



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

**PROCEDIMIENTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN
SOFTWARE DE GESTION DE MANTENIMIENTO PARA
LOS CENTROS COMERCIALES EN LA CIUDAD DE
BOGOTÁ**

Alex Tamayo Molinares

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de ingeniería, Departamento de ingeniería eléctrica y electrónica
Bogotá, Colombia
2023

PROCEDIMIENTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SOFTWARE DE GESTION DE MANTENIMIENTO PARA LOS CENTROS COMERCIALES EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ

Alex Tamayo Molinares

Trabajo de grado de Maestría presentado como requisito parcial para optar al título de:
Magister en Ingeniería Eléctrica en profundización

Director:

I.E., Ph.D. Javier Alveiro Rosero García

Grupo de Investigación:

Em&d - Electrical Machines & Drives

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de ingeniería, Departamento de ingeniería eléctrica y electrónica
Bogotá, Colombia
2023

A mis padres Darling y Hernando y mi hermano Hernán que siempre me han apoyado y han sido parte fundamental y motor en mi formación como ingeniero.

Declaración de obra original

Yo declaro lo siguiente:

He leído el Acuerdo 035 de 2003 del Consejo Académico de la Universidad Nacional. «Reglamento sobre propiedad intelectual» y la Normatividad Nacional relacionada al respeto de los derechos de autor. Esta disertación representa mi trabajo original, excepto donde he reconocido las ideas, las palabras, o materiales de otros autores.

Cuando se han presentado ideas o palabras de otros autores en esta disertación, he realizado su respectivo reconocimiento aplicando correctamente los esquemas de citas y referencias bibliográficas en el estilo requerido.

He obtenido el permiso del autor o editor para incluir cualquier material con derechos de autor (por ejemplo, tablas, figuras, instrumentos de encuesta o grandes porciones de texto).

Por último, he sometido esta disertación a la herramienta de integridad académica, definida por la universidad.



Alex Tamayo Molinares

Fecha: 15 de mayo 2023

PROCEDIMIENTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SOFTWARE DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA LOS CENTROS COMERCIALES EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ

Resumen

Hoy en día Bogotá se ha convertido en un epicentro de la actividad económica del país en el cual los 20 principales centros comerciales de la capital registraron unos ingresos cercanos a los 304.000 millones de pesos. El avance vertiginoso de la construcción a partir del año 2000 generó a la fecha más de 256 plataformas comerciales entre los 5.000 y los 50.000 m². Buscando alternativas de mejorar la gestión de mantenimiento y disminuir tiempos de operación y consumo de energía eléctrica se seleccionó un centro comercial de la capital (Cafam Floresta) para aplicar un procedimiento de implementación de un software de gestión por medio del análisis de datos suministrados por el BMS (Building Management System) existente y el historial de fallas de mantenimiento. A través de la identificación de los perfiles de tensión y la integración de la arquitectura de monitoreo del software se logró generar actividades de mantenimiento programado y reducir un 18,6% el consumo de energía eléctrica de dos zonas comunes del centro comercial. Finalmente, se ajustaron los planes de mantenimiento y se identificaron fallas en la operación con el apoyo del software de gestión implementado.

PALABRAS CLAVES: Mantenimiento, monitoreo, coordinación, software de gestión, control, BMS.

PROCEDURE FOR THE IMPLEMENTATION OF A MAINTENANCE MANAGEMENT SOFTWARE FOR SHOPPING CENTERS IN THE CITY OF BOGOTÁ

Abstract

Today, Bogotá has become an epicenter of economic activity in the country, in which the 20 main shopping centers in the capital registered revenues close to 304,000 million pesos. The vertiginous progress of the construction from the year 2000 generated to date more than 256 commercial platforms between 5,000 and 50,000 m². Looking for alternatives to improve maintenance management and reduce operating times and electricity consumption, a shopping center in the capital (Cafam Floresta) was selected to apply a procedure for the implementation of management software through the analysis of data provided by the Existing BMS (Building Management System) and history of maintenance failures. Through the identification of the voltage profiles and the integration of the software monitoring architecture, it was possible to generate scheduled maintenance activities and reduce the consumption of electricity in two common areas of the shopping center by 18.6%. Finally, the maintenance plans were adjusted and operational failures were identified with the support of the implemented management software.

KEY WORDS: Maintenance, monitoring, coordination, management software, control, BMS.

Tabla de contenido

Resumen.....	5
Índice de Ilustraciones.....	8
Lista de Símbolos y abreviaturas	10
1. INTRODUCCIÓN.....	11
2. ANTECEDENTES	14
3. ESTADO DEL ARTE	18
4. PROCEDIMIENTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SOFTWARE DE GESTION.....	23
4.1 Recopilación de información	23
4.2 Infraestructura del software	40
5. DESARROLLO APLICACIÓN BMS PARA LA GESTION DE MANTENIMIENTO	47
5.1 Caso de estudio – Centro comercial Cafam Floresta	49
6. INTEGRACION ARQUITECTURA DE MONITOREO BMS.....	59
7. CONCLUSIONES.....	75
8. Bibliografía.....	76
9. ANEXOS.....	79
9.1 Encuesta percepción gestión de mantenimiento	79
9.2 Datos BMS consumos zonas comunes	89

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1. Cifras centros comerciales. Fuente: [9].....	16
Ilustración 2. Estado del arte- Gestión del mantenimiento - Fuente: creación propia.....	18
Ilustración 3. Árbol de causas y efectos Fuente: Creación propia	19
Ilustración 4. Topología sistema BMS (Fuente: Pliego para Instalación de Control BMS; Ministerio de Economía y Competitividad y CNIO).....	20
Ilustración 5. Diagrama de red de un BMS con medidas de seguridad. Fuente: [11]	21
Ilustración 6. Ubicación Centro Comercial Cafam Floresta Fuente: Google Maps.....	23
Ilustración 7. Servicios existentes Cafam Floresta. Fuente: [18].....	24
Ilustración 8. Cronograma inspecciones S/E. Fuente: Plan mtto C.C.....	25
Ilustración 9. Cronograma Inspección rampas y escaleras eléctricas. Fuente: Plan mtto C.C.....	25
Ilustración 10. Cronograma plantas eléctricas. Fuente: Plan mtto C.C.....	26
Ilustración 11. Cronograma inspecciones ascensores. Fuente: Plan mtto C.C	26
Ilustración 12. Inspecciones tableros eléctricos C.C Fuente: Plan mtto C.C	27
Ilustración 13. Formato orden de mantenimiento S/E. Fuente: Creación propia	28
Ilustración 14. Subestaciones eléctricas C.C. Fuente: Centro comercial Cafam Floresta.	29
Ilustración 15. Traje ignífugo para maniobras en subestaciones. Fuente: Tecsaagro.com[[20]	29
Ilustración 16. Formato orden de mantenimiento Plantas eléctricas. Fuente: Creación propia.....	30
Ilustración 17. Plantas eléctricas C.C. Fuente: Centro comercial Cafam Floresta.....	31
Ilustración 18 Planta eléctrica- AUTOMATICO. Fuente: Planta centro comercial Cafam Floresta ...	31
Ilustración 19. Formato orden de mantenimiento escaleras y rampas eléctricas. Fuente: Creación propia	33
Ilustración 20. rampas y escaleras eléctricas C.C. Fuente: Centro comercial Cafam Floresta.....	34
Ilustración 21. Formato orden de mantenimiento Red conrtraincendios. Fuente: Creación propia. 35	
Ilustración 22. Red conrtraincendios. Fuente: centro comercial Cafam Floresta.	36
Ilustración 23. Lista de Pozos. Fuente: creación propia	37
Ilustración 24. Bomba sumergible parar pozos. Fuente: centro comercial Cafam Floresta.....	37
Ilustración 25. Acceso y restricciones usuario. Fuente: Creación propia.....	42
Ilustración 26. Graficas de datos. Fuente: Creación propia	43
Ilustración 27. Transmisor de documento orden de trabajo. Fuente: Orden de trabajo Cafam Floresta.....	43
Ilustración 28. Python en compilador Spyder Fuente: Creación propia	47
Ilustración 29. Diagrama de flujo software de mantenimiento. Fuente: Creación propia	48
Ilustración 30. Consumo KWh Zonas comunes 1. Fuente: Software Gestión mantenimiento.....	49
Ilustración 31. Objetivo disminución consumo. Fuente: Creación propia	50
Ilustración 32. Datos de consumo Domingos K0023.....	51
Ilustración 33. Consumo Domingos	51
Ilustración 34. Consumo Lunes	52
Ilustración 35. Consumo Martes	52
Ilustración 36. Consumo Miércoles.....	52
Ilustración 37. Consumo Jueves	53
Ilustración 38. Consumo Viernes.....	53
Ilustración 39. Consumos Sábados.....	53

Ilustración 40. identificación umbrales y consumo máximo Domingo	54
Ilustración 41. mensaje email- Alerta alto consumo.....	55
Ilustración 42. Límites de consumo días de la semana.	55
Ilustración 43. Equipo K0023-Zona común 1. fuente: Creación propia, Centro comercial Cafam Floresta.....	56
Ilustración 44. Monitoreo BMS enlazado Software de gestión.	57
Ilustración 45. Horarios y porcentajes iluminación, Fuente: Creación propia.....	58
Ilustración 46. Consumos domingos. Fuente: Creación propia.	59
Ilustración 47. Hallazgos consumos domingos.	60
Ilustración 48. Acciones de mantenimiento programado.....	61
Ilustración 49. RETILAP iluminación emergencia y pasillos. Fuente: RETILAP [22].....	62
Ilustración 50. Lectura medidas Luxes pasillos. Fuente: Creación propia.....	62
Ilustración 51. Medida Luxes mínimo pasillos. Fuente: Creación propia.....	63
Ilustración 52. Iluminación corregida Luxes. Fuente: Creación propia.	63
Ilustración 53. Formato y asignación orden de mantenimiento.....	64
Ilustración 54. Histórico de eventos Domingos.	64
Ilustración 55. Aumento consumo días jueves. Fuente: Lectura BMS.....	65
Ilustración 56. Inspecciones visuales	66
Ilustración 57. Sistema control iluminación zona común luminarias elevadas.	67
Ilustración 58. Iluminación elevada ajustada al 70%.	67
Ilustración 59. Consumo mes octubre- post software de mantenimiento.	68
Ilustración 60. Comparación octubre con los meses anteriores.....	69
Ilustración 61. Rango de edad encuestadores. Fuente: docs.google.com/forms.....	79
Ilustración 62. Cargo que desempeña encuestadores. Fuente: docs.google.com/forms.	80
Ilustración 63. Importancia equipos para el monitoreo. Fuente: docs.google.com/forms.	80
Ilustración 64. Importancia monitoreo equipos parte. 2. Fuente: docs.google.com/forms.	81
Ilustración 65. Conocimiento acerca del BMS. Fuente: docs.google.com/forms.	81
Ilustración 66. Importancia gestión de mantenimiento. Fuente: docs.google.com/forms.	82
Ilustración 67. Nivel de importancia tipos de mantenimiento. Fuente: docs.google.com/forms. ...	82
Ilustración 68. Conocimiento BMS. Fuente: docs.google.com/forms.	83
Ilustración 69. equipos que monitorean los BMS. Fuente: docs.google.com/forms.....	83
Ilustración 70. Como supervisan el mantenimiento. Fuente: docs.google.com/forms.....	84
Ilustración 71. Percepción Luminaria. Fuente: docs.google.com/forms.	84
Ilustración 72, Cantidad de visitas a un centro comercial. Fuente: docs.google.com/forms.	85
Ilustración 73. Centro comercial más importante de la ciudad. Fuente: docs.google.com/forms. .	86
Ilustración 74. Consumo Lun - Junio K0023. Fuente: Creación propia	89
Ilustración 75. Consumo sab- K0023. Fuente: Creación propia	89
Ilustración 76. Consumo mar- K0023. Fuente: Creación propia	89
Ilustración 77. Consumo Dom - Junio K0023. Fuente: Creación propia.....	89
Ilustración 78. Consumo mie - Junio K0023. Fuente: Creación propia	89
Ilustración 79. Consumo mar - Junio K0023. Fuente: Creación propia.....	89
Ilustración 80. Consumo vie - Junio K0023. Fuente: Creación propia.....	89
Ilustración 81. Consumo jue - Junio K0023. Fuente: Creación propia	89
Ilustración 83. Consumo dom- julio K0023. Fuente: Creación propia	90

Ilustración 82. Consumo lun- K0023. Fuente: Creación propia.....	90
Ilustración 84. Consumo jue- K0023. Fuente: Creación propia.....	90
Ilustración 85. Consumo mie- K0023. Fuente: Creación propia.....	90
Ilustración 86. Consumo lun- K0023. Fuente: Creación propia.....	91
Ilustración 87. Consumo dom K0023. Fuente: Creación propia.....	91
Ilustración 88. Consumo mie- K0023. Fuente: Creación propia.....	91
Ilustración 89. Consumo mar- K0023. Fuente: Creación propia	91
Ilustración 90. Consumo jue- K0023. Fuente: Creación propia.....	91
Ilustración 91. Consumo vie- K0023. Fuente: Creación propia	91
Ilustración 92. Consumo sab- K0023. Fuente: Creación propia	91
Ilustración 93. Consumo mie- K0023. Fuente: Creación propia.....	91
Ilustración 94. Consumo lun- K0023. Fuente: Creación propia.....	91
Ilustración 95. Consumo dom- K0023. Fuente: Creación propia	91
Ilustración 96. Consumo mar- K0023. Fuente: Creación propia	91
Ilustración 97. Consumo vie- K0023. Fuente: Creación propia	91
Ilustración 98. Consumo jue- K0023. Fuente: Creación propia.....	91
Ilustración 99. Consumo sab- K0023. Fuente: Creación propia	91

Lista de Símbolos y abreviaturas

Símbolo	Término
BMS	Building Management System
PROURE	Programa de uso Racional y Eficiente de la energía
EE	Eficiencia Energética
UPME	Unida de planeación Minero Energética
FENALCO	federación Nacional de Comerciantes
CPS	Sistemas cibernéticos
IA	Inteligencia Artificial
ML	Aprendizaje automático
IoT	Internet de las cosas
IIoT	Internet industrial de las cosas

1. INTRODUCCIÓN

El concepto de “Gestión de mantenimiento” está cobrando cada vez más importancia en todos los campos de la tecnología ya que es una herramienta que aumenta la disponibilidad y fiabilidad de las instalaciones, y en conjunto con los recursos humanos y la automatización de los procesos promueven una alianza que genera óptimos resultados en la eficiencia de los sistemas [1].

Al realizar un análisis de los factores que involucran la operación de un centro comercial, se presentan las siguientes preguntas: ¿Por qué debemos gestionar el mantenimiento de un centro comercial?, ¿No es más fácil y económico corregir las averías de las fallas que se presenten, que implementar todo un plan o modelo de mantenimiento que conlleve un mayor trabajo logístico y de control?

De acuerdo con García [2] es necesario la gestión de mantenimiento, ya que la competencia obliga a rebajar costos de operación, por lo tanto, se deben aplicar técnicas que identifiquen la productividad y la administración donde se implementen estrategias de optimización de los procesos y velar por la seguridad de las personas antes que la operación o producción.

Además, con un análisis del estado previo de los equipos, se pueden identificar fallas que solamente se logran evidenciar al presentarse la falla, dejando por fuera la operación, en cambio, si se identifica de una manera temprana se puede llegar a la causa raíz y extender la vida útil de los equipos y a su vez reducir costos a la operación y evitar equipos fuera de servicio afectando directamente la operación.

De acuerdo a un recorrido de investigación a los principales centros comerciales de la ciudad de Bogotá, se logró determinar que la gestión de mantenimiento se realiza comúnmente mediante planes o actividades de mantenimiento programados y solo correctivos cuando se presentan emergencias. Adicionalmente, los datos recopilados en los cuales existe equipos de monitoreo se tienen solo de forma informativa lo cual genera incertidumbre sobre el estado actual y control de los equipos vitales en la operación.

Debido a la necesidad de tomar los datos recopilados por los equipos de monitoreo y usarlos para realizar una gestión de las actividades de mantenimiento se presenta una serie de procedimientos aplicados para la implementación de un software de gestión, en el cual se explica paso a paso los requerimientos y la forma de cómo debemos priorizar nuestros recursos humanos y técnicos para analizar la información brindada por el BMS (Building Management System) y programar actividades de mantenimiento que corrijan las fallas y minimicen los tiempos de identificación de las mismas.

A continuación, se presentan los objetivos de este trabajo, así como las estructuras y limitaciones del proyecto.

Objetivo general

- Implementar un sistema de gestión de mantenimiento basado en información de BMS (Building Management system) en un centro comercial que permita coordinar los equipos principales y reducir consumo, costos y tiempos de intervención.

Objetivos específicos

- Establecer procedimiento para la implementación y gestión de mantenimiento de los equipos de un centro comercial en la ciudad de Bogotá.
- Desarrollar aplicación de BMS (Building Management system) que gestione, automatice, supervise y monitoree los equipos principales de un centro comercial.
- Integrar la arquitectura de monitoreo y control en BMS para la planeación, diseño y operación de mantenimiento.

El alcance de este trabajo de investigación consiste en implementar un procedimiento para la gestión de mantenimiento de un centro comercial en la ciudad de Bogotá, identificando los requerimientos técnicos y el análisis de las bases de datos del BMS existente por medio de Python e identificar los umbrales de operación de consumo para aplicar a las actividades de mantenimiento con el objetivo de optimizar la coordinación y generar reducción de tiempo y consumo en las diferentes áreas seleccionadas para su estudio.

Una de las limitaciones del proyecto es acceder a la información en tiempo real del centro comercial ya que requiere segmentar la información que se desea analizar y tener una validación previa de los entes de seguridad y control genera traumatismo y aumento en el tiempo previo que se debe verificar al realizar este tipo de proyectos. Adicionalmente, el almacenamiento de los datos no es continuo, ya que no se posee la memoria suficiente para almacenar este tipo de información, así como las bases de datos e historial de los consumos.

Este trabajo está dividido en 8 capítulos que darán respuesta a los objetivos previamente dados los cuales están compuestos por:

Capítulos 1, 2 y 3: Introducción, antecedentes y estado del arte, En estos capítulos se harán un recuento de la necesidad de este trabajo de investigación y como ha sido la evolución de la gestión de mantenimiento a través de los tiempos.

Capítulo 4: Procedimiento para la implementación de un software de gestión, en este capítulo se dará a conocer la manera en la cual debemos recopilar la información para el diseño y los datos necesarios para la infraestructura de nuestro software de mantenimiento.

Capítulo 5: Desarrollo para la aplicación de BMS para la gestión de mantenimiento, en este quinto capítulo se mostrarán los datos recopilados y analizados por nuestro software en el cual se identificarán los perfiles de consumo y los objetivos de diseño para definir el alcance del proyecto.

Capítulo 6: Integración arquitectura de monitoreo BMS con las operaciones de mantenimiento, en este sexto capítulo se realizarán acciones de mantenimiento de acuerdo con las actividades y datos recopilados por el BMS que fueron analizados previamente.

Capítulo 7: Conclusiones, en esta sección se presentan las conclusiones como resultado del desarrollo de este trabajo. Además, se exponen las futuras líneas de trabajo que surgen como análisis de esta tesis.

Capítulo 8: Anexos, en este último capítulo se presentan los datos recopilados del BMS y la información de la encuesta realizada para identificar la percepción de la importancia de la gestión de mantenimiento y el campo de estudio que se desea aplicar.

Mediante la implementación de este modelo, se mostrarán los resultados aplicados en un centro comercial del centro de la ciudad en el cual se logró identificar los puntos críticos de la operación por medio del análisis de las bases de datos del BMS y se tomaron medidas correctivas acerca de los procedimientos y las actividades del plan de mantenimiento en el ámbito de la iluminación y así dar solución a fallas reales del centro comercial.

A continuación, se mostrará un recuento de los antecedentes y el estado del arte que conlleva a identificar y formular la necesidad de este trabajo de investigación.

2. ANTECEDENTES

La segunda guerra mundial fue el punto de partida para el cambio de mentalidad de los procesos productivos, los cuales se basaban solamente en realizar ordenes correctivas, pero debido a la aparición del concepto de confiabilidad en el año de 1950 y el mantenimiento por medio de la mitigación y prevención de daños a los equipos, se produjo una revolución tecnológica con el objetivo de mejorar el desempeño de nuestros procesos [3].

Las máquinas y los sistemas se volvieron cada vez más complejos generando especialidades para los procesos productivos y perfeccionamiento de las técnicas de reparación, instalación y fabricación de los repuestos de los equipos, así como la creación de los planes de mantenimiento y la predicción de las fallas dando lugar a gestionar actividades programadas y toma de acciones y decisiones cuando se presentan anomalías en los equipos, dando el paso a tener los siguientes sistemas principales de mantenimiento: preventivo, correctivo, proactivo y predictivo, este último da la oportunidad de predecir un daño futuro y lograr conocer la vida útil de los equipos [4].

A partir del nacimiento del primer **PLC (Controladores lógicos programables)** Modicon-084 en el año de 1969 por Dick Morley y el llamado de General Motors para diseñar un controlador de máquina estándar que tolere el trabajo continuo a nivel industrial, dando paso a una revolución de empresas privadas a investigar y generar dispositivos y equipos que lograran controlar y administrar los sistemas eficientemente.

Este primer modelo de PLC y su versión actualizada Modicon-184 los llevo a ser líderes a nivel mundial en ventas de controladores programables.

En 1975 ya se tenía como tecnología base el PLC para la industria y el uso de lenguajes y diagramas como el tipo Ladder el cual muestran compuertas abiertas y cerradas para identificar las señales de entrada y las señales de salidas que activan los actuadores.

Los PLC siguieron una evolución a la par con los avances tecnológicos e informáticos que dieron lugar a conectar e identificar los estados de los equipos por medio de un ordenador y centralizar la información a un puesto de control [4].

Entre los años 1980 y 1990 se lograron integrar más eficientemente el funcionamiento de los PLC con los sistemas **SCADA (Control de supervisión y adquisición de datos)** los cuales reemplazaron los interruptores selectores por los relés y temporizadores. El uso de los sistemas SCADA mejoraron enormemente la supervisión de los sistemas sin necesidad de que un operador este en el sitio para manipular los actuadores o interruptores, pero el control y los dispositivos de control ocupaban gran espacio y memoria sin dejar de lado la arquitectura cerrada

generaba difíciles maniobras en caso de modificación de los estándares o actualización de los equipos y desarrollos tecnológicos [4].

En los años 1990 y 2000 el SCADA inició a implementar arquitecturas de códigos abiertos y la capacidad de comunicarse con otros proveedores en red por medio de estándares TI logrando acceder y tener acceso del estado de los equipos de la planta en tiempo real para integrar datos tanto de los procesos productivos, como generación de energía y elaboración o tratamiento de químicos, principalmente con un enfoque industrial y líneas de producción.

Por otro lado, con los desarrollos en las infraestructuras de las ciudades conlleva al aumento en el tamaño de las edificaciones, el número de equipos de monitoreo y mayor cantidad de personal operativo para atender las fallas de los equipos, por tal motivo desde su aparición en los años 70 el **BMS (Building management system)** a la fecha ha estado a la vanguardia de la tecnología para llevar a otro nivel la administración y monitoreo de los edificios por medio del internet de las cosas IoT integrando todos los sistemas como mecánicos, iluminación, tableros eléctricos, sistemas sanitarios y seguridad electrónica.

A partir de las características de los tipos de mantenimiento se da a conocer el concepto de plataforma comercial el cual se define como un modelo urbano y arquitectónico que surge en los suburbios del medio oeste de Estados Unidos en el año 1956. El precursor de esta tipología es Víctor Gruen, quien propone el centro comercial como la unidad básica de planificación urbana. [5]

Gruen estableció los principios organizativos y arquitectónicos de espacios comerciales con temperatura controlada, y su objetivo principal era el de trascender la función comercial. Según Haydee Feliz, los centros comerciales debían cubrir las necesidades físicas, cívicas, sociales, culturales, y colmar el vacío de la vida urbana.

De acuerdo con el libro Siervo sin tierra (1994) de Eduardo Caballero en el cual relata las migraciones del pueblo colombiano y el crecimiento que generó las grandes urbes en la ciudad de Bogotá fomentaron la llegada de miles de desplazados que huían de la violencia en busca de nuevas oportunidades ya que en el campo eran complejas de conseguir [6]. Estas migraciones incentivaron el desarrollo de la capital y el paisaje de la ciudad se fue modificando para adecuar a gran cantidad de familias que llegaron de diferentes regiones del país.

En el avance vertiginoso de la construcción se generó a partir del año 2000 la construcción masiva de centros comerciales grandes (desde 40.000 m²), medianos (desde 20.001 m²) y pequeños (5.001 m²) con un acumulado total de 256 plataformas comerciales al año 2020 [7].

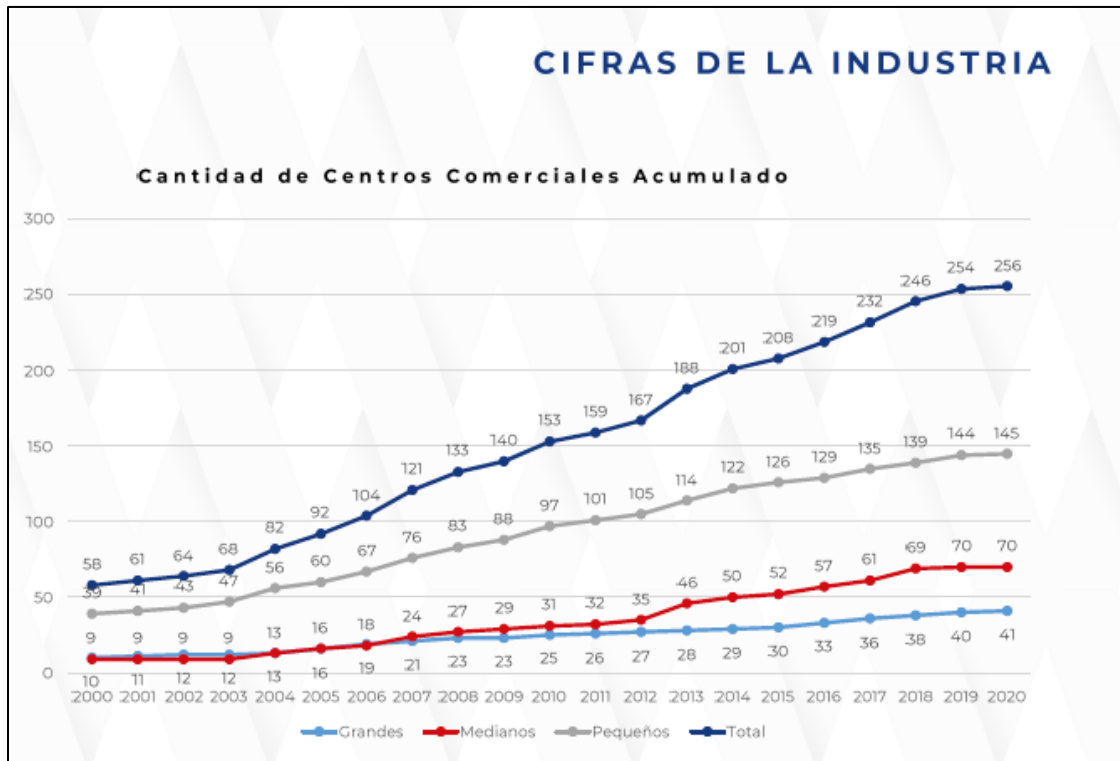


Ilustración 1. Cifras centros comerciales. Fuente: [9]

El desarrollo sostenible de una ciudad requiere de un orden y un lineamiento que garantice la capacidad de potencia eléctrica necesaria para suplir los equipos e iluminación de las zonas industriales y comerciales, teniendo en cuenta la demanda y la oferta se aumentó exponencialmente la construcción de grandes complejos comerciales para satisfacer las necesidades.

Si embargo, ese crecimiento desbordado generó grandes complicaciones en el momento de realizar un mantenimiento adecuado y sostenible de las instalaciones y los equipos, por tal motivo, se han creado diferentes programas y leyes a nivel nacional para que la eficiencia energética no baje los estándares de calidad, se potencialice el uso de recursos renovables y la implementación de energías limpias y autosostenibles sin dejar de lado el desarrollo de las grandes ciudades.

En el año 2005 se instauró el PROURE “Programa de uso Racional y Eficiente de la energía”, el cual tiene por objetivo principal aplicar gradualmente acciones para aumentar la EE (Eficiencia Energética) en toda la cadena energética del país. En el sector industrial y comercial tiene como ejes principales la mejora de la gestión de la energía, optimización del uso de la energía en motores, actualización en los sistemas de iluminación, adicionalmente, realizar diferentes auditorias en organismos públicos para comparar su consumo e identificar oportunidades de ahorro estimado en un 40% [8].

En el documento “Plan Energético Nacional – Colombia: Ideario Energético 2050” la Unidad de Planeación Minero energética (UPME) en el sector industrial se

recomienda que las medidas EE se orienten para reducir el consumo entre un 8 y 15% además de la sustitución de equipos obsoletos para ahorrar alrededor de un 25% [8].

Este tipo de programas dan un punto de partida con el objetivo de gestionar los equipos y actividades de mantenimiento tanto del sector industrial como de las grandes plataformas comerciales que día a día se convierten en parte fundamental en el desarrollo de las regiones.

Hoy en día Bogotá se ha convertido en un epicentro de la actividad económica del país en el cual los 20 principales centros comerciales de la capital registraron unos ingresos cercanos a los 304.000 millones de pesos; y entre los centros comerciales en el ranking # 1 está el Centro comercial Unicentro con un crecimiento mayor al 1,4% respecto al año 2017 y el Centro Comercial Santafé en segundo lugar con crecimiento superior al 14,7% con un tiempo menor, se observa un acelerado desarrollo en diferentes sectores de la economía el cual debe estar a la vanguardia de los avances tecnológicos tanto de los procesos como de los equipos de operación [9].

En el siglo XXI los centros comerciales se han convertido en parte fundamental de la cultura del ser humano, dentro de ellos se puede realizar todo tipo de actividades como por ejemplo: compras de electrodomésticos, compra de víveres, ropa, pago de servicios públicos, trámites bancarios, discotecas, bares, deportes, cine, eventos, conciertos, entre otros, por tal motivo, es de vital importancia mantener la confiabilidad de los equipos por encima de los estándares de operación, ya que se tienen gran cantidad de sistemas y subsistemas trabajando para el mismo fin, y en caso de presentarse alguna variación o alerta se deben tomar medidas y acciones de acuerdo con los protocolos y procedimientos establecidos para volver al estado normal de operación y de este modo, mitigar el riesgo con el fin de evitar a todo costo las fallas en los sistemas.

3. ESTADO DEL ARTE

En esta sección se presenta el avance del desarrollo del país en lo que concierne a las plataformas comerciales y su relación con la gestión de mantenimiento mediante las diferentes técnicas usadas y el desarrollo tecnológico de los equipos implementados.

En los 50 aparecieron los primeros supermercados, introducidos al país por las tradicionales cadenas de comercio al por menor, especialmente Tía, Ley y Carulla, que abrió su primer supermercado en la calle 57 con carrera 21, en Bogotá [10].

“La historia recuerda las aperturas del centro comercial Oviedo, en Medellín, y de Unicentro, en Bogotá, como los primeros de características internacionales. De ahí en adelante el desarrollo ha sido tal que hace tres años, en pleno auge de este mercado en el país, la Federación Nacional de Comerciantes (Fenalco) advirtió que cada 23 días se abría un centro comercial en Colombia” [10].

De acuerdo a la Ilustración 3 se puede observar que la gestión de mantenimiento es un proceso que inició a partir de los años 50 fijando la ruta hacia el desarrollo de estudios y modelos matemáticos para identificar la confiabilidad de los sistemas [11].

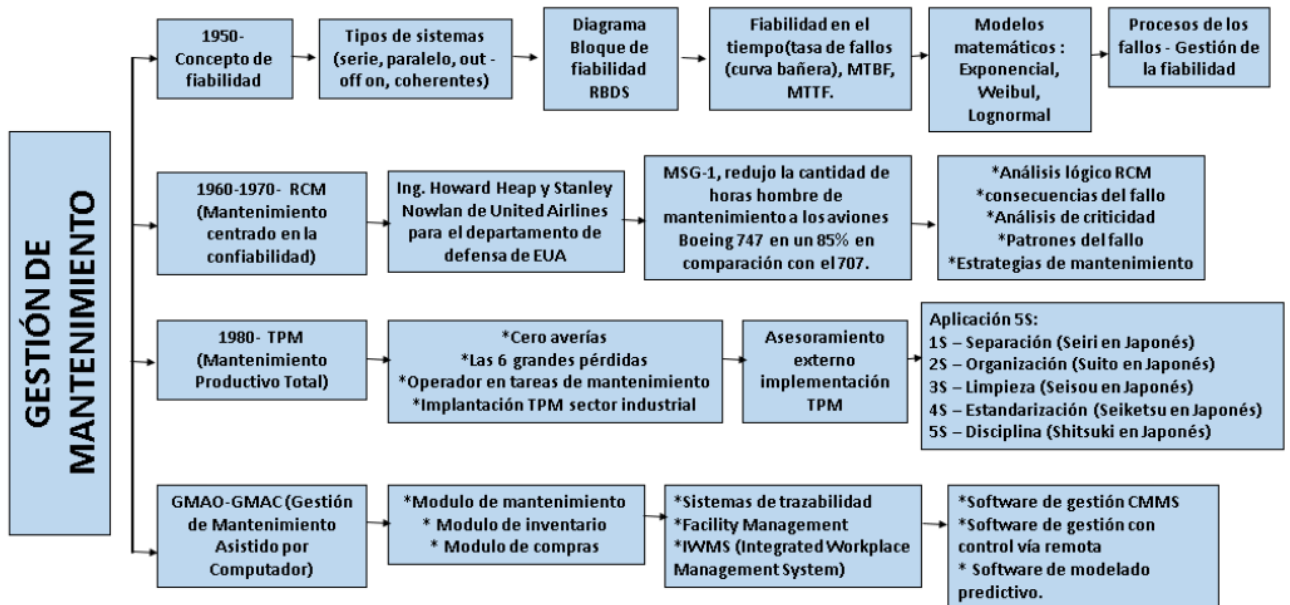


Ilustración 2. Estado del arte- Gestión del mantenimiento - Fuente: creación propia

A partir de allí, se realiza una investigación exhaustiva sobre la eficiencia en las actividades y sistemas de producción inicialmente para mantenimiento de las unidades militares y producción industrial de las medianas y grandes empresas.

Dentro de esta búsqueda de implementar mecanismos y técnicas para el desarrollo del mantenimiento se encuentran el RCM (Mantenimiento centrado en la confiabilidad) y el TPM (Mantenimiento Productivo Total), los cuales dan herramientas necesarias para crear conciencia tanto de los jefes, como de los operadores de las fábricas acerca de la importancia de la gestión de mantenimiento a nivel productivo.

En la ilustración 4 se muestra el árbol de causas y efectos dados por la ausencia de una correcta gestión de mantenimiento en la operación de los centros comerciales, generando una secuencia de falencias que conllevan a disminuir la vida útil y eficiencia de los equipos.

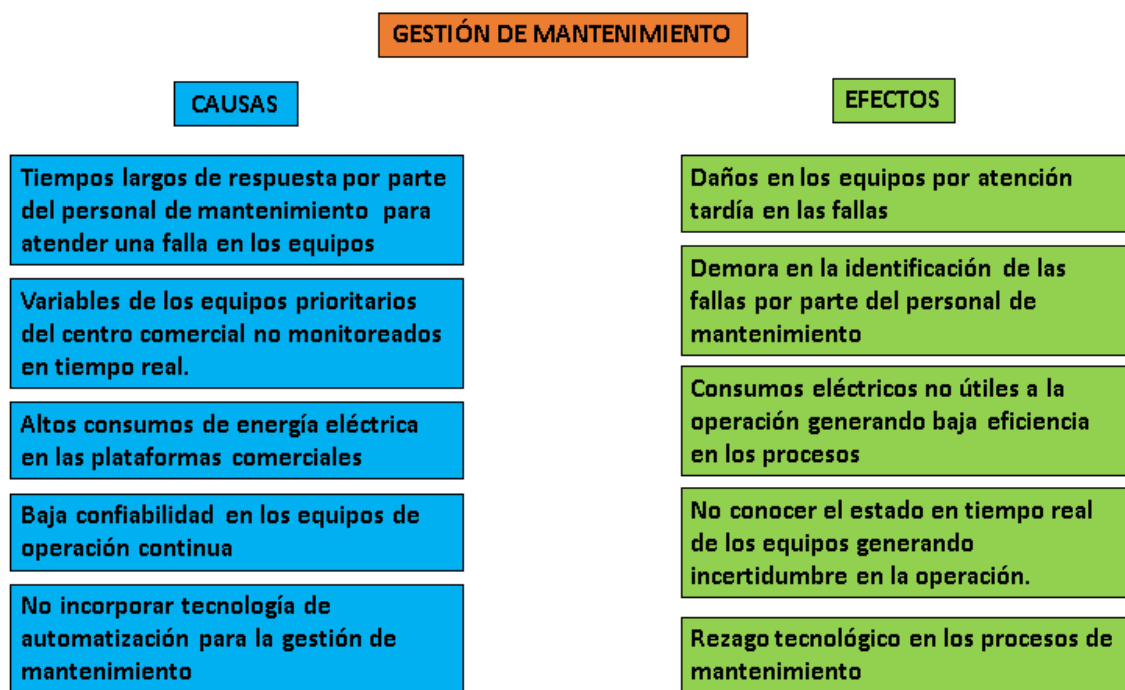


Ilustración 3. Árbol de causas y efectos Fuente: Creación propia

Con la llegada de la tecnología de las comunicaciones se logra unificar estos mecanismos a un control asistido por un ordenador (GMAO, GMAC o CMMS) [11] y lograr organizar y gestionar los activos en estudio de una manera más eficiente con el objetivo de reducir tiempo en el desarrollo y atender oportunamente los requerimientos prioritarios.

“Según la agencia internacional de energía, las edificaciones consumen más del 30% de la energía en todo el mundo y se espera que para el 2050, los países de Latinoamérica sean responsables del 6% del uso a nivel mundial, es decir, un 40% más de lo que se consume actualmente” [12]. Esto viene de la mano del desarrollo

exponencial de la infraestructura del país el cual requiere un sistema abierto, interoperable y adaptado al internet de las cosas (IoT) el cual ayuda a los centros de control de cada una de estas edificaciones tener más seguridad, identificación temprana de fallas, disminuir consumo energético y el aumento de la eficiencia de los equipos.

Los BMS (Building Management System) aplicados a los sistemas de gestión de mantenimiento están compuestos por un hardware y software, los cuales supervisan por medio de los dispositivos de medición y control, los equipos y dispositivos principales del edificio inteligente en el cual se está implementando [10].

Debido a búsqueda de nuevos sistemas estandarizados, se logró estructurar el “Fieldbus”, el cual conecta la parte física con los protocolos de comunicación y son compatibles con los demás diseños y arquitecturas estructuradas a nivel mundial [13].

A partir de los sistemas estandarizados y abiertos, se incorporaron los PLC (Controladores lógicos programables) mediante protocolos de comunicación de tipo TCP/IP, el cual realiza una comunicación vía internet por medio de redes WAN que logra generar una conexión directa entre la máquina y un controlador [14].

A continuación, se dará a conocer la evolución de los protocolos de comunicaciones y las características principales, sus desarrolladores y el objetivo principal de cada una de ellas. (Ver Ilustración 4)

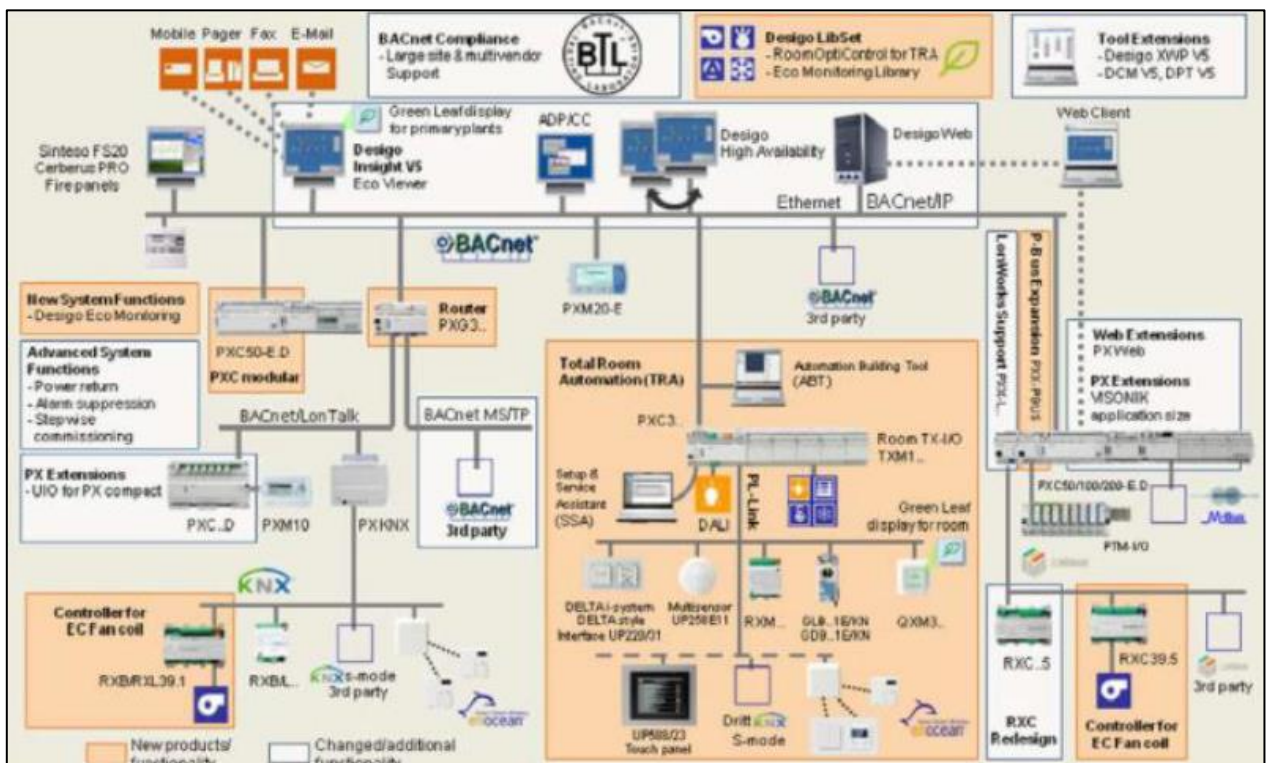


Ilustración 4. Topología sistema BMS (Fuente: Pliego para Instalación de Control BMS; Ministerio de Economía y Competitividad y CNIO)

A partir de los años 70 aparecen los BMS (Building Management System) en el cual se inicia la búsqueda de la gestión del mantenimiento y sistemas de control para edificios inteligentes.

Los BMS integran sistemas de control de iluminación, control de acceso, sistema de ventilación, aire acondicionado, alarmas, dispositivos de bombeo, extracción, inyección, entre otros, con el fin de lograr una gestión mediante protocolos que optimicen los diferentes sistemas que se encuentran en la operación [11].

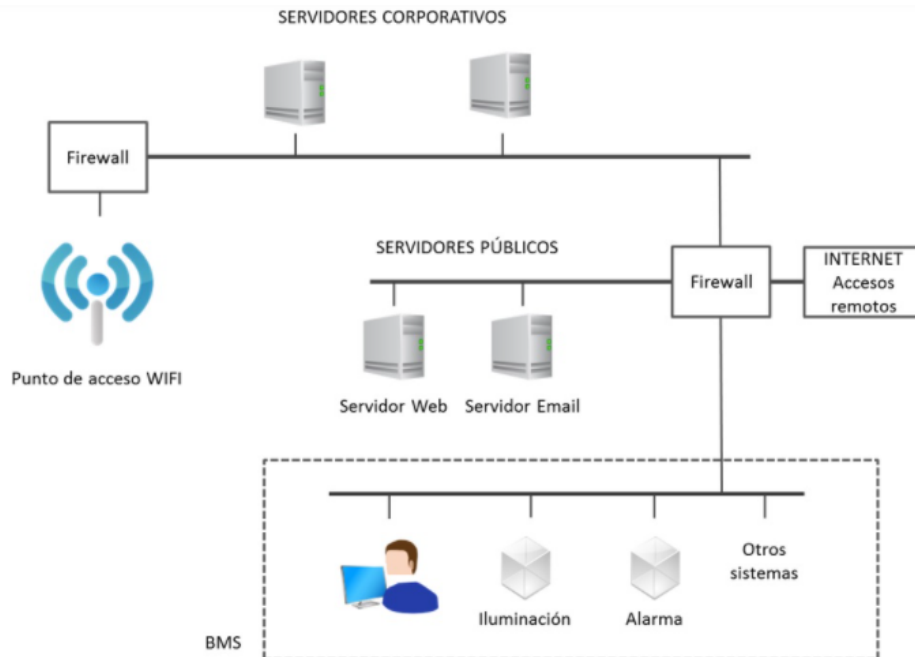


Ilustración 5. Diagrama de red de un BMS con medidas de seguridad. Fuente: [11]

De acuerdo con las ilustraciones 4 y 5, se pueden complementar los protocolos de comunicación con las aplicaciones que se pueden obtener de los BMS, para realizar una gestión de mantenimiento eficiente a la vanguardia de la tecnología. La gestión de mantenimiento por medio de los BMS da la oportunidad de obtener la información en tiempo real de las características de los sistemas y por medio de los protocolos de comunicación generar actuadores que optimicen los equipos y efectúen el control vía online por medio de los servidores.

La gestión de mantenimiento en las grandes plataformas comerciales ha pasado de ser una coordinación rudimentaria y a prueba y error a incorporar y combinar tecnologías como son los BMS y GMAO en conjunto con los protocolos de comunicación existentes y software de gestión para centralizar la información.

Algunos ejemplos de los softwares de gestión de mantenimiento son los siguientes [15]:

1. myGESTIÓN GMAO
2. Protecenus
3. Gmao Solution
4. Carl Software
5. GMAO Linx
6. ValueKeep
7. Abismo GMAO
8. Ecogestor
9. Izaro MMS
10. Trey GMAO, entre otros.

Cada uno de los anteriores softwares de gestión de mantenimiento posee sus características especiales al sector productivo, encargado de la coordinación y logística en el control de activos de diferentes áreas de la industria, cada uno posee una matriz operativa capaz de gestionar las actividades, infraestructura y equipos del sector productivo.

La tendencia de la gestión del mantenimiento en los años próximos trae consigo retos en el desarrollo y unificación de los siguientes conceptos:

- Mantenimiento predictivo: Máquinas conectadas en red que dan la capacidad de conocer el estado y las fallas que se están presentando en tiempo real sin necesidad de hacer paradas técnicas e identificar los elementos próximos a fallar ya sea por vida útil o por factores holísticos del entorno [16].
- Sistemas Cibernéticos (CPS): Se debe tener una cooperación entre los sistemas informáticos con las máquinas físicas. Se puede recuperar información del estado por medio de los sistemas y físicamente volver a ubicarse en el punto o estado deseado [16].
- Inteligencia Artificial (IA): Construir máquinas inteligentes capaces de hacer las tareas que normalmente requieren de trabajo humano. Procesar gran cantidad de datos e identificar los patrones y sacar conclusiones sobre la toma de decisiones [16].
- Aprendizaje automático (ML): Computadoras de alto nivel capaces de encontrar patrones en una gran cantidad de bases de datos que logren sacar conclusiones y aporten ampliar el conocimiento acerca de un tema en específico.
- Internet Industrial de las cosas (IIoT): Tener la posibilidad de conectar máquinas, equipos y personas para compartir información entre ellas. Esta información recopilada proporciona la manera de rastrear e intercambiar información que ayudan a mejorar los procedimientos de fabricación y retroalimentación de los datos recopilados.
- Big Data: Describe la enorme cantidad de información que se puede recopilar, analizar y usar para encontrar parámetros y tendencias que

optimicen y generen reducir costos de operación y tener la capacidad de determinar causas y efectos para la toma de decisiones [16].

A continuación, en el primer capítulo de este trabajo se presenta el procedimiento para implementación de un software de gestión el cual será el punto de partida hacia la implementación de un software de gestión de mantenimiento.

4. PROCEDIMIENTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SOFTWARE DE GESTION

En este primer capítulo se mostrarán los pasos para identificar los requerimientos para la implementación los cuales son: Recopilación de la información, diseño del software y definición del alcance del proyecto.

4.1 Recopilación de información

Para la identificación de las características propias de los centros comerciales se debe tener en cuenta los siguientes pasos, los cuales son útiles para organizar y determinar los parámetros y lineamientos que se deben tener en cuenta a la hora de determinar las necesidades básicas del centro comercial en estudio y por medio de estas características lograr diseñar la hoja de ruta que se debe ejecutar en las actividades de mantenimiento.

Se implementará para el caso de estudio el Centro comercial Cafam Floresta, ubicado en la Avenida Cra. 68 no. 90 – 88 localidad de Barrios Unidos Bogotá/ Colombia.



Ilustración 6. Ubicación Centro Comercial Cafam Floresta Fuente: Google Maps

El centro comercial está ubicado en una zona céntrica y estratégica de la ciudad de Bogotá, siendo pionero de los centros comerciales de la capital, se fundó a mediados de los años 80 por tal motivo es muy visitado por diferentes sectores de la economía de la ciudad.

“La Floresta cuenta con 150 establecimientos comerciales, seis salas de Cinemark, entidades bancarias, Centro de Crédito Cafam, spa, agencia de viajes y turismo, veterinaria, Fútbol 5, centro de servicio automotriz, salón de belleza, guardería y seis niveles de parqueaderos” [17].

Adicionalmente, cuenta con un mall de comidas que puede albergar más de 1000 personas y un teatro que presenta más de 47 funciones con una asistencia de más de 20.000 personas anualmente.

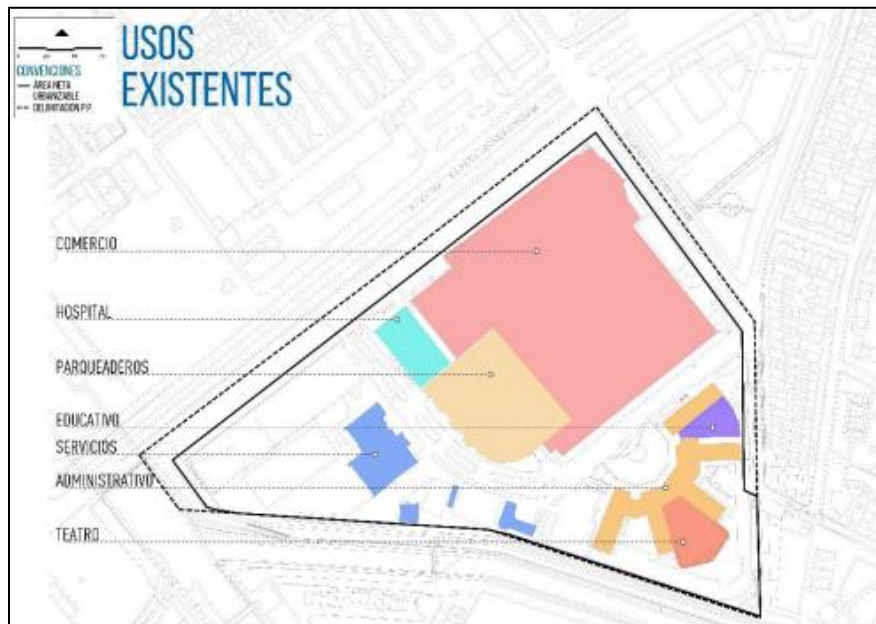


Ilustración 7. Servicios existentes Cafam Floresta. Fuente: [18]

De acuerdo con la ilustración 8 se pueden observar todos los servicios esenciales que presenta el centro comercial tanto administrativo, educativo, recreación, deportes y comercio, así como el centro médico que consta de servicios de urgencias, odontología, imagenología y hospitalización.

Debido a la gran cantidad de servicios centralizados, se debe tener una alta confiabilidad en el comportamiento de los sistemas y por ende control centralizado de cada uno de los procesos.

A partir de conocer las características del centro comercial que vamos a implementar el software de gestión el siguiente paso es la identificación de los

equipos y sistemas prioritarios para ajustar el alcance del proyecto a las zonas esenciales.

Existe gran cantidad de sistemas básicos en la operación de equipos, y algunos de los principales son los siguientes [19]:

- Sistema Mecánico
- Sistema Eléctrico
- Sistema Hidráulico
- Sistemas Neumáticos

Todos los equipos principales del centro comercial están incluidos en el plan de mantenimiento preventivo general el cual corresponde a las frecuencias y las actividades de cada uno de los sistemas del centro comercial. Se tienen los siguientes planes de mantenimiento:

INSPECCIÓN VISUAL SUBESTACIONES ELÉCTRICAS																									
Actividad	Periodicidad	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO			
		S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
INSPECCION VISUAL DE S/E SEDE ADMINIS No 9	mensual																								
INSPECCION VISUAL DE S/E SEDE ADMINIS No 10	mensual																								
INSPECCION VISUAL SUBESTACION McDONALDS	mensual																								
INSPECCION VISUAL SUBESTACION LA POLAR	mensual																								
INSPECCION VISUAL SUBESTACION ÉXITO No 2	mensual																								
INSPECCION VISUAL SUBESTACION ÉXITO No 6	mensual																								
INSPECCION VISUAL SUBESTACION ÉXITO No 7	mensual																								
INSPECCION VISUAL S/E C.C No 1	mensual																								
INSPECCION VISUAL S/E C.C No 3	mensual																								
INSPECCION VISUAL S/E C.C No 4	mensual																								
INSPECCION VISUAL S/E C.C No 8	mensual																								
RESPONSABLE																									

Ilustración 8. Cronograma inspecciones S/E. Fuente: Plan mtto C.C

INSPECCION VISUAL ESCALERAS Y RAMPAS																									
Actividad	Periodicidad	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO			
		S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
INSPECCION VISUAL ESCALERAS Y RAMPAS ELECTRICAS NO	mensual																								
INSPECCION VISUAL ESCALERAS Y RAMPAS ELECTRICAS SUR	mensual																								
INSPECCION VISUAL ESCALERAS ÉXITO 1	mensual																								
INSPECCION VISUAL ESCALERAS EXTIO 2	mensual																								
INSPECCION VISUAL ESCALERAS ÉXITO 3	mensual																								
INSPECCION VISUAL ESCALERAS ÉXITO 4	mensual																								
INSPECCION VISUAL ESCALERAS ÉXITO 5	mensual																								
INSPECCION VISUAL ESCALERAS NUEVA ZONA PISO 1	mensual																								
INSPECCION VISUAL ESCALERAS NUEVA ZONA PISO 2	mensual																								
RESPONSABLE																									

Ilustración 9. Cronograma Inspección rampas y escaleras eléctricas. Fuente: Plan mtto C.C

INSPECCIÓN VISUAL PLANTAS ELECTRICAS																									
Actividad	Periodicidad	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO			
		S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
INSPECCION VISUAL PLANTA ELECTRICA BLOQUE 3	mensual	■				■				■				■				■				■			
INSPECCION VISUAL PLANTA ELECTRICA PARQU-TEATRO	mensual		■				■				■				■				■				■		
INSPECCION VISUAL PLANTA CERCA A CINEMARK	mensual			■			■				■				■				■				■		
INSPECCION VISUAL PLANTA C. CONVENCIONES SUB 2	mensual				■			■				■				■				■				■	
INSPECCION VISUAL PLANTA No 8-PARQUEADEROS	mensual	■				■				■				■				■				■			
INSPECCION VISUAL PLANTA No 3- PROVEEDURIA	mensual		■				■				■				■				■				■		
INSPECCION VISUAL PLANTA No 4- PROVEEDURIA	mensual			■			■				■				■				■				■		
INSPECCION VISUAL PLANTA FLORESTA	mensual				■			■				■				■				■				■	
INSPECCION VISUAL PLANTA No 1 ENTRADA PERSONAL	mensual	■				■				■				■				■				■			
INSPECCION VISUAL PLANTA No 2 ENTRADA PERSONAL	mensual		■				■				■				■				■				■		
INSPECCION VISUAL PLANTA PASILLO POLAR	mensual			■			■				■				■				■				■		
INSPECCION VISUAL PLANTA McDONALDS	mensual			■			■				■				■				■				■		
INSPECCION VISUAL PLANTA CREPES N WAFLES	mensual	■				■				■				■				■				■			
INSPECCION VISUAL PLANTA IMAGENOLOGIA	mensual		■				■				■				■				■				■		
RESPONSABLE																									

Ilustración 10. Cronograma plantas eléctricas. Fuente: Plan mtto C.C

INSPECCIONES ASCENSORES																									
Actividad	Periodicidad	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO			
		S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
INSPECCION VISUAL ASCENSORES CINEMAS	Mensual	■				■				■				■				■				■			
INSPECCION VISUAL ASCENSORES TORRE DE PARQUEDAEROC	Mensual		■				■				■				■				■				■		
INSPECCION VISUAL ASCENSORES EXITOS	Mensual			■			■				■				■				■				■		
INSPECCION VISUAL ASCENSOR PANORAMICO ENTRADA	Mensual				■			■				■				■				■				■	
INSPECCION VISUAL ASCENSOR PANORAMICO CONVENCIO	Mensual	■				■				■				■				■				■			
INSPECCION VISUAL ASCENSORES NORTE-SUR-GERENCIA	Mensual		■				■				■				■				■				■		
RESPONSABLE																									

Ilustración 11. Cronograma inspecciones ascensores. Fuente: Plan mtto C.C

INSPECCIONES TABLEROS ELÉCTRICOS		ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO			
Actividad	Periodicidad	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
MTTO ELECTRICO TABLEROS ALUMBRADO NUEVA ZONA	Bimensual																								
MTTO ELECTRICO TABLEROS ALUMBRADO ALAMEDA	Bimensual																								
MTTO ELECTRICO TABLEROS ALUMBRADO SEGURIDAD	Bimensual																								
MTTO ELECTRICO TABLERO RED CONTRA INCENDIO ANT	mensual																								
MTTO ELECTRICO TABLERO RED AGUA POTABLE ANT	Bimensual																								
MTTO ELECTRICO TABLERO RED LA POLAR	mensual																								
MTTO ELECTRICO TABLEROS ALUMBRADO PARQ P1	Bimensual																								
MTTO ELECTRICO TABLEROS ALUMBRADO PARQ P2	Bimensual																								
MTTO ELECTRICO TABLEROS ALUMBRADO PARQ P3	Bimensual																								
MTTO ELECTRICO TABLEROS ALUMBRADO PARQ P4	Bimensual																								
MTTO ELECTRICO TABLEROS ALUMBRADO PARQ P5	Bimensual																								
MTTO ELECTRICO TABLEROS TDG SOTANO -1	Bimensual																								
MTTO ELECTRICO TABLEROS ALUMBRADO	Bimensual																								
MTTO ELECTRICO TABLEROS ALUMBRADO	Bimensual																								
MTTO ELECTRICO TABLEROS ALUMBRADO	Bimensual																								
TABLERO ELECTRICO DE SISTEMA AGUA POTABLE	Bimensual																								
TABLERO ELECTRICO DE SISTEMA RED CONTRA INCENCIO	Bimensual																								
TGA BLOQUE 1	Bimensual																								
TGA BLOQUE 2	Bimensual																								
TGA BLOQUE 3	Bimensual																								
TGA BLOQUE 4	Bimensual																								
TGA BLOQUE 5	Bimensual																								
TABLERO BOMBA EYECCIONDE AGUAS QUILLA 5	Bimensual																								
TABLERO BOMBA EYECCIONDE AGUAS CENTRAL DE SERVIC	Bimensual																								
TDG ALUMBRADO Y DISTRIBUCION ELECTRICA QUILLA 1	Bimensual																								
TDG ALUMBRADO Y DISTRIBUCION ELECTRICA QUILLA 3	Bimensual																								
TDG ALUMBRADO Y DISTRIBUCION ELECTRICA QUILLA 5	Bimensual																								
TABLERO ELECTRICO BOMBAS POZO NIVEL FREATICO QUILL	Bimensual																								
TDG ALUMBRADO Y DISTRIBUCION ELECTRICA PARQUEADER	Bimensual																								
TDG DE PARCIALES BLOQUE 1	Bimensual																								
TDG DE PARCIALES BLOQUE 2	Bimensual																								
TDG DE PARCIALES BLOQUE 3	Bimensual																								
TDG DE PARCIALES BLOQUE 4	Bimensual																								
TDG DE PARCIALES BLOQUE 5	Bimensual																								
TABLEROS DE CIRCUITOS P1B1	Bimensual																								
TABLEROS DE CIRCUITOS P2B1	Bimensual																								
TABLEROS DE CIRCUITOS P3B1	Bimensual																								
TABLEROS DE CIRCUITOS P4B1	Bimensual																								
TABLEROS DE CIRCUITOS P5B1	Bimensual																								
TABLEROS DE CIRCUITOS P1B2	Bimensual																								
TABLEROS DE CIRCUITOS P2B2	Bimensual																								
TABLEROS DE CIRCUITOS P3B2	Bimensual																								
TABLEROS DE CIRCUITOS P4B2	Bimensual																								
TABLEROS DE CIRCUITOS P5B2	Bimensual																								
TABLEROS DE CIRCUITOS P1B3	Bimensual																								
TABLEROS DE CIRCUITOS P2B3	Bimensual																								
TABLEROS DE CIRCUITOS P3B3	Bimensual																								
TABLEROS DE CIRCUITOS P4B3	Bimensual																								
TABLEROS DE CIRCUITOS P5B3	Bimensual																								
TABLERO PRINCIPAL TDG TEATRO	Bimensual																								
TABLERO PRINCIPAL BOMBAS CAFETERIA	Bimensual																								
TABLERO PRINCIPAL BOMBAS AREA PLANTA ELECTRICA	Bimensual																								
TRANSFERENCIA PLANTA ELECTRICA	Bimensual																								
CAJA DE BREACKERS TRAS ESCENA	Bimensual																								
CAJA DE BREACKERS TAQUILLA	Bimensual																								
TABLERO DISTRIBUCION LUCES FUENTE	Bimensual																								
RESPONSABLE																									

Ilustración 12. Inspecciones tableros eléctricos C.C Fuente: Plan mto C.C

Al generar las frecuencias de los mantenimientos se asignan las actividades y los parámetros prioritarios y las variables esenciales de nuestros equipos como son: voltaje, corrientes, temperatura, presión, niveles de aceite, combustibles, caudal, entre otros y estos datos se deben recopilar en la hoja de vida de cada uno de ellos para los futuros mantenimiento o para la búsqueda de fallas.

Se implementaron los siguientes formatos de inspección con sus respectivas características y recomendaciones que se deben tener en cuenta al realizar el mantenimiento preventivo.

Subestaciones:

MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
UBICACIÓN		FECHA:	
REFERENCIA		TIPO ACTIVIDAD	
IDENTIFICACION DEL ELEMENTO			
	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	ESTADO (BUENO, MALO,CAMBIO)
SUBESTACIONES ELECTRICAS	Verificación de la identificación de los circuitos.	Mensual	
	Limpieza de polvo (soplado)	Mensual	
	verificacion de mangnitudes electricas (voltaje, amperaje, potencias)	Mensual	
	verificacion de demarcaciones del area	Mensual	
	verificaciones de fallos activos en el panel.	Mensual	
	Funcionamiento de ventiladores	Mensual	
	Verificacion de fugas de liquidos	Mensual	
OBSERVACIONES			
FECHA	REALIZADO POR	VERIFICADO POR	

Ilustración 13. Formato orden de mantenimiento S/E. Fuente: Creación propia



Ilustración 14. Subestaciones eléctricas C.C. Fuente: Centro comercial Cafam Floresta.

Para los mantenimientos en las subestaciones se debe contar con personal calificado y certificado, además, con la supervisión del personal de seguridad industrial autorizado que esté al tanto durante todo el tiempo que dure la actividad de mantenimiento.

Adicionalmente, se debe contar con los Epps adecuados como son los trajes ignífugos de acuerdo a las categorías y tipo de trabajos a realizar [20]



Ilustración 15. Traje ignífugo para maniobras en subestaciones. Fuente: Tecsagro.com [20]

Plantas eléctricas:

MANTENIMIENTO PREVENTIVO					
UBICACIÓN		FECHA:			
REFERENCIA	TIPO ACTIVIDAD				
IDENTIFICACION DEL ELEMENTO					
	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	ESTADO (BUENO, MALO, CAMBIO)		
PALNTAS ELECTRICAS	Verificacion de anclajes	Mensual			
	Verificacion de ciclos de operación	Mensual			
	Verificacion de parametros de funcionamiento electricos	Mensual			
	Verificaciones de parametros de funcionamiento hidraulicos (presion de aceite, refrigerante, combustible)	Mensual			
	verificaciones de fallos activos en el panel.	Mensual			
	Funcionamiento de ventiladores	Mensual			
	Verifiacion de carga de baterias	Mensual			
	Verificacion nivel de ACPM, reponer en caso tal	Mensual			
	Verificacion de precalentadores	Mensual			
	Verificacion de demarcacion de area	Mensual			
OBSERVACIONES					
FECHA	REALIZADO POR	VERIFICADO POR			

Ilustración 16. Formato orden de mantenimiento Plantas eléctricas. Fuente: Creación propia



Ilustración 17. Plantas eléctricas C.C. Fuente: Centro comercial Cafam Floresta.

Al realizar un mantenimiento preventivo a las plantas eléctricas es de vital importancia seguir las siguientes recomendaciones:

- ✓ El bypass de energía generada y la energía suministrada externa siempre debe estar en **Automático**, esto genera confiabilidad en los sistemas y operará adecuadamente cuando se requiera.

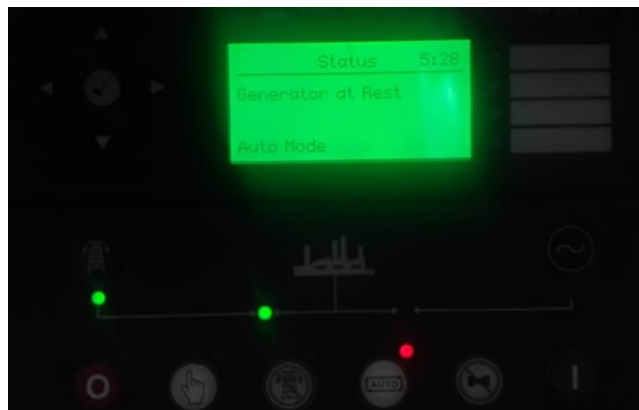


Ilustración 18 Planta eléctrica- AUTOMATICO. Fuente: Planta centro comercial Cafam Floresta

- ✓ Identificar claramente que el precalentador esté funcionando correctamente, ya que evitará un arranque forzado y reducirá la vida útil del equipo.
- ✓ Verificar el estado de las baterías tanto de la carga como las borneras y estado del cableado.
- ✓ Realizar regularmente los test de prueba para conocer el funcionamiento de la misma (regularmente por lo menos 1 vez por semana).
- ✓ Verificar los niveles de combustibles, estado de las válvulas y las rutas de cargue.
- ✓ Contar con un stock de equipos y repuestos de reserva que estén disponibles cuando se generen daños por vida útil de los equipos de generación. Tener presente que la mayoría de estos repuestos son de importación y pueden durar varios días o hasta meses para conseguirlos.
- ✓ Se debe contar con una empresa especializada para que realice los mantenimientos correctivos y preventivos especializados a las pruebas de generación.

Ascensores y rampas:

MANTENIMIENTO PREVENTIVO						
UBICACIÓN				FECHA:		
REFERENCIA	TIPO ACTIVIDAD					
IDENTIFICACION DEL ELEMENTO						
	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	ESTADO (BUENO, MALO,CAMBIO)			
RAMPAS ELECTRICAS	Revisión de la banda pasamanos (que no este dañada, picada, rota, destensionada,etc)	semanal				
	revisión de la banda metalica (que no este suelta, ni elementos que la obtruyan	semanal				
	Revisión de los guardapasos (que los peines este buenos, sin dientes rotos, etc)	semanal				
	revisión del accionamiento electrico (que funcione en ambos sentidos).	semanal				
	Revisión de ruidos	semanal				
	Revisión de los protectores de vidrio (que no este quebrados, fisurados)	semanal				
	Revisión de señalizacion peligro (que este asegurada, no este rota, etc).	semanal				
OBSERVACIONES						
FECHA	REALIZADO POR	VERIFICADO POR				

Ilustración 19. Formato orden de mantenimiento escaleras y rampas eléctricas. Fuente: Creación propia

Las rampas y escaleras son equipos primordiales en un centro comercial ya que deben estar siempre en funcionamiento durante el horario de atención del centro comercial. En caso de fallas o bloqueos se generan traumatismos en la movilidad de los clientes afectando directamente la atención de los servicios.

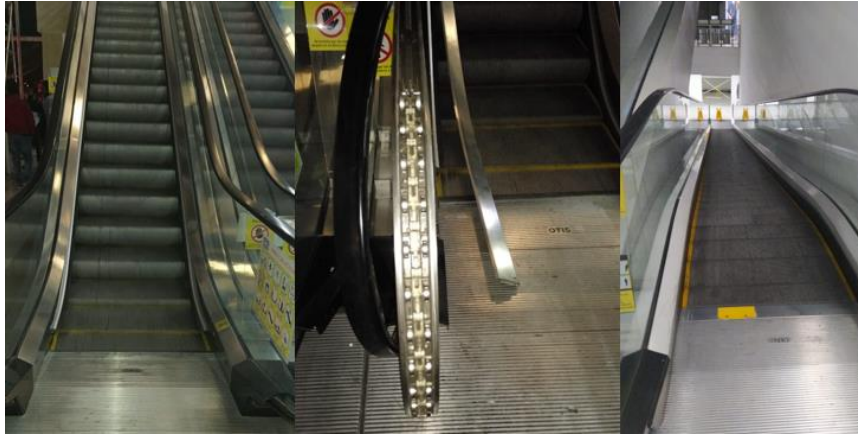


Ilustración 20. rampas y escaleras eléctricas C.C. Fuente: Centro comercial Cafam Floresta

El centro comercial consta de 2 rampas eléctricas que van del sótano al piso 5 y 4 escaleras eléctricas que dan la entrada y salidas del almacén Éxito.

Las inspecciones visuales a este tipo de equipos son esenciales ya que por ser un equipo que la mayoría de sus partes son mecánicas generan un desgaste continuo y en muchos casos con solo la identificación de un sonido o vibración se puede detectar que los elementos están generando desgaste o atascamiento.

Los bloqueos y atascamientos de este tipo de elementos se producen principalmente por elementos que las personas dejan caer, por tal motivo se debe hacer una verificación minuciosa de los rieles y retirar todo tipo de material entre las uñas de las bases, también se deben mantener los niveles de lubricación del motor y sistemas móviles correctamente alineados.

Los sistemas de paro de emergencia y control deben estar totalmente aislados a la humedad y con acceso restringido a los cuartos técnicos.

Las escaleras y rampas de acuerdo al proveedor se activan por medio de unas llaves ubicadas en la zona inicial de la misma y esta debe manipularse hacia el lado correcto que está indicado. Se debe solicitar al proveedor varias copias de las llaves y ubicarlas en diferentes zonas y encargados con el fin de tener varias opciones para habilitar rápidamente el servicio.

Red contraincendios:

MANTENIMIENTO PREVENTIVO					
UBICACIÓN		FECHA:			
REFERENCIA	TIPO ACTIVIDAD				
IDENTIFICACION DEL ELEMENTO					
	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	ESTADO (BUENO, MALO,CAMBIO)		
REDES CONTRA INCENDIO	Revisión de presión de trabajo (155-160 psi en la red nueva;160-170 en red antigua)	Mensual			
	Revisión de parámetros eléctricos en el momento	Mensual			
	revisión de correcto funcionamiento de presostatos o transductores de presión	Mensual			
	revisión del tablero eléctrico (aplique el protocolo de tableros eléctricos)	Mensual			
	revisión de válvulas, registros, acumuladores y demás elementos hidráulicos	Mensual			
	comprobación de funcionamiento del automático/manual	Mensual			
	revisión de los sellos o cordón plumaginado	Mensual			
	revisión de funcionamiento de la bomba Jockey	Mensual			
	revisión de fugas en general	Mensual			
	limpieza general del equipo	Mensual			
OBSERVACIONES					
FECHA	REALIZADO POR	VERIFICADO POR			

Ilustración 21. Formato orden de mantenimiento Red contraincendios. Fuente: Creación propia



Ilustración 22. Red contraincendios. Fuente: centro comercial Cafam Floresta.

El centro comercial ha sufrido renovaciones de sus equipos y amplió su infraestructura, por tal motivo posee una red contraincendios antigua y una nueva. La red antigua solamente abastece y protege la zona de carga y descarga de materiales y pasillos entrada de personal y parcialmente las áreas de Centro de Convenciones.

La red nueva protege un 80% del complejo Floresta y está distribuida en forma de anillo a lo largo de cada uno de los pisos del centro comercial. Las válvulas de control principal se encuentran en el cuarto de bombeo en donde se encuentra la bomba líder y el jockey, la cual posee un set point entre 150- 160 psi. Esto significa, que si la presión cae por debajo de esta presión la bomba líder se activa automáticamente. El centro de control reporta al personal de mantenimiento las variaciones o las activaciones de cada una de las bombas.

El mantenimiento de este tipo de equipos lo debe realizar personal certificado y autorizado en la norma NFPA y el personal de mantenimiento del centro comercial

únicamente debe estar encargado de hacer las rutinas de verificación y control de presión en las tuberías de distribución de la red.

Bombas sumergibles:



Ilustración 24. Bomba sumergible para pozos. Fuente: centro comercial Cafam Floresta.

N°	POZOS
1	MTTO POZOS PASILLO LA POLAR
2	MTTO POZOS PASILLO BIENESTAR
3	MTTO POZOS PASILLO PROVEEDURIA
4	MTTO POZOS IMAGENOLOGIA
5	MTTO POZOS CREPES AND WAFLES
6	MTTO POZOS BOMBAS CONVENCIONES
7	MTTO POZOS VETERIANRIA
8	MTTO POZOS CASETA SALIDA VEHICULAR 2
9	MTTO POZOS CASETA SALIDA VEHICULAR 4
10	MTTO POZO NIVEL FREATICO GLOBAL GROUP
11	MTTO POZOS PRINCIPAL RESELLANTAS
12	MTTO POZOS QUILLA 5 CENTRAL SERVICIOS
13	MTTO POZO BODEGA ACTIVOS FIJOS QUILLA 5
14	MTTO POZO NIVEL FREATICO AGUA POTABLE
15	MTTO POZOS NIVEL FREATICO SOTANO B1
16	MTTO POZOS NIVEL FREATICO QUILLA 1
17	MTTO POZOS SEDE A
18	MTTO POZOS CAFETERIA
19	MTTO POZOS NIVEL FREATICO PLANTA ELECTRICA
20	MTTO POZOS SALIDA EMERGENCIA NORTE
21	MTTO POZOS SALIDA EMERGENCIA SUR
22	MTTO POZOS TRAS ESCENA

Ilustración 23. Lista de Pozos. Fuente: creación propia

El complejo Floresta consta de 22 pozos en el cual están los pozos de nivel freático, aguas lluvias y desechos.

Cada uno de los pozos posee bombas sumergibles que contiene un tablero de control y tubería de desfogue.

Para el mantenimiento de estos equipos y pozos se deben seguir las siguientes recomendaciones:

- ✓ Verificar La posición y el estado de los sensores de nivel y las señales de alarmas de llenado y desborde.
- ✓ Las bombas del pozo deben contar con fácil acceso y escaleras de descenso.
- ✓ Para el cambio de las bombas se debe contar con personal calificado en espacios confinados y el inspector de seguridad. Adicionalmente, se deben

tener los equipos certificados como son equipos de alturas, medidor de oxígeno y gases, malacate para el ascenso y descenso de las bombas y plan de rescate.

De acuerdo con el requerimiento del centro comercial se especifica cual es el sistema que se requiere análisis de los datos y aplicación del proyecto. En este caso de estudio la información recopilada por el BMS es del **Sistema Eléctrico** exclusivamente del sistema de iluminación por tal motivo se realiza un listado de las zonas en las cuales se tienen lecturas y se realiza una descripción detallada de las características de cada una de ellas.

CENTRO COMERCIAL CAFAM FLORESTA													
ITEM	ZONA	DESCRIPCION	PANEL LED						REFLECTOR		LAMPARAS		OBSERVACIONES
			6W	9W	12W	18W	24W	48W	100W	200W	18W	32W	
1	PLAZOLETA DE COMIDAS	ILUMINACION ZONAS COMUNES	27	35	10	25	120	15	6				
3	BAÑOS PUBLICOS	ILUMINACION BAÑOS		40	56	75							
4	ZONAS COMUNES PISO 0	ILUMINACION GENERAL					156	45	4				
5	ZONAS COMUNES PISO 1	ILUMINACION GENERAL					167	25	4				
6	ZONAS COMUNES PISO 2	ILUMINACION GENERAL					178	15	4				
7	ZONAS COMUNES PISO 3	ILUMINACION GENERAL					47	5	4				
8	ZONAS COMUNES PISO 4	ILUMINACION GENERAL			15	25			4				
9	PARQUEADEROS PISO -1	ILUMINACION FIJA VACUNACION									185		
10	PARQUEADEROS PISO 0	ILUMINACION TIPO SENSOR									177	25	Revisar cambio a LED
11	PARQUEADEROS PISO 1	ILUMINACION TIPO SENSOR									168	35	Revisar cambio a LED
12	PARQUEADEROS PISO 2	ILUMINACION TIPO SENSOR									172		
13	PARQUEADEROS PISO 3	ILUMINACION TIPO SENSOR									204		
14	PARQUEADEROS PISO 4	ILUMINACION TIPO SENSOR									197		
15	PARQUEADEROS PISO 5	REFLECTORES CUBIERTA							25	10			
16	ADMINISTRACION Y OFICINAS	ILUMINACION GENERAL			15	25	18	38			45	23	Revisar cambio a LED
17	ILUMINACION EXTERIOR	ILUMINACION GENERAL							12	15			
TOTALES			27	75	81	140	711	143	63	25	1148	83	

Tabla 1. Listado de Luminarias centro comercial. Fuente: Creación propia

En la tabla 3 se observa el listado de luminarias con su respectiva potencia en cada uno de los sectores principales del centro comercial.

Adicionalmente, se verifican los porcentajes de iluminación de acuerdo con el horario establecido por el centro comercial para identificar el comportamiento de los consumos a lo largo del día.

Item	Zona	1:00 a. m.	2:00 a. m.	3:00 a. m.	4:00 a. m.	5:00 a. m.	6:00 a. m.	7:00 a. m.	8:00 a. m.	9:00 a. m.	10:00 a. m.	11:00 a. m.	12:00 p. m.
1	PLAZOLETA DE COMIDAS	10%	10%	10%	10%	10%	60%	60%	80%	80%	80%	80%	80%
2	BAÑOS PUBLICOS	0%	0%	0%	0%	0%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
3	ZONAS COMUNES PISO 0	30%	30%	30%	30%	30%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%
4	ZONAS COMUNES PISO 1	30%	30%	30%	30%	30%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%
5	ZONAS COMUNES PISO 2	40%	40%	40%	40%	40%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%
6	ZONAS COMUNES PISO 3	30%	30%	30%	30%	30%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%
7	ZONAS COMUNES PISO 4	30%	30%	30%	30%	30%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%
8	PARQUEADEROS PISO -1	20%	20%	20%	20%	20%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%
9	PARQUEADEROS PISO 0	20%	20%	20%	20%	20%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%
10	PARQUEADEROS PISO 1	20%	20%	20%	20%	20%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%
11	PARQUEADEROS PISO 2	20%	20%	20%	20%	20%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%
12	PARQUEADEROS PISO 3	20%	20%	20%	20%	20%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%
13	PARQUEADEROS PISO 4	20%	20%	20%	20%	20%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%
14	PARQUEADEROS PISO 5	20%	20%	20%	20%	20%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%
15	ADMINISTRACION Y OFICINAS	0%	0%	0%	0%	0%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%
16	ILUMINACION EXTERIOR	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Tabla 2. Porcentaje de Iluminación 1:00am a 12pm. Fuente: Creación propia

Item	Zona	1:00 p. m.	2:00 p. m.	3:00 p. m.	4:00 p. m.	5:00 p. m.	6:00 p. m.	7:00 p. m.	8:00 p. m.	9:00 p. m.	10:00 p. m.	11:00 p. m.	12:00 a. m.
1	PLAZOLETA DE COMIDAS	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	50%	50%
2	BAÑOS PUBLICOS	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	50%	50%
3	ZONAS COMUNES PISO 0	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%
4	ZONAS COMUNES PISO 1	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%
5	ZONAS COMUNES PISO 2	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%
6	ZONAS COMUNES PISO 3	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%
7	ZONAS COMUNES PISO 4	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%
8	PARQUEADEROS PISO -1	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	30%	30%
9	PARQUEADEROS PISO 0	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	30%	30%
10	PARQUEADEROS PISO 1	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	30%	30%
11	PARQUEADEROS PISO 2	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	30%	30%
12	PARQUEADEROS PISO 3	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	30%	30%
13	PARQUEADEROS PISO 4	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	30%	30%
14	PARQUEADEROS PISO 5	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	30%	30%
15	ADMINISTRACION Y OFICINAS	70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	50%	50%	50%	0%	0%
16	ILUMINACION EXTERIOR	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Tabla 3. Porcentaje de Iluminación 1:00pm a 12am. Fuente: Creación propia

El último paso para finalizar el paso 1 de la recopilación de la información es realizar una encuesta, identificar características de los equipos y hacer una entrevista o charla con el personal de mantenimiento y por medio de un recorrido conocer las instalaciones para tener una visión más amplia del proceso y las rutas críticas que se deben tener en cuenta al analizar la información.

Es de vital importancia conocer la percepción y el estado de las nuevas tecnologías de acuerdo con la información de los profesionales, personal administrativo y operativo en diferentes campos del conocimiento, ya que pueden dar mecanismos o alternativas que puedan optimizar la operación o simplemente elementos que pasan desapercibidos al momento de diseñar o planear el software para la gestión del mantenimiento.

Esta encuesta tuvo como fin, identificar las necesidades y las características del mantenimiento en los centros comerciales y así mismo recopilar información para el trabajo de investigación el cual tiene como nombre:

" Procedimiento para la implementación de un software de gestión de mantenimiento de los centros comerciales en la ciudad de Bogotá".

La encuesta fue dirigida a ingenieros, coordinadores, profesores y personal técnico operativo entre los 25 y 55 años que cumplen alguna función en la gestión de mantenimiento en una plataforma comercial. (Ver anexo 1)

A continuación, se presenta el paso 2 del procedimiento para la implementación del software de gestión en el cual se muestran las pautas acerca de la infraestructura del software de acuerdo con la información recopilada.

4.2 Infraestructura del software

En esta etapa se darán las características propias del diseño y su arquitectura, como son: el alcance del proyecto, el tipo de lenguaje que se va implementar, gráficas, menús, entradas y salidas del programa y demás variables que se van a usar en el software.

- **Alcance del diseño**

En este primer paso se debe identificar y acotar específicamente el alcance del diseño del software que se desee implementar, teniendo en cuenta los equipos a monitorear y las áreas de mantenimiento prioritarias. Adicionalmente, identificar las zonas o áreas que presentan mayores inconvenientes o que sean vitales para la operación.

Es de gran importancia verificar con el personal de coordinación y operativo identificar la información realmente importante, teniendo en cuenta los siguientes elementos:

- ✓ Software a implementar: Python, Matlab, pagina web, visual Basic, entre otros.
- ✓ Licencias y caducidad
- ✓ Seguridad del software
- ✓ Costos de mantenimiento: Mensual, semestral, anual, etc.
- ✓ Capacitaciones al personal operativo
- ✓ Costos de nómina personal operativo.
- ✓ Equipos requeridos para su implementación
- ✓ Capacidad de almacenamiento en base de datos
- ✓ Compatibilidad de equipos de monitoreo

- ✓ Opciones de conectividad por cambios en tecnologías.
- ✓ Cantidad de perfiles administrativos y operativos.
- ✓ Alcance en las configuraciones

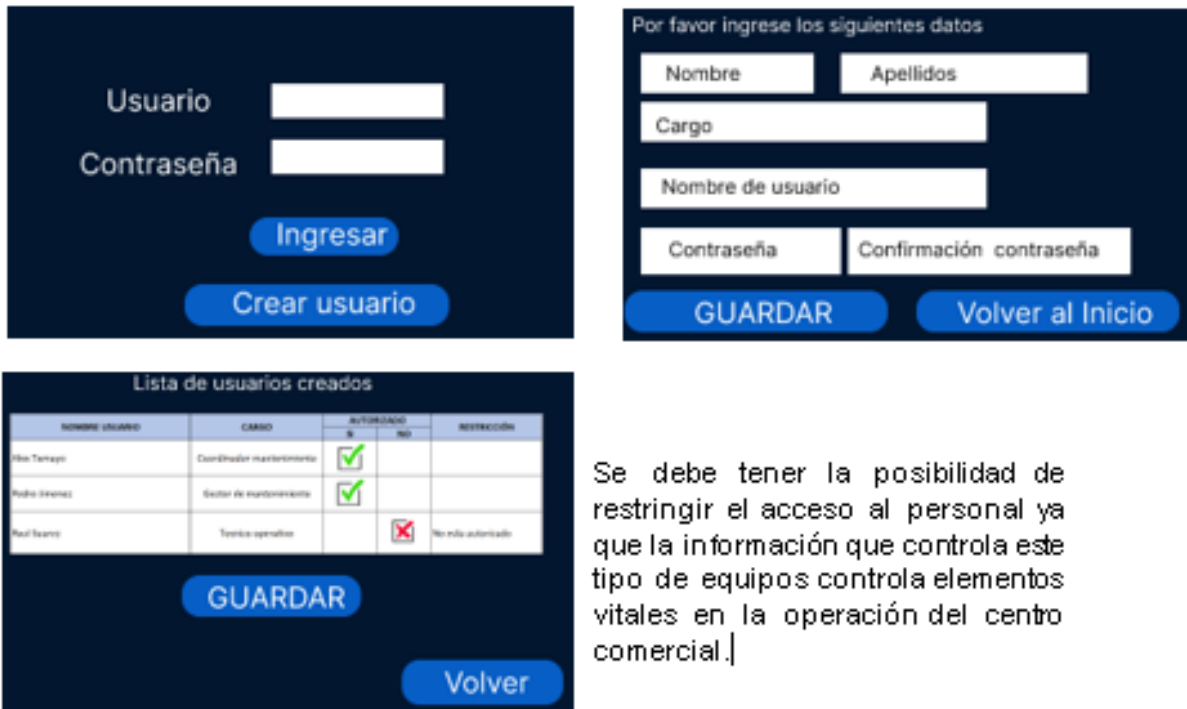
Recomendaciones:

- ✓ Priorizar las zonas y los equipos analizados teniendo en cuenta el historial de las fallas y los niveles de consumo de energía por medio de la base de datos del BMS.
- ✓ Identificar previamente los equipos de monitoreo y las áreas que cuentan con información. Es muy importante conocer la hoja de vida de cada uno de los equipos de la operación y hacer seguimiento a las actualizaciones de las hojas de vida.
- ✓ Anexar a los costos del alcance las actualizaciones correspondientes del software y los tiempos de caducidad de los equipos existentes.

- **Diseño de la interfaz gráfica**

En este segundo paso se debe identificar y validar la siguiente información:

1. Definir la apariencia y el estilo del menú de tareas. La interfaz para el usuario debe ser fácil de usar y mostrar claramente que esta interactuando correctamente en la plataforma y cómo actuar.
2. Definir menú de acceso al software, en el cual especifique la conectividad. Se debe verificar compatibilidad de los equipos y el tipo de comunicación, ya sea conectividad fija, Ethernet (Redes LAN, WAN) o conectividad inalámbrica WPAN- WLAN, WIFI, entre otras.
3. Definir los perfiles de usuario y activaciones de contraseñas y restricciones al acceso.



Se debe tener la posibilidad de restringir el acceso al personal ya que la información que controla este tipo de equipos controla elementos vitales en la operación del centro comercial.

Ilustración 25. Acceso y restricciones usuario. Fuente: Creación propia

4. Acceso fácil y rápido a un menú de opciones con información suficiente para navegar y regresar a las zonas requeridas.

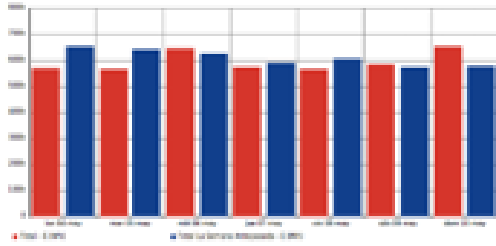
Se debe tener en cuenta cuales son los receptores y transmisores de la información, ósea, que información se va a recibir por medio de la base de datos que registra el BMS (Building Management system) y cuáles son los datos que se transmiten por medio del software.

Receptores:

Es la información que recopila y estudia el software, se debe identificar como administra la información para que sea analizada.

Adicionalmente, se debe identificar el tipo de enlace y compatibilidad del BMS con el tipo de lenguaje que se está diseñando.

Consumo de energía eléctrica "Subestación 6 y 7"



Consumo de energía eléctrica "Subestación 5"

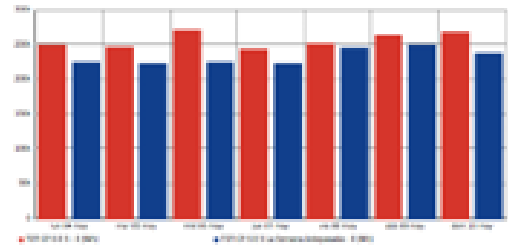


Ilustración 26. Graficas de datos. Fuente: Creación propia

Transmisores:

Es la forma como se va enviar la información analizada y las acciones que estos análisis realicen, ya sea por medio de ordenes de trabajo, informes ejecutivos, envío de señales y/o actuadores en el sistema, entre otros.

CAFAM - DPTO. INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS GENERALES - INFORME DE CUMPLIMIENTO ORDENES DE TRABAJO			
ORDEN DE MANTENIMIENTO:		TIPO DE MPTO :	
Solicitante:		Fecha orden :	
Dirección :		Teléfono :	
Equipo :	Serie:	Placa/Activo:	
Ubicación :		CeCo :	
Reporte:		Pedido :	
TECNICO ASIGNADO		LABOR REALIZADA	
		HRA	
Descripción materiales/repuestos		Cantidad	Descripción materiales/repuestos
			Cantidad
Causa:		EVALUACIÓN	
Parada:		Excelente 100 Buena 90-99 Aceptable 60-89	
Fecha inicio:		Regular 50-59 Deficiente 1-49	
Hora inicio:			
Fecha fin:		Calidad _____ Cumplimiento _____	
Hora fin:			
Recibido		Firma y	
por (Nombre):		Sello:	
		Fecha :	
		Hora :	
Aprobado por: Jefe Sección Mantenimiento		VI-15-04-2022	
		P.1 DE 1	

Ilustración 27. Transmisor de documento orden de trabajo. Fuente: Orden de trabajo Cafam Floresta

Para la el diseño y la interfaz gráfica se tienen innumerables formas de enviar y recibir la información, lo importante es que la información sea clara, confiable y tener la posibilidad de guardar y crear la base de datos para realizar consultas posteriormente.

- **Planificación:**

En este tercer paso se debe realizar un organigrama o cronograma de las actividades que se van a implementar de acuerdo con el plan de mantenimiento que se va a implementar, las variables que se van a monitorear y la arquitectura propia del software. Además, las pruebas reales y simulaciones de fallas en los equipos para verificar el funcionamiento de la programación realizada.

Item	Actividad	SEMANAS												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	Análisis de infraestructura	■	■											
2	Lista de equipos y sistemas		■											
3	Construcción de protocolos			■	■									
4	Coordinación de operación					■	■							
5	Programación de actividades de mantenimiento			■	■									
6	Gestión de mantenimiento					■	■	■						
7	Informe de indicadores								■					
8	Realizar monitoreo en tiempo real de las señales de los equipos principales del centro comercial	■	■	■	■	■	■	■						
9	Identificar las variaciones propias de cada uno de los equipos y clasificarlas mediante el nivel de	■	■	■	■									
10	Instalar y controlar sistemas de activación a control remoto de acuerdo con los protocolos								■	■				
11	Realizar interfaz de programación para la adquisición de señales y gestionar el					■	■	■	■					
12	Simular consumos energéticos antes, durante y después de la puesta en marcha del software de							■	■	■				
13	PUESTA EN MARCHA Y ENTREGA DE RESULTADOS									■	■	■	■	■

Tabla 4. Programación actividades. Fuente: Creación propia

Es de vital importancia previamente al iniciar el proyecto contar con una programación básica de los capítulos que va tener el proyecto para limitar las fechas de entrega y elementos necesarios para la puesta en marcha.

- **Validación:**

En este cuarto paso se verificarán las licencias, seguridad y modos de uso del software de mantenimiento, así, como los tipos de usuarios que tendrán acceso y las prioridades en los equipos a monitorear.

Tipos de perfiles de acceso							
Item	Cargo	1-Visitante * Visualizar	2- Operativo * Consultar	3- Supervisor * Anexar información	4- Coordinación * Modificar plan de mtto	5- Dirección * Ajustes de perfiles * Configuraciones	6- Programador * Todos los accesos
1	Audidores, inspectores de calidad						
2	Técnicos avanzados y autorizados						
3	Personal centro de control BMS						
4	Supervisor de mantenimiento						
5	Coordinador o Jefe de mantenimiento						
6	Director centro comercial						
7	Programador del proyecto						

Tabla 5. Tipos de perfiles de acceso. Fuente: Creación propia

En muchos casos el supervisor, coordinador y director realizan funciones similares, por tal motivo se asignan ciertas funciones y solo se da una aprobación para continuar con el acceso a información o funciones especiales del software.

Dependiendo las funciones se debe seleccionar el tipo de licencia que se va implementar, se tienen los siguientes tipos de licencias:

Licencia de Prueba o Shareware: Es la licencia tipo Demo, es una prueba para verificar la aplicación y se da por poco tiempo de uso del software. [34]

Licencia de Software Freeware: Autoriza el uso del software en forma libre y gratuita, generalmente a particulares y no a empresas u organismos oficiales. [34]

Licencia de Software de Privativo: Uso, redistribución o modificación está prohibida, requiere autorización para realizar algún tipo de ajuste o configuración. [34]

Licencia de Software de Volumen: Esta destinado a grandes empresas y el contrato adquirido asigna a un número determinado de ordenadores para su implementación y aplicación [21].

Tener en cuenta que toda la información de un centro comercial es CONFIDENCIAL, por tal motivo debe tener un sistema de ciberseguridad que evite ataques en contra de la información y por ende de los equipos vitales de la operación. Es de vital importancia contar con los niveles de acceso de acuerdo con el perfil y realizar copias de seguridad continuamente.

Con la validación del software implementado, se dará a conocer los resultados obtenidos en las simulaciones y fallas reales de los equipos monitoreados para conocer las confiabilidades del software, las desviaciones y los ajustes correspondientes de acuerdo con el alcance del proyecto.

La función principal del software radica en obtener los datos necesarios del BMS, para generar actividades de mantenimiento e identificar si los indicadores mejoraron, empeoraron o siguen igual, con el fin de ajustar las ordenes de mantenimiento y los indicadores que se desean controlar.

La retroalimentación continua es uno de los pasos más importantes para identificar las características de los procesos con la implementación del software y así, ajustar los indicadores de acuerdo con las metas propuestas. Por ejemplo:

- Eliminar averías en los equipos
- Disminuir consumos
- Actividades de mantenimiento programadas
- Cambios en los procedimientos de mantenimiento
- Anexar o eliminar actividades de mantenimiento
- Identificar vida útil de los equipos y ajustar tiempos de operación.

A continuación, se mostrarán los pasos que se desarrollaron a lo largo del proyecto para implementar el software de mantenimiento y las pruebas experimentales que darán lugar a la implementación y las señales que se monitorean para lograr tener una gestión y generar oportunidades de mejora en el desarrollo del mantenimiento.

5. DESARROLLO APLICACIÓN BMS PARA LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

Se desarrolló un software de gestión de mantenimiento para estudiar y analizar las señales recibidas por el BMS, con el fin de determinar e identificar perfiles de consumo de energía eléctrica y generar actividades de gestión de mantenimiento para el centro comercial en estudio.

Para el análisis de los datos del BMS se implementaron los siguientes elementos:

Lectura de datos programa plan de mantenimiento MANTUM, interfaz BMS y software de gestión.

Programa Python 3.8.10

Compilador Spyder

Importar librerías Panda, smtplib.

Ordenador como mínimo Windows 10

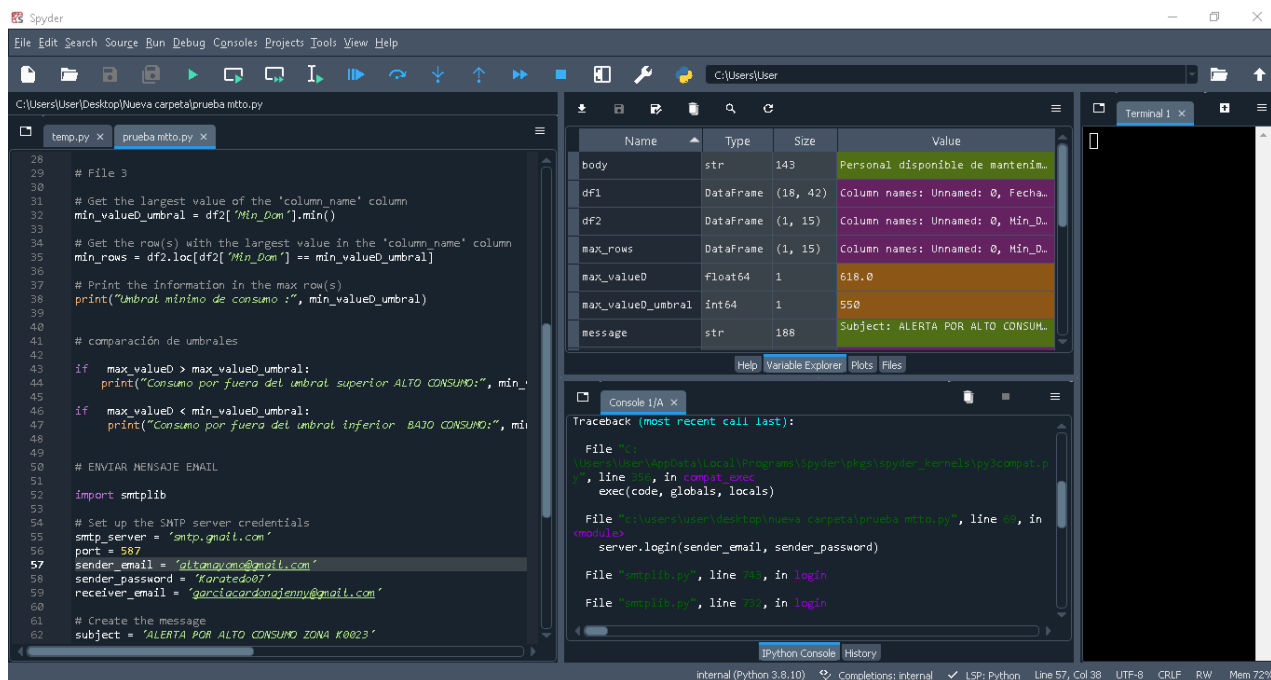


Ilustración 28. Python en compilador Spyder Fuente: Creación propia

El BMS existente en el centro comercial posee 25 medidores ubicados principalmente en los tableros de las 12 subestaciones y 13 plantas eléctricas. Son equipos de hace 10 años con proyección de actualización en los años 2020 y 2021 pero debido a la pandemia Covid -19 se postergó la actualización de los medidores para los años 2023 y 2024.

El funcionamiento del software de gestión de mantenimiento se explica en el siguiente diagrama de flujo:

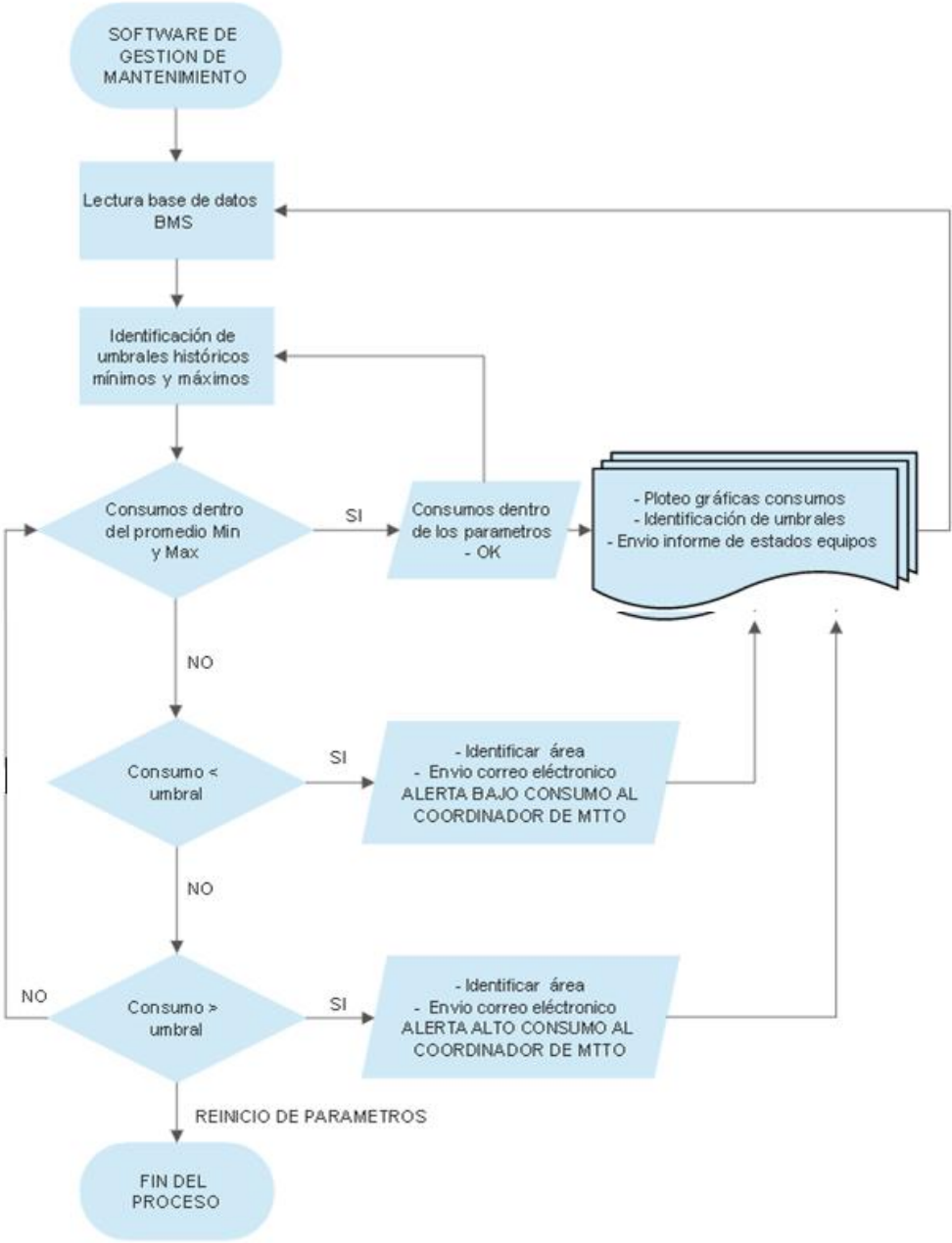


Ilustración 29. Diagrama de flujo software de mantenimiento. Fuente: Creación propia

Los datos recopilados por el BMS corresponden a la toma de lecturas de las 5 zonas prioritarias denominadas K023, K024, K025, K026 y K027.

- K023: Zonas comunes y concesiones piso 1,2 y 3
- K024: Parqueaderos, centro de convenciones y concesiones aledañas.
- K025: Sede administrativa
- K026: Centro médico Cafam Floresta
- K027: Zonas comunes y concesiones Bienestar, gimnasio pisos superiores.

5.1 Caso de estudio – Centro comercial Cafam Floresta

Se identifican las características de los equipos y la topología del sistema que se estará monitoreando. Se dan a conocer los horarios de funcionamiento, promedios de consumo, las áreas de monitoreo y las bases de datos recopilados por el BMS.

El centro comercial Cafam Floresta consta de 3 áreas de monitoreo para la toma de lecturas para las zonas comunes identificadas con los códigos K0023, K0025 y K0027 respectivamente.

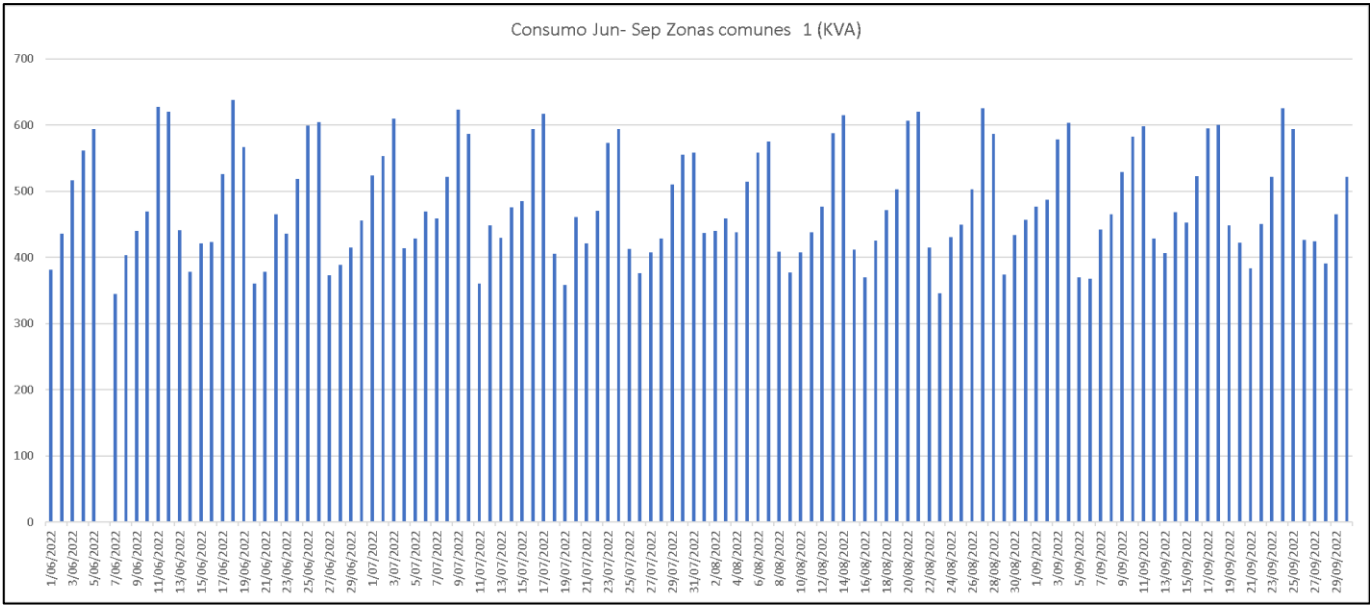


Ilustración 30. Consumo KWh Zonas comunes 1. Fuente: Software Gestión mantenimiento

De acuerdo con las lecturas del BMS entre los meses de junio, julio, agosto y septiembre se observa un consumo máximo de 650 KWh y un mínimo de 350 KWh. (ver anexo 2).

Los consumos superiores predominan los días jueves, viernes y sábados, con una caída muy notoria para los días domingos.

El software logró segregar las lecturas y organizarlas de tal modo que se puede identificar y hacer un cruce con todos los días del mes y compararlos con los demás meses para identificar los cambios que se presentaron.

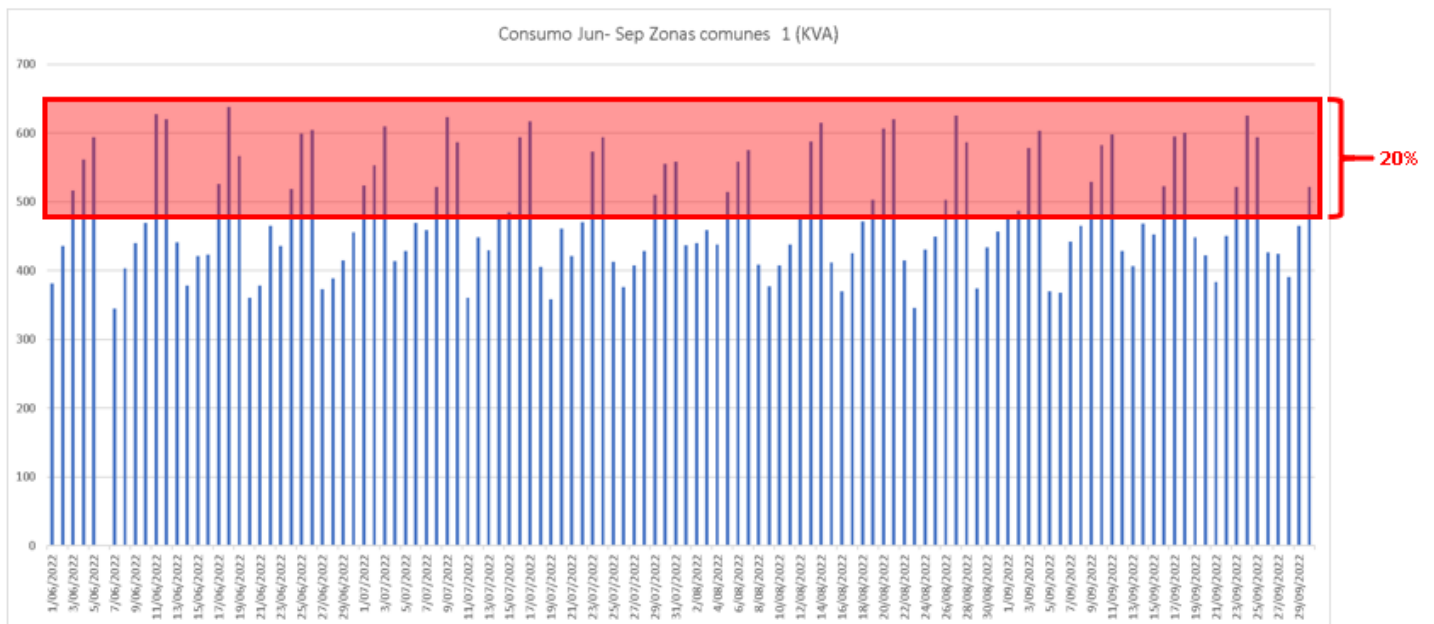


Ilustración 31. Objetivo disminución consumo. Fuente: Creación propia

Por medio de Python se analizaron las bases de datos mediante una identificación del umbral máximo y mínimo de consumo de acuerdo con el histórico para determinar la zona en la que se están presentando eventos inusuales que conlleven a una falla o una oportunidad de mejora para mantener los perfiles de consumo.

El software segrega la información que me brinda el BMS existente (la totalidad del consumo del área) y la convierte a una información más fácil de analizar separándola por días de la semana a lo largo de los meses. Teniendo en cuenta que en este caso la iluminación en zonas comunes deber tener aproximadamente igual promedio ya que no tiene factores externos excepto de eventos especiales para que genere un consumo mayor o menor a los promedios históricos.

Fecha	Dia	Area	equipo	umbrales_Dom
05/06/2022	domingo	zonas comunes 1	K0023	595
12/06/2022	domingo	zonas comunes 1	K0023	607
19/06/2022	domingo	zonas comunes 1	K0023	598
26/06/2022	domingo	zonas comunes 1	K0023	614
03/07/2022	domingo	zonas comunes 1	K0023	600
10/07/2022	domingo	zonas comunes 1	K0023	597
17/07/2022	domingo	zonas comunes 1	K0023	558
24/07/2022	domingo	zonas comunes 1	K0023	569
31/07/2022	domingo	zonas comunes 1	K0023	584
07/08/2022	domingo	zonas comunes 1	K0023	596
14/08/2022	domingo	zonas comunes 1	K0023	602
21/08/2022	domingo	zonas comunes 1	K0023	616
28/08/2022	domingo	zonas comunes 1	K0023	574
04/09/2022	domingo	zonas comunes 1	K0023	618
11/09/2022	domingo	zonas comunes 1	K0023	550
18/09/2022	domingo	zonas comunes 1	K0023	572
25/09/2022	domingo	zonas comunes 1	K0023	595



Mayor consumo por fuera del umbral promedio

Ilustración 32. Datos de consumo Domingos K0023

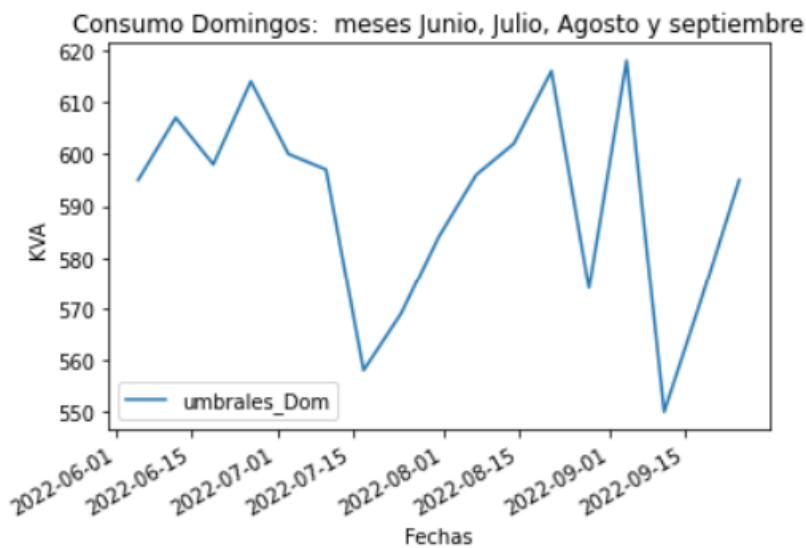


Ilustración 33. Consumo Domingos

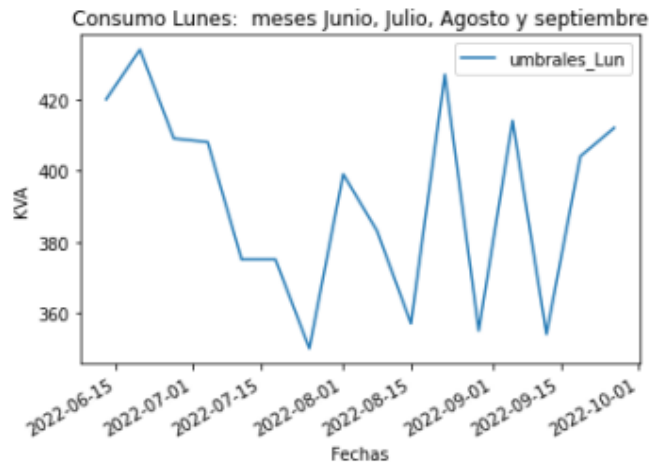


Ilustración 34. Consumo Lunes

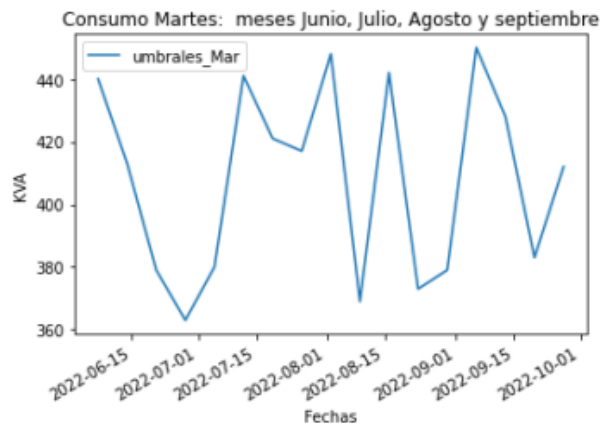


Ilustración 35. Consumo Martes

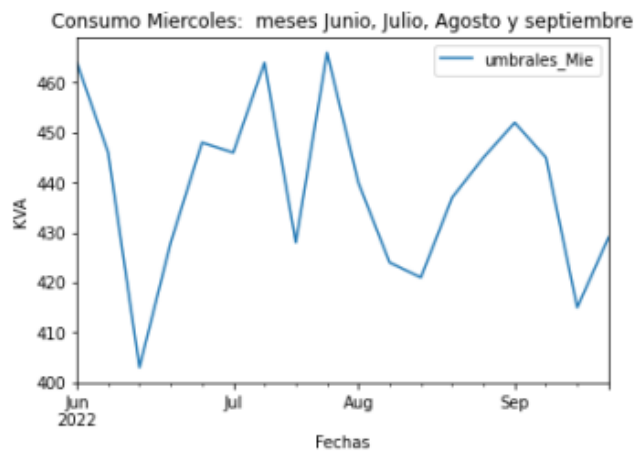


Ilustración 36. Consumo Miércoles

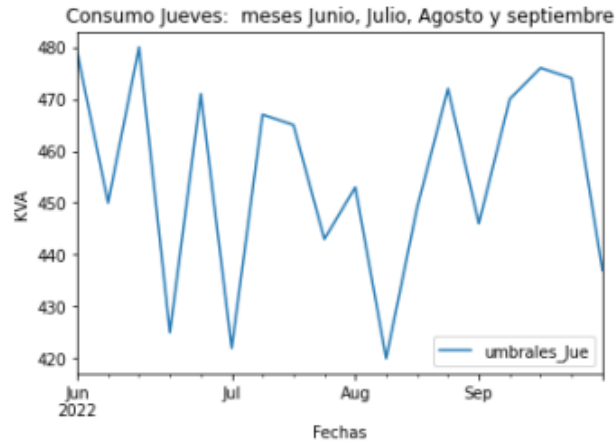


Ilustración 37. Consumo Jueves

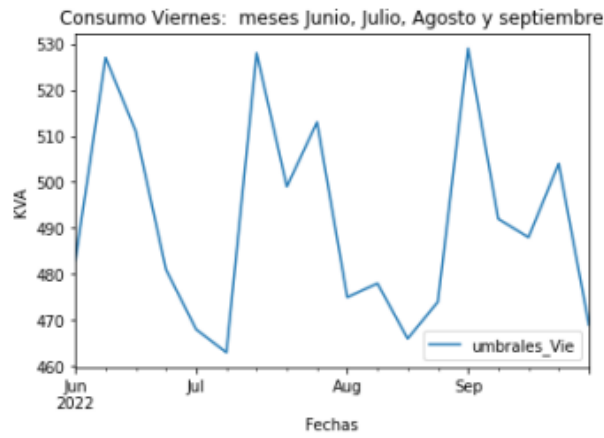


Ilustración 38. Consumo Viernes

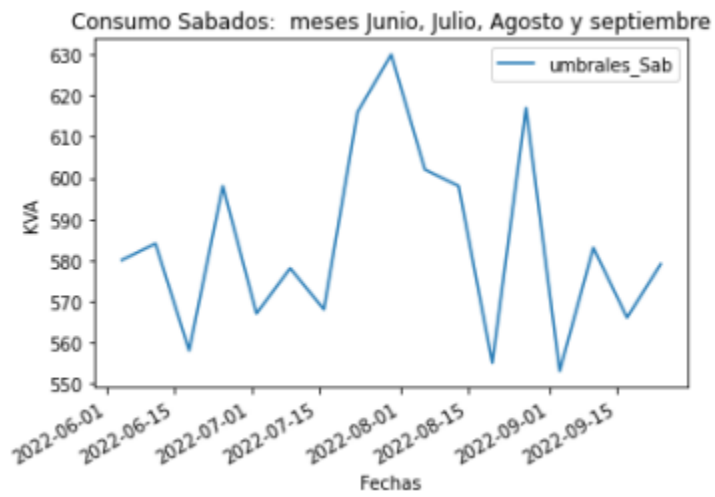


Ilustración 39. Consumos Sábados

Los datos analizados se realizan para cada uno de los días de la semana teniendo en cuenta las tendencias similares y las características de los eventos que se realizan en el centro comercial.

Las variaciones en los consumos también pueden ser aplicados a los sistemas de bombeo, red contraincendios, alarmas y demás elementos de control que tiene el BMS. Solamente se debe verificar previamente el comportamiento del sistema y por medio de las variaciones del consumo y las frecuencias del mismo y lograr identificar el evento y a su vez realizar actividades de mantenimiento que mitiguen las variaciones de consumo y frecuencias del mismo.

El software de gestión de mantenimiento genera reportes con los datos actualizados de los consumos día a día y cuando se presenten valores por encima del umbral se enviará automáticamente un mensaje al coordinador de mantenimiento o el técnico de turno indicando que hay una variación en la lectura del BMS.

Name	Type	Size	Value
body	str	143	Personal disponible de mantenim...
df1	DataFrame	(18, 42)	Column names: Unnamed: 0, Fecha...
df2	DataFrame	(1, 15)	Column names: Unnamed: 0, Min_D...
max_rows	DataFrame	(1, 15)	Column names: Unnamed: 0, Min_D...
max_valueD	float64	1	618.0
max_valueD_umbral	int64	1	550
message	str	188	Subject: ALERTA POR ALTO CONSUM...
min_rows	DataFrame	(1, 15)	Column names: Unnamed: 0, Min_D...
min_valueD_umbral	int64	1	500

Ilustración 40. identificación umbrales y consumo máximo Domingo

Mediante iteraciones a lo largo de las columnas y filas de las bases de datos se identifican los valores máximo mayor del umbral promedio (Min_valueD_umbral) y el valor mínimo del umbral promedio (Min_valueD_umbral) para obtener los parámetros bases y ponerlos fijos para que el Max_valueD (valor de consumo) se desplace a lo largo de los dos límites.

Name	Type	Size	Value
min_valueD_umbral	int64	1	500
port	int	1	587
receiver_email	str	28	garciacardonajenny@gmail.com
sender_email	str	20	altamayomo@gmail.com
sender_password	str	10	Karatedo07
server	SMTP	1	SMTP object of smtplib module
smtp_server	str	14	smtp.gmail.com
subject	str	34	ALERTA POR ALTO CONSUMO ZONA K0023

Ilustración 41. mensaje email- Alerta alto consumo

Los mensajes enviados al correo electrónico serán cortos e informativos indicando que existe Alto o Bajo consumo en una zona en específico, dando apoyo y velocidad de respuesta al personal de mantenimiento.

Al hacer las modificaciones correspondientes a la infraestructura, los límites se deben reajustar llevándolo cada vez más al límite inferior.

Días	Límites consumo	
DOMINGOS	MIN	500
	MAX	550
LUNES	MIN	350
	MAX	450
MARTES	MIN	345
	MAX	450
MIERCOLES	MIN	380
	MAX	470
JUEVES	MIN	420
	MAX	453
VIERNES	MIN	460
	MAX	530
SABADO	MIN	550
	MAX	640

Ilustración 42. Límites de consumo días de la semana.

Equipo: K0023



Ilustración 43. Equipo K0023-Zona común 1. fuente: Creación propia, Centro comercial Cafam Floresta.

Al definir los límites del consumo requerido en cada uno de los meses analizados por el software se observa que presentan consumos por fuera de los promedios históricos.

El BMS genera alarmas indicando las fallas y el status de la zona monitoreada, el software verifica el tipo de alarma generada y analiza los valores dados por el BMS y de acuerdo a los perfiles de consumo genera actividades de mantenimiento para identificar la causa raíz de la falla.

Cuando se presenta una falla el software identifica la zona y genera la orden de mantenimiento que se debe realizar, lo cual representa ahorro de tiempo y da un apoyo para acotar y saber en dónde iniciar la búsqueda.

En muchas ocasiones el BMS no identifica la falla al no conocer los límites de operación de los equipos y solo recopila los datos sin que haya una acción inmediata en la operación. El software realiza la acción continua del BMS el cual monitorea el estado de los equipos y sistemas, pero a su vez gestiona su mantenimiento dando opciones de búsqueda de la falla que está presentando.

ITEM	EQUIPOS	CÓDIGO EQUIPO	STATUS	ALARMAS	
1	SUBESTACIONES	SUB ESTACION SEDE ADMINISTRATIVA No 9	13-01	OPERATING	OK
		SUB ESTACION SEDE ADMINISTRATIVA No 10	13-02	OPERATING	OK
		SUBESTACION McDONALDS No 11	13-03	FAILURE	Alto consumo
		SUBESTACION LA POLAR No 12	13-04	FAILURE	Bajo consumo
		SUBESTACION ÉXITO No 2	13-05	OPERATING	OK
		SUBESTACION ÉXITO No 6	13-06	FAILURE	Temperatura alta
		SUBESTACION ÉXITO No 7	13-07	OPERATING	OK
		SUBESTACION CENTRO COMERCIAL No 1	13-08	OPERATING	OK
		SUBESTACION CENTRO COMERCIAL No 3	13-09	OPERATING	OK
		SUBESTACION CENTRO COMERCIAL No 4	13-10	OPERATING	OK
		SUBESTACION CENTRO COMERCIAL No 8	13-11	OPERATING	OK
		SUBESTACION PRINCIPAL CENTRO COMERCIAL No 5	13-12	OPERATING	OK
2	PLANTAS ELÉCTRICAS	PLANTA ELECTRICA BLOQUE 3	19-01	OPERATING	OK
		PLANTA ELECTRICA PARQUEADERO-TEATRO	19-02	OPERATING	OK
		PLANTA COSTADO CINEMARK	19-03	OPERATING	OK
		PLANTA CENTRO CONVENCIONES	19-04	OPERATING	OK
		PLANTA No 8-PARQUEADEROS	19-05	OPERATING	OK
		PLANTA No 3- PASILLO PROVEEDURIA	19-06	FAILURE	Temperatura alta
		PLANTA No 4- PASILLO PROVEEDURIA	19-07	OPERATING	OK
		PLANTA FLORESTA	19-08	OPERATING	OK
		PLANTA No 1 ENTRADA PERSONAL	19-09	OPERATING	OK
		PLANTA No 2 ENTRADA PERSONAL	19-10	OPERATING	OK
		PLANTA PASILLO POLAR	19-11	OPERATING	OK
		PLANTA McDONALDS	19-12	OPERATING	OK
		PLANTA CREPES -WAFLES	19-13	OPERATING	OK

Ilustración 44. Monitoreo BMS enlazado Software de gestión.

Con la base de datos de los eventos identificados por el BMS se logra determinar que las fallas tienen coincidencia con el aumento en los consumos.

Se programan actividades de mantenimiento que den la respuesta a la falla recibida por el BMS, pero a su vez se realiza una retroalimentación de las acciones realizadas generando un historial de solución a fallas y éstas a su vez alimentan la base de datos.

La actualización de las tecnologías de los equipos y materiales dan como resultado disminución de la eficiencia y por ende mayor consumo energético para el mismo grado de iluminación.

Ese tipo de síntomas que presentan los equipos dan señales que recopila el software y en el momento que cambie o haya una variación en los datos iniciales y se salgan de los umbrales de funcionamiento se activan ordenes de mantenimiento automáticamente con el fin de prevenir correcciones futuras.

Con el sistema de control de iluminación que genera el BMS se logró identificar los niveles de luminancia que están sometidas las luminarias y las diferentes áreas para generar perfiles de activación y así mismo definir los límites de consumo inferior y superior.

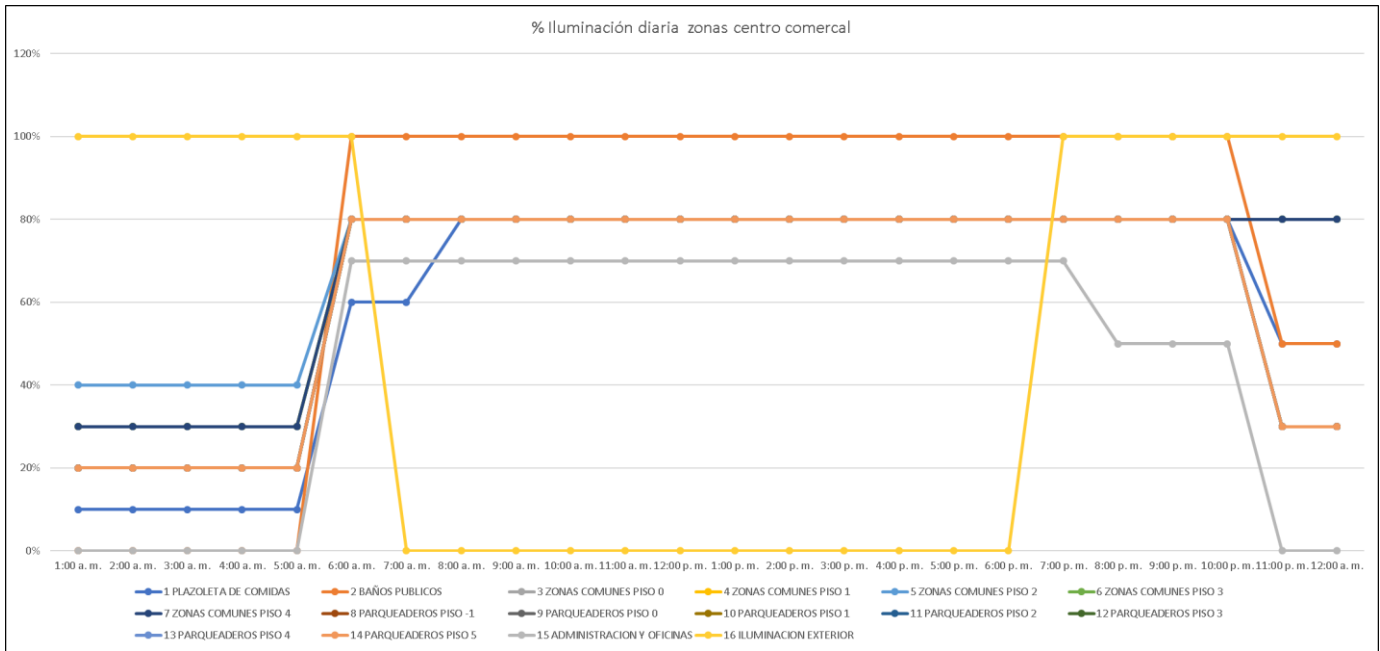


Ilustración 45. Horarios y porcentajes iluminación, Fuente: Creación propia

De acuerdo con la ilustración, se observa que el intervalo en el cual se tiene la mayor cantidad de luminarias encendidas es entre 7:00am a 6:00pm, en el horario nocturno a partir de las 10:00pm hasta las 05:00 am baja el consumo sustancialmente.

Sin embargo, no deben presentarse fluctuaciones en los consumos ya que la iluminación se debe mantener debido a que son zonas comunes. Estas áreas deben permanecer de acuerdo con el porcentaje programado por el BMS.

El software identificó los intervalos de hora en los cuales el consumo aumenta o disminuye sin razón justificada lo cual genera una alerta y cambio en el status de la zona monitoreada.

A partir de los datos analizados y la información organizada y segmentada se continua en el capítulo 6 con la aplicación a los sistemas de gestión de mantenimiento mediante las alarmas generadas por el BMS y se integra la información analizada y segmentada con las operaciones de mantenimiento.

6. INTEGRACION ARQUITECTURA DE MONITOREO BMS

En este capítulo se mostrarán los datos recopilados y analizados por el software de gestión para realizar y programar actividades de mantenimiento. Se toma como ejemplo las siguientes implementaciones a los datos analizados por el software, el cual arroja los siguientes resultados:

Implementación 1:

A través de los datos recopilados por el BMS correspondientes a los meses de junio, julio, agosto y septiembre de las zonas comunes definidas como K0023 (Ver sección 9.2) se identificaron los siguientes patrones de análisis de altos consumos.

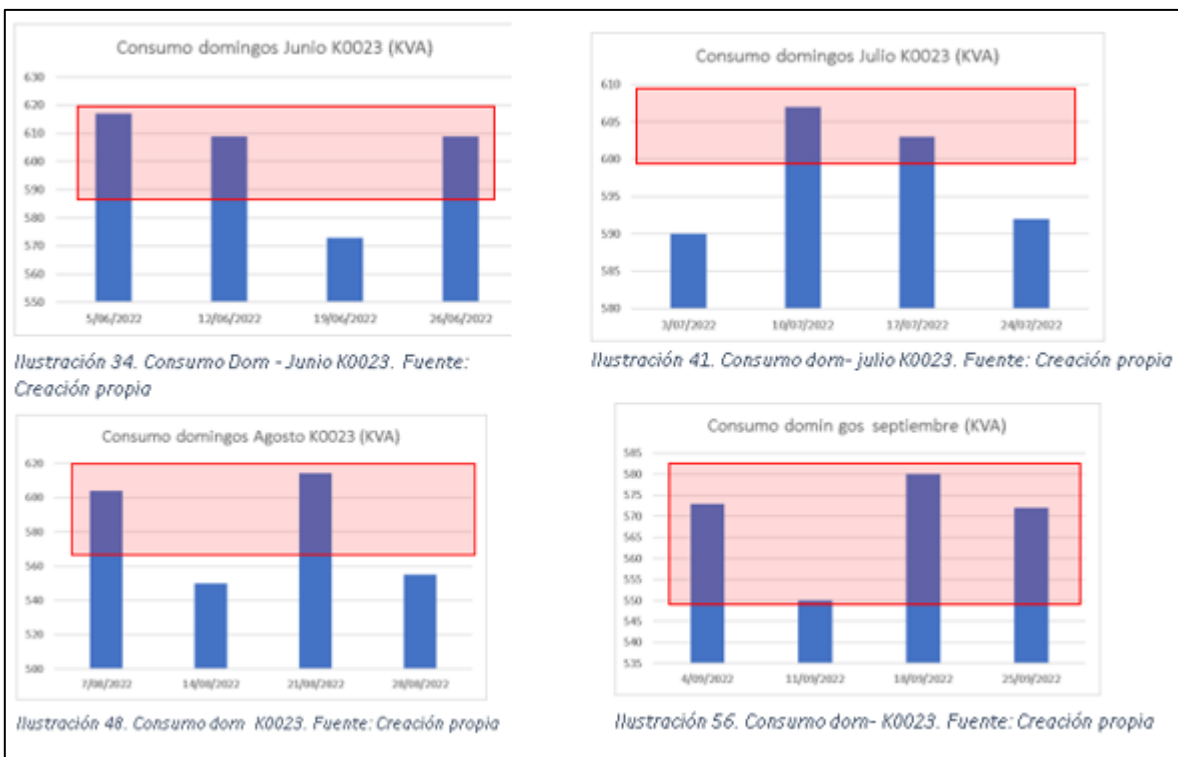


Ilustración 46. Consumos domingos. Fuente: Creación propia.

Para los días domingos se presentaron las siguientes características:

- En cada uno de los 4 meses se realizaron eventos especiales en el centro comercial ubicados en la plazoleta de comidas. Al verificar los circuitos de estas zonas se observa que esos días de los eventos se encendieron el 100% de la iluminación incluyendo el circuito que contienen 6 bodegas las cuales quedaron encendidas durante todos los eventos las 24 horas del día.

- Los días 05 de julio, 10 de julio, 21 de agosto y 18 de septiembre se realizó el evento de la misa dominical, encendiendo la iluminación del pasillo al 100% durante todo el día teniendo en cuenta que la misa dura solamente 1 hora aproximadamente, afectando sustancialmente el consumo.
- Al realizar la inspección de las luminarias se observaron que presentan cortos y desgaste por vida útil generando aumento en los consumos del circuito. Adicionalmente, se presentaron 5 eventos durante los 4 meses en el cual se dispararon los circuitos debido a sobrecarga y sobrecalentamiento.



Ilustración 47. Hallazgos consumos domingos.

Al recibir las bases de datos de los consumos por parte del BMS y dependiendo de las características y especificaciones de los días de la semana se generan automáticamente las siguientes ordenes de mantenimiento al coordinador para ejecutar de inmediato.

Ordenes de mantenimiento:

1. Identificar los circuitos que corresponden a los pasillos del centro comercial, realizando la marcación de los mismos, sincronización de los mecanismos de encendido y apagado y revisión de los temporizadores de activación de los circuitos que corresponden a la zona.

2. Verificar el % de iluminación programado de acuerdo con el día y los eventos programados.
Teniendo en cuenta: Fecha inicio, fecha finalización iluminación o equipos requeridos.
3. Realizar toma de lecturas de corriente y balance de cargas en los tableros de iluminación.
4. Cambiar luminarias que no tengan tecnología LED.
5. Realizar seguimiento de los consumos día a día y cumplir con el plan de mantenimiento preventivo.



Ilustración 48. Acciones de mantenimiento programado.

Las ordenes de mantenimiento anteriores se asignaron y programaron por medio del software de mantenimiento al técnico de turno.

Al realizar el cambio de las luminarias a tecnologías LED se realizó la toma de medidas por medio de un Luxómetro del antes y después de los pasillos que estaba presentando las fallas en las luminarias.

Al verificar el RETILAP (Reglamento técnico de iluminación y alumbrado público) se tiene lo siguiente:

470.5.1 ILUMINACIÓN DE LOS MEDIOS DE EVACUACIÓN.

La iluminación de los medios de evacuación debe cumplir las siguientes disposiciones:

- a) La iluminación de los medios de evacuación debe ser continua durante todo el tiempo en que por las condiciones de ocupación, se requiera que las vías de escape estén disponibles para ser utilizadas.
- b) Los medios de evacuación deben iluminarse en todos los puntos, incluyendo ángulos e intersecciones de corredores y pasillos, escaleras, descansos y puertas de salida, con una iluminancia no menor de 10 luxes, medidos en el piso.
- c) En auditorios, teatros y salas de conciertos, la iluminación puede reducirse a 2 luxes durante la función.
- d) Toda Iluminación debe disponerse en forma tal que si se presenta una falla en alguna unidad de iluminación, esta no deje en oscuridad el área servida.
- e) La iluminación tiene que suministrarse por medio de una fuente que asegure razonable confiabilidad, tal como se exige, para el servicio eléctrico público.

Ilustración 49. RETILAP iluminación emergencia y pasillos. Fuente: RETILAP [22]

Se debe tener por lo menos 10 Lux en los pasillos y corredores. Se tomaron las medidas en diferentes puntos del centro comercial dando los siguientes resultados:



Ilustración 50. Lectura medidas Luxes pasillos. Fuente: Creación propia



Ilustración 51. Medida Luxes mínimo pasillos. Fuente: Creación propia

Algunos puntos de iluminación de los pasillos cumplen la norma, pero con un margen muy pequeño y otros están muy por debajo de los luxes mínimo.

Al realizar el cambio por iluminación Led y la iluminación defectuosa se realiza nuevamente las medidas dando como resultado lo siguiente:



Ilustración 52. Iluminación corregida Luxes. Fuente: Creación propia.

Los valores de luminancia quedan por encima de los 10 Lux cumpliendo a cabalidad la luminancia mínima requerida.

Las actividades de mantenimiento se reportan por medio del siguiente formato de orden de mantenimiento el cual tiene las siguientes características:

CAFAM - DFTD. INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS GENERALES - INFORME DE CUMPLIMIENTO OBRAS DE TRABAJO			
ORDEN DE MANTENIMIENTO:		TIPO DE MDTO :	
Solicitante:		Fecha orden :	
Dirección :		Teléfono :	
Equipo :	Serie:	Placa/Activo:	
Ubicación :		CeCo :	
Repaste:		Pedido :	
TECNICO ASIGNADO		LABOR REALIZADA	
Descripción materiales/repuestos	Cantidad	Descripción Materiales/repuestos	Cantidad
Causar:		EVALUACION	
Parada:		Ejecente 100 Buono 90-99 Aceptable 60-89	
Fecha inicio:		Regular 50-59 Deficiente 1-49	
Hora inicio:			
Fecha fin:		Calidad _____ Cumplimiento _____	
Hora fin:			
Recibido por (Nombre):		Firma y Sello:	Fecha : Hora :
Aprobado por: Jefe Sección Mantenimiento VI-15-06-2022 P.1 DE 1			

Datos de la orden de mtto, debe especificar lo mas claro posible: lugar, equipos, y técnico asignado .

En este espacio el técnico debe especificar las actividades que realizó y el estado inicial al verificar el requerimiento. Materiales usados y los materiales solicitados.

Especificar causa de la falla, tiempo de mtto, y se debe realizar calificación de la actividad y revisión del status final, generalmente la realiza el supervisor o coordinador de mtto.

Ilustración 53. Formato y asignación orden de mantenimiento.

La orden de mantenimiento realizada se archivó en la base de datos del software y en la hoja de vida del equipo de lectura (K0023), con el fin de iniciar a construir un histórico de eventos y ordenes de mantenimiento ejecutadas.

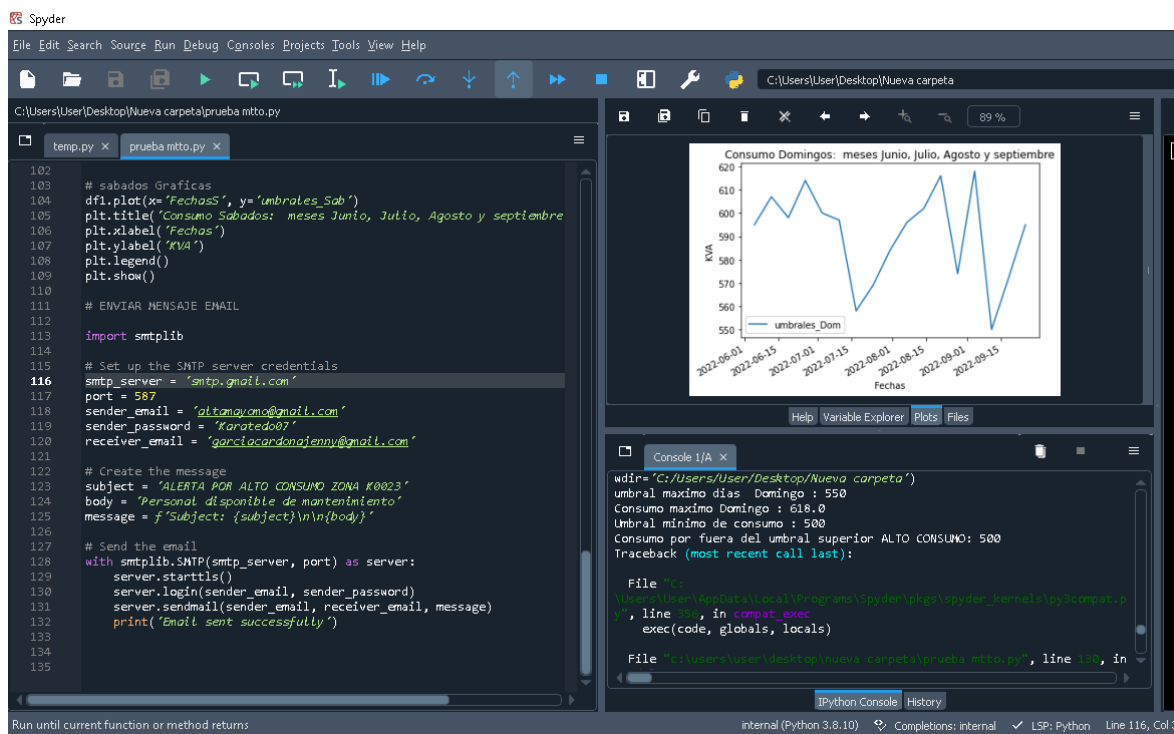


Ilustración 54. Histórico de eventos Domingos.

Implementación 2:

Entre semana de lunes a viernes de acuerdo con la información recopilada por el BMS se logró identificar que uno de los días que genera mayor consumo son los días jueves, teniendo en cuenta que el promedio histórico de consumo de este día está en 450 KWh y en los meses de julio, agosto y septiembre aumentó el consumo en un 8,8% llegando a un máximo de 490 KWh.

En estos días no se evidenciaron eventos especiales que hayan generado algún cambio en la lectura, por tal motivo, se programaron las siguientes actividades de mantenimiento que logre identificar las variaciones en las lecturas.

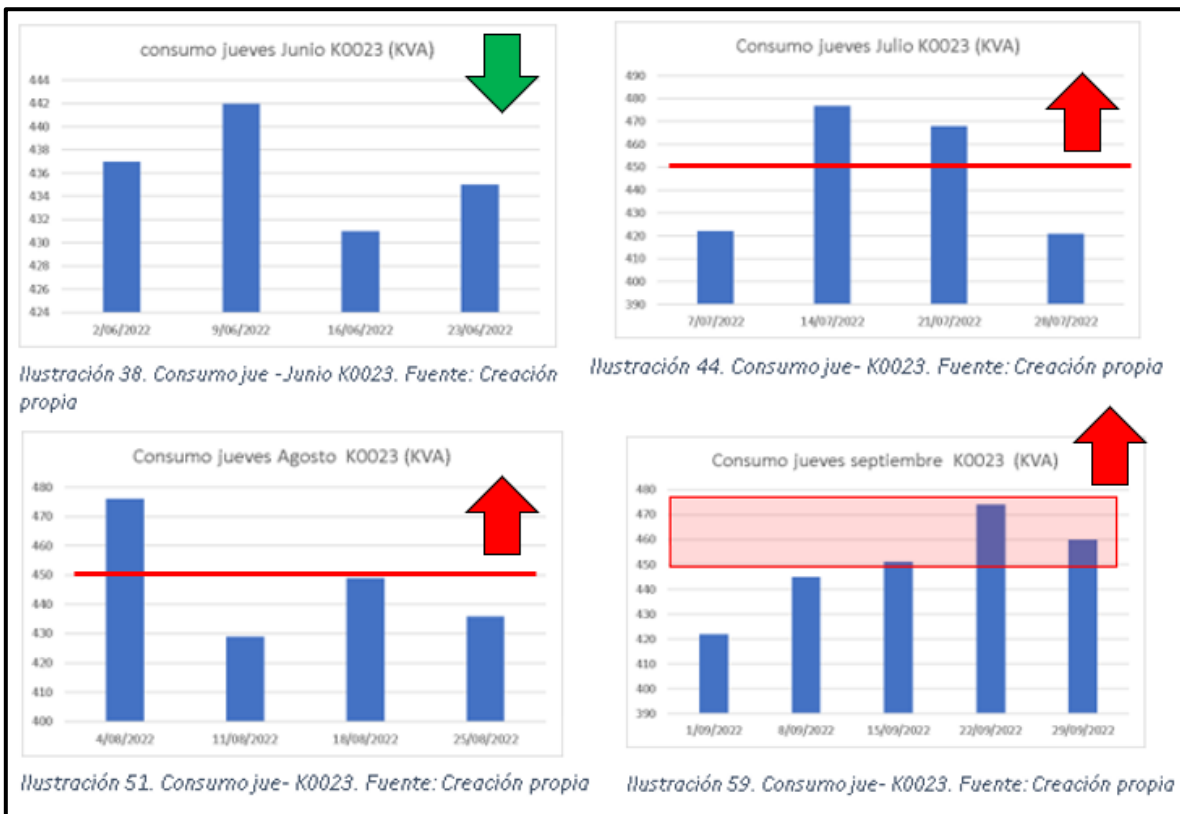


Ilustración 38. Consumo jue -Junio K0023. Fuente: Creación propia

Ilustración 44. Consumo jue- K0023. Fuente: Creación propia

Ilustración 51. Consumo jue- K0023. Fuente: Creación propia

Ilustración 59. Consumo jue- K0023. Fuente: Creación propia

Ilustración 55. Aumento consumo días jueves. Fuente: Lectura BMS

Ordenes de mantenimiento:

1. Inspección visual de las zonas descritas de acuerdo a los horarios de encendido y apagado y el porcentaje de iluminación requerido.
2. Inspección de los sistemas de activación de las luminarias elevadas.
3. Cambiar luminarias que presentan desgaste por vida útil y cambio en coloración de las carcasas.
4. Realizar medición de corrientes en tableros auxiliares y principales, sistema puesta a tierra y aislamiento en los conductores.

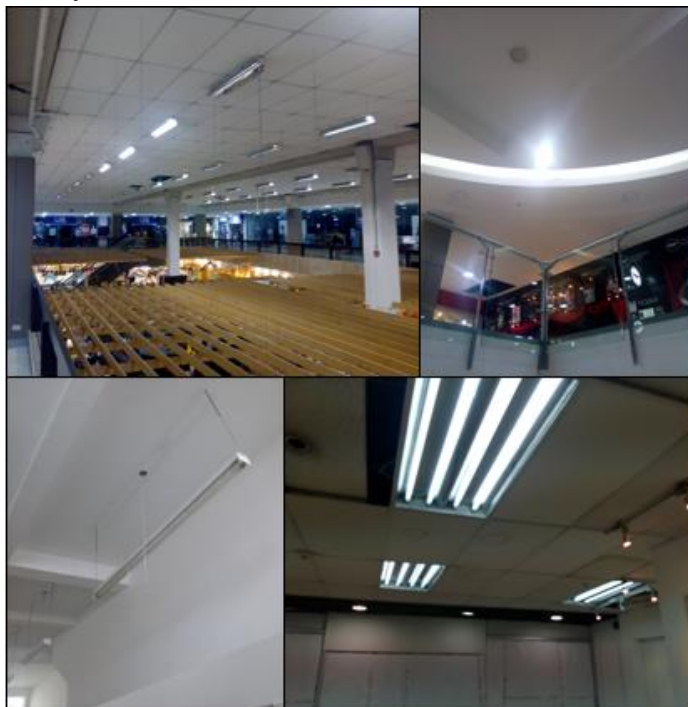


Ilustración 56. Inspecciones visuales

De acuerdo con las inspecciones realizadas se observó que las luminarias elevadas están encendidas al 100% de su capacidad y de acuerdo con los niveles de luminancia deben estar al 70%. Por tal motivo se verificaron los sistemas de activación, encontrándose que el contactor y el breaker de protección que controla ese sistema estaba dañado y activaba esporádicamente la iluminación.

Adicionalmente, se identificó que los días jueves el sistema quedaba encendido, probablemente no se estaba realizando los recorridos de rutina para identificar que las luminarias elevadas estuvieran apagadas sin tener en cuenta que el control estaba presentando fallas.



Ilustración 57. Sistema control iluminación zona común luminarias elevadas.

Se realizan los ajustes correspondientes y se deja la iluminación al 70% de su capacidad y se ajustan los recorridos del personal de mantenimiento para que realicen inspección visual de la zona.



Ilustración 58. Iluminación elevada ajustada al 70%.

Con los ajustes realizados y con las ordenes de mantenimiento generados por el software de mantenimiento se verificaron los consumos correspondientes al mes de octubre para identificar la optimización de los perfiles y ahorros de energía respecto a los meses anteriores.

Se obtuvieron los siguientes resultados:

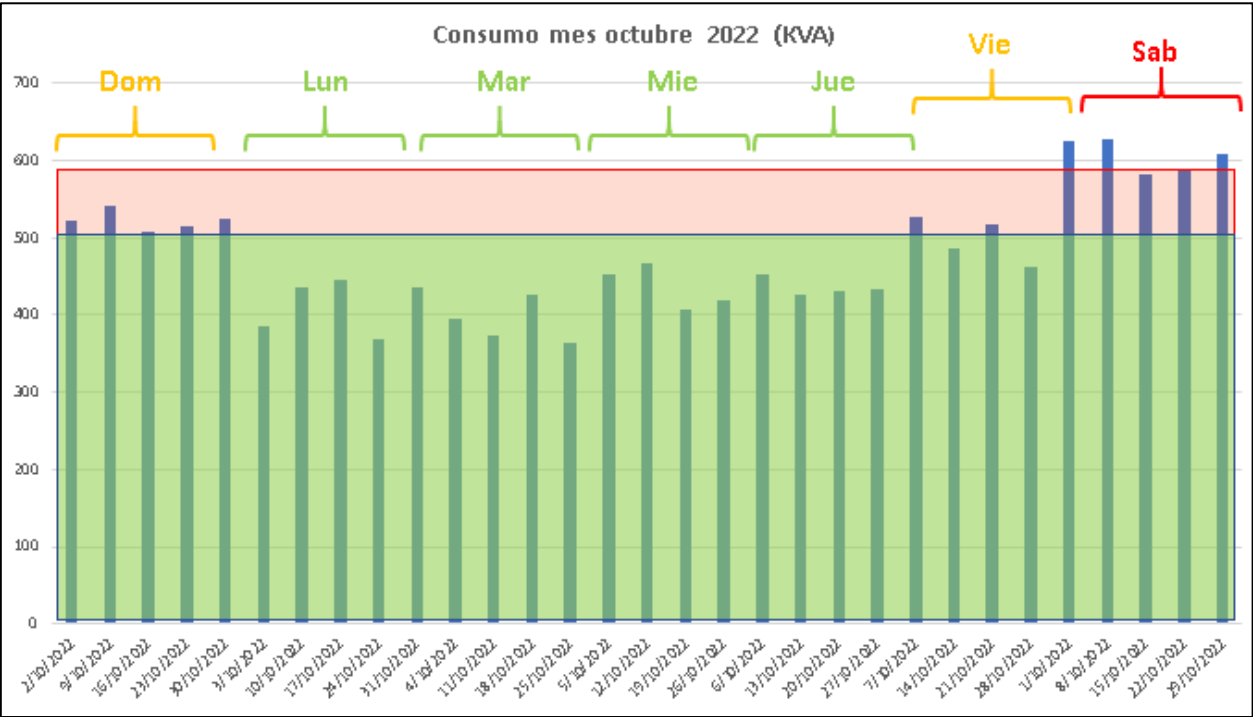


Ilustración 59. Consumo mes octubre- post software de mantenimiento.

En la gráfica anterior (Ilustración 60) se observa la reducción de los perfiles de consumo sustancialmente en el mes de octubre posterior a la implementación.

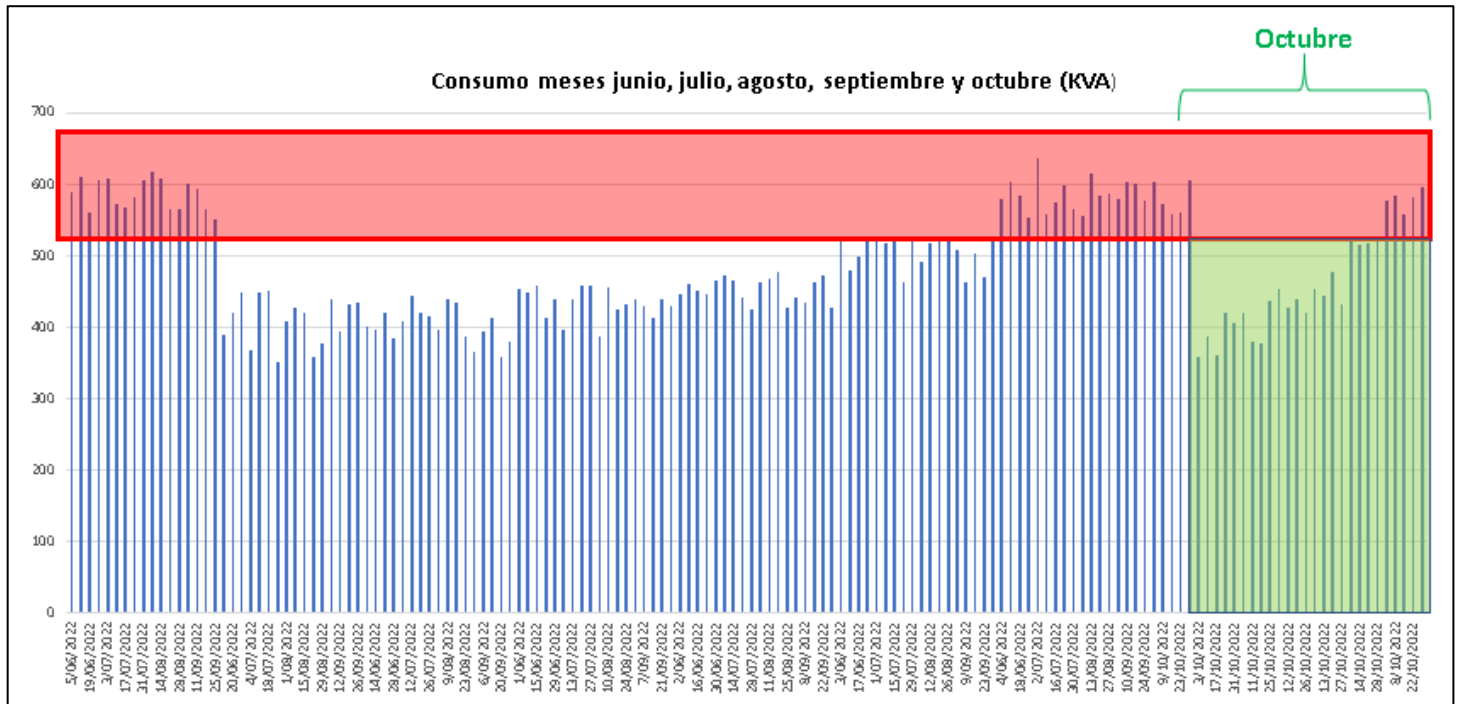


Ilustración 60. Comparación octubre con los meses anteriores.

Se generó una reducción del 18,6% del consumo principalmente de los días domingos y jueves los cuales estaban por encima de los 500KWh.

Los días sábados del mes de octubre permanecen en el promedio del consumo de acuerdo con los meses antecesores, teniendo en cuenta, que históricamente es el día que la iluminación e instalación de equipos se aumenta sustancialmente debido a los eventos programados del fin de semana.

Se realizó un análisis inicial de los días domingos y jueves, pero es de vital importancia realizar una revisión general del total de días de la semana ya que se puede optimizar enormemente los perfiles de tensión generando ahorro al centro comercial.

Recomendaciones de Seguridad industrial para los centros comerciales:

La protección correcta de pies a cabeza

26 Ago

El uso del Equipo de Protección Personal (EPP) es esencial en tu lugar de trabajo, es obligatorio portarlo si lo usas adecuadamente te protegerá de agresiones externas:

- Cabeza:** El casco desvía y absorbe golpes de la cabeza.
- Cara:** Las caretas o protectores faciales protegen de salpicaduras de químicos, partículas volantes de esmerilado, corte y presión de aire.
- Ojos:** Las lentes protegen de salpicaduras de productos químicos como ácidos, cáusticos, baterías de celda húmedas u otros.
- Cuerpo:** Usar overol y/o camisa y pantalón 100% algodón retardante al fuego.
- Oídos:** Expuestos a niveles de ruido por encima de los 85 decibeles (dBA).
- Manos:** Los guantes de cuero son apropiados para el manejo de la mayoría de los materiales abrasivos. Cuando trabajes con químicos, los guantes deberán ser sellados en la parte alta o tener un doblez para prevenir la entrada de líquidos.
- Vías Respiratorias (Atmósferas Peligrosas):** El detector de gases múltiples, tiene la capacidad para la lectura de gases como: Sulfuro de Hidrógeno (H₂S), Oxígeno (O₂), Monóxido de Carbono (CO), Límite inferior de Explosividad (LEL).

Protección para cabeza

Protección auditiva

Protección visual

Protección para las manos

Ropa de protección

Protección para pies

En atmósferas peligrosas siempre utilizar el detector de gases.

Ilustración 61. Epps requeridos de acuerdo a la actividad. Fuente: fingenierias.com [23]

El uso de Epps en el área de mantenimiento es primordial para mitigar al mínimo el riesgo de sufrir accidentes o incidentes. Existen gran cantidad de factores internos y externos que conllevan a un accidente de trabajo. Inicialmente, debemos cuidarnos a nosotros mismos, usar adecuadamente los Epp's y los protocolos de seguridad de la compañía que esté a cargo el mantenimiento.

Se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones para cada una de las actividades o maniobras de mantenimiento que están expuestos el personal operativo:

- ✓ Realizar reunión preoperativa todos los días antes de iniciar las actividades, en la cual se indica las maniobras y las operaciones que se tienen programadas en el día. También, la organización de los equipos de trabajo y la verificación por parte del inspector de seguridad del estado de los Epps y equipos.
- ✓ Antes de cualquier labor se debe diligenciar el permiso de trabajo en donde se explican las funciones y las actividades que se tienen programadas, si se cambia se actividad se debe hacer un nuevo permiso de trabajo. Tener en cuenta que no se puede iniciar las actividades hasta que en el permiso estén las firmas de todos los trabajadores, inspector de seguridad y el ingeniero o coordinador del proyecto y/o mantenimiento.
- ✓ Verificar previamente el vencimiento de los cursos de alturas, espacios confinados, coordinador de alturas y tarjeta de operación para trabajos eléctricos Conte o Conantel.
- ✓ Inspeccionar previamente el estado de las herramientas que se van utilizar en las actividades programadas, que se tengan todos los materiales y los insumos necesarios para el mantenimiento.



- ✓ El coordinador de mantenimiento y el inspector de seguridad industrial deben tener a la mano los teléfonos de emergencia de todo el personal, así como las clínicas más cercanas donde los pueden atender en caso de presentarse una emergencia.
- ✓ Todo el personal debe conocer el plan de emergencias del centro comercial y los puntos de encuentro cuando se presenten fenómenos naturales.

Ilustración 62. Punto de camilla de emergencia. Fuente: C.C Cafam Floresta

- ✓ Se debe tener y conocer la ubicación de las camillas de emergencia, botiquín y personal entrenado para prestar los primeros auxilios.



Ilustración 63. Botiquín primeros auxilios. Fuente: Infobae.com [24]

- ✓ Lo ideal es hacer grupos de trabajo mínimo entre 2 a 3 personas dependiendo la actividad, teniendo en cuenta que siempre debe haber un vigía cuando se usen escaleras y un coordinador de alturas cuando se utilicen andamios. Nunca se debe quedar una persona sola trabajando y siempre se debe tener comunicación continua con el encargado o el coordinador de mantenimiento.

A continuación, se dará una retroalimentación del proyecto donde se enunciarán los ajustes futuros y las limitaciones que se tuvieron a lo largo de la tesis.

Retroalimentación y ajustes futuros

A lo largo de la realización del proyecto se presentaron diferentes retos e inconvenientes los cuales fueron de superación y aprendizajes, algunos de ellos son los siguientes:

- ✓ Identificar la disponibilidad de la información ya que es confidencial y en muchos casos se deben hacer citas previas y autorizaciones. Esto generó traumatismo a lo largo del proyecto ya que se tenía información limitada para hacer los análisis respectivos. Se logró avanzar rápidamente al momento de definir la información que se necesitaba y acotar el proyecto solo a iluminación y consumo de energía eléctrica.
- ✓ Falta de información en el historial de consumos, en muchos casos no se tenía adecuadamente organizada la información por tal motivo se debía segregar y escoger la información importante.
- ✓ Programar personal técnico para labores de campo, fue complejo ya que los tiempos son limitados y no se tiene la disponibilidad y poco personal operativo para atender todos los requerimientos del centro comercial. Se aprovecharon los fines de semana y en las noches para verificar los equipos ya que durante el día era muy complicado por la gran cantidad de servicios solicitados.
- ✓ Los equipos están desactualizados y varios medidores llevaban mucho tiempo sin mantenimiento por tal motivo algunas mediciones generaban datos erróneos o simplemente no estaban correctamente conectados. Normalmente pasaba en las zonas que no eran prioritarias.

De acuerdo con los resultados óptimos del mes de octubre en actividades futuras se iniciarán a programar las siguientes actividades de mantenimiento para llegar al punto de equilibrio e identificar el límite óptimo mínimo de iluminación necesario para las zonas comunes del centro comercial en estudio.

- Pruebas de fotometría en cada uno de las zonas comunes para conocer los niveles de luminancia.
- Actualizar todas las luminarias a LED y de la misma referencia para estandarizar fichas fotométricas.

- Aumentar los medidores en cada uno de los tableros, no solo principales sino en los tableros auxiliares.
- Incorporar el software de mantenimiento a otros sistemas como son cuartos de bombas, red contraincendios, aire acondicionado, etc. Así como otros equipos que generan un aporte importante en el consumo de energía eléctrica.
- Diseñar un software con mayores herramientas y mejor interfaz gráfica que optimice los planes de mantenimiento y sea una herramienta de consulta y apoyo al personal de mantenimiento, no solo como base de datos sino también para utilizar la información al beneficio de la eficiencia en los procesos.

Limitaciones del proyecto

- La recopilación de la información del BMS de los equipos como son las plantas eléctricas, red contraincendios, ascensores no fue posible adquirirlas para hacer algún tipo de tratamiento, esto se debe a que se encuentran los equipos de medida en los diferentes equipos, pero están desconectados o simplemente están desactualizados y ya no son compatibles con el BMS. Sin embargo, se tiene previsto en los planes de mantenimiento del centro comercial en los años posteriores implementar sistemas de medida que identifique el estado de estos equipos.
- El enlace entre el BMS y nuestro software de gestión de mantenimiento no fue posible en tiempo real ya que por seguridad electrónica se maneja información confidencial y datos muy importantes para la operación y la compañía no da permisos para acceder a toda la información para temas académicos. Sin embargo, se tomaron los consumos de las áreas por medio de las bases de datos y lecturas manuales de los medidores para generar los datos de estudio.
- Para la implementación de las ordenes de mantenimiento se realizaron en horarios nocturnos y/o entre semana en horarios antes de las 7am previamente al ingreso de los clientes al centro comercial.

7. CONCLUSIONES

- La implementación de un software de gestión de mantenimiento en un centro comercial logró reducir 18,6% del consumo en la iluminación de las áreas comunes en estudio, generando un ahorro económico y optimización de los recursos por medio de actividades de mantenimiento correctivo y con el ajuste efectivo de las frecuencias y tareas preventivas del plan de mantenimiento general.
- La adquisición de los datos del BMS analizados por Python permitió analizar la información de los datos históricos para identificar los perfiles de consumo mínimo y máximo de energía eléctrica en el cual se encontraron patrones similares que conllevaron a eliminar la causa raíz de las fallas generadas.
- La aplicación del software de gestión redujo perfiles de consumo para los días jueves de 490KWh a 450kWh y los días domingos de 600kWh a 525kWh evidenciados en el mes de octubre con una eliminación efectiva de las fallas por sobrecarga en las zonas comunes K0023 en estudio.
- La coordinación entre el software de gestión y el plan de mantenimiento general del centro comercial logró acotar las zonas de búsqueda de las fallas y reducir en 30min del tiempo para identificar la anomalía oportunamente y disminuir a la mitad del personal operativo requerido para hacer las inspecciones de los equipos dando la posibilidad de atender otras áreas con personal disponible en la operación.
- El aporte principal de este proyecto se enfoca en utilizar la base de datos de un BMS en conjunto con un software de gestión para solucionar fallas de iluminación y reducción de consumo por medio de la identificación de los umbrales promedios mínimo y máximos, siendo de gran ayuda al equipo de mantenimiento para reducir tiempos de atención a fallas y conocer el punto de partida para su inspección.

8. Bibliografía

- [1] B. N. Maggard, *El TPM que funciona. La teoría*, 2004.
- [2] S. Garcia G, *Organización y gestión integral de mantenimiento: Manual práctico para la implementación de sistemas de gestión avanzados de mantenimiento industrial.*, 2003.
- [3] F. VILLADA, «“El Mantenimiento como Estrategia Competitiva” .,» *Revista Facultad de Ingeniería. Universidad de Antioquia.*, 2016.
- [4] J. D. y. J. Segura, «Revisión histórica de los PLC, en el 50,» *Tecnica industrial* 321, 2018.
- [5] H. Feliz, *Victor Gruen: Del centro comercial suburbano al centro urbano multifuncional.*, 2016.
- [6] F. A. Morales S., «Espacio Público en Bogotá: La Gestión de su Infraestructura 1986-2007.,» *Tesis de maestría. Universidad Nacional de Colombia.*, 2011.
- [7] Acecolombia, «Panorama de la industria de los centros comerciales en Colombia Enero 2021,» 2021.
- [8] J. I. B. M. J. B. M. M. CREARA Energy Experts, «Banco de Desarrollo de America Latina: Estado de la eficiencia energética en Colombia: identificación de oportunidades,» 2016.
- [9] V. L. Brand, «El ranking de los centro comerciales más poderosos en Bogotá.,» 2019. [En línea]. Available: https://www.mallyretail.com/index.php/centros-comerciales-apocalipsis-o-resurreccion?id=&id_news=351. [Último acceso: junio 2022].
- [10] R. E. Tiempo, «El Tiempo: Evolución de los centros comerciales durante el siglo XX,» 24 noviembre 2010. [En línea]. Available: <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-8440642>.
- [11] INCIBE, «“BMS: Edificios inteligentes, ¿y seguros?”,» 26 Enero 2016. [En línea]. Available: <https://www.incibe-cert.es/blog/bms-edificios-inteligentes-seguros>.
- [12] R. Rcihard Santa, «Crece apuesta por edificios inteligentes en Colombia- AVI LATINOAMERICA ,» 16 septiembre 2022. [En línea]. Available: <https://www.avilatinoamerica.com/2022091622133/noticias/empresas/crece-apuesta-por-edificios-inteligentes-en-colombia.html>. [Último acceso: 23 enero 2023].
- [13] J. Fernández, *Teoría y Practica del Mantenimiento Industrial Avanzado.*, España : FC Editorial, 2011.

- [14] C. P, Programmable Controllers Stay Current, Special Report, I&CS, May, pp23-42., 2000.
- [15] J. A.-Z. M. M.-T. L.R. Vega-González, «Evolución y evaluación tecnológica de los protocolos de comunicaciones,
» *Ingeniería Investigación y Tecnología, ISSN 2594-0732, IV.2, 71-81, 2003, 2003.*
- [16] S. Melo, «El futuro del mantenimiento: una guía para la Industria 4.0,» 09 diciembre 2020.
[En línea]. Available: <https://datascope.io/es/blog/el-futuro-del-mantenimiento-una-guia-para-la-industria-4-0/>. [Último acceso: 2023 01 23].
- [17] R. Semana, «La inversión de Cafam Floresta,» [En línea]. Available: <https://www.semana.com/la-inversion-cafam-floresta/107365/>. [Último acceso: junio 2022].
- [18] A. L. d. B. U.-. Bogotá/Colombia, «PLAN PARCIAL DE RENOVACIÓN URBANA “CAFAM FLORESTA” - documento técnico de soporte,» febrero 2019. [En línea]. Available: https://www.sdp.gov.co/sites/default/files/00_-_dts_final.pdf. [Último acceso: enero 2023].
- [19] E.-. I. O. EDUCATION, «Que son los sistEmas tecnologicos.,» [En línea]. Available: <https://www.euroinnova.edu.es/blog/que-son-los-sistemas-tecnologicos>. [Último acceso: enero 2023].
- [20] «TECSA,» [En línea]. Available: <https://www.tecsagro.com.mx/blog/equipo-de-proteccion-personal-para-arc-flash/>. [Último acceso: 14 05 2023].
- [21] M. Á. Macías, «“ ¿Qué son las licencias de Software?,» 10 septiembre 2021. [En línea].
Available: <https://blog.orange.es/consejos-y-trucos/que-son-las-licencias-de-software-y-que-tipos-hay/#:~:text=Las%20licencias%20de%20software%20son%20un%20contrato%20entre%20el%20autor,utiliza%20debe%20aceptar%20esas%20condiciones>.
- [22] M. d. m. y. E.-. R. N. 1. D. M. 3. d. 2010, «MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA- Reglamento tecnico de iluminación
y alumrado publico,» 2010.
- [23] F. SAS, «FLT INGENIERIA S.A.S- CAPACITACIÓN EPP'S,» 26 agosto 2019. [En línea]. Available: <https://www.fltingenieriasas.com/capacitacion-epps/>. [Último acceso: 15 05 2023].
- [24] INFOBAE, «INFROBAE.COM,» 05 2023. [En línea]. Available: <https://www.infobae.com/tendencias/2022/09/10/primeros-auxilios-en-casa-que-tener-en-el-botiquin-y-como-actuar-ante-una-emergencia/>. [Último acceso: 15 05 2023].

- [25] R. Gonzalo, Definición de mantenimiento, 2013.
- [26] N. C. Forero, «Centros comerciales en Bogotá: espacios híbridos, sociedad dividida. Revista Ciudades, Estados y Política,» p. 77–93, 2016.
- [27] A. y. Z. P. F. Urbina G., «Impacto de “El Bogotazo” en las actividades residenciales y los servicios de alto rango en el Centro Histórico de Bogotá. Dearquitectura.,» 2009.
- [28] I. González, «Predictiva 21,» [En línea]. Available: <https://predictiva21.com/el-mantenimiento-y-su-evolucion/>. [Último acceso: 23 enero 2023].
- [29] U. L. s. Bogotá., «“La evolución del computador”,» 16 Junio 2015. [En línea]. Available: <http://www.unilibre.edu.co/bogota/ul/noticias/noticias-universitarias/256-la-evolucion-del-computador>.
- [30] C. N. y. P. Carpio, «“La programación soluciona problemas, FunPrOO facilita tu programación-Fundamentos de programación”,» [En línea]. Available: http://www.utn.edu.ec/reduca/programacion/fundamentos/un_poco_de_historia.html.
- [31] R. a. P. Barlow, Mathematical Theory of Reliability. Jhon Wiley, 1964.
- [32] GMAO, «“Sistemas GMAO/CMMS de Gestión de Mantenimiento”,» [En línea]. Available: “Sistemas GMAO/CMMS de Gestión de Mantenimiento”. [Último acceso: junio 2022].

9. ANEXOS

9.1 Encuesta percepción gestión de mantenimiento

Población: La encuesta se realizó de manera abierta dirigida a ingenieros, docentes, coordinadores y directores de mantenimiento y personal operativo entre los 25 a 60 años de la Universidad Nacional, Universidad ECCI y centro comercial Cafam Floresta y Titan plaza.

Infraestructura: Se implementó por medio de Formularios de Google vía electrónica.

1. Edad

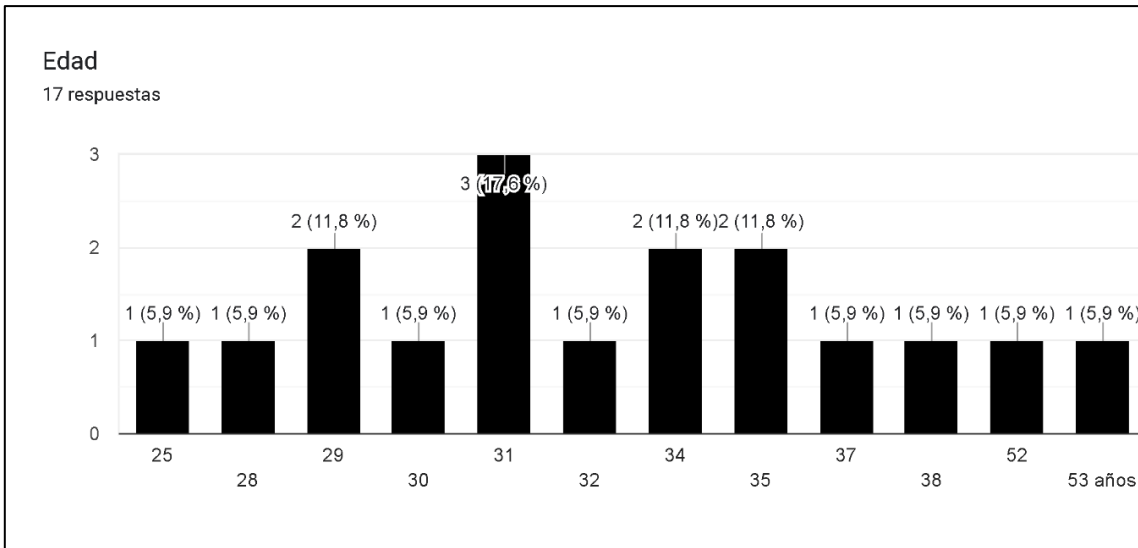


Ilustración 64. Rango de edad encuestadores. Fuente: docs.google.com/forms.

2. Cargo que desempeña.

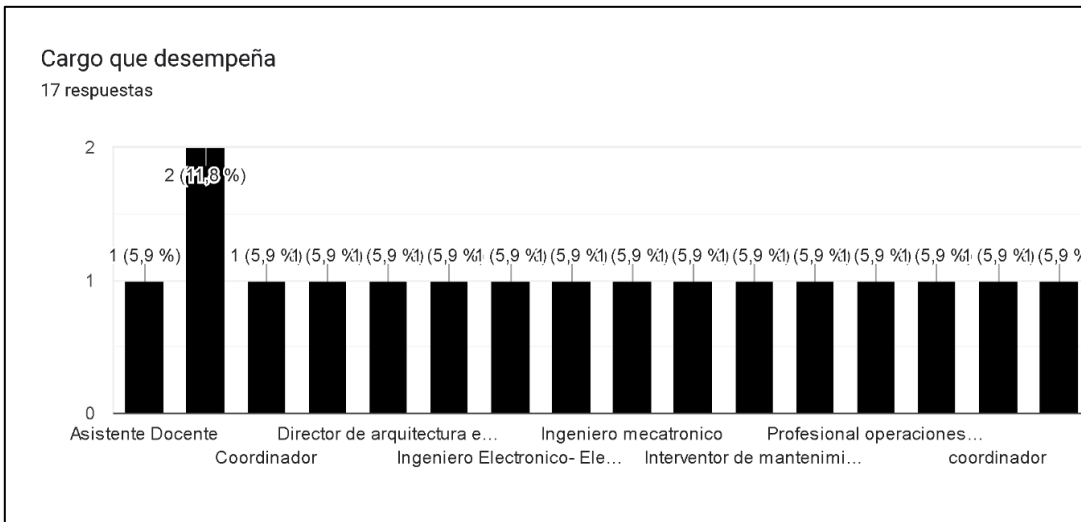


Ilustración 65. Cargo que desempeña encuestadores. Fuente: docs.google.com/forms.

3.

Seleccione ¿Cuál de los siguientes sistemas o equipos son de mayor importancia para ser monitoreado y controlado por medio de un software ?

17 respuestas

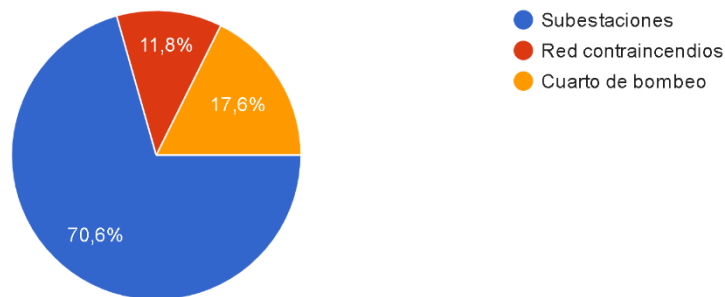


Ilustración 66. Importancia equipos para el monitoreo. Fuente: docs.google.com/forms.

4.

Seleccione ¿Cuál de los siguientes sistemas o equipos son de mayor importancia para ser monitoreado y controlado por medio de un software ?

17 respuestas

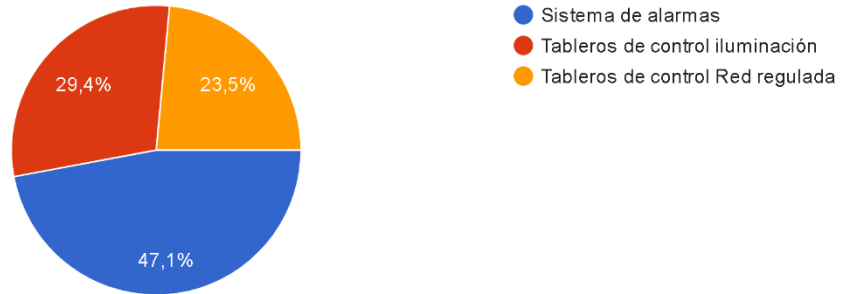


Ilustración 67. Importancia monitoreo equipos parte. 2. Fuente: docs.google.com/forms.

5.

¿Conoce alguna plataforma o software que gestione el mantenimiento ?

17 respuestas

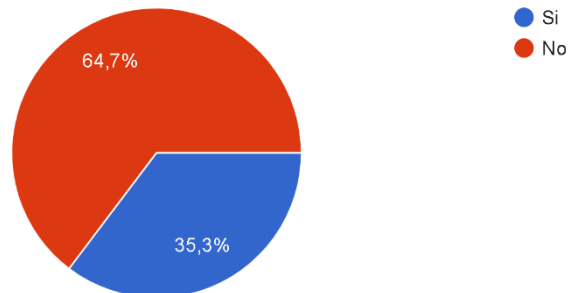


Ilustración 68. Conocimiento acerca del BMS. Fuente: docs.google.com/forms.

¿Cuáles? 16 respuestas

- MANTUM, PROTECNUS
- no se
- Samm Mantum SAP
- No

- Sap
- Ninguno
- No conozco
- No se
- Ninguno

6.

¿Para qué es importante la gestión de mantenimiento?

17 respuestas

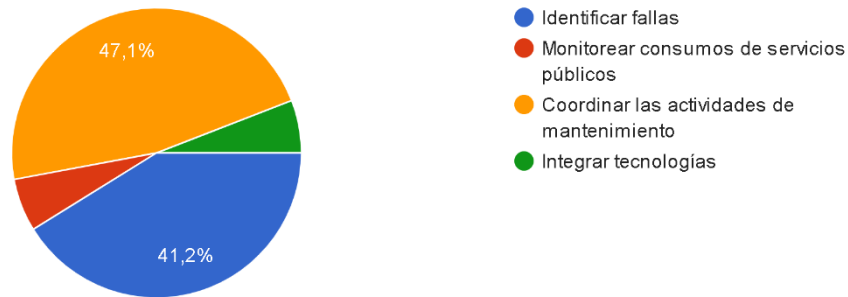


Ilustración 69. Importancia gestión de mantenimiento. Fuente: docs.google.com/forms.

7.

¿Cuál de los siguientes tipos de mantenimiento es el más importante para usted?

17 respuestas

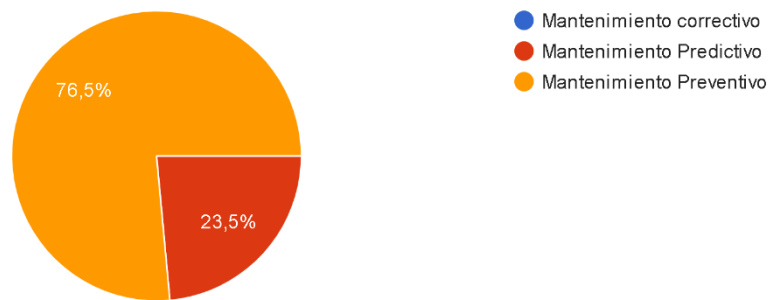


Ilustración 70. Nivel de importancia tipos de mantenimiento. Fuente: docs.google.com/forms.

¿Por qué? 17 respuestas

- AYUDA A EVITAR LAS FALLAS Y PROLONGA LA VIDA UTIL DE LOS EQUIPOS
- se pueden prevenir accidentes
- Se pueden disminuir costos

- En el mantenimiento predictivo está enfocado en el sentido común teniendo en cuenta la experiencia técnica y los componentes eléctricos y mecánicos
- Es el inicio de los problemas
- Invertir en preventivos es generar ahorros a futuro con los correctivos que suelen ser más costosos.
- Permite evitar otro tipo de mantenimientos, fallas y paradas de producción prolongadas
- Para evitar inconvenientes a futuro
- Se evitan fallas

8.

¿Ha implementado o conoce acerca de los BMS (Building management System) para los centros comerciales o edificios inteligentes?

17 respuestas

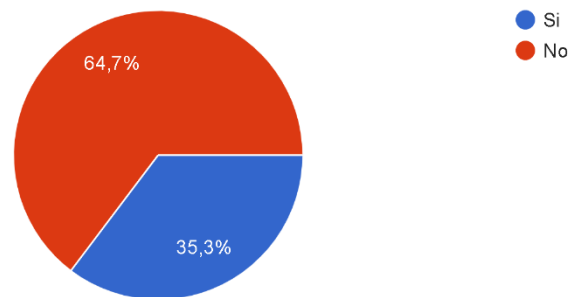


Ilustración 71. Conocimiento BMS. Fuente: docs.google.com/forms.

9.

¿Que equipos monitorean en estas plataformas?

16 respuestas

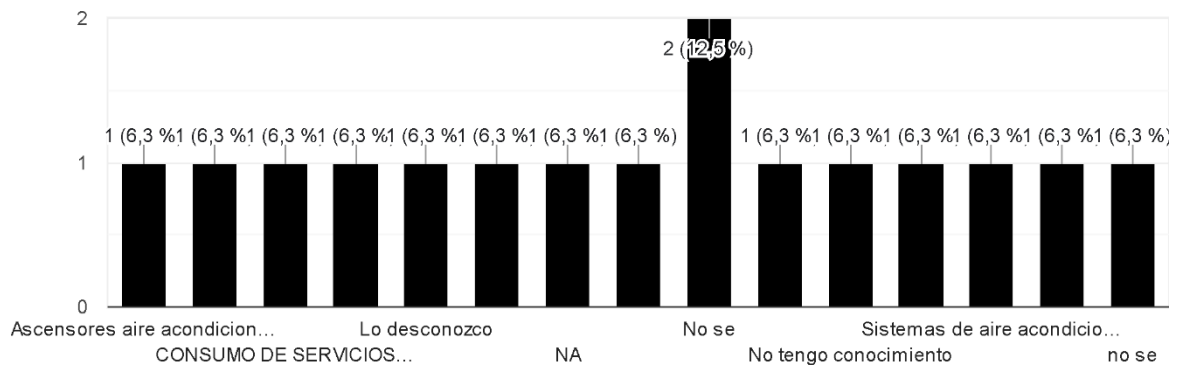


Ilustración 72. equipos que monitorean los BMS. Fuente: docs.google.com/forms.

10.

¿Cómo supervisan las actividades de mantenimiento?

17 respuestas

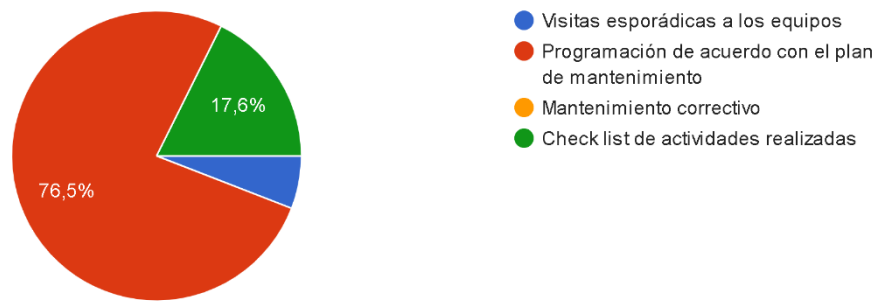


Ilustración 73. Como supervisan el mantenimiento. Fuente: docs.google.com/forms.

11.

¿Cree usted que las luminarias de los centros comerciales son eficientes y amigables con el medio ambiente?

17 respuestas

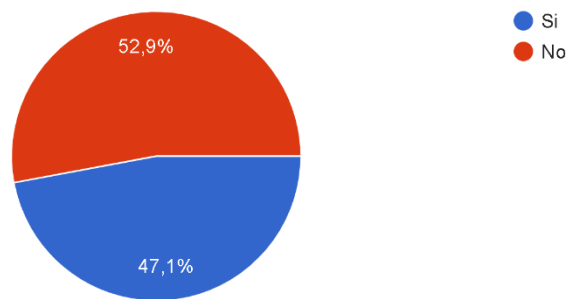


Ilustración 74. Percepción Luminaria. Fuente: docs.google.com/forms.

¿Por qué? 17 respuestas

- SE HA CAMBIADO A TECNOLOGIA LED
- consumen mucha energía al estar todo el día prendida
- Ya están utilizando sistemas inteligentes con tecnología led
- Su comportamiento eléctrico no se sincroniza con la luz del día de acuerdo a los parámetros led
- Pueden ser más eficientes
- Hoy en día existen certificaciones medioambientales que permiten una optimización de los servicios
- En algunos casos la iluminación artificial es excesiva, no es muy común darle prioridad a la luz natural
- Porque hay compañías encargadas de volver eficiente las luminarias de distintos tipos de establecimientos.
- Se han desarrollado mejores fuentes de iluminación más eficientes

12.

¿ Cuantas veces a la semana visita un centro comercial?

17 respuestas

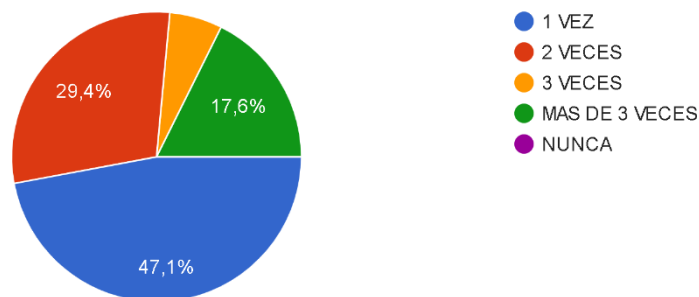


Ilustración 75, Cantidad de visitas a un centro comercial. Fuente: docs.google.com/forms.

13.

¿Cual cree usted que es el centro comercial mas importante de la ciudad de Bogotá?

17 respuestas

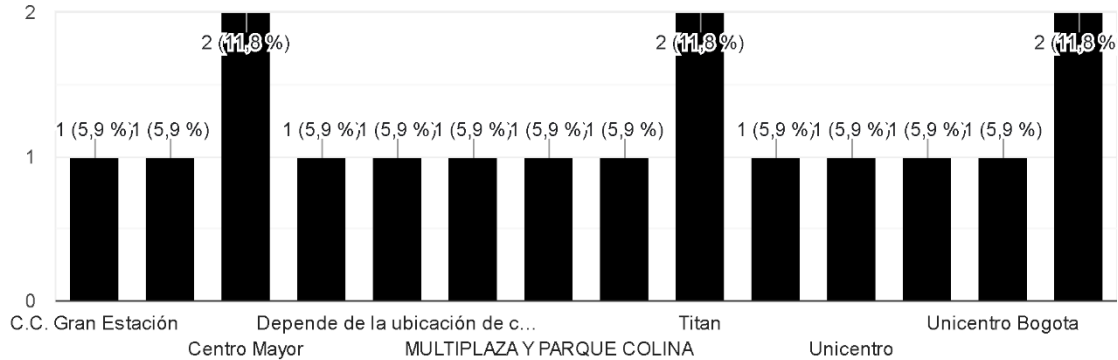


Ilustración 76. Centro comercial más importante de la ciudad. Fuente: docs.google.com/forms.

14.

¿Qué opina acerca de la implementación de un software de gestión de mantenimiento para los centros comerciales en la ciudad de Bogotá? ¿Qué beneficios encuentra? 17 respuestas

- LOGRAR INTEGRAR VARIAS TECNOLOGIAS A FAVOR DEL CONTROL Y SUPERVISION DE LAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO, IDENTIFICAR LAS FALLAS OPORTUNAMENTE
- Me parece interesante, poder tener a los instantes informes del estado de las maquinas
- Es una herramienta de vital importancia ya que busca ahorros.
- En el ahorro de electricidad, en el ahorro y preservación de recursos naturales
- Ahorro racional de energía
- Es necesario, permite conocer cronogramas fechas, informes y también presupuesto asignado para visitas preventivas.
- Podría disminuir costos en cuanto a revisiones manuales, podría mejorar la confiabilidad en los sistemas y permitiría reemplazar a tiempo componentes que presenten bajas eficiencias
- Opino que volvería más eficientes los procedimientos de mantenimiento. Los beneficios podrían aumentar

Análisis de Resultados Encuesta

- En las preguntas 3, en el cual se verifica la preferencia de implementación de sistemas de monitoreo entre subestaciones, red contraincendios y sistema de bombeo, se presenta con un 70,6 % una preferencia marcada hacia las subestaciones ya que es la fuente inicial para el control de los demás sistemas.
- En la pregunta 4, se evidencia una diferencia entre preferencias ya que entre sistema de red regulada y tableros de control de iluminación obtienen menos del 30% y se tiene una preferencia con un mayor al 45% hacia los sistemas de alarmas. Por tal motivo se observa que los sensores y sistema de seguridad se requieren ser monitoreado y tener un mayor control, sin embargo, la iluminación y las redes de equipos regulados también muestran su gran interés por ser monitoreados.
- En las preguntas 5, se observa poco conocimiento acerca de los softwares que gestione el mantenimiento con un 64,7% indican que No conocen este tipo de herramientas. El porcentaje que conoce software de mantenimiento indica como SAP, Mantum y SAMM como los softwares más usados en las operaciones.
- En la pregunta 6, el 41,6% indican que la mayor importancia de la gestión de mantenimiento es la de "Identificar Fallas". Siendo el punto de partida inicial de la implementación del software de gestión para el mantenimiento.
- En la pregunta 7, Con la mayoría en un 76% indican que el mantenimiento más importante es el preventivo. Teniendo en cuenta que de acuerdo con Sarda se debe tener un 20% de mantenimiento correctivo y un 80% del mantenimiento preventivo para evitar que la rentabilidad de los procesos disminuya [32].
- En la pregunta 9, Los sistemas que mayormente se implementan sistemas de monitoreo son los equipos de aire acondicionado ya que son los que generan mayor consumo y deben estar en todas las áreas de las plataformas comerciales debido a la gran cantidad de afluencia de personas.
- En la pregunta 10, La supervisión de mantenimiento con un 76% de preferencia lo realizan ceñidos a un plan de mantenimiento preestablecido en el centro comercial, seguidos de check list y visitas programadas a los equipos principales.

- En la pregunta 11, se tiene prácticamente un empate técnico acerca de la preferencia si las luminarias que usan los centros comerciales son amigables con el medio ambiente. Teniendo en cuenta las nuevas tecnologías tipo LED. De acuerdo con Heather E. Dillon que en los próximos 5 años las lámparas LED tendrán por lo menos 50% menos de impacto ambiental en comparación que las luminarias fluorescentes. [33]
- En la pregunta 12, Todos los encuestados indican que por lo menos 1 vez a la semana visitan un centro comercial a realizar diferentes actividades, teniendo en cuenta que los centros comerciales se han convertido en complejos centralizados en el cual todos los servicios y actividades se pueden realizar en un mismo sitio aumentando la importancia del monitoreo y gestión del mantenimiento en una plataforma comercial.
- En la pregunta 13, se observa no homogeneidad en las respuestas ya que la ciudad de Bogotá posee más de 50 centros comerciales y otros 20 en obra, cada uno expone que el centro comercial más importante de la ciudad es de acuerdo a la cercanía con su oficina o la vivienda, por tal motivo todas las respuestas son correctas ya que cada uno tiene su preferencia de importancia. Se puede denotar que cada vez los centros comerciales en la ciudad de Bogotá estarán más cercanos a su diario vivir.
- En la pregunta 14, todos ven de buena manera el uso de mecanismos que puedan monitorear o controlar los sistemas de un centro comercial para lograr gestionar el mantenimiento adecuadamente, mejorar los procesos y generar ahorros y bajar consumos,

9.2 Datos BMS consumos zonas comunes

[https://docs.google.com/spreadsheets/d/1UrupBWctEQGL3gKTEuaZPqBhFV5-q - zvEiIKeXCXGY/edit?usp=sharing](https://docs.google.com/spreadsheets/d/1UrupBWctEQGL3gKTEuaZPqBhFV5-q-zvEiIKeXCXGY/edit?usp=sharing)

Base de Datos mes junio 2022:



Franja de consumo superior al set dado

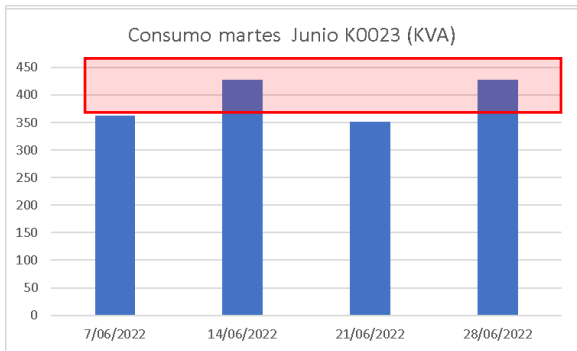


Ilustración 82. Consumo mar - Junio K0023. Fuente: Creación propia

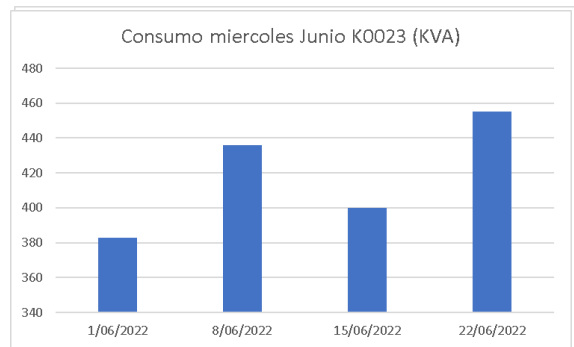


Ilustración 81. Consumo mie - Junio K0023. Fuente: Creación propia

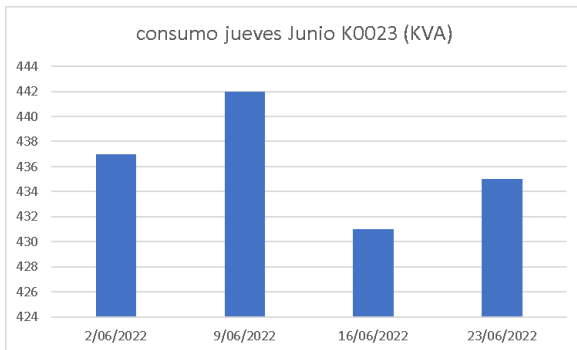


Ilustración 84. Consumo jue - Junio K0023. Fuente: Creación propia

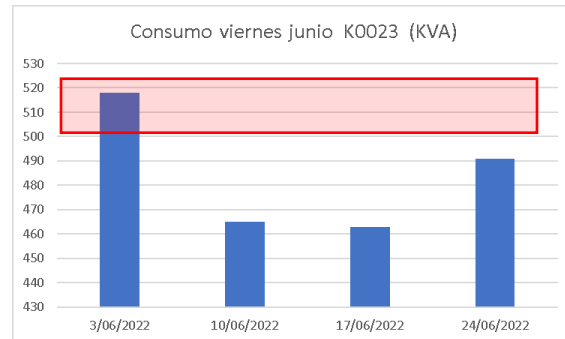


Ilustración 83. Consumo vie - Junio K0023. Fuente: Creación propia

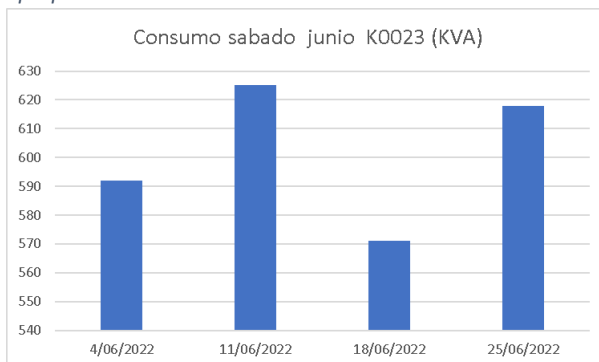


Ilustración 78. Consumo sab- K0023. Fuente: Creación propia

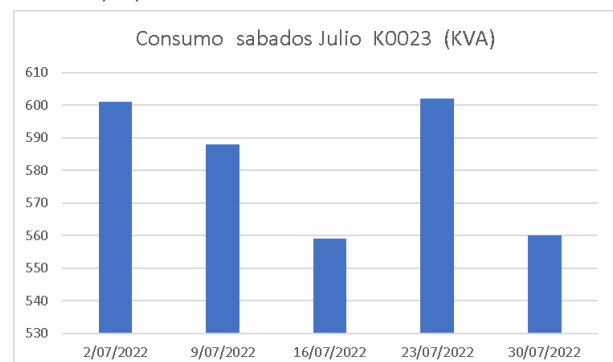


Ilustración 79. Consumo mar- K0023. Fuente: Creación propia

El BMS (Building management system) nos brinda una base de datos en la cual se obtienen los consumos de acuerdo a cada área medida, pero el análisis de los datos adquiridos los realiza nuestro software el cual revisa los límites de operación de acuerdo con los promedios de consumo y genera actividades de mantenimiento y compara los consumos del mes anterior respecto al consumo del mes en estudio.

Base de Datos mes julio 2022:

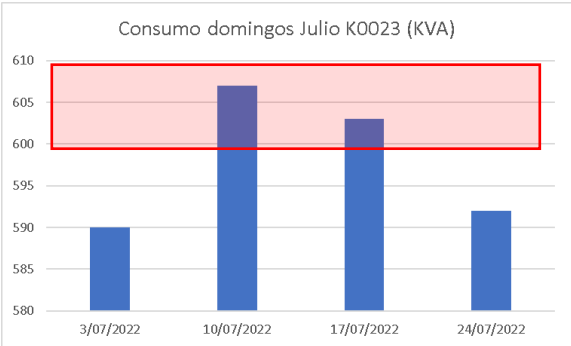


Ilustración 86. Consumo dom- julio K0023. Fuente: Creación propia

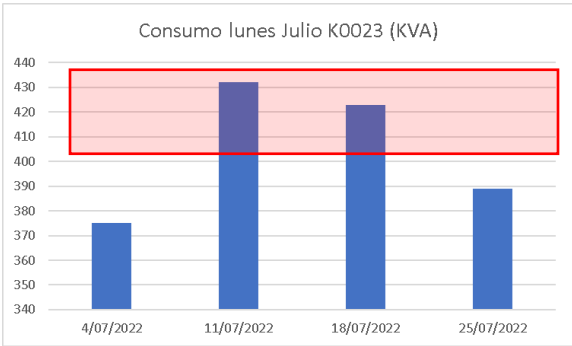


Ilustración 85. Consumo lun- K0023. Fuente: Creación propia

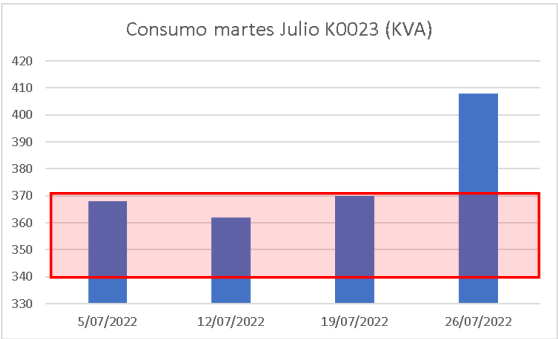


Ilustración 87. Consumo jue- K0023. Fuente: Creación propia

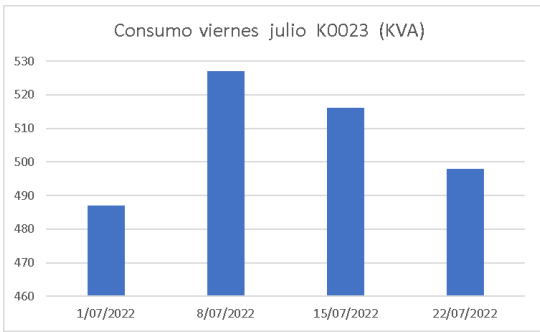


Ilustración 88. Consumo mie- K0023. Fuente: Creación propia

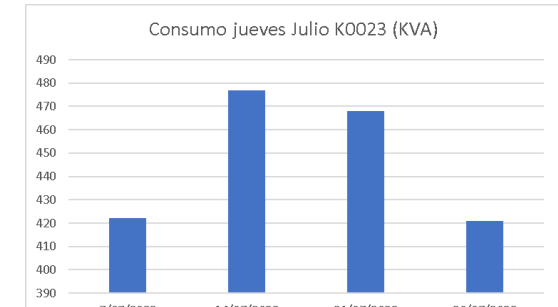


Ilustración 87. Consumo jue- K0023. Fuente: Creación propia

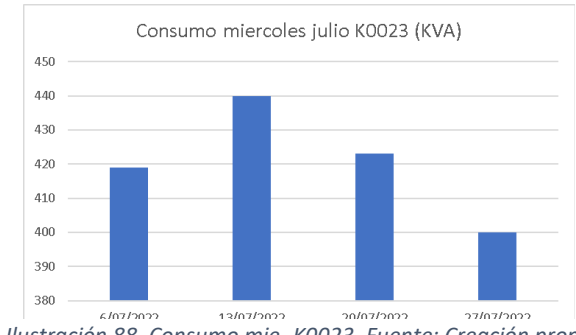


Ilustración 88. Consumo mie- K0023. Fuente: Creación propia

Base de Datos mes agosto 2022:

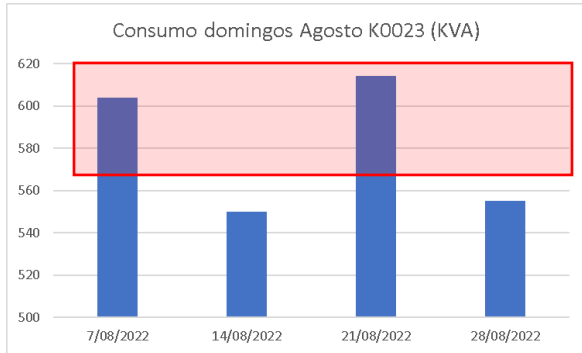


Ilustración 90. Consumo dom K0023. Fuente: Creación propia

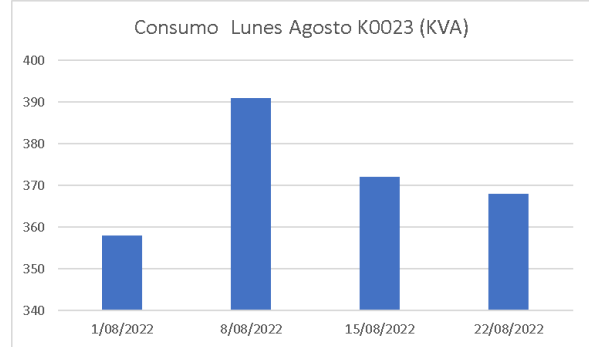


Ilustración 89. Consumo lun- K0023. Fuente: Creación propia

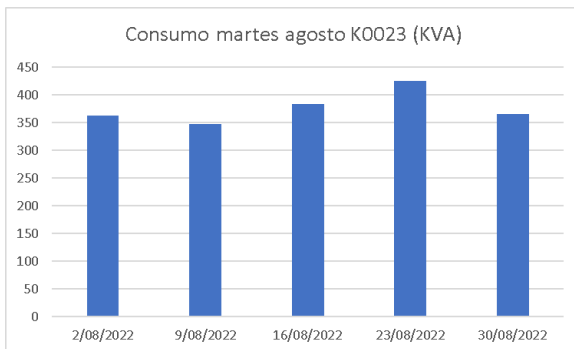


Ilustración 92. Consumo mar- K0023. Fuente: Creación propia

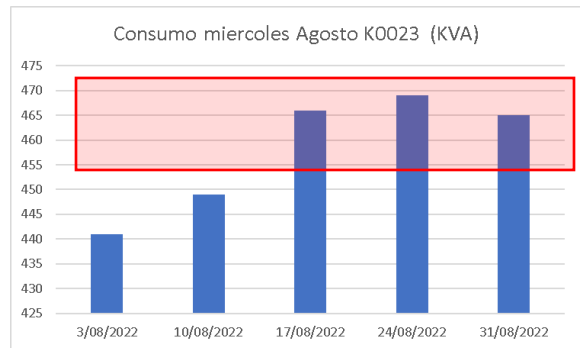


Ilustración 91. Consumo mie- K0023. Fuente: Creación propia

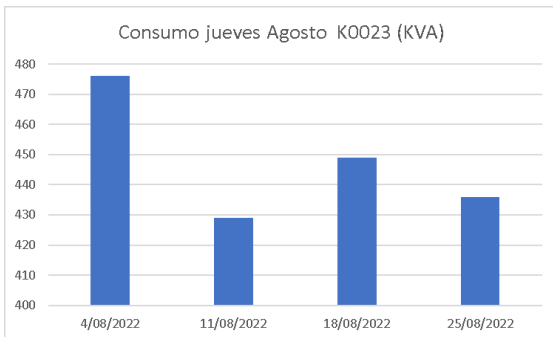


Ilustración 93. Consumo jue- K0023. Fuente: Creación propia

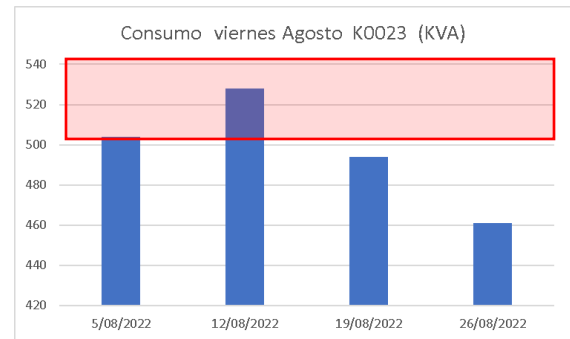


Ilustración 94. Consumo vie- K0023. Fuente: Creación propia

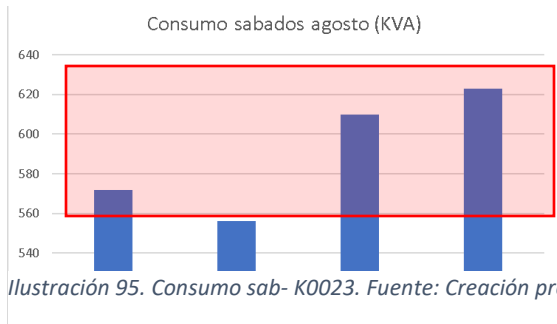


Ilustración 95. Consumo sab- K0023. Fuente: Creación propia

Base de Datos mes septiembre 2022:

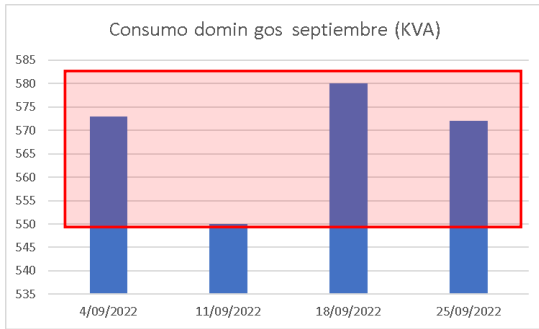


Ilustración 98. Consumo dom- K0023. Fuente: Creación propia

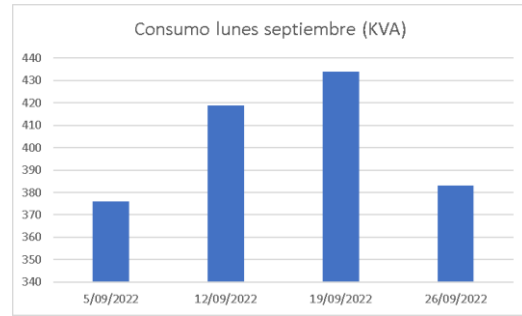


Ilustración 97. Consumo lun- K0023. Fuente: Creación propia

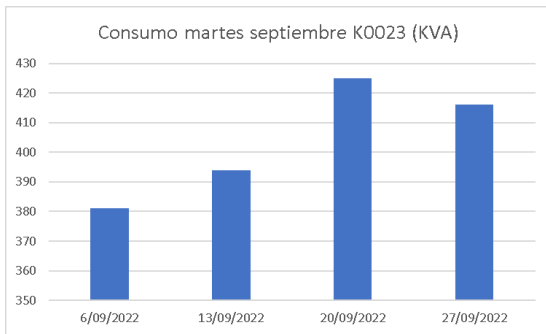


Ilustración 99. Consumo mar- K0023. Fuente: Creación propia

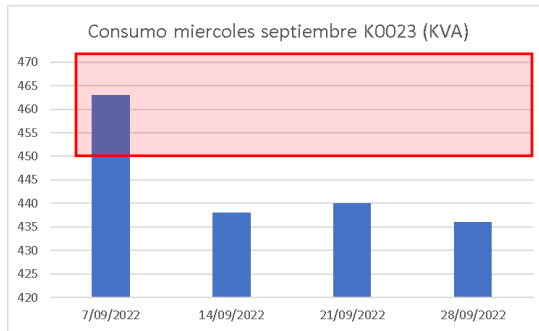


Ilustración 96. Consumo mie- K0023. Fuente: Creación propia

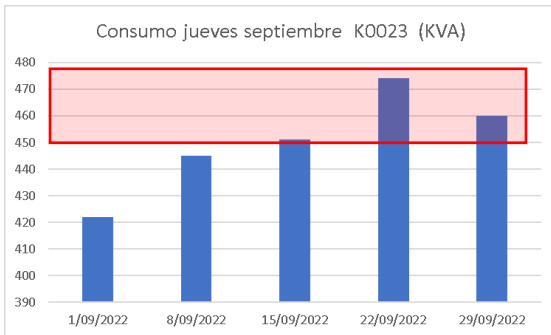


Ilustración 101. Consumo jue- K0023. Fuente: Creación propia

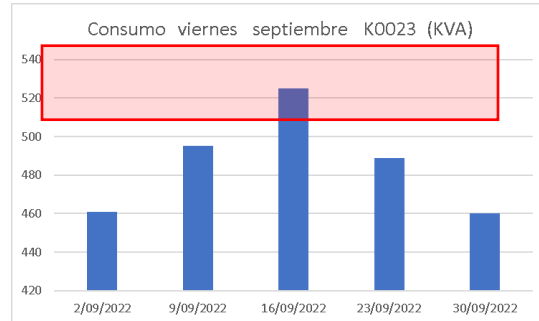


Ilustración 100. Consumo vie- K0023. Fuente: Creación propia

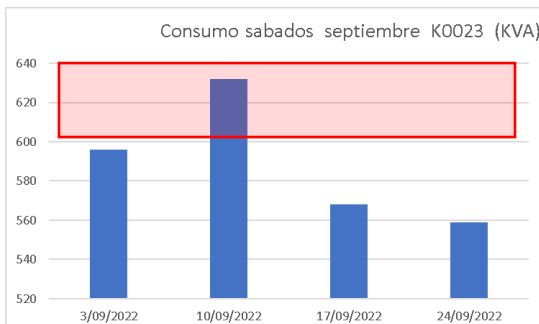


Ilustración 102. Consumo sab- K0023. Fuente: Creación propia