CZC2086T6W	Fallo Telefonia	Si	Dag Gordón	BAJA	No tenia audio de salida para toda la parte	NINGUNA	CERRADO	erojas	28-Jun-15
2	IFV-UCS2	4000021513	Atasco de papel	No	Dag Gordón	BAJA	Se encontro papel atascado en boca de sa	NINGUNA	CERRADO	erojas	17-Jun-15
1	IFV-UCS2	4000021513	Atasco de papel	Si	Jymmy Moreira	BAJA	No se estaba expulsando las tiras de plane	NINGUNA	CERRADO	erojas	16-Jun-15

Figura 23 Listado de incidentes registrados.

Además de permitir el registro de incidencias en este módulo se incluyó el registro de cambios. Estos cambios bien pueden ser sobre algún sistema o dispositivo sea de forma física o de configuración, esto permitirá obtener un registro histórico que permita ver como ha venido cambiado en entorno de los equipos y sus sistemas. Esto permitirá también

aportar información al momento de indagar sobre posibles incidentes relacionados a estos cambios.

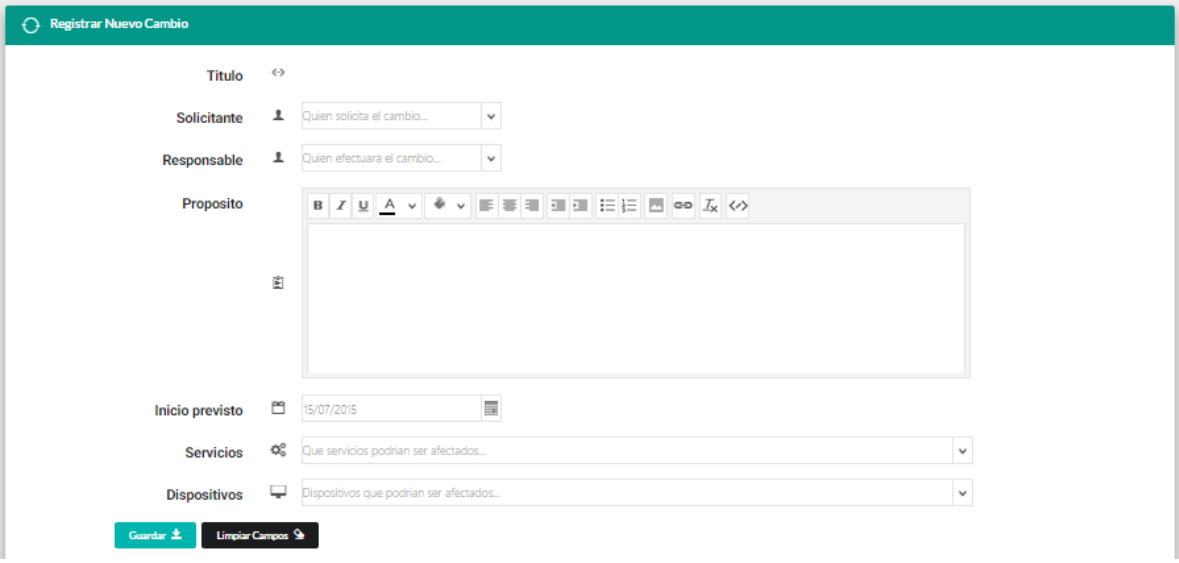


Figura 24 Formulario de registro de cambios.

3. GRÁFICOS Y REPORTES

3.1 Página principal

Los usuario una vez autenticados serán redirigidos a la página principal, el sistema presenta una página como la que se observa en la siguiente imagen.

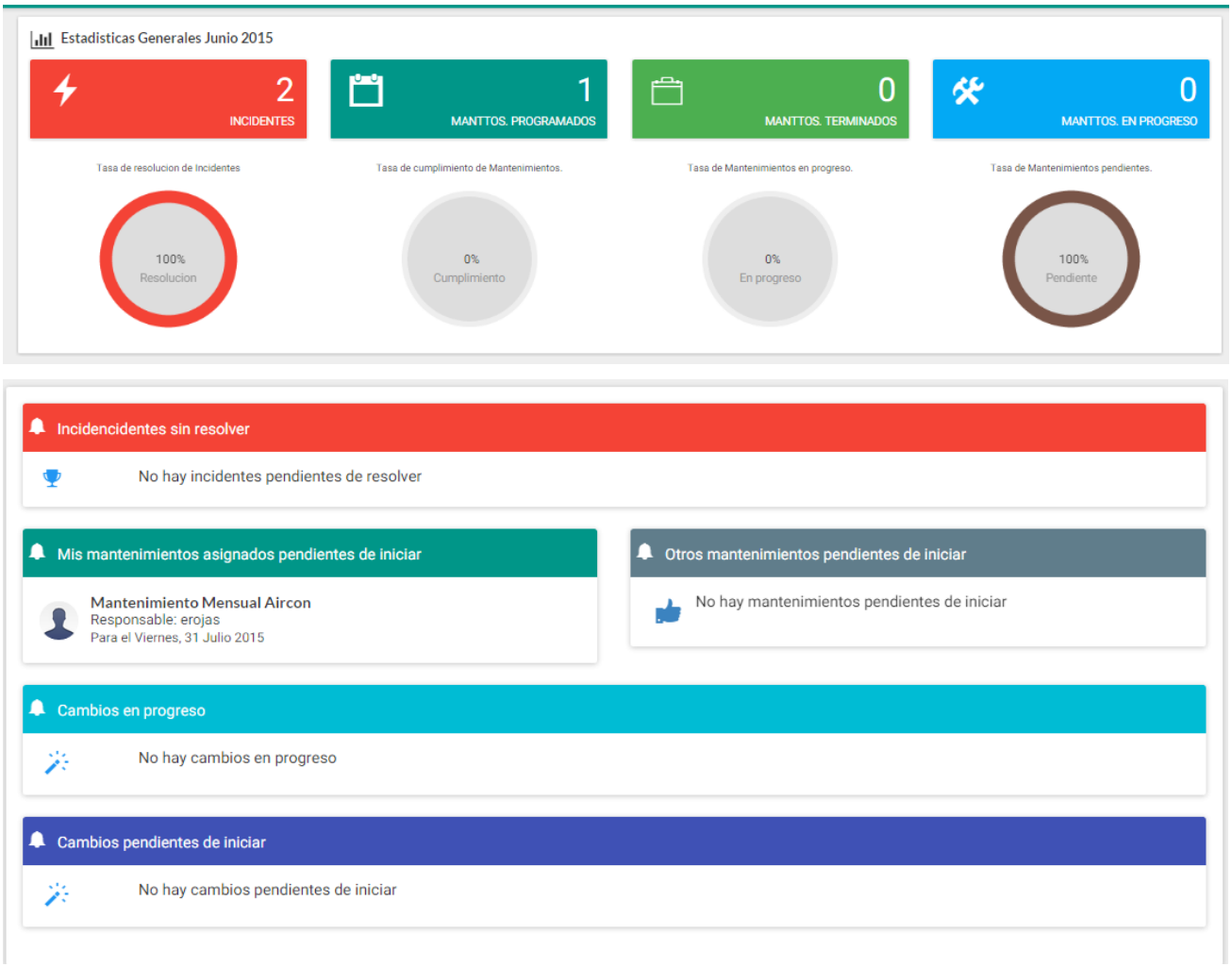


Figura 25 Página principal del sistema

En la primera sección de estadísticas el usuario podrá visualizar de forma fácil que tantos incidentes se están reportando, el número de mantenimientos programados para el mes en curso. Esta sección a simple vista a porta mucha información a nivel general.

La sección de estadísticas mensuales reflejan cuatro secciones que se obtienen de todos los registro del mes en curso. En la sección de incidentes se refleja el número de

incidentes registrados y la gráfica bajo de este representa la taza de resolución de incidentes la cual indica que tan eficiente de manera general esa siendo la atención a los incidentes reportados por los controladores. Este dato se obtiene de las incidencias que están en un estado diferente al de "**cerradas**" ya que están aún no se les da un respuesta definitiva.

Las siguientes tres secciones están relacionadas ya que tienen que ver con los mantenimientos planificados, está a simple vista permite a los usuarios ver el avance de los mantenimientos planificados, en este caso es muy útil para el jefe de área ya que podrá observar cuantos mantenimientos de los planificados están en progreso, pendientes y terminados.

El apartado siguiente aporta igualmente información impórtate desde el momento que el usuario ingresa, en esta los usuario podrán visualizar las incidencias que fueron registradas pero que aún están pendientes de resolver, de esta manera sin necesidad de que el usuario verifique si hay incidentes pendientes se enterara de manera fácil.

Se le presenta también una lista con los mantenimientos que fueron asignados explícitamente al usuario en sesión así como una lista de otros mantenimientos pendientes que no está bajo su responsabilidad. Por último se presenta la lista de cambios en progreso así como los cambios pendientes de iniciar.

3.2 Estadísticas de mantenimientos.

El sistema presentará mediante gráficos la estadística mensual y anual de mantenimientos que se encuentran en curso.

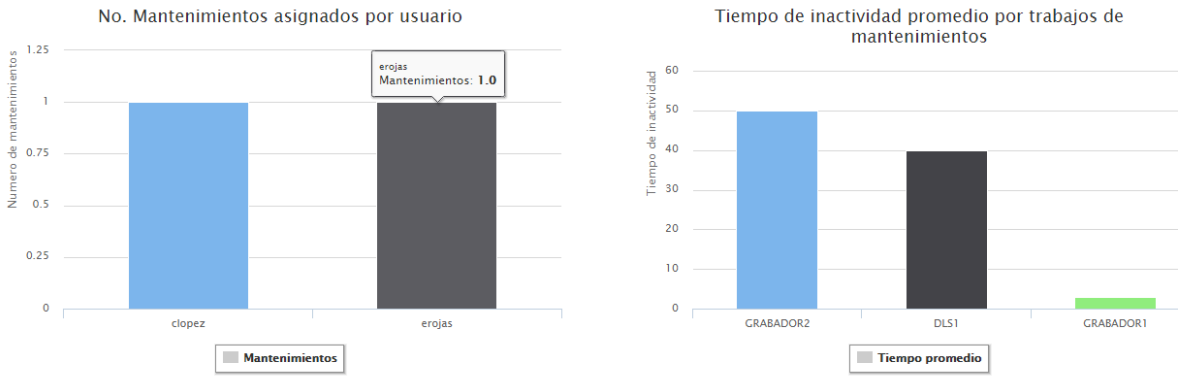


Figura 26 Estadísticas de mantenimiento.

La grafica de la derecha indica de manera visual quien es el usuario a quien más se le ha asignado trabajos de mantenimiento, esto permitirá al jefe de arena tratar de hacer un balance en la carga de tareas entre todo su personal.

La grafica de la derecha refleja que dispositivo está siendo más afectado por trabajos de mantenimientos disminuyendo así su parámetro de disponibilidad. Esto permitirá ver que dispositivos necesita una atención más eficiente para disminuir el tiempo promedio que el equipo es puesto fuera de servicio por tareas relacionadas a mantenimiento.

3.3 Estadísticas de incidentes.

El sistema presentará mediante gráficos estadísticas del mes y año de incidencias que se encuentran en curso.

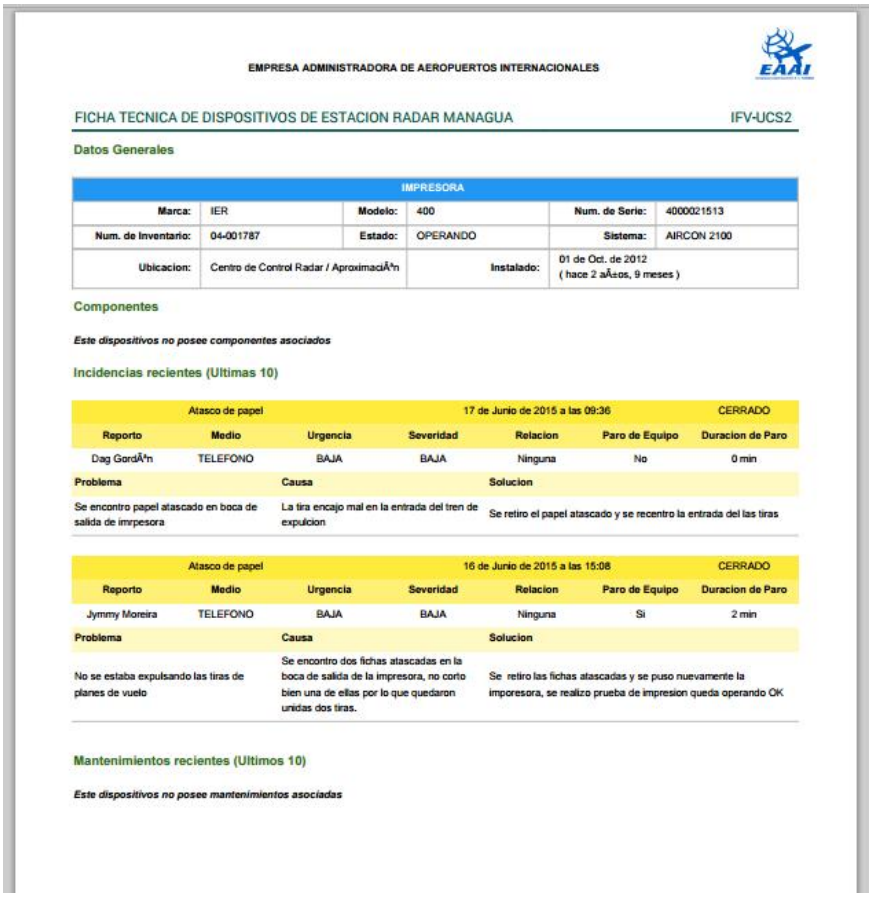
Figura 27 Estadísticas Incidencias

Estos gráficos permitirán ver que dispositivo está presentando o ha presentado más incidentes, aportando a buscar la manera a de disminuir las reincidencias de estos. Se podrá ver qué tipo de incidente está afectando más a los dispositivos en general.

También se observa a simple vista que usuario está atendiendo más reportes de incidencias así como la efectividad de este en la resolución de los problemas que atiende. Para detalles sobre la implementación de este módulo ver **Anexo 5: Implementación o desarrollo**.

3.4 Reportes

El sistema permite generar reportes en PDF de los registros relacionados a los dispositivos tales como detalles del mismo, incidentes, mantenimientos entre otros.



EMPRESA ADMINISTRADORA DE AEROPUERTOS INTERNACIONALES

FICHA TECNICA DE DISPOSITIVOS DE ESTACION RADAR MANAGUA IFV-UCS2

Datos Generales

IMPRESORA					
Marca:	IER	Modelo:	400	Num. de Serie:	4000021513
Num. de Inventario:	04-001787	Estado:	OPERANDO	Sistema:	AIRCON 2100
Ubicacion:	Centro de Control Radar / AproximaciÃ³n	Instalado:	01 de Oct. de 2012 (hace 2 aÃ±os, 9 meses)		

Componentes

Este dispositivos no posee componentes asociados

Incidencias recientes (Ultimas 10)

Atasco de papel				17 de Junio de 2015 a las 09:36		CERRADO
Reporto	Medio	Urgencia	Severidad	Relacion	Paro de Equipo	Duracion de Paro
Dag GordÃ³n	TELEFONO	BAJA	BAJA	Ninguna	No	0 min
Problema		Causa		Solucion		
Se encontro papel atascado en boca de salida de impresora		La tira encajo mal en la entrada del tren de expulcion		Se retiro el papel atascado y se recentro la entrada del las tiras		

Atasco de papel				16 de Junio de 2015 a las 15:08		CERRADO
Reporto	Medio	Urgencia	Severidad	Relacion	Paro de Equipo	Duracion de Paro
Jymmy Moreira	TELEFONO	BAJA	BAJA	Ninguna	Si	2 min
Problema		Causa		Solucion		
No se estaba expulsando las tiras de planes de vuelo		Se encontro dos fichas atascadas en la boca de salida de la impresora, no corto bien una de ellas por lo que quedaron unidas dos tiras.		Se retiro las fichas atascadas y se puso nuevamente la imporesora, se realizo prueba de impresion queda operando OK		

Mantenimientos recientes (Ultimos 10)

Este dispositivos no posee mantenimientos asociadas

Figura 28 Reporte general de un dispositivo.

El usuario podrá generar en cualquier momento un reporte con los detalles de un dispositivo, así mismo el reporte incluirá un historial de las ultimas diez incidencias y diez últimos mantenimientos asociados al mismo. Tiene la posibilidad de incluir únicamente mantenimientos así como incidentes en el reporte.

El usuario tiene a su disposición un reporte con los últimos veinte mantenimientos planificados mostrando su estado. Esto es útil al momento de que un supervisor requiera un listado de los mantenimientos que se están llevando acabo sobre los dispositivos, de

manera más rápida esa información podrá ser generada gracias a los registros de planificación de mantenimiento.

EMPRESA ADMINISTRADORA DE AEROPUERTOS INTERNACIONALES

PLANES DE MANTENIMIENTO ESTACION RADAR MANAGUA

Listado de los ultimos 20 mantenimientos planificados

Rutina	Sistema	Inicio Planif.	Inicio Real	Fin	Estado
Mantenimiento Mensual Aircon	AIRCON 2100	31-Jul-2015			PROGRAMADO
Mantenimiento Semestral Sist. Comunicaciones	SDC 2000 Rev 2.0	25-Jun-2015	24-Jun-2015		EN PROCESO

Figura 29Reporte de listado de últimos 20 mantenimientos

El usuario podrá generar un reporte completo de un incidente en específico poniendo a disposición inmediata la información sin necesidad de búsqueda tardía en bitácoras físicas y transcripciones a digital.

EMPRESA ADMINISTRADORA DE AEROPUERTOS INTERNACIONALES

INCIDENCIA N°1 IFV-UCS2

IMPRESORA

Atasco de papel

16 de Junio de 2015 a las 15:08				CERRADO		
Reporto	**Medio**	**Urgencia**	**Severidad**	**Relacion**	**Paro de Equipo**	**Duracion de Paro**
Jymmy Moreira	TELEFONO	BAJA	BAJA	Ninguna	Si	2 min

Problema reportado

No se estaba expulsando las tiras de planes de vuelo

Causa Posible

Se encontro dos fichas atascadas en la boca de salida de la impresora, no corto bien una de ellas por lo que quedaron unidas dos tiras.

Servicios afectados

No se especifico

Acciones Empleadas

Se retiro las fichas atascadas y se puso nuevamente la imporesora, se realizo prueba de impresion queda operando OK

<< Eder Xavier Rojas >>

Figura 30 Reporte de un incidente

Este tipo de reporte es útil al momento de presentarse un incidente que implique un grado de relevancia alto en donde se soliciten todas las acciones empleadas tanto por parte de los controladores así como por el personal técnico.

EMPRESA ADMINISTRADORA DE AEROPUERTOS INTERNACIONALES

TRABAJO N°1 GRABADOR1

SERVER

Correctivo

Mantto No Programado	16 de Junio de 2015 a las 15:25	Correctivo
Paro de Equipo	**Duracion de Paro**	**Estado Final**
Si	3 min	OPERANDO

Trabajo Realizado

Se reinicio servidor ya que estaba grabando canales del 33 al 44 corridos desplazando el 33 al 44, quedo operando OK grabando en los canales que corresponden

El 16 de Junio de 2015 a las 15:25 por: << *Eder Xavier Rojas* >>

Figura 31 Reporte de entrada de trabajo de mantenimiento.

El sistema permite al usuario generar una variedad de informes permitiéndole obtener datos del sistema listo para imprimir en físico, entre todos estos los anteriores son unos de los más importantes de mencionar.

4. SISTEMA DE NOTIFICACIONES

4.1 Registro de información de los dispositivos de red LAN.

Los principales sistemas utilizados por los controladores para poder brindar el servicio de control aéreo se encuentra interconectados mediante una red LAN interna. En esta red se encuentran todas las estaciones de trabajo y los servidores que en conjunto proveen a los controladores de los datos necesarios para ejercer su labor.

Hasta antes de este trabajo sólo se contaba con una herramienta de monitorización local que muestra el estado de algunas de las aplicaciones que se ejecutan sobre estos dispositivos, esta herramienta indica si una aplicación específica está o no ejecutándose.

Ahora el sistema permite a los usuarios visualizar datos extras de la estaciones de trabajo o servidores que no se obtienen con la herramienta anteriormente mencionada, datos tales como el tiempo continuo de operación, numero de proceso, numero de servicios, uso de memoria RAM, carga de procesador, uso de espacio en discos duro.

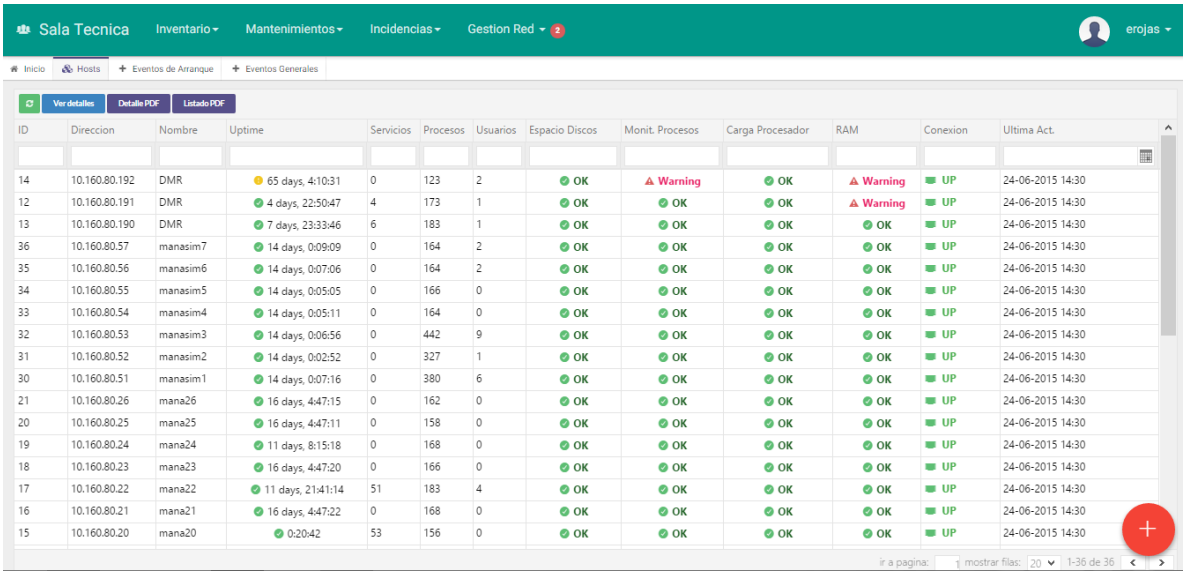


Figura 32 Visualización de los servidores y estaciones de trabajo.

El usuario podrá visualizar datos acerca de la salud operacional de los dispositivos. Estos datos son actualizados frecuentemente cada diez minutos.

El sistema registra estos datos de manera automática sin necesidad de la intervención del usuario mediante el uso de un gestor de red el cual obtienen y envía dichos datos de forma automática al servidor.

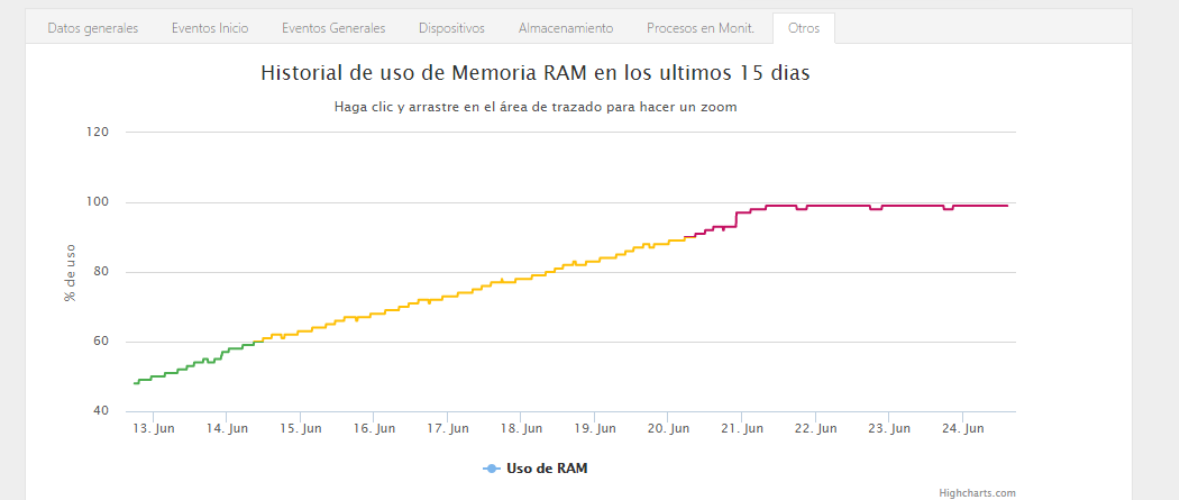


Figura 33 Historial de uso de memoria RAM

En base a los datos recibidos el sistema podrá ofrecer al usuario un historial de uso de la memoria RAM de los dispositivos así como en historial de carga de CPU y uso de disco duro.

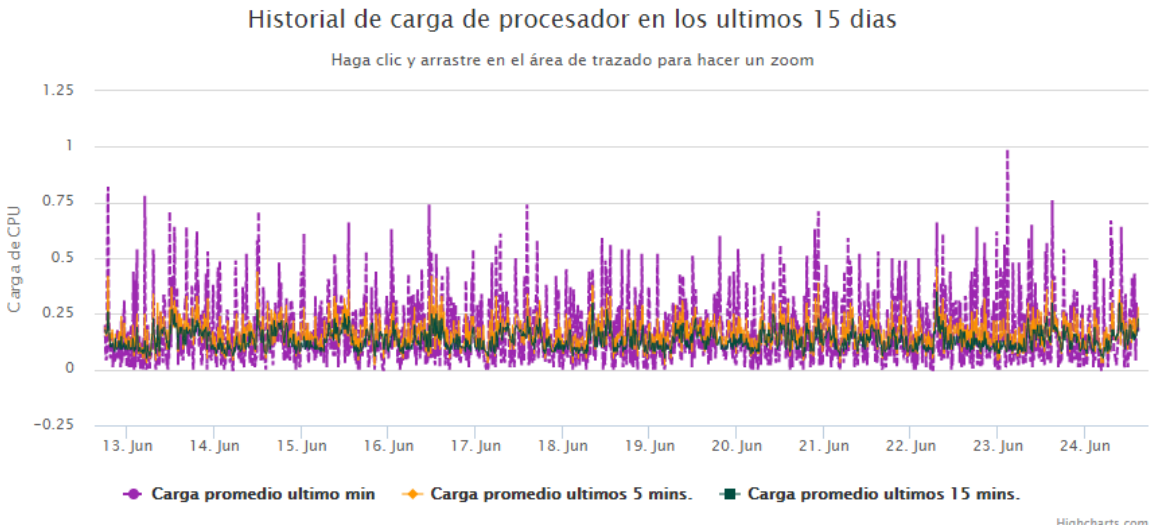


Figura 34 Historial de carga de CPU

Todos estos datos registrados por medio del gestor serán útiles al momento de indagar las posibles causas de una falla en los sistemas ya que se podrá visualizar el comportamiento de los principales recursos de los dispositivos.

4.2 Notificaciones en tiempo real.

El sistema muestra todos los usuarios conectados en tiempo real, notificaciones recibidas por parte del gestor el cual se encuentra a la escucha de eventos enviados desde cada una de las estaciones de trabajo y servidores.

- **Notificaciones de arranque y apagado:** tanto las estaciones de trabajo como servidores notificaran al gestor sobre eventos de arranque y apagado, este a su vez las registrara en el sistema, el cual notifica en tiempo real a todos los usuario que se encuentran conectados.

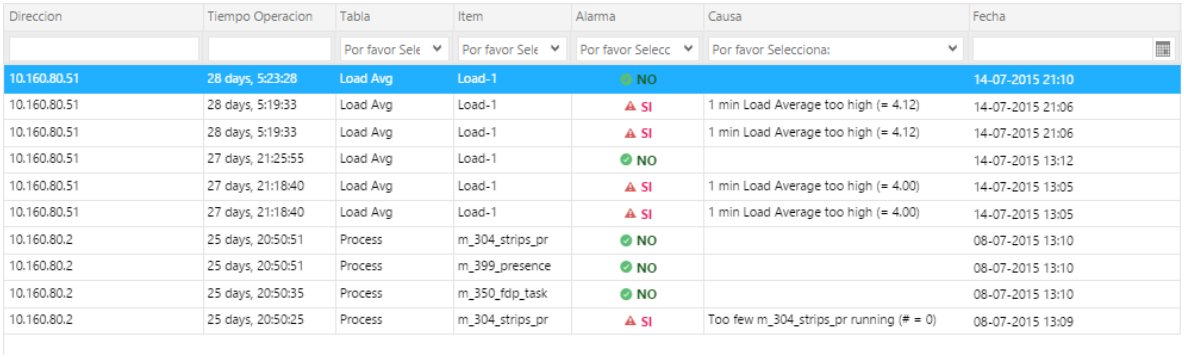
Direccion	Tiempo Operacion	Tipo	Fecha
		Por favor Selecciona:	
10.160.80.10	0:00:00	coldStart	08-07-2015 11:57
10.160.80.10	22:16:51	nsNotifyShutdown	08-07-2015 11:52
10.160.80.7	0:00:00	coldStart	07-07-2015 14:34
10.160.80.7	0:19:55	nsNotifyShutdown	07-07-2015 14:30
10.160.80.7	0:00:00	coldStart	07-07-2015 14:10
10.160.80.7	0:02:45	nsNotifyShutdown	07-07-2015 13:57
10.160.80.7	0:00:00	coldStart	07-07-2015 13:55
10.160.80.10	0:00:00	coldStart	07-07-2015 13:35
10.160.80.10	0:35:45	nsNotifyShutdown	07-07-2015 13:31
10.160.80.7	20:56:24	nsNotifyShutdown	07-07-2015 13:24

Figura 35 Registro de eventos de arranque-apagado

- **Notificación de estado de conexión:** cada uno de los equipos en la red estará enviado un reporte de presencia en la red al gestor, cuando el gestor detecta cierto periodo inactividad en una de ellas enviara el registro al sistema el cual notificara en tiempo real a los usuarios.

- **Notificación de otros eventos:** cada uno de los equipos en la red notificará sobre eventos excepcionales relacionados al uso de disco duro, carga de procesador, estado de interfaces de red y estado de procesos específicos, cada uno tiene un umbral que permite al agente que se ejecuta en los equipos enviar una notificación al gestor siempre que se alcance este umbral.

Para detalles sobre la implementación de este módulo ver **Anexo 6: Monitorización de la red**.



Direccion	Tiempo Operacion	Tabla	Item	Alarma	Causa	Fecha
		Por favor Sele	Por favor Sele	Por favor Selecc	Por favor Selecciona:	
10.160.80.51	28 days, 5:23:28	Load Avg	Load-1	NO		14-07-2015 21:10
10.160.80.51	28 days, 5:19:33	Load Avg	Load-1	SI	1 min Load Average too high (= 4.12)	14-07-2015 21:06
10.160.80.51	28 days, 5:19:33	Load Avg	Load-1	SI	1 min Load Average too high (= 4.12)	14-07-2015 21:06
10.160.80.51	27 days, 21:25:55	Load Avg	Load-1	NO		14-07-2015 13:12
10.160.80.51	27 days, 21:18:40	Load Avg	Load-1	SI	1 min Load Average too high (= 4.00)	14-07-2015 13:05
10.160.80.51	27 days, 21:18:40	Load Avg	Load-1	SI	1 min Load Average too high (= 4.00)	14-07-2015 13:05
10.160.80.2	25 days, 20:50:51	Process	m_304_strips_pr	NO		08-07-2015 13:10
10.160.80.2	25 days, 20:50:51	Process	m_399_presence	NO		08-07-2015 13:10
10.160.80.2	25 days, 20:50:35	Process	m_350_fdp_task	NO		08-07-2015 13:10
10.160.80.2	25 days, 20:50:25	Process	m_304_strips_pr	SI	Too few m_304_strips_pr running (# = 0)	08-07-2015 13:09

Figura 36 Registro de eventos

Capítulo 5 Aspectos Finales

1. Conclusiones

Tras culminar la elaboración del sistema se concluye lo siguiente:

- ✓ El uso de tecnologías de sistemas de información para la gestión de procesos de una empresa o área dentro del mismo se vuelve cada vez más una necesidad y no un lujo.

- ✓ La tecnología para el desarrollo de aplicaciones web ha evolucionado al punto de permitir el diseño de aplicaciones complejas que cumplan con requerimientos de seguridad, rapidez y facilidad de uso.

- ✓ Es importante para las áreas que tengan a cargo equipos TI implementar metodologías regidas en buenas prácticas que permitan un optima gestión de los mismos, entre estas encontramos las definidas por ITIL para la gestión IT así como la norma COVENIN para la gestión de mantenimientos.

- ✓ El resultado obtenido ha sido un sistema básico de gestión de incidentes y mantenimientos el cual cumple con la funcionalidad mínima que requieren este tipo de sistemas, permitiendo optimizar procesos de búsqueda de información de los dispositivos y aportando indicadores de rendimiento por cada dispositivo.

- ✓ El uso del protocolo SNMP para la supervisión de equipos en red aporta información extra importante al momento de indagar sobre incidentes que se presente sobre este tipo de dispositivos.

2. RECOMENDACIONES

Al finalizar este trabajo hemos llegado a las siguientes recomendaciones:

- ✓ A los usuarios hacer uso del sistema y proveer al mismo con el registro adecuado de los datos para obtener mejores resultados al momento de realizar búsquedas y visualizar las métricas de rendimiento por cada equipo.

- ✓ A futuros desarrollos o mejoras en el sistema implementar mejoras en el análisis de las prácticas de gestión de incidentes así como de mantenimientos, complementar nuevas funcionalidades o mejorar las que ya se efectuaron.

- ✓ Realizar mejoras en la implementación y uso del protocolo SNMP para la supervisión de equipos de red.

BIBLIOGRAFÍA

[1] G. Smith, PostgreSQL 9.0 High Performance, Packt Publishing Ltd, 2010.

[2] S. Riggs y H. Krosing, PostgreSQL 9 Administration Cookbook, Packt Publishing Ltd, 2010.

[3] T. Parkin, Git Fundamental, L. Jenkinson, Ed., USA: SitePoint Pty. Ltd, 2014.

[4] C. Nedelcu, Nginx HTTP Server, Segunda ed., Packt Publishing Ltd, 2013.

[5] S. F. Lott, Mastering Object-oriented Python, Packt Publishing Ltd, 2014.

[6] K. Hamilton y R. Miles, Learning UML 2.0, Primera ed., CA: o'Reilly, 2006.

[7] J. Elman y M. Lavin, Lightweight Django, Primera ed., M. Blanchette, Ed., USA: O'Reilly Media, Inc, 2014.

[8] K. J. S. Douglas R. Mauro, Esential SNMP, vol. 2, USA, CA: O'reilly Media Inc., 2005.

[9] J. Butista y O. RODRIGUEZ, «http://tesis.ipn.mx:8080/xmlui/handle/123456789/10386,» 01 2012. [En línea].

[10] C. T. d. Normalizacion, «www.sencamer.gob.ve,» [En línea]. Available: http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/3049-93.pdf. [Último acceso: 04 2015].

[11] S. R. Huercano, ITIL V3 Manual Integro, Sevilla.

[12] «OSIATIS,» [En línea]. Available: http://itil.osiatis.es/Curso_ITIL/Gestion_Servicios_TI/fundamentos_de_la_gestion_TI/que_es_ITIL/que_es_ITIL.php. [Último acceso: Abril 2015].

[13] «Renovetec,» [En línea]. Available: http://www.renovetec.com/index.php. [Último acceso: Abril 2015].

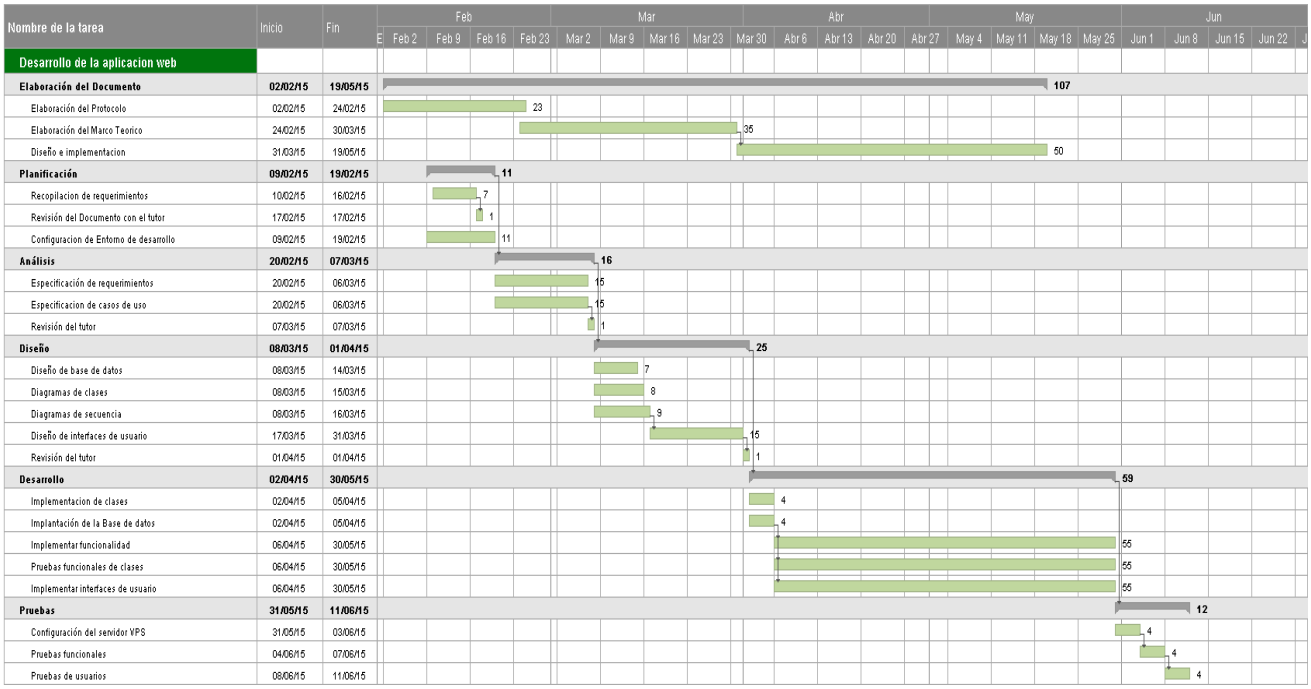
[14] R. Rai, Socket.IO Real-time Web Application Development, Packt Publishing, 2013, p. 140.

[15] S. Garcia, La guia definitiva de Django, Apress, 2015.

[16] A. Mardan, Pro Express.js, Apress, 2014.

ANEXOS

ANEXO 1: CRONOGRÁMA DE ACTIVIDADES



	Nombre de la tarea	Inicio	Fin
1	Desarrollo de la aplicacion web		
2	**Elaboración del Documento**	**02/02/15**	**19/05/15**
3	Elaboración del Protocolo	02/02/15	24/02/15
4	Elaboración del Marco Teorico	24/02/15	30/03/15
5	Diseño e implementacion	31/03/15	19/05/15
6	**Planificación**	**09/02/15**	**19/02/15**
7	Recopilacion de requerimientos	10/02/15	16/02/15
8	Revisión del Documento con el tutor	17/02/15	17/02/15
9	Configuracion de Entorno de desarrollo	09/02/15	19/02/15
10	**Análisis**	**20/02/15**	**07/03/15**
11	Especificación de requerimientos	20/02/15	06/03/15
12	Especificacion de casos de uso	20/02/15	06/03/15
13	Revisión del tutor	07/03/15	07/03/15
14	**Diseño**	**08/03/15**	**01/04/15**
15	Diseño de base de datos	08/03/15	14/03/15
16	Diagramas de clases	08/03/15	15/03/15
17	Diagramas de secuencia	08/03/15	16/03/15
18	Diseño de interfaces de usuario	17/03/15	31/03/15
19	Revisión del tutor	01/04/15	01/04/15
20	**Desarrollo**	**02/04/15**	**30/05/15**
21	Implementacion de clases	02/04/15	05/04/15
22	Implantación de la Base de datos	02/04/15	05/04/15
23	Implementar funcionalidad	06/04/15	30/05/15
24	Pruebas funcionales de clases	06/04/15	30/05/15
25	Implementar interfaces de usuario	06/04/15	30/05/15
26	**Pruebas**	**31/05/15**	**11/06/15**
27	Configuración del servidor VPS	31/05/15	03/06/15
28	Pruebas funcionales	04/06/15	07/06/15
29	Pruebas de usuarios	08/06/15	11/06/15

ANEXO 2: REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA

A continuación se establecerá de tal forma que no dé lugar a ambigüedades, los requerimientos que debió cumplirse el sistema.

Definición, Acrónimos y abreviaturas.

Tabla 2 Definiciones

Definiciones	
Termino	**Descripción**
Agente SNMP	El agente es un programa que se encuentra ejecutándose en los computadores o dispositivos de red de forma general, el cual permite recaudar información de la base de datos de gestión y ponerla a disposición del gestor SNMP cuando este la requiera.
Gestor SNMP	Un gestor es una entidad que es responsable de comunicarse con el agente para hacer peticiones de información y/o escuchar notificaciones del agente.
Base de datos	Conjunto de datos almacenado sistemáticamente para su uso posterior.
Servidor	Un servidor es una aplicación en ejecución (software) capaz de atender las peticiones de un cliente y devolverle una respuesta en concordancia.
Framework	Infraestructura conceptual y tecnológica de soporte definido que sirve de base para la organización y desarrollo de software.
Dispositivo	Del latín dispositus (“dispuesto”), un dispositivo es un aparato o mecanismo que desarrolla determinadas acciones. Su nombre está vinculado a que dicho artificio está dispuesto para cumplir con su objetivo.

Componente	Es aquello que forma parte de la composición de un todo.

Tabla 3 Acrónimos

Acrónimos	
Acrónimo	**Significado**
RF	Requerimiento Funcional
RNF	Requerimiento No Funcional
ERS	Especificación de Requerimientos del Software
SNMP	Protocolo Simple de gestión de red (*Simple Network Management Protocol*)
JSON	JavaScript Object Notation
CSS	Hoja de estilo en cascada (*cascading style sheets*)

Alcance Funcional del Sistema

Perspectiva general

El sistema será desarrollado para trabajar en un entorno web lo que permitirá su utilización en distintos dispositivos y sistemas operativos que cuenten con un navegador web, lo que permitirá un mejor acceso a la información.

Alcance funcional

El sistema a partir de ahora conocido como SGIM (Sistema de Gestión de Incidencias y Mantenimientos) tendrá las siguientes funcionalidades principales las cuales se detallan de manera general a continuación:

- Administrar el acceso de los usuarios al sistema.
- Registrar los datos de los dispositivos y/o equipos en funcionamiento.

- Tareas de mantenimiento: deberá brindar la facilidad de registrar, planear y dar seguimiento a las tareas de mantenimiento que se ejecutan periódicamente sobre los dispositivos en el Área de Estación Radar.
- Gestión de Incidencias: deberá ofrecer la facilidad de llevar un registro histórico de incidencias de los equipos y/o dispositivos del área de Estación Radar.
- Generar reportes sobre dispositivos y sus incidencias.
- Generar reportes sobre los dispositivos y sus mantenimientos.
- Registrar cambios que se efectúen sobre alguno o más dispositivos.
- Monitorizar el estado de los equipos en la red LAN del área de Estación Radar.

Características de los usuarios

Los usuarios del sistema serán el personal técnico encargado del resguardo y mantenimiento de los equipos y sistemas del área de Estación Radar, todos poseen un nivel de educación superior, así como habilidades y experiencia técnica en el uso de tecnologías informáticas.

Requerimientos

Esta sección contiene todos los requerimientos del software a un nivel de detalle suficiente para permitir a los programadores diseñar el sistema para satisfacer esos requerimientos.

Requisitos comunes de interfaces

Interfaces de usuario

Se hará uso de librerías y Frameworks CSS para diseñar las interfaces de usuario, tomando como guía los principios heurísticos de Nielsen.

Se debe utilizar el lenguaje del usuario, con expresiones y palabras que le resulten familiares. No puede contener diálogos ambiguos, que lleven a falsas interpretaciones o que genere dudas al usuario. Los mensajes de error deben expresarse en un lenguaje común y sencillo, indicando con precisión el problema y sugiriendo las posibles alternativas o soluciones.

Interfaces de Comunicación

El sistema será accesible a través de Internet y seguirá la arquitectura cliente-servidor, el protocolo de comunicación entre la aplicación cliente (navegador web) y el servidor web será HTTP.

Para la comunicación con los equipos de la red a monitorizar se utilizará el protocolo SNMP.

Requerimientos Funcionales

Tabla 4 Requerimientos del sistema

Código	Descripción
Administración	
RF01.	El súper usuario podrá ingresar al área de administración del sistema mediante la debida autenticación. Deberá ser capaz de crear nuevas cuentas de usuario ingresando los datos de usuario requeridos así mismo como realizar modificaciones sobre estas.
RF02.	El súper usuario deberá ser capaz de crear grupos de usuarios asignando permisos de acceso a la información a cada grupo.
RF03.	El súper usuario podrá asignar uno o más grupos a los usuarios.
Usuarios	
RF04.	Los usuarios deberán ser capaz de acceder al sistema mediante el uso de su nombre de usuario y clave.
RF05.	Los usuarios deberán ser capaz de modificar la información de su cuenta de usuario exceptuando su nombre de usuario.
RF06.	Los usuarios deberán ser capaz de acceder al panel de administración si tuviese los privilegios asignados por el súper usuario.
RF07.	Los usuarios podrán modificar datos en el panel de administración de las secciones a las que tengan debido permiso.
RF08.	El sistema deberá registrar un log de las acciones realizadas dentro del panel de administración.
RF09.	El sistema deberá enviar el usuario y clave de acceso al momento de registrar un nuevo usuario si se especificase una dirección de correo valida.
Gestión de dispositivos	
RF10.	Los usuarios que tengan los permisos correspondientes deberán ser capaz de ingresar nuevos dispositivos aglomerándolos por ubicación, tipo de dispositivos, categoría de sistema al que pertenece.
RF11.	Los usuarios deberán ser capaz de registrar componentes asociados a un dispositivo determinado.

RF12.	Los usuarios deberán ser capaz de visualizar el listado de los dispositivos registrados.
RF13.	Los usuarios deberán ser capaz de exportar a formato PDF el listado de los dispositivos registrados.
RF14.	El usuario deberá ser capaz de visualizar las últimas cincuenta incidencias asociadas a un dispositivo concreto.
RF15.	El usuario deberá ser capaz de visualizar los últimos cincuenta mantenimientos asociados a un dispositivo concreto.
RF16.	El sistema deberá visualizar el porcentaje de disponibilidad y confiabilidad para un dispositivo en concreto.
RF17.	El sistema deberá visualizar el tiempo medio entre incidentes para un dispositivo en concreto.
RF18.	El usuario deberá ser capaz de exportar a PDF los detalles relacionados a un dispositivo determinado.
Gestión de mantenimientos	
RF19.	Los usuarios que tengan los permisos correspondientes deberán ser capaz de ingresar nuevas instrucciones técnicas de mantenimientos aglomerándolas por periodicidad y tipo de sistema.
RF20.	Los usuarios que tengan los permisos correspondientes deberán ser capaz de planificar tareas de mantenimientos.
RF21.	El sistema deberá notificar por correo electrónico a la persona responsable del mantenimiento que sea planeado.
RF22.	El sistema deberá notificar el usuario que planifico un mantenimiento que se ha finalizado el mismo.
RF23.	Los usuarios que tengan los permisos correspondientes deberán ser capaz de registrar las tareas realizadas sobre algún dispositivo determinado.
RF24.	El usuario que tenga los permisos requeridos deberá ser capaz de dar por iniciado un mantenimiento y dar por finalizado el mismo.
RF25.	El usuario que tenga los permisos requeridos deberá ser capaz de cancelar un mantenimiento ya planificado.
Gestión de Incidencias	
RF26.	Los usuarios que tengan los permisos correspondientes deberán ser capaz de registrar nuevas incidencias asociadas a los dispositivos así como los servicios que se vean afectados por la misma.
RF27.	El sistema deberá generar graficas con estadísticas de las incidencias en periodos mensuales y anuales en curso.
RF28.	El sistema deberá permitir exportar en PDF los detalles de un incidente específico.
RF29.	El usuario será capaz de realizar búsquedas de incidentes en un rango de fechas especificadas por el mismo.

RF30.	El sistema deberá permitir dar seguimiento a un incidente que no se especifique como cerrado.
RF31.	El sistema permitirá a cualquier usuario que tenga los permisos requeridos cerrar un incidente.
Gestión de Cambios	
RF32.	Los usuarios que tengan los permisos correspondientes deberán ser capaz de registrar cambios y dar seguimiento y documentación al mismo.
RF33.	Los usuarios que tengan los permisos correspondientes deberán ser capaz actualizar el estado de un cambio.
Gestión de equipos en red LAN	
RF34.	El sistema deberá permitir registrar datos sobre los equipos en la red LAN del área de Estación Radar obtenidos mediante un gestor SNMP.
RF35.	El sistema deberá registrar un histórico de uso de memoria RAM de los equipos
RF36.	El sistema deberá registrar un histórico de carga de procesador de los equipos.
RF37.	El sistema deberá registrar un histórico de uso de Disco duro de los equipos
RF38.	El sistema deberá registrar eventos enviados por los equipos al gestor.
RF39.	El sistema deberá actualizar en tiempo real el estado de conexión, memoria RAM, procesador, tiempo de operación, número de usuarios, número de servicios.
RF40.	El sistema deberá notificar a todos los usuarios conectados sobre los traps recibidos por los agentes SNMP.

Requerimientos no Funcionales

Seguridad

- El sistema restringirá el acceso mediante el uso de usuario y clave de acceso.
- El sistema almacenara las claves de los usuarios de manera encriptada.
- Se implementara la asignación de permisos que restrinjan la información que se puede ver, agregar o modificar.
- La conexión entre el cliente y el servidor se realizara bajo un enlace cifrado.

Disponibilidad

El sistema deberá estar disponible 24/7 siempre que el servidor donde se aloje esté funcionando correctamente y los dispositivos clientes tengan acceso a la Internet.

Portabilidad

La aplicación deberá funcionar tanto en sistemas operativos Windows, Linux, Mac OS siempre y cuando estos cuenten con algún explorador web (Chrome, Firefox, Opera, Safari) en las versiones más recientes para una óptima visualización de los datos.

ANEXO 3: ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA

El sistema está ejecutando detrás del servidor web NGINX quien recibe todas las peticiones de los clientes. El sistema contara con un API_REST en casi todos sus módulos los cuales se utilizan en la visualización de datos de la mayor parte de interfaces.

Arquitectura del sistema

El sistema será desarrollado bajo la arquitectura cliente servidor, con el objetivo de permitir el acceso de los datos desde múltiples dispositivos clientes al mismo tiempo sin necesidad de instalar mayores requerimientos más que un navegador web.

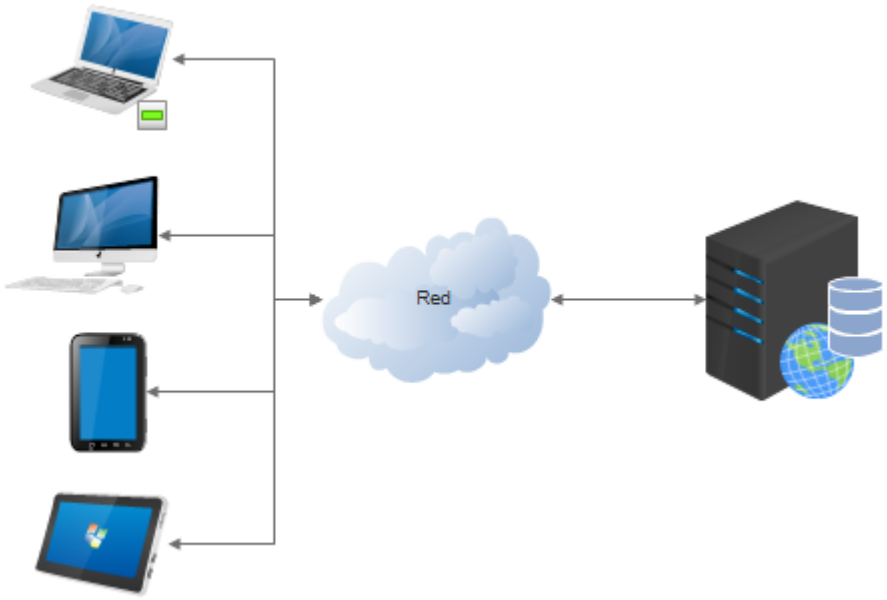


Figura 37 Arquitectura Cliente-Servidor

Módulos del sistema

El proyecto fue dividido en siete módulos:

Módulo de Cuentas.

Es encargado del acceso y gestión de las cuentas de usuarios. Existe un tipo de usuario especial llamado súper usuario, el cual tienen acceso sin restricciones al sistema y los demás usuarios que tendrán accesos de acuerdo a los permisos que se les asigne.

Módulo de Inventario.

En él se lleva acabo el registro de todos los dispositivos y sus componentes si se especificaren, por medio del cual el usuario podrá visualizar la disponibilidad y confiabilidad de cada dispositivo.

Módulo de Catalogo.

Es usado para registrar los diccionarios de datos que se utilizan en los otros módulos.

Módulo de Incidencias.

Se lleva a cabo el registro de todas las incidencias atendidas así como el seguimiento de las mismas cuando este se requiera. También se incluye un registro de cambios en los dispositivos o sistemas que se lleven a cabo durante un determinado periodo así como el seguimiento del mismo.

Módulo de Mantenimientos.

Se lleva un registro de todas las rutinas de mantenimiento que se implementan frecuentemente sobre los dispositivos del área de estación radar, se agrega también el detalle de las tareas que contienen cada rutina.

Basado en las rutinas registradas se puede planificar a fechas futuras la ejecución de estas por parte del personal técnico.

Diagramas de casos de uso

A continuación se mostraran los diagramas con los principales casos de uso del sistema.

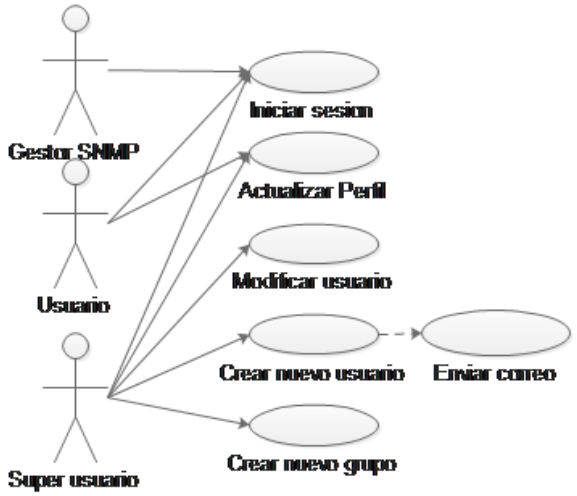


Figura 38 Diagrama de casos de uso modulo usuarios

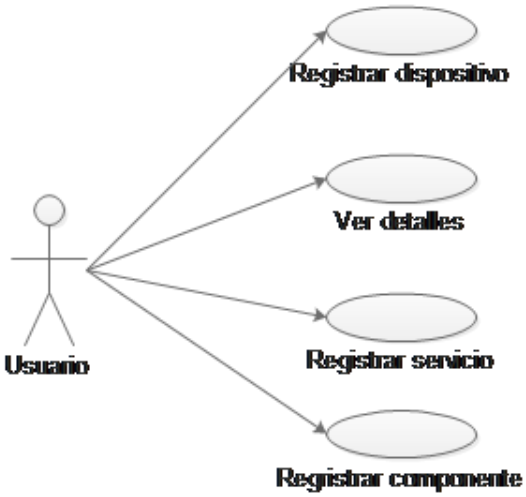


Figura 39 Diagrama casos de uso modulo Inventario

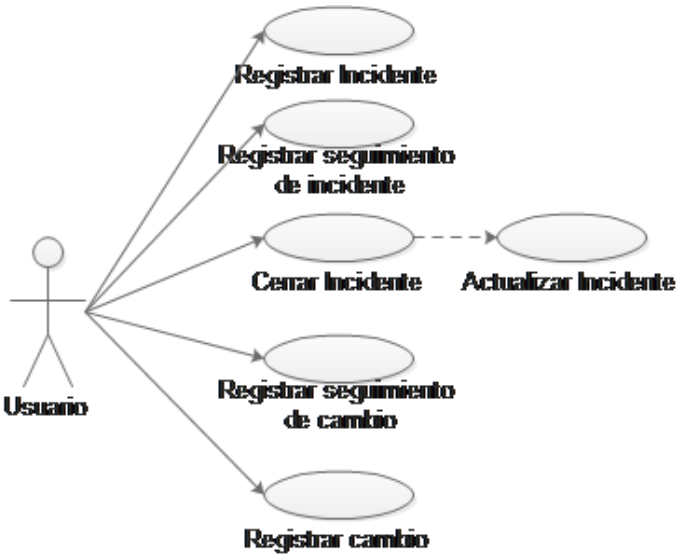


Figura 40 Diagrama casos de uso modulo incidentes

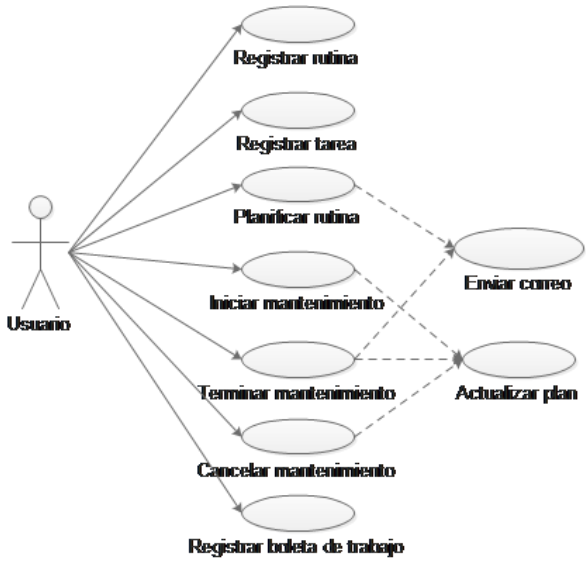


Figura 41 Caso de uso modulo mantenimientos

Figura 42 Diagrama casos de uso módulo Gestión de red

Diagrama entidad relación

Del análisis de entrevistas y los requerimientos obtenidos se obtuvo como resultado el diseño de la base de datos el cual se representa a continuación de manera general sin entrar en detalles por cada tabla.

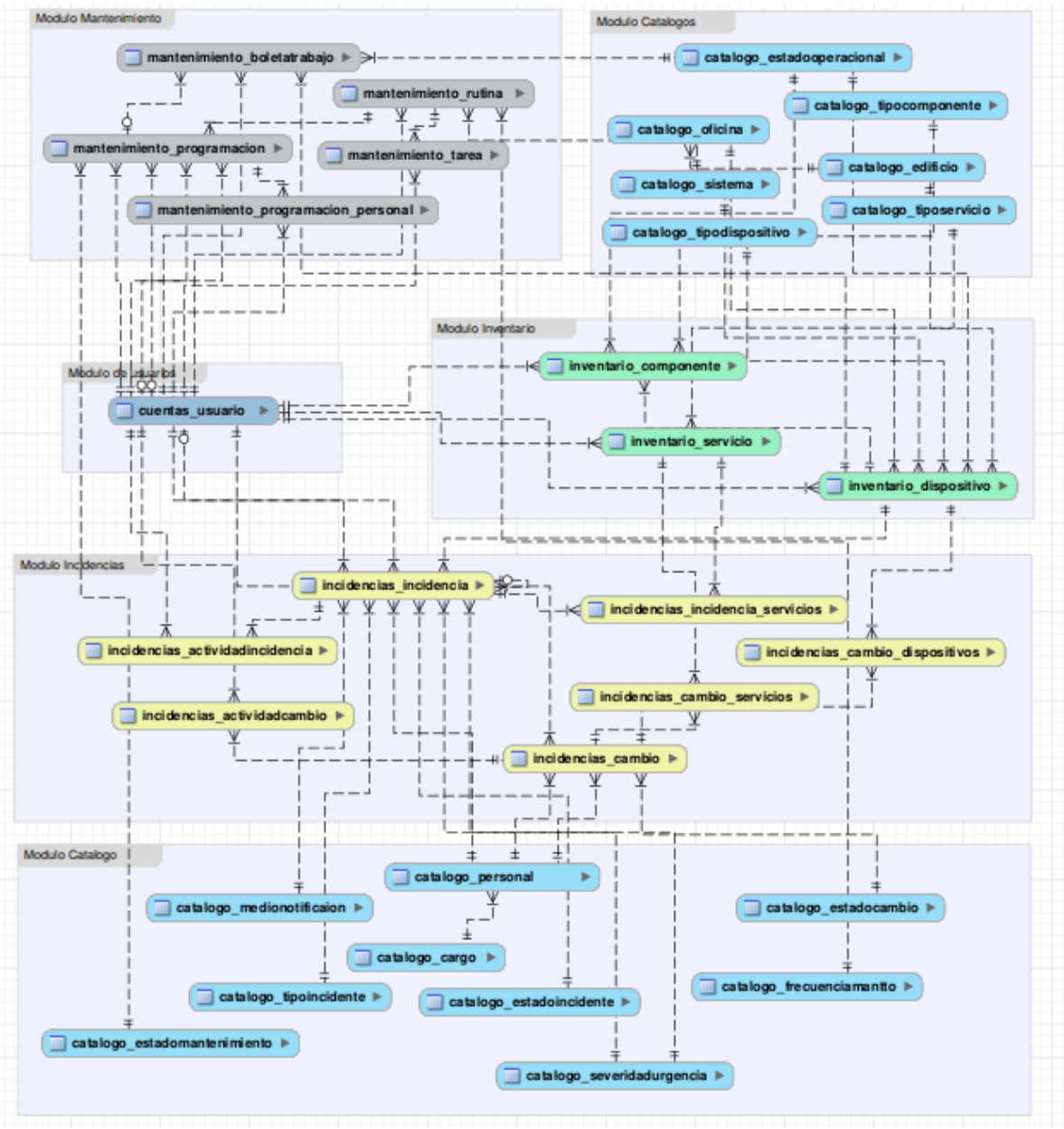


Figura 43 Diagrama Entidad Relación

ANEXO 4: CREACIÓN DE UN PROYECTO CON DJANGO

Django es un Framework de desarrollo web escrito en Python que implementa el patrón de diseño conocido como: Modelo-Vista-Template. A continuación se mencionaran algunas de las principales características que Django nos proporciona y que más se hicieron uso en el proyecto.

1. Mapeo Objeto Relacional
2. Vistas genéricas.
3. Sistema de plantillas.
4. Despachador de URL basado en expresiones regulares.
5. Sistema de Middleware.
6. Soporte de internacionalización

Django está inspirado en la arquitectura MVC pero denomina sus capas de una manera diferente.

Modelo

Son una representación de nuestros datos, es el encargado de comunicarse con la base de datos y proveer el acceso a los datos.

Vista

Es la encargada de controlar lo que el usuario puede ver.

Template

Es la encargada de controlar como el usuario ve los datos.

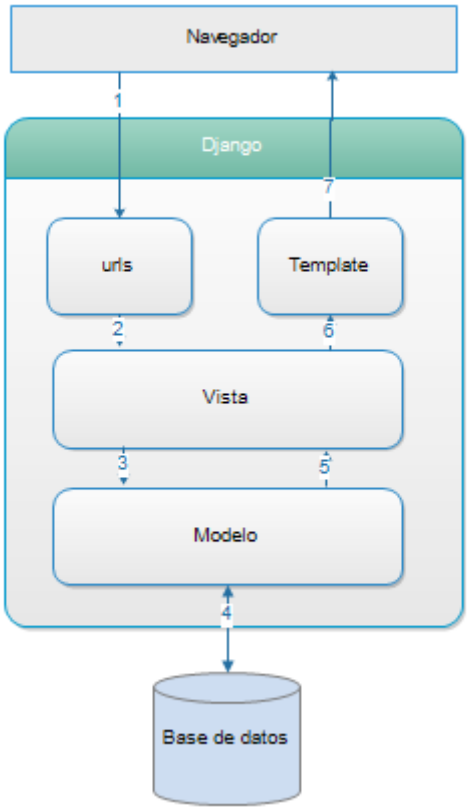


Figura 44 Arquitectura de Django

El funcionamiento de la arquitectura de Django se puede observar en la imagen de la izquierda, donde el navegador envía una petición la cual es atendida por el despachador URL, este mapea la petición hacia una vista la cual se encarga de realizar la verificaciones necesarias, esta hace uso del modelo el cual se encarga de obtener o enviar los datos a la base de datos, estos datos son retornados a la vista la cual se encarga de pintarlos en un Template el cual finalmente es enviado como respuesta al navegador web.

ANEXO 5: IMPLEMENTACIÓN O DESARROLLO

Módulo Usuarios e Identificación

Este módulo es el encargado de registrar todos los datos referentes a las cuentas de los usuarios, proveerá al súper usuario de un panel de administración en donde podrá crear y administrar cuentas existentes, también podrán acceder al panel de administración los usuarios que posean los permisos correspondientes.

El modulo cuenta con los siguientes componentes relacionados como se puede apreciar en la siguiente imagen:

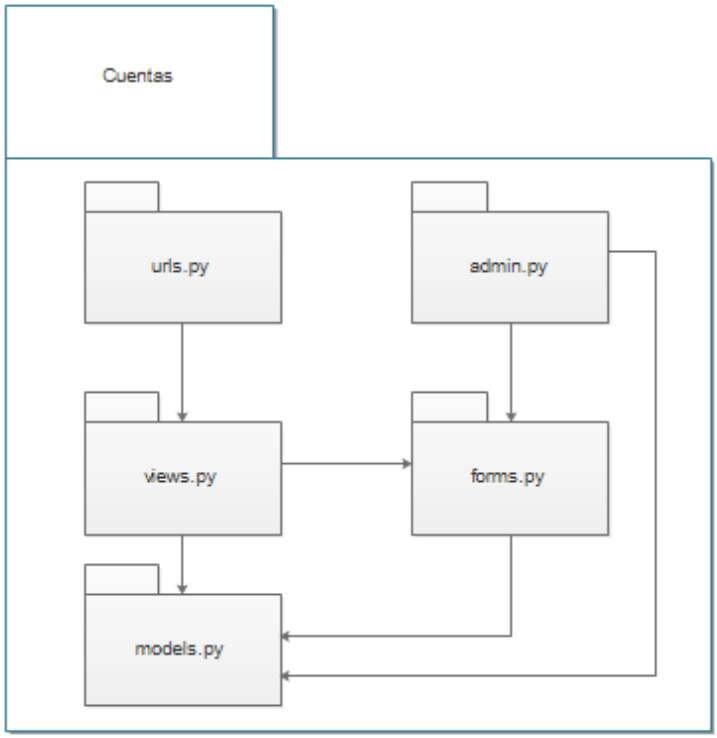


Figura 45 Componentes del Módulo Cuentas

Diagrama entidad relación para el módulo cuentas.

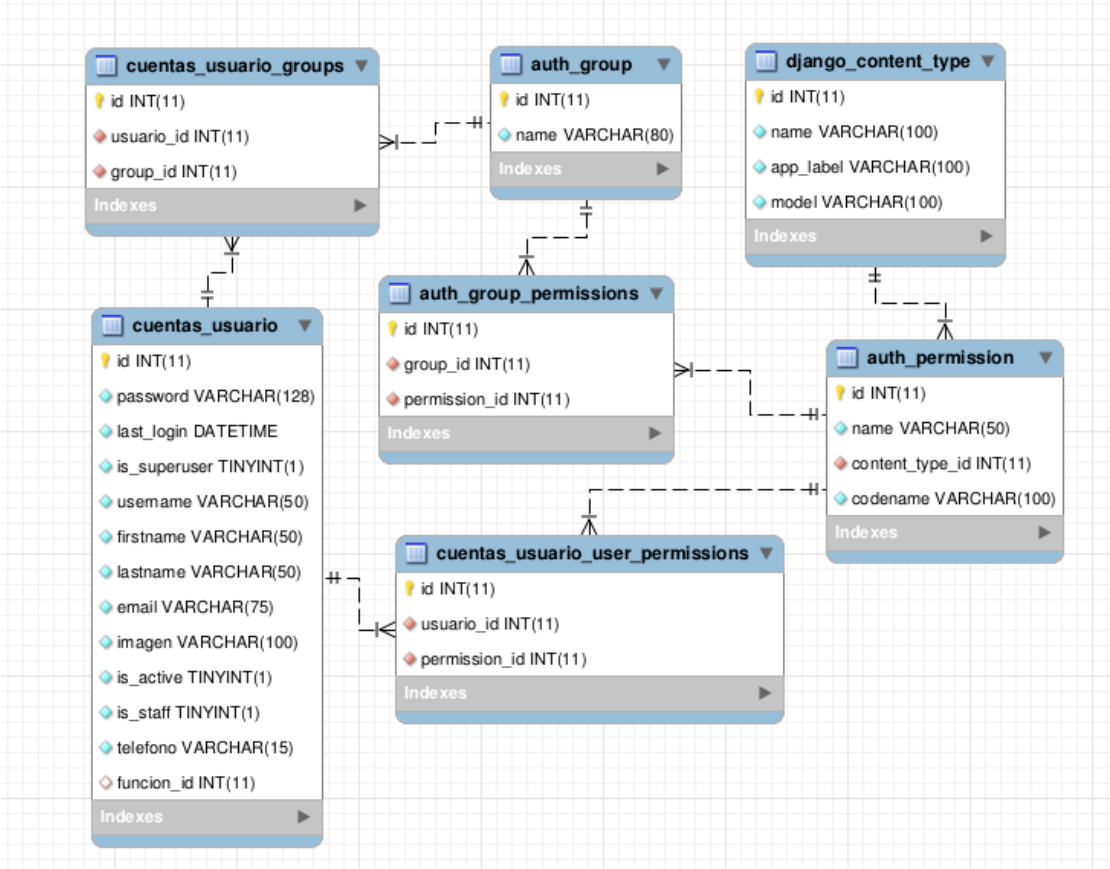


Figura 46 Diagrama entidad relación del módulo cuentas

Como se observa en la figura anterior un usuario estará limitado por permisos, estos permisos serán heredados de los grupos a los que pertenezca o directamente se le asignarán permisos explícitos. Es importante señalar que un usuario podrá pertenecer a cero o N grupos y este obtendrá los permisos que posean estos grupos, además de eso a la vez también se podrá asignar permisos extras que no posea a través de los grupos a los que pertenece.

Diagrama de clases para el módulo cuentas.

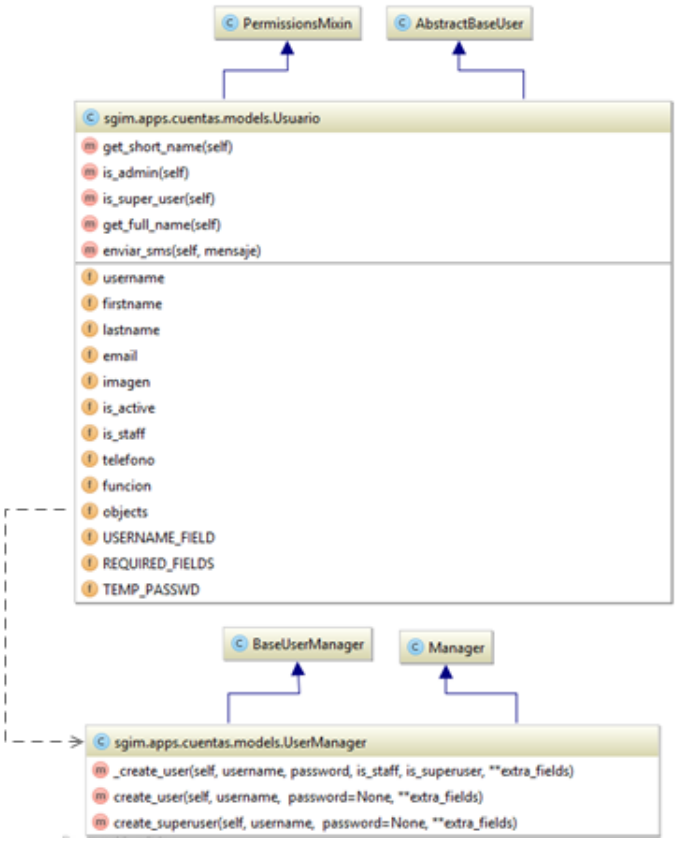


Figura 47 Diagrama de clases modulo Cuentas – modelos

Interface inicio de sesión

El formulario de acceso constara únicamente de dos campos, usuario y clave, una vez que el usuario envía sus datos al servidor este procede a autenticar los datos recibidos, si los datos son válidos, se verifica si la cuenta esta activa y se retorna una respuesta al usuario.

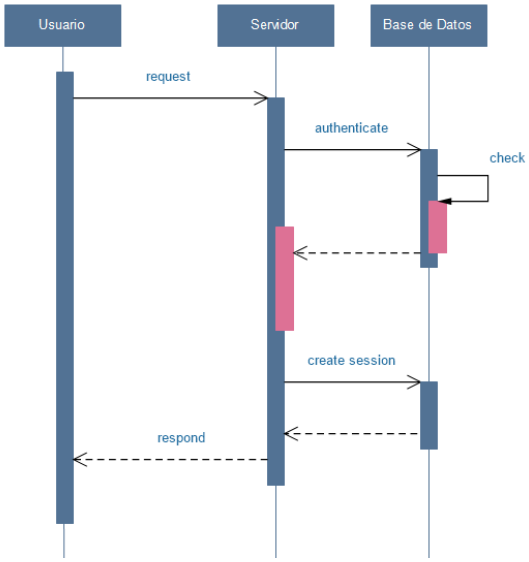


Figura 48 Secuencia de inicio de sesión

Módulo Catálogo

En este módulo se crearon una serie de tablas que servirán como diccionario de datos para llenar en los formularios de los demás módulos que lo requieran. Se definieron para la base de datos una serie de tablas podrán ser administradas desde el panel de administración únicamente por el súper usuario.

Módulo Inventario

En este módulo se registran los dispositivos que forman parte de los sistemas utilizados para finalidades de control aéreo, además de eso se permite registrar componentes que forme parte de estos mismos si así se requiriera, por último se incluye

una sección para registrar el listado de principales servicios que se ofrecen el área de control aéreo y que podrían ser afectados por incidentes o mantenimientos.

A continuación se presenta el diagrama de tablas involucradas en este módulo.

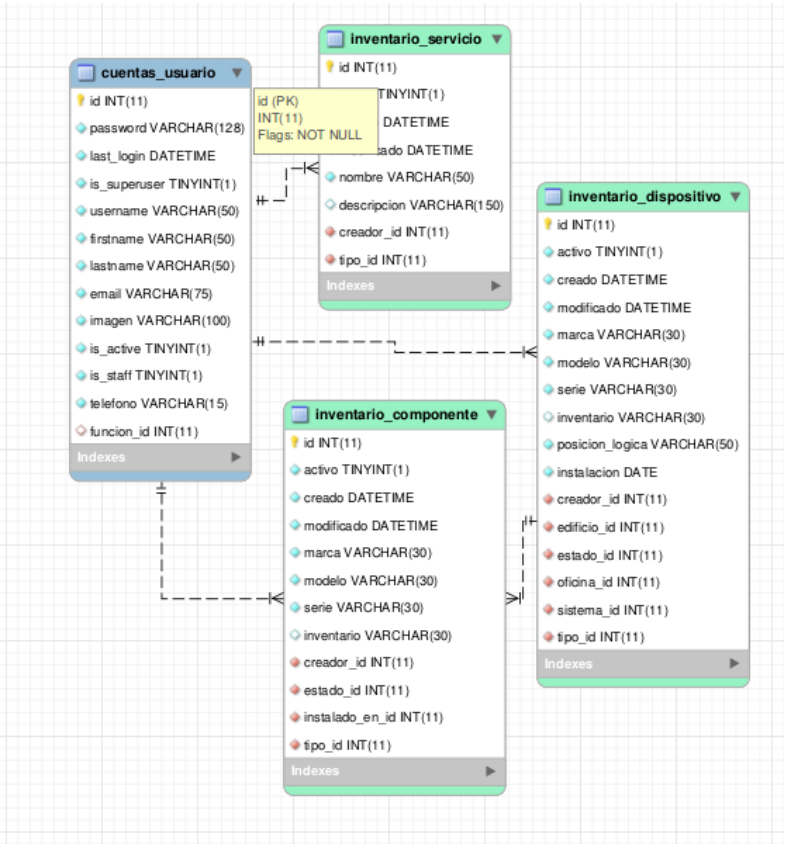


Figura 49 Diagrama Entidad Relación-Modulo inventario

El modulo cuenta con los siguientes componentes relacionados entre sí tal como se muestra en la siguiente figura.

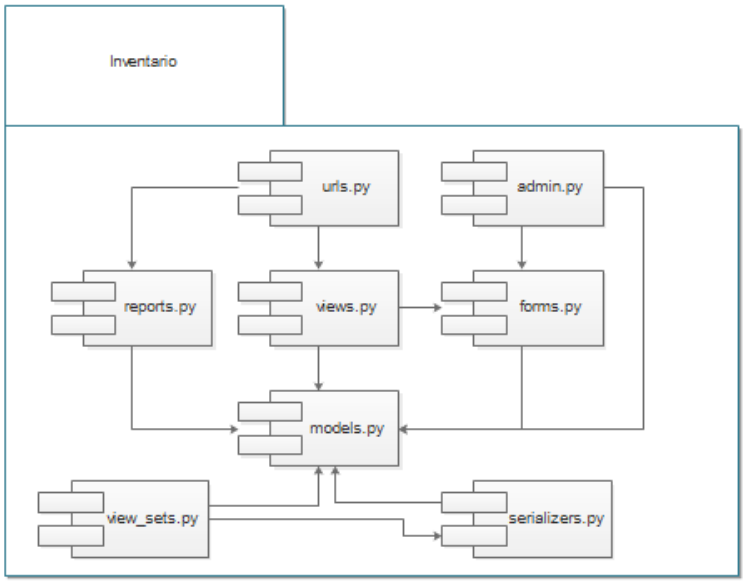


Figura 50 Diagrama de Componentes- Modulo Inventario

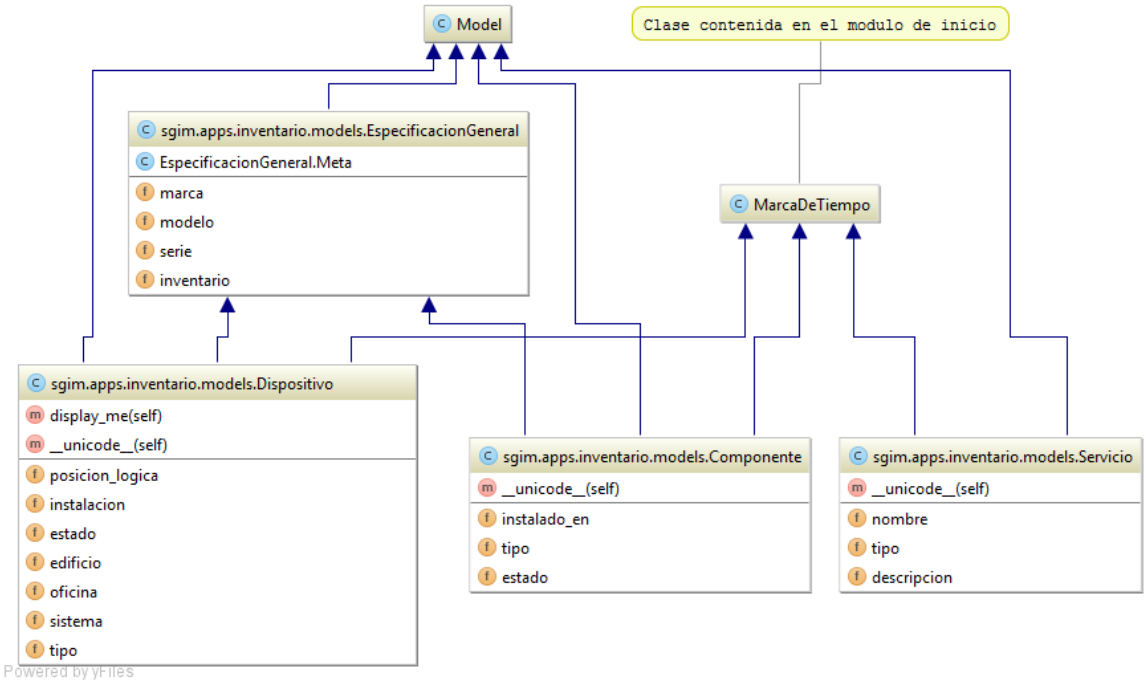


Figura 51 Diagrama de Clases-Componente models.py de modulo Inventario

Únicamente podrán ingresar nuevos registros los usuarios que posean los permisos requeridos para ello, de lo contrario únicamente podrá visualizar el listado de dispositivos y ver detalles asociados a ellos.

En la figura anterior se observan cuatro indicadores de rendimiento: Disponibilidad, Confiabilidad, Tiempo medio entre Fallos, Tiempo medio entre incidentes.

En este módulo se presenta cuatro métricas que porveen información general del desempeño de los dispositivos. Estas métricas son obtenidas de los registros de incidentes en conjunto con los registros de mantenimiento. Un parámetro importante para el cálculo de estas es el tiempo de operación del dispositivo. El sistema tomara como punto de partida el momento en que se registra el dispositivo, a partir de ese momento será tomado como inicio de operación dentro del sistema para efectos de cálculos de las métricas antes mencionadas.

Confiabilidad: es la capacidad de un dispositivo para ejercer una o varias funciones en un periodo determinado de tiempo bajo condiciones estándares de operación.

Para calcular este indicador el sistema toma en cuenta todos los incidentes registrados en los cuales el dispositivo estuvo inoperativo por causa misma del incidente.

Disponibilidad: es la probabilidad de que un dispositivo esté en estado de funcionar (ni averiado ni en revisión) en un tiempo dado.

El sistema calculara este parámetro en base a los registros de incidentes y de mantenimientos en los cuales el dispositivo registro tiempos de inactividad operacional o dejo de funcionar.

La confiabilidad no se verá afectada por el registro de inactividad de un dispositivo por causa de mantenimientos, al contrario de la disponibilidad que se calcula en base a la sumatoria de los tiempos de inactividad registrados para ambos casos.

Módulo Mantenimientos

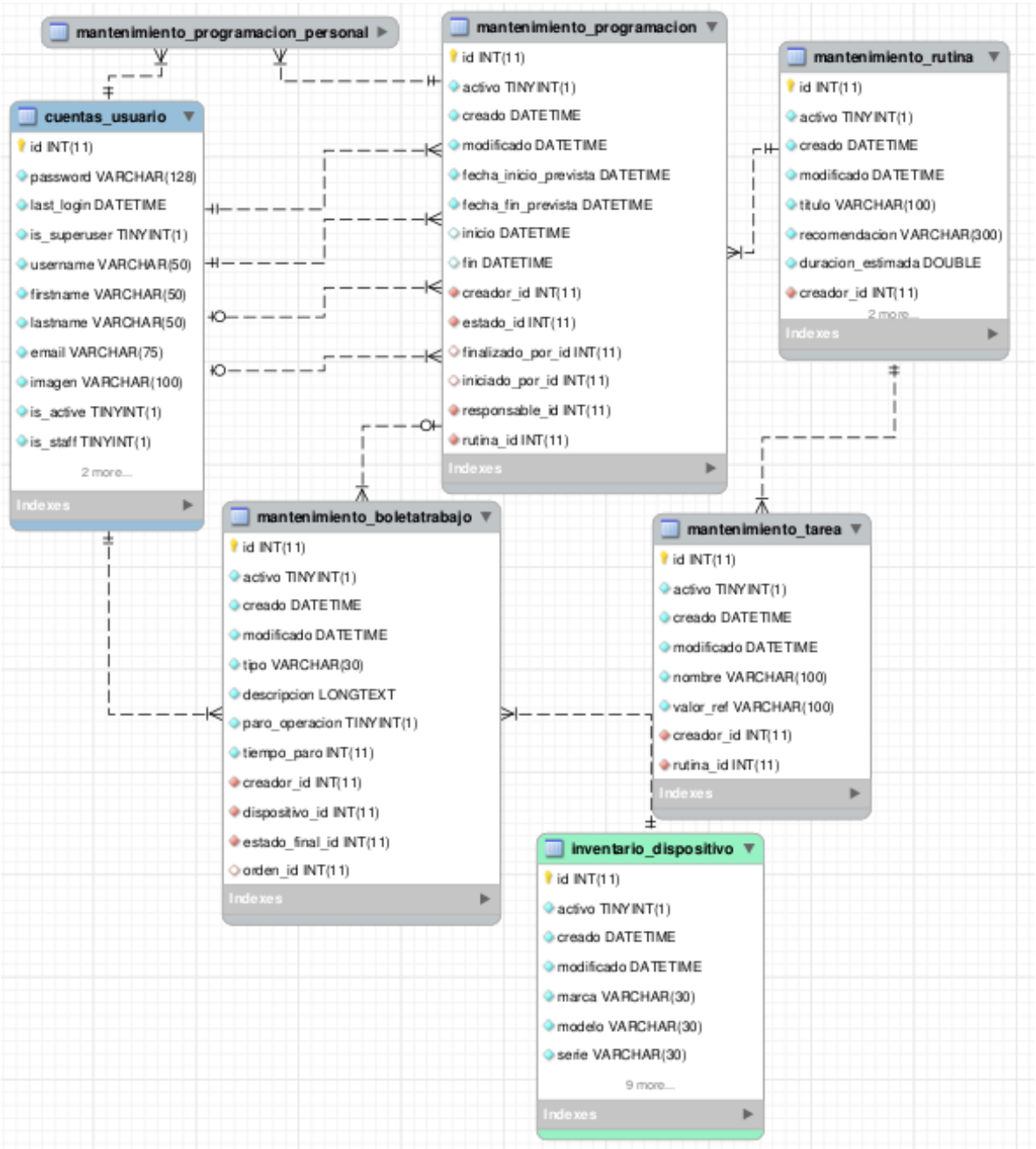


Figura 52 Diagrama ER - Modulo mantenimientos

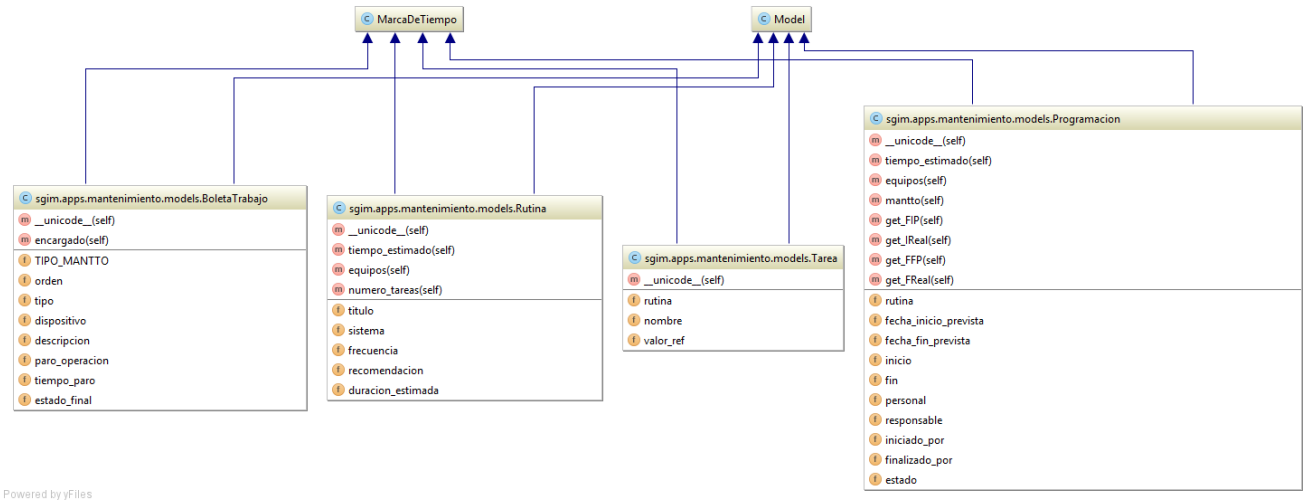


Figura 53 Diagrama de Clases - Modulo Mantenimiento

En este módulo se llevara a cabo la gestión de los mantenimientos de los dispositivos. Se tendrá un registro de todas las rutinas de mantenimiento así como las tareas que corresponden a cada uno de estos.

El registro de mantenimientos que impliquen detener la operación del equipo afectara la disponibilidad del mismo mas no así su confiabilidad. Los usuarios podrán registrar entradas de trabajos para los dispositivos y asociarlos o no a un mantenimientos planificado.

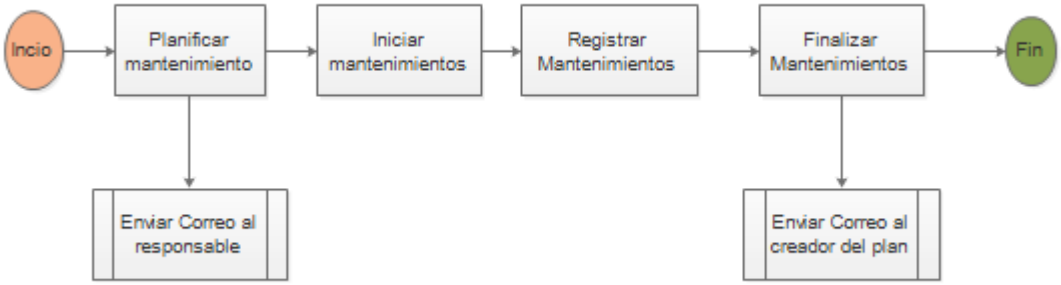


Figura 54 Flujo de registro de mantenimientos

Se notificara mediante un correo electrónico al responsable del mantenimiento.

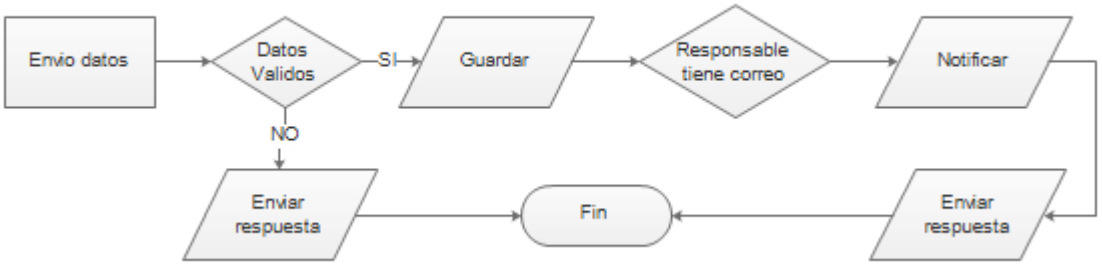


Figura 55 Flujo de programa - Guardar plan de mantenimiento

Todo aquel usuario que tenga los permisos correspondientes podrá ingresar un nuevo plan de mantenimiento. Si los datos recibidos son válidos se guarda el plan a la base de datos y se envía un correo electrónico al responsable designado siempre que este tenga registrado una dirección de correo electrónico.

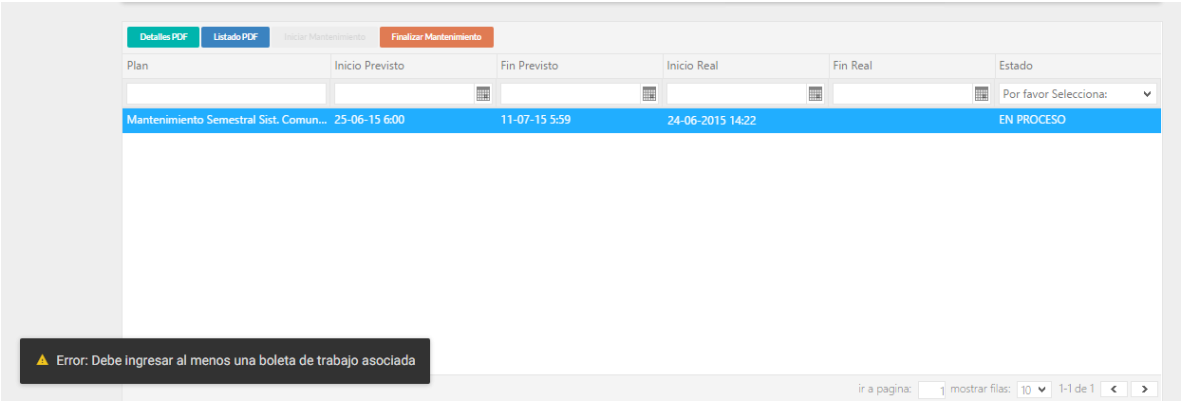


Figura 56 Listado de planes de mantenimientos registrados

Una vez iniciado el mantenimiento solo podrá ser finalizado si se ha registrado una boleta de trabajo asociada al plan de mantenimiento.

Los usuarios podrán registrar entradas de trabajo y asociarlas o no a un plan de mantenimiento, en caso de querer asociarla a un plan, dependiendo del dispositivo seleccionado se cargaran todos los planes iniciados pertenecientes al mismo sistema al que pertenece el dispositivo.

Es necesario recordar que al registrar un dispositivo se asocia a un sistema, de igual forma las rutinas están dirigidas sistemas, de esta manera se logra realizar el expresado en el párrafo anterior.

Módulo Incidencias

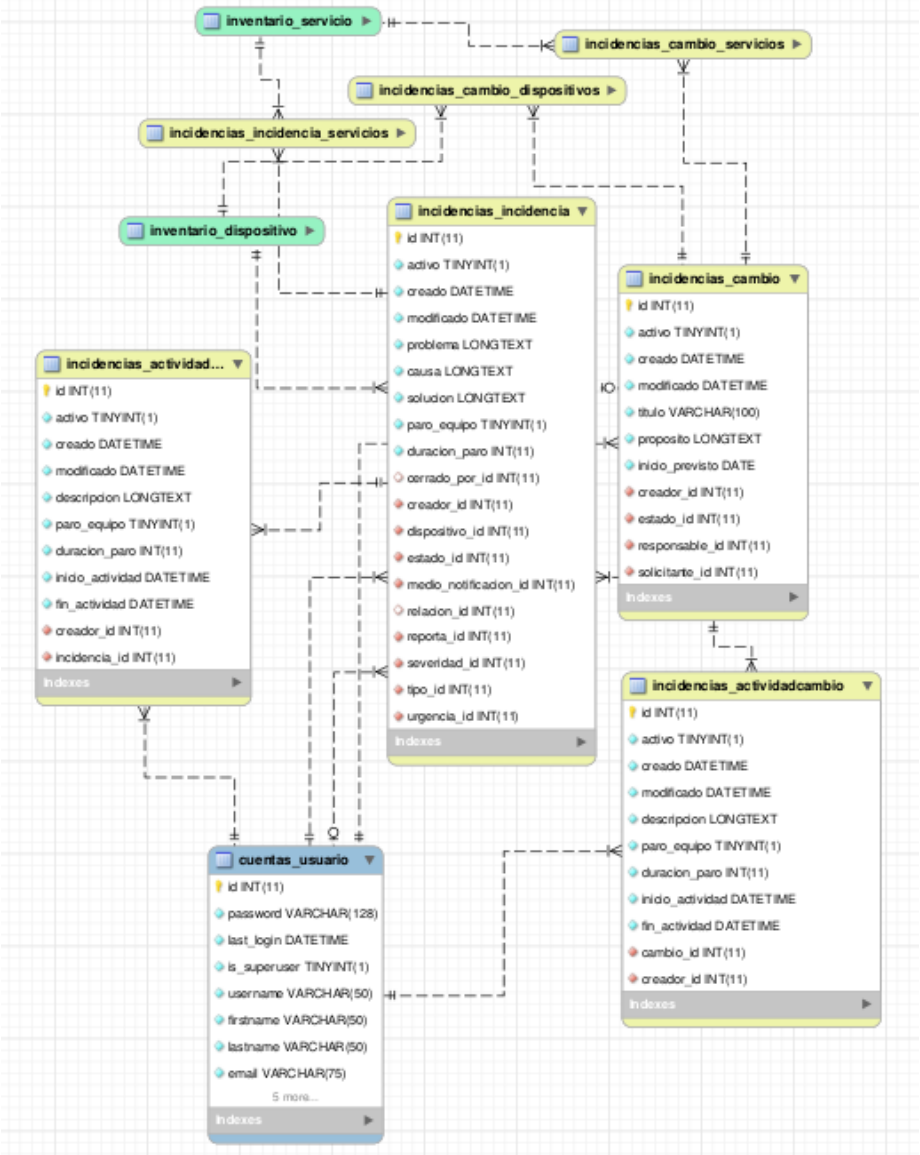


Figura 57 Diagrama ER para el modulo Incidentes

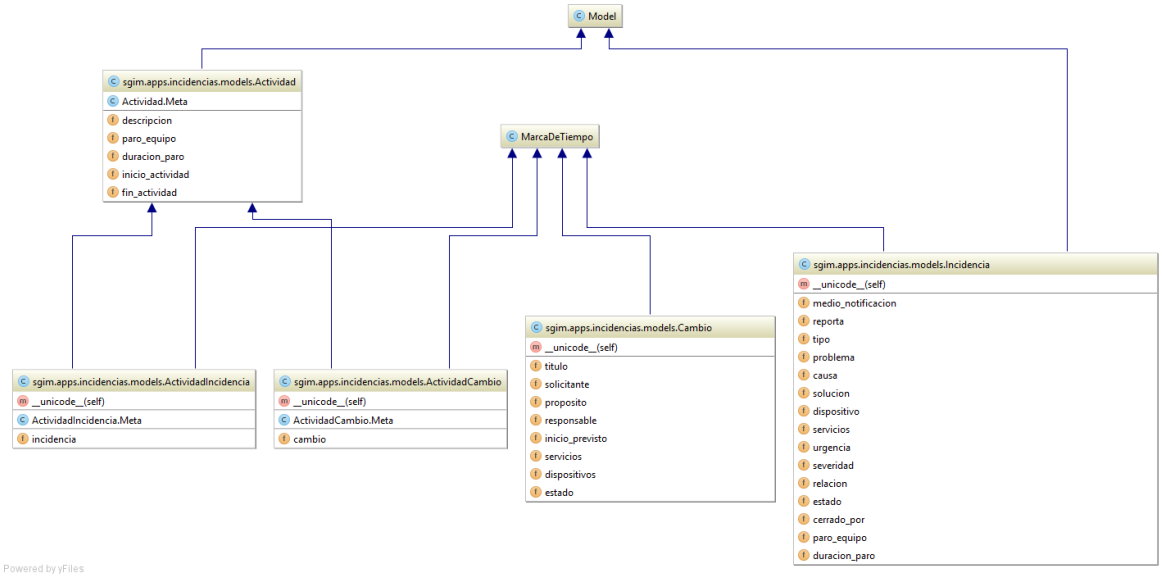


Figura 58 Diagrama de Clase - Modulo Incidentes

En este módulo se lleva a cabo el registro de todos los incidentes reportados por el personal de control aéreo del área de estación radar que involucren a cualquier dispositivo o sistema en el área.

De forma general un incidente es toda interrupción del funcionamiento o reducción de la calidad de funcionamiento de un dispositivo que afecta las funciones para las que fue preestablecido.

Figura 59 proceso de gestión de incidente sin el sistema

Los incidentes en su mayoría son reportados por los usuarios de los dispositivos, en este caso los controladores aéreos, pero también pueden ser detectados por el mismo personal técnico, el diagrama flujo de registro de la información en el sistema es el siguiente.

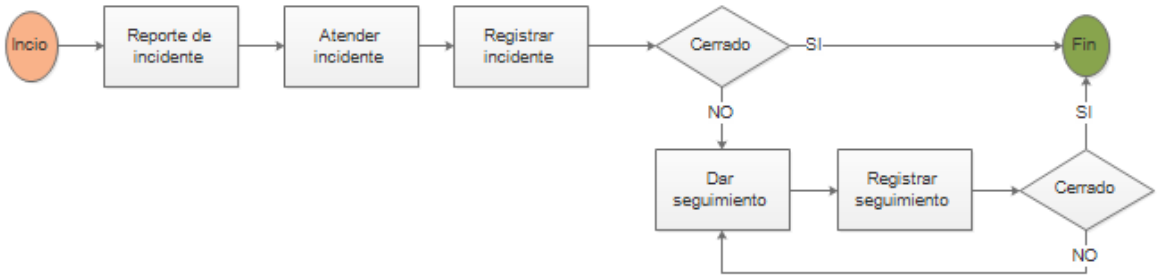


Figura 60 Diagrama de flujo - Gestión de Incidentes

El sistema mostrara en la página de inicio todas las incidencias que no fueren sido cerradas para darle posterior seguimiento al problema.

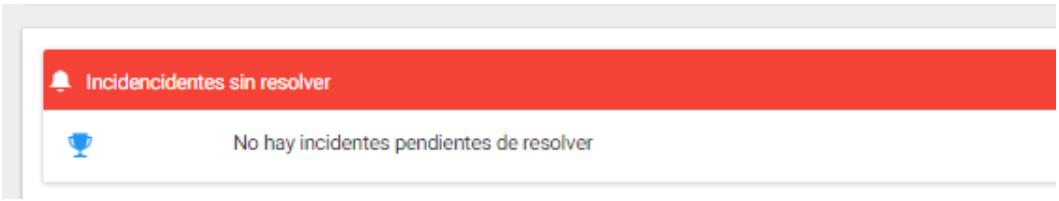


Figura 61 Mensaje cuando no hay incidencias

La misma lógica será aplicada para la gestión de cambios que puedan o no afectar el funcionamiento de los dispositivos o servicios que hacen uso de ellos.

Pantalla de Inicio

Esta sección se encarga de manejar únicamente la vista o interface principal de la aplicación, además de eso provee un componente con ciertas funcionalidades que son utilizadas por el resto de modulo.

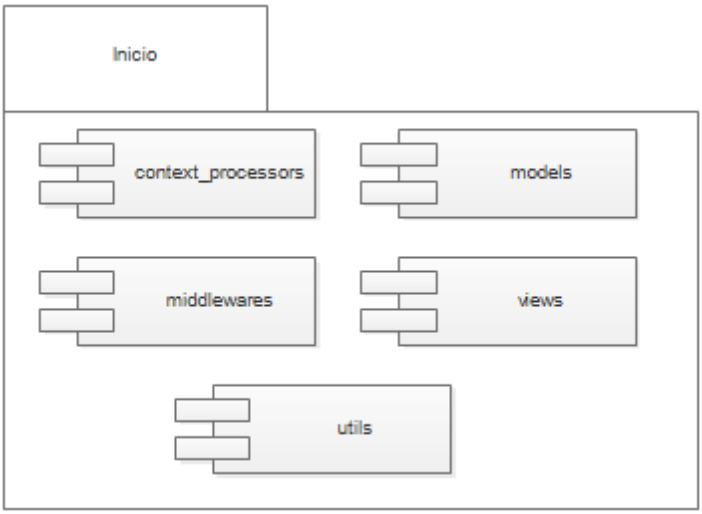


Figura 62 Componentes modulo Inicio

- **Context_processors** se encarga de poner a disponibilidad de todas las plantillas los datos en él se requieran obtener.

- **Middlewares** es una capa intermedia entre la petición del cliente y la vista que controla esa petición, toda petición en Django debe pasar por un serie de middlewares predefinidos por el Framework, en nuestro caso procedimos a crear nuestro propio middleware para controlar el acceso a dos urls: "/login, /admin".

- **Models** pone a disposición de todos los demás módulos una clase abstracta que permitirá heredar campos que en su mayoría deberán tener los demás modelos del resto de módulos.

- **Utils** pone a disposición de los demás módulos una serie de funciones que serán requeridas por distintos componentes de otros módulos.

- **Views** está encargado de mostrar los datos de la página de inicio.

ANEXO 6: MONITORIZACIÓN DE LA RED

Este módulo permite llevar un control de algunos de los dispositivos que se encuentran conectados en red dentro del edificio de Estación Radar Managua, esta información es únicamente visualizada por los usuarios y podrá ser modificada por el súper usuario. Toda esta información permitirá un mejor análisis en la presencia de fallas en alguno de estos dispositivos.

Para lograr este cumplir con este requerimiento se tiene que hacer uso de servicios externos al sistema web, tales como agentes SNMP y un gestor SNMP quien será quien proveerá al sistema de los datos recopilados de los agentes.

Por tanto se desarrolló un pequeño gestor SNMP el cual se encargara de recibir traps enviados por cada uno de los agentes SNMP, adicionalmente se desarrolló un servicio incluido en la maquina gestor y otro en las maquinas agentes, en el cual se esté censando la actividad de las maquinas como alternativa al uso de pings.

El sistema registra un historial de uso de memoria RAM, Disco duro y carga de procesos. Y adicionalmente actualizara otros datos cada determinado tiempo.

El sistema registrara las siguientes TRAPS: notificación de apagado, notificación de arranque, notificación de cambio de estado en interfaces de red, notificación de eventos proveniente de las entradas configuradas en las MIBS “ucdavis” (1.3.6.1.4.1.2021).

Igualmente se registrara o actualizara la información de los agentes cada cierto periodo de tiempo por parte del Gestor SNMP.

A continuación se presenta el flujo de mensajes de ambos casos en las siguientes imágenes.

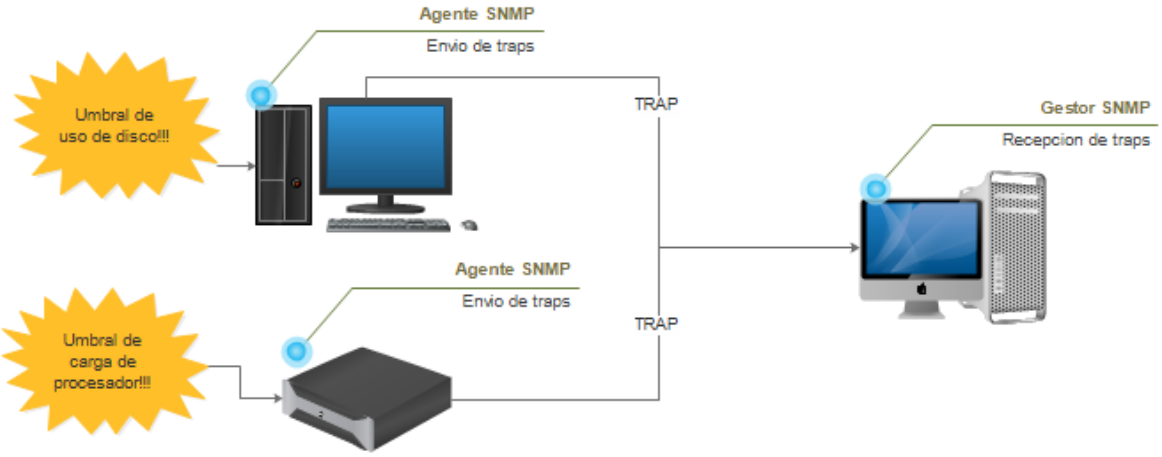


Figura 63 Envió de traps SNMP

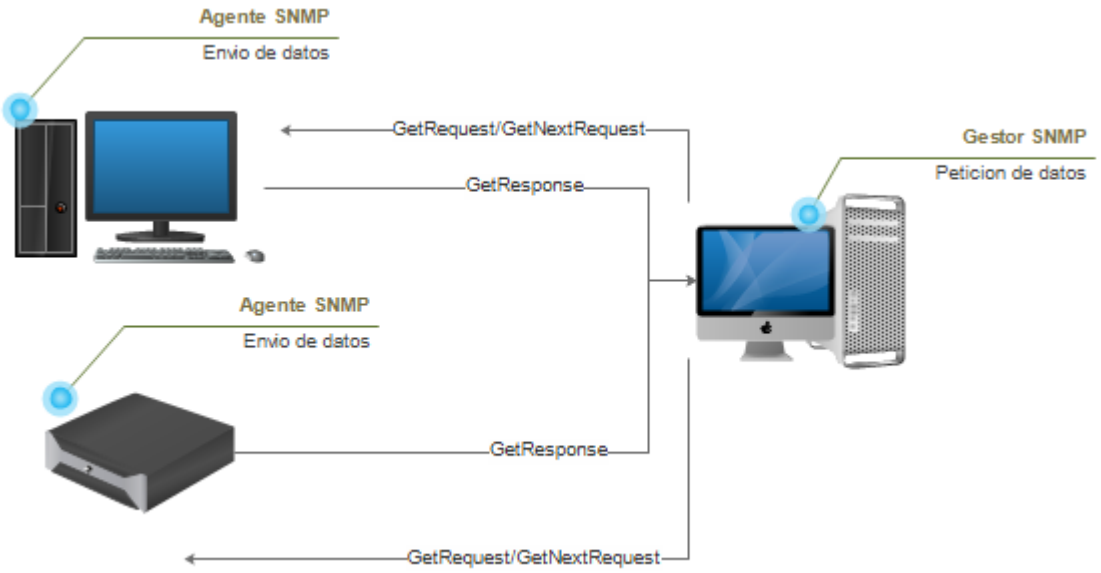


Figura 64 Obtención de información de los agentes

Adicionalmente se desarrolló dos pequeños servicios para censar la presencia o actividad de los equipos en la red, comúnmente esto se realiza o se logra mediante envió de mensajes ping (ICMP) a cada host, pero en nuestro caso se implementó mediante mensajes UDP, donde un servicio cliente estará enviando cada cierto periodo de tiempo mensajes de cadena de texto a un servicio servidor quien verificara cada cierto tiempo la última vez que recibió mensajes de cada host, en ingles el termino para denominar esta implementación es heratbeats messages o mensajes de latidos de corazón. A continuación se ilustra el funcionamiento de la solución.

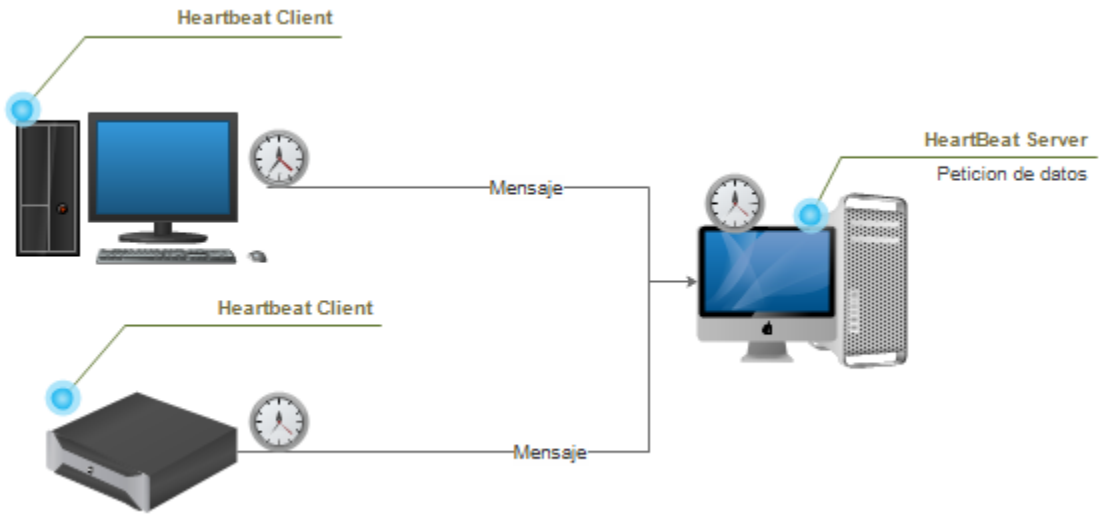


Figura 65 Censo de presencia en red

Configuración en el agente SNMP

Los dispositivos de red a gestionar ya cuentan con el servicio SNMP ejecutándose en ellas, estas máquinas poseen el sistema operativos Red Hat Enterprise 5.7 (Tikanga). La comunidad de acceso es public y todos escuchan sobre el puerto 161 UDP.

Para implementar las notificaciones (TRAPS) se realizaron dos cosas:

- Definir a donde enviar las notificaciones, es nuestro caso al gestor.
- Declarar lo que se debe supervisar en la máquina.

Los elementos que un agente puede supervisar son:

1. Eventos de detener o iniciar el sistema.
2. Estado de algún proceso
3. Estado de ocupación de los discos.
4. Carga del procesador del sistema.
5. Cambio del estado de una interface de red.
6. Utilización de la memoria swap.
7. El tamaño de algún archivo.
8. El contenido de algún archivo

En nuestro caso implementamos los primeros cinco antes mencionados.

Para lograr esto lo primero que debemos hacer es editar el archivo de configuración del agente SNMP.

```
sudo nano /etc/snmp/snmpd.conf
```

Definir a donde enviar los traps

Agregamos la cláusula “trap2sink” esto es para enviar notificaciones usando la versión dos del protocolo. La estructura básica de esta clausula es “**trap2sink *ip_destino comunidad_acceso***”

```
trapsink 10.160.80.125 public
```

Definir lo que se va a supervisar.

En esta parte definimos lo que queremos controlar y como supervisaremos eso. Para lograr esto se hará uso de la cláusula **“monitor”**, esta se utiliza para definir lo que deseamos supervisar. Su sintaxis es la siguiente “**monitor *[OPTIONS] NAME EXPRESSION“***

Antes se debió crear un usuario para que el agente pueda realizar consultas internas. Siempre en el mismo archivo snmpd.conf agregamos las siguientes líneas.

```
#authorization for self monitoring
createUser    internalMonitoringName SHA mysecretpassword AES
rouser        internalMonitoringName
iquerySecName internalMonitoringName
```

Estas líneas lo que hacen es crear un usuario denominado *internalMonitoringName* con una contraseña SHA, asignarle permisos de solo lectura y asociarlo a las solicitudes internas.

Procedemos a definir lo que queremos supervisar.

a. Procesos

La cláusula **proc <nombre_proceso> [MAX] [MIN].** Por ejemplo si se quisiera supervisar el servicio dhcpd se agragaria de la siguiente forma:

```
proc dhcpd 1 1
```

Lo que indica que se supervise el procesos dhcpd, debe existir al menos una instancia y máximo 1 ejecutándose.

b. Discos

La cláusula **disk PATH [MIN]** nos permite supervisar un sistema de archivos indicando su ruta y especificnado la cantidad minima de espacio libre en kb o en porcentaje.

```
Disk / 10%
```

c. Carga de procesamiento

La cláusula **load [1max] [5max] [15max].** Esta nos permite especificar la media máxima de carga para el último minuto, los últimos 5 minutos y los últimos 15 minutos.

```
load 4 4 4
```

Todas las entradas configuradas anteriromente se guarda en las tablas correspondientes bajo la MIB ***iso.org.dod.internet.private.enterprises.ucdavis***. (.1.3.6.1.4.1.2021)

- laTable (10)
- prTable (2)
- dskTable (10)

Finalmente se debe indicar que se envié un trap al cambiar el flag de error de algunas de las entradas anteriormente definidas mediante las siguientes sentencias:

```
monitor -r 2 -o prNames -o prErrMessage "process table" != prErrorFlag
monitor -r 5 -o laNames -o laErrMessage  "laTable" != laErrorFlag
monitor -r 5 -o dskPath -o dskErrorMsg "dskTable" != dskErrorFlag
```

Siempre que se cambie el estado del error flag se envía un trap al gestor SNMP.

Evento de interfaces de red

Para notificar de eventos en las interfaces se debe agregar en caso que no estuvieren las siguientes sentencias.

```
linkUpDownNotifications yes
monitor -S -r 5 -e linkUpTrap   "linkUp trap" ifOperStatus != 2
monitor -S -r 5 -e linkDownTrap "linkDown trap" ifOperStatus == 2
```

Una vez completado la configuración anterior se reinicia el agente SNMP para que este tome en cuenta los cambios registrados.

```
sudo /etc/init.d/snmpd restart
```

Implementación de servicio de presencia.

Se procedió a implementar este servicio mediante el uso de un servicio cliente y un servicio servidor, el protocolo de comunicación utilizado es el UDP.

El cliente enviara cada cinco segundos una corta cadena de texto para indicar que se encuentra activo en la red.

El servidor contendrá una lista con todas las direcciones de las cuales ha recibido mensajes y a cada una asociara el tiempo en que recibió el mensaje, cada diez segundos este verificará que el tiempo desde la última vez que se recibió un mensaje de cada uno de las direcciones no exceda el umbral de quince segundos, de los contrario lo marcara como inactivo. Si una dirección está marcada como inactiva y se detecta nuevamente actividad se retorna a su estado anterior como activo.

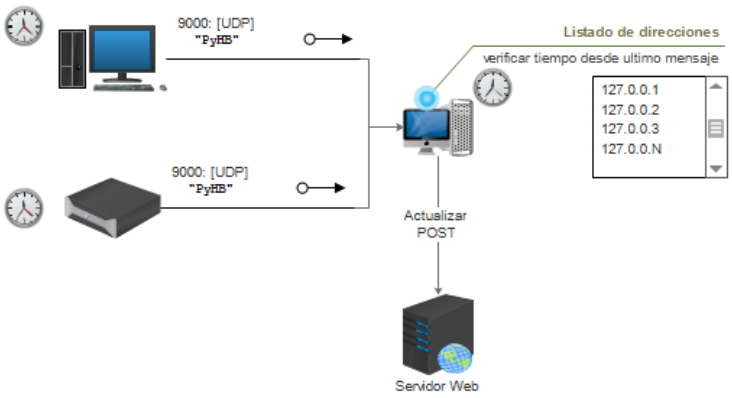


Figura 66 Flujo de mensajes-Servicio de presencia

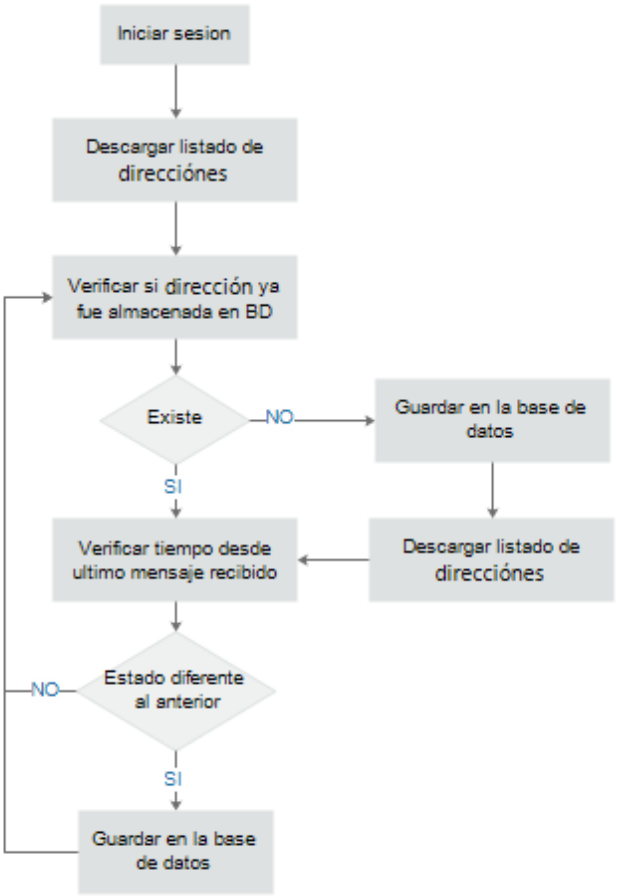


Figura 67 Flujo de programa-Servidor de presencia

Actualizar los datos de cada uno de los host supervisados

El gestor ejecutara peticiones periódicas al agente para actualizar la información de los host registrados, ejecutara las siguientes peticiones por cada uno de ellos.

1. *Cada 10 minutos:* solicitar información del tiempo de operación, número de usuarios, número de procesos, número de servicios, carga del procesador y memoria RAM ocupada. Almacenar los datos en el servidor.
2. *Cada 30 minutos:* solicitar información de los procesos supervisados definidos en el agente SNMP y actualizar en el servidor.
3. *Cada 60 minutos:* solicitar información del uso de los discos o sistemas de archivos definidos en el agente para supervisión y actualizar en el servidor.
4. *Cada 24 horas:* solicitar información sobre todos los dispositivos de almacenamiento y actualizar en el servidor.

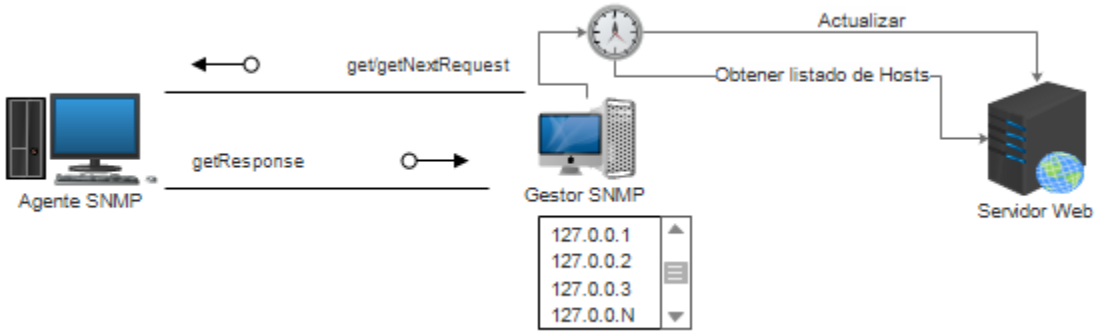


Figura 68 Flujo de mensajes Actualizar datos de hosts

Mostrar notificaciones en tiempo real.

El sistema notificara mediante un pequeño mensaje en pantalla cada vez que se registre un trap desde el agente SNMP, así mismo notificara cuando se pierda la presencia de alguno de los host en supervisión. Por último se actualizara en tiempo real el listado de host presentado en pantalla.

La solución típica para este escenario es hacer que el cliente este solicitando los datos cada determinado tempo mediante el uso de AJAX, esto significa que si hay 10 clientes conectados los diez estarán pidiendo actualización de los datos cada determinado tiempo para mostrar los nuevos cambios.

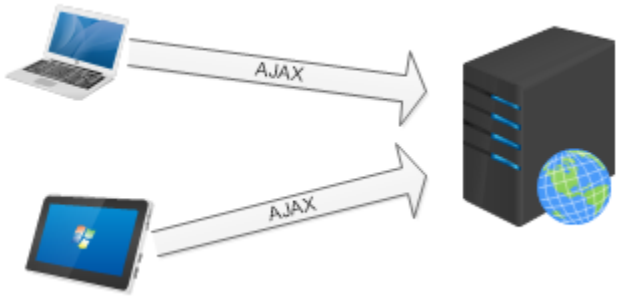


Figura 69 Envío de información al servidor

Esta es una solución válida pero en el caso de los traps que son eventos inesperados, se estarían realizando peticiones de actualización solo para ver si hay nuevas entradas.

Para lograr este objetivo se optó por implementar el uso de web sockets para el envio de notificaciones, estos invierte el flujo de la información y mejora el flujo de mensajes, esto se logra haciendo que sea el servidor quien notifique a los clientes de la llegadas de traps o nuevos datos de parte del agente SNMP.

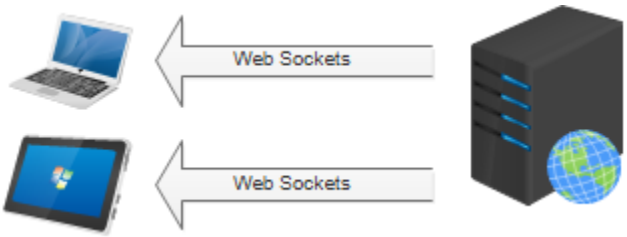


Figura 70 Respuestas del servidor

Para lograr implementar este escenario se hace uso de express.io, Express es un framework web mínimo y flexible para Node.js que proporciona un conjunto robusto de características para aplicaciones web entre estas esta que incluye web sockects lo cual será utilizado para notificar a los clientes de actualizaciones.

Se creara un servidor web liviano con socket.io y manejo de peticiones post. Este servido se ejecutara sobre Node.js. Cada vez que nuestro sistema reciba una petición de parte del agente, este enviara un mensaje con los datos en formato json hacia el servidor express el cual se encargar de emitir la notificación mediante socket.io a todos los clientes que este conectados en ese instante.

Se hace uso del servidor express debido a su simplicidad, tal cosa seria más complicada de lograr usando Python, por tanto el flujo de mensajes de este escenario se puede observar a continuación.

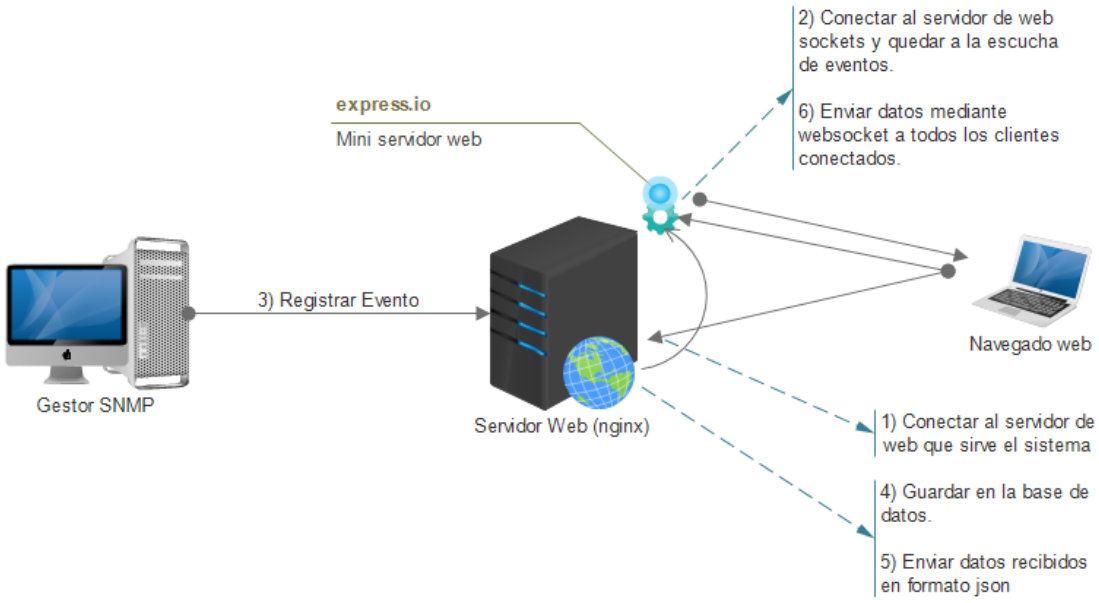


Figura 71 Secuencia de mensajes para mostrar datos SNMP

Diagrama Entidad-Relación del Módulo gestión de red

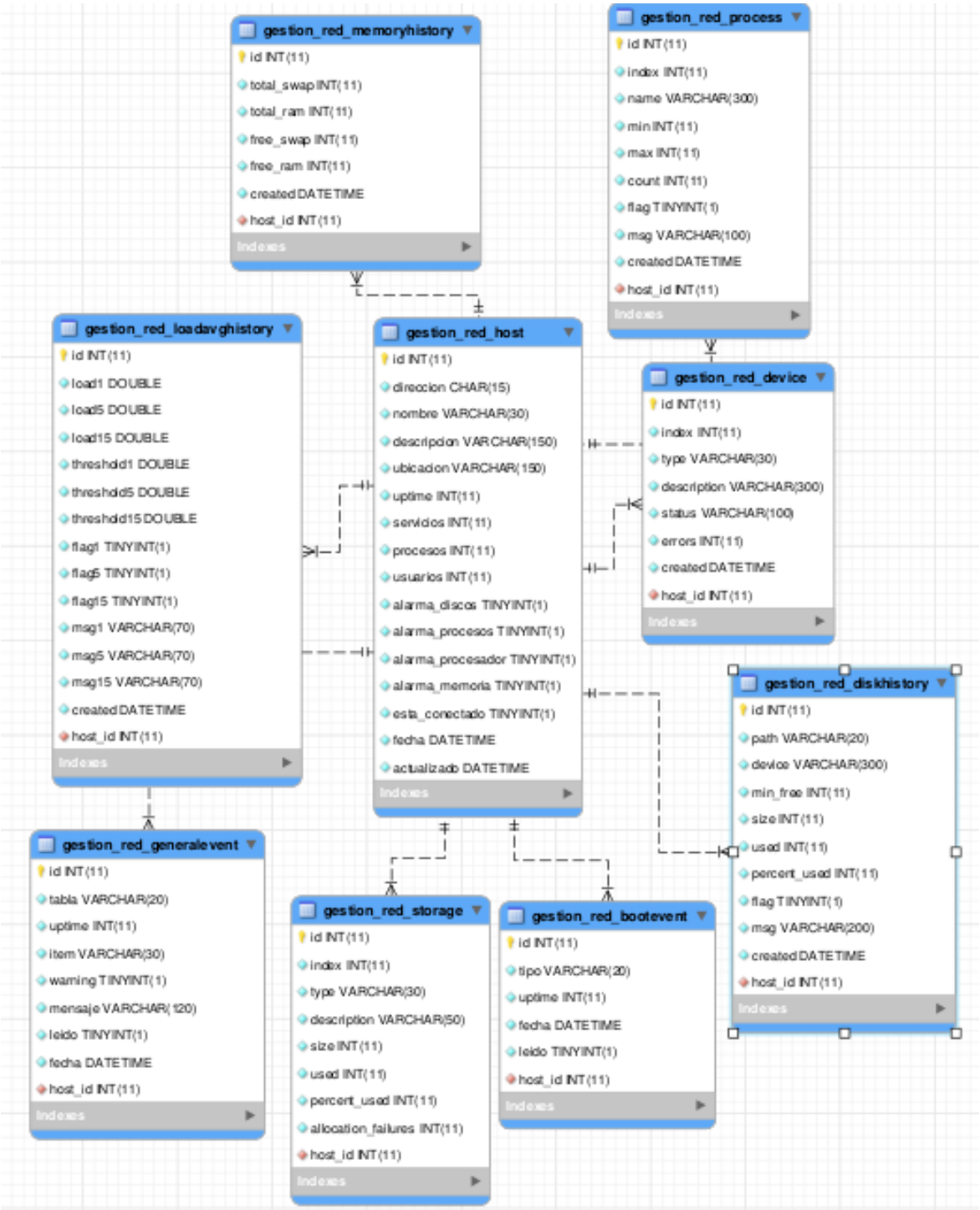


Figura 72 Diagrama ER - Modulo gestión de red

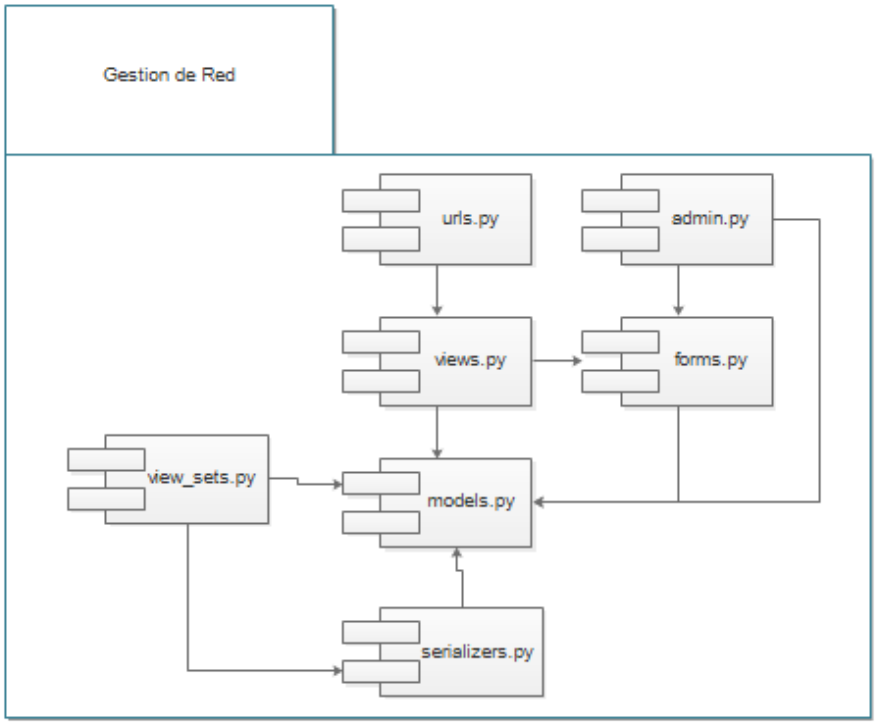


Figura 73 Diagrama de componentes para la gestión de equipos de Red

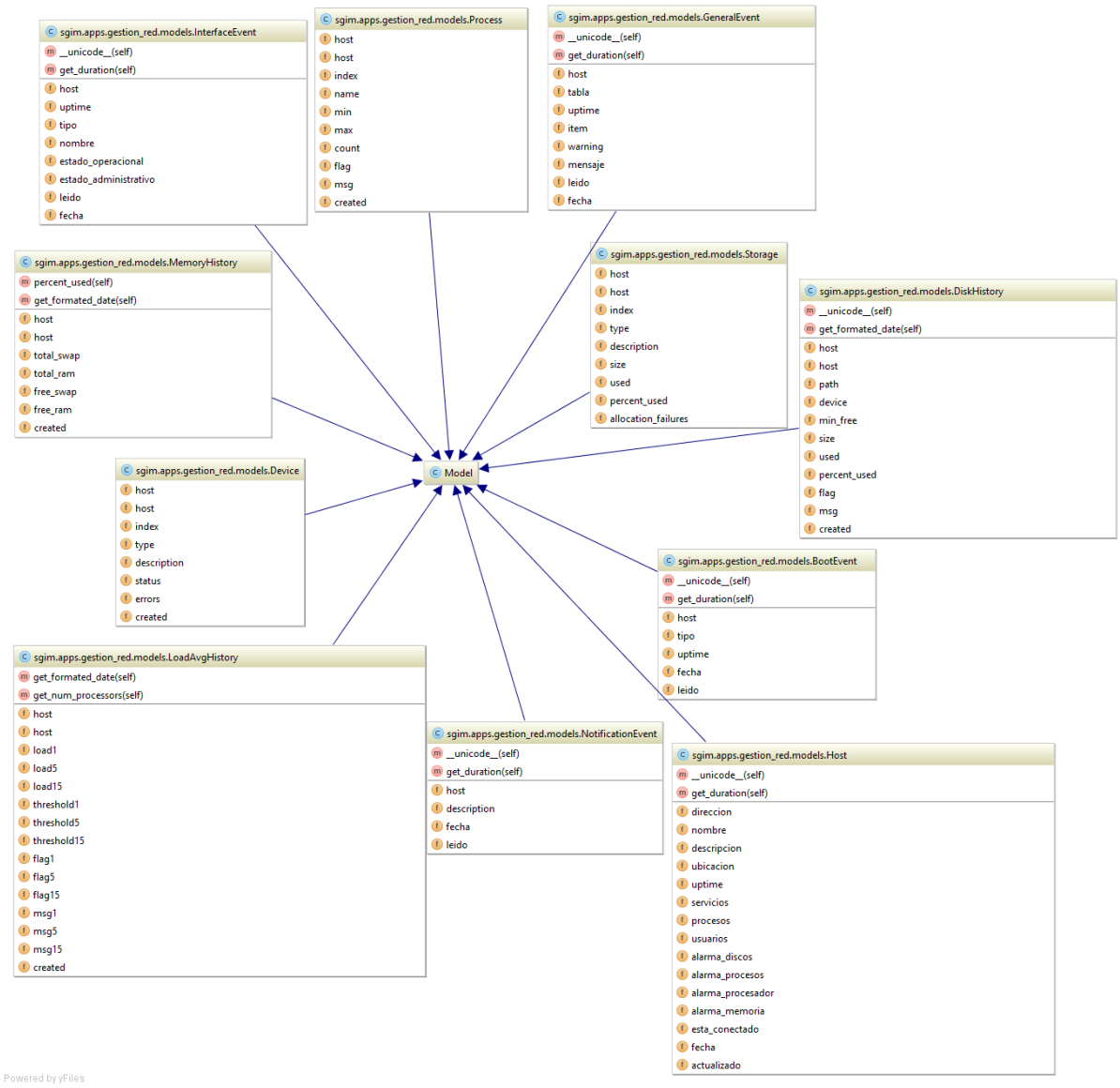


Figura 74 Diagrama de Clase para la gestión de equipos de Red

Diseño de interfaces

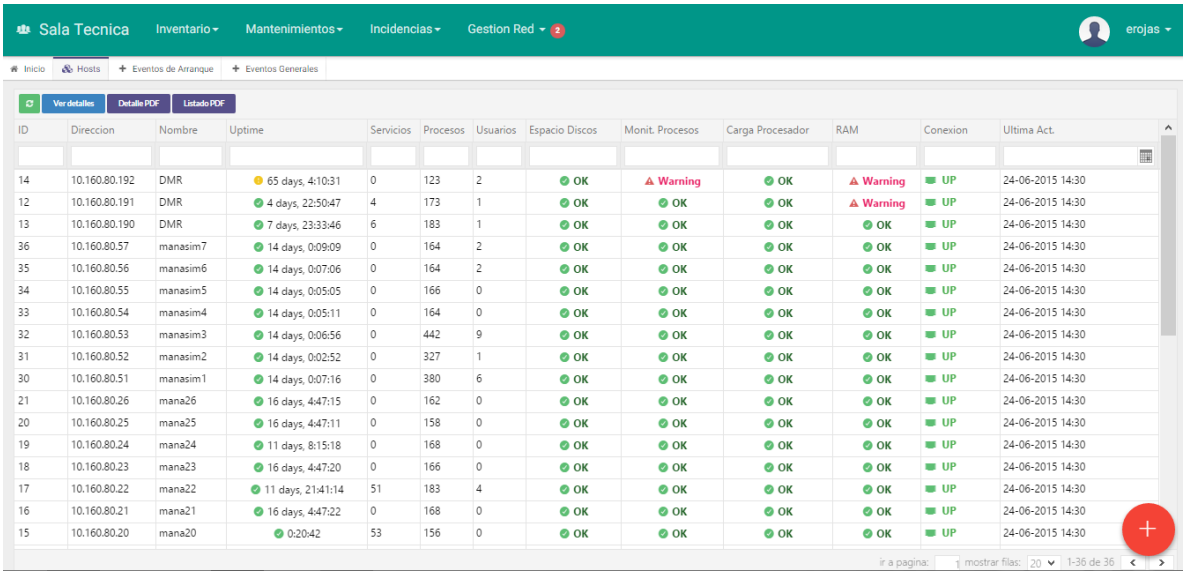


Figura 75 Listado de hosts bajo supervisión

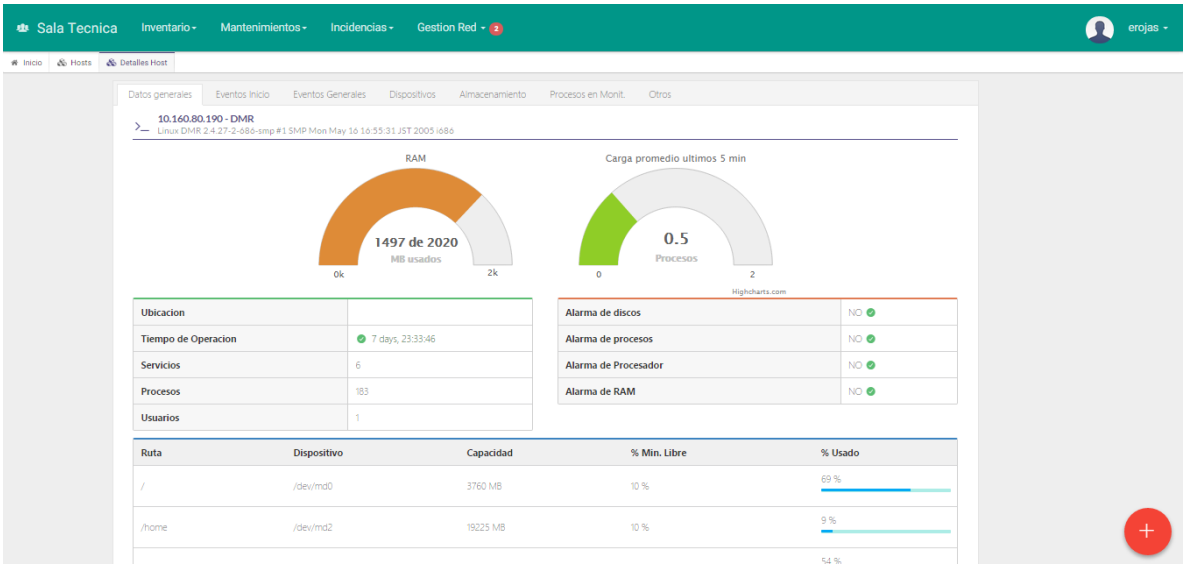


Figura 76 Detalle de host bajo supervisión