

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA APLICACIÓN MÓVIL PARA LA
GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE ACCESO A LAS
ESTACIONES DE TRANSMETRO S.A.S.

RAÚL ALEXANDER CHONA SUÁREZ
YEFREY QUINTERO ORTEGA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA

2018

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA APLICACIÓN MÓVIL PARA LA
GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE ACCESO A LAS
ESTACIONES DE TRANSMETRO S.A.S.

RAÚL ALEXANDER CHONA SUÁREZ
YEFREY QUINTERO ORTEGA

Monografía de grado presentada como requisito para optar el título de
Especialista en Gerencia de Mantenimiento

Director
PEDRO JOSÉ DÍAZ GUERRERO
M.Sc. Ingeniero Mecánico

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA

2018

DEDICATORIA

A Dios por darme la oportunidad de crecer profesionalmente.

*A mi amada esposa Karen Millán y a mi hijo Sammuél,
quienes son el motivo de mi vida.*

*A mis padres Raúl e Isabel, a mi suegra Claudia y
a todos los que me apoyaron en mi vida profesional.*

A todas las personas que hicieron parte de mi vida en este camino.

Raúl Alexander Chona Suárez

A Dios por sus grandes bendiciones.

*A mi madre Vilma Del Rosario, mi abuela María Aurora y a toda mi familia,
por su inmenso apoyo para realizar esta especialización
que con gran esfuerzo y dedicación he culminado.*

Yefrey Quintero Ortega

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Industrial de Santander, en especial al personal directivo y administrativo de la escuela de Ingeniería Mecánica y del programa de Especialización en Gerencia de Mantenimiento, por el apoyo prestado en nuestro proceso de formación profesional.

A nuestro director, el ingeniero Pedro José Díaz Guerrero, por compartir su conocimiento y sabiduría con paciencia durante el progreso de nuestra monografía.

Al cuerpo docente de la Especialización, por ser parte de nuestra formación y brindarnos su apoyo intelectual, moral y personal, en quienes en ocasiones más que profesores encontramos amistades.

A todos aquellos que de una manera u otra, intercedieron en la realización de esta monografía para que se hiciera realidad, muchas gracias por su apoyo.

Los Autores

TABLA DE CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	18
1. GENERALIDADES DEL PROYECTO	20
1.1 TRANSMETRO S.A.S.....	20
1.1.1 Historia.....	20
1.1.2 Misión.....	21
1.1.3 Visión	21
1.1.4 Servicio	21
1.1.5 Organigrama	22
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	22
1.2.1 Ubicación del problema.....	24
1.2.2 Causas y consecuencias	25
1.3 JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA.....	25
1.4 OBJETIVOS.....	27
1.4.1 Objetivo General	27
1.4.2 Objetivos Específicos.....	27
2. MARCO CONCEPTUAL	28
2.1 SISTEMA DE INFORMACIÓN.....	28
2.1.1 Actividades de los sistemas de información.....	28
2.1.1.1 Entrada de información	29
2.1.1.2 Almacenamiento de información.....	29
2.1.1.3 Procesamiento de Información	30
2.1.1.4 Salida de Información	30
2.1.2 Componentes de un sistema de información	30

2.1.2.1 Entrada	31
2.1.2.2 Modelos	31
2.1.2.3 Salida	31
2.1.2.4 Tecnología	31
2.1.2.5 Base de datos	31
2.1.2.6 Controles.....	31
2.1.3 Elementos de un sistema de información	32
2.1.3.1 Equipo computacional.....	32
2.1.3.2 Recurso humano.....	32
2.1.3.3 Datos o información fuente	32
2.1.3.4 Programas	32
2.1.3.5 Telecomunicaciones.	32
2.1.3.6 Procedimientos	33
2.1.4 Tipos de sistemas de información.....	33
2.2 MANTENIMIENTO.....	35
2.2.1 Objetivos del mantenimiento.....	35
2.2.2 Funciones del mantenimiento	36
2.2.2.1 Administrativas-Estratégicas.....	36
2.2.2.2 Técnicas-Toma de decisiones	36
2.2.2.3 Operativas.....	37
2.2.3 Tipos de mantenimiento.....	37
2.2.3.1 Mantenimiento correctivo	37
2.2.3.2 Mantenimiento preventivo	38
2.2.3.3 Mantenimiento predictivo	38
2.2.4 Sistemas de información de mantenimiento CMMS	39
3. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD.....	42
3.1 ENCUESTA DE APLICABILIDAD.....	42
3.1.1 ¿Qué piensa usted sobre el diseño de una aplicación móvil para la gestión del área de mantenimiento?	43

3.1.2 ¿Le gustaría que la programación de turnos de los técnicos se diligenciara mediante la aplicación?	44
3.1.3 ¿Está de acuerdo con que se asignen las actividades de los técnicos mediante la aplicación?	45
3.1.4 ¿Está usted de acuerdo con que la aplicación permita generar un reporte de las actividades realizadas por los técnicos?	46
3.1.5 ¿Cree usted que está bien añadir la opción de localización para conocer la ubicación de los técnicos?	47
3.1.6 ¿Cree que la aplicación viola la privacidad de los técnicos?	48
3.1.7 ¿Piensa usted que la aplicación debería permitir generar un reporte de las horas trabajadas por los técnicos?	49
3.1.8 ¿Le parece favorable la evolución de desempeño mediante la TIC en aplicaciones móviles?	50
3.1.9 Pensando en la actividad que usted desarrolla, ¿diría que la aplicación es útil o inútil?	51
3.1.10 ¿Qué calificación le daría a una aplicación con dichas funcionalidades? ...	52
3.2 REQUERIMIENTO FUNCIONALES Y NO FUNCIONALES	53
3.3 FACTIBILIDAD.....	57
3.3.1 Factibilidad técnica	57
3.3.1.1 Software.....	57
3.3.1.2 Hardware	58
3.3.2 Factibilidad legal	59
4. METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LA APLICACIÓN.....	60
4.1 METODOLOGÍA SCRUM	60
4.2 ESTRATEGIA PARA LA CREACIÓN DE LA APLICACIÓN	61
4.2.1 Análisis de la situación actual	63
4.2.2 Cuantificar indicadores de gestión de mantenimiento.....	64
4.2.2.1 Indicadores de evaluación del personal técnico.....	65
4.2.2.2 Caracterización de la gestión del área de mantenimiento.....	66

4.2.3 Materiales y/o herramientas requeridos	67
4.2.4 Programar aplicación móvil.....	69
4.2.5 Prueba, Evaluación y Mejora	69
4.2.6 Presentación de la Aplicación Final	69
5. ESTRUCTURA DE LA APLICACIÓN MÓVIL	70
5.1 PERFILES DE ADMINISTRACIÓN.....	70
5.1.1 Ingeniero/Administrador	71
5.1.2 Supervisor / Controlador	71
5.1.3 Técnico / Usuario	71
5.2 DIAGRAMA DE USO	71
5.3 CASOS DE USO.....	73
6. IMPLEMENTACIÓN DE LA APLICACIÓN MÓVIL.....	82
7. CONCLUSIONES	89
8. RECOMENDACIONES.....	91
BIBLIOGRAFÍA.....	92

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Organigrama de Transmetro S.A.S.....	22
Figura 2. Estaciones en donde se presenta la problemática.	24
Figura 3. Pirámide de clasificación de los sistemas de información.	34
Figura 4. Contenidos de un sistema de gestión de mantenimiento.....	40
Figura 5. Resultados de la pregunta 1.....	43
Figura 6. Resultados de la pregunta 2.....	44
Figura 7. Resultados de la pregunta 3.....	45
Figura 8. Resultados de la pregunta 4.....	46
Figura 9. Resultados de la pregunta 5.....	47
Figura 10. Resultados de la pregunta 6.....	48
Figura 11. Resultados de la pregunta 7.....	49
Figura 12. resultados de la pregunta 8.....	50
Figura 13. Resultados de la pregunta 9.....	51
Figura 14. Resultados de la pregunta 10.....	52
Figura 15. Jerarquía de administración y control de la aplicación.....	56
Figura 16. Estrategia para la creación de la aplicación móvil.....	62
Figura 17. Esquema del flujo de reparación de las averías de los sistemas de acceso.....	63
Figura 18. Perfiles y jerarquía de administración y control de la aplicación.....	70
Figura 19. Diagrama de uso de la aplicación móvil.....	72
Figura 20. Opción Login de la Aplicación Móvil.....	82
Figura 21. Opciones del Supervisor de la Aplicación Móvil.....	83
Figura 22. Opciones de Administración de Usuarios de la Aplicación Móvil.....	84
Figura 23. Opción Crear Usuario de la Aplicación Móvil.....	85
Figura 24. Opción Editar Usuario de la Aplicación Móvil.....	86

Figura 25. Opción Eliminar Usuario de la Aplicación Móvil.87
Figura 26. Opción de Consulta de Técnicos de la Aplicación Móvil.88

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Causas y consecuencias del estado actual del mantenimiento.	25
Tabla 2. Respuestas a la pregunta 1.	43
Tabla 3. Respuestas a la pregunta 2.	44
Tabla 4. Respuestas a la pregunta 3.	45
Tabla 5. Respuestas a la pregunta 4.	46
Tabla 6. Respuestas a la pregunta 5.	47
Tabla 7. Respuestas a la pregunta 6.	48
Tabla 8. Respuestas a la pregunta 7.	49
Tabla 9. Respuestas a la pregunta 8.	50
Tabla 10. Respuestas a la pregunta 9.	51
Tabla 11. Respuestas a la pregunta 10.	52
Tabla 12. Requerimientos funcionales de la aplicación.	53
Tabla 13. Requerimientos NO funcionales de la aplicación.	55
Tabla 14. Herramientas básicas para las intervenciones de mantenimiento de los sistemas de acceso.	68
Tabla 15. Caso de uso Login.	73
Tabla 16. Caso de uso Crear Usuario y Contraseña.	73
Tabla 17. Caso de uso Editar Usuario y Contraseña.	74
Tabla 18. Caso de uso Eliminar Usuario y Contraseña.	74
Tabla 19. Caso de uso Registrar Técnico.	75
Tabla 20. Caso de uso Eliminar Técnico.	75
Tabla 21. Caso de uso Crear Turnos.	75
Tabla 22. Caso de uso Eliminar Turno.	76
Tabla 23. Caso de uso Localización de Técnicos.	76
Tabla 24. Caso de uso Capacitación.	76

Tabla 25. Caso de uso Tipo de Contratación.....	77
Tabla 26. Caso de uso Indicador de Desempeño.....	77
Tabla 27. Caso de uso Crear Asignación de Actividad.....	78
Tabla 28. Caso de uso Eliminar Actividad.....	78
Tabla 29. Caso de uso Visualizar Turnos para Trabajar.....	78
Tabla 30. Caso de uso Registrar Turno.....	79
Tabla 31. Caso de uso Registrar la Actividad Asignada.....	79
Tabla 32. Caso de uso Pausar Turno.....	79
Tabla 33. Caso de uso Reanudar Turno.....	80
Tabla 34. Caso de uso Ingresar Incapacidad.....	80
Tabla 35. Caso de uso Reportes Actividad.....	81

RESUMEN

TÍTULO: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA APLICACIÓN MÓVIL PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE ACCESO A LAS ESTACIONES DE TRANSMETRO S.A.S.¹

AUTORES: RAÚL ALEXANDER CHONA SUÁREZ y YEFREY QUINTERO ORTEGA.²

PALABRAS CLAVES: APLICACIÓN, CONTROL Y GESTIÓN, MANTENIMIENTO, CMMS, SCRUM.

DESCRIPCIÓN O CONTENIDO:

Este trabajo presenta el desarrollo de una aplicación móvil, para procesar el control de gestión de tareas en el área de mantenimiento, así como en las asignaciones de las actividades hacia lo técnicos, la cual integra la localización del personal, cuando éstos se encuentren en las estaciones o portales; con ayuda de esta aplicación tendremos un aumento en la eficacia de la gestión del mantenimiento, así como en las actividades y sus respectivos reportes, control del tiempo de los técnicos, revisión instantánea de cada actividad a desarrollar por el personal técnico, además, nos mostrará en tiempo real, las horas de inicio y finalización de las actividades asignadas a cada técnico.

Los métodos y características integradas en esta aplicación nos llevarán a una mejora en la gestión operativa, a través de una base de datos que mantendrá un registro historial de los indicadores de desempeño, como también, permitirá al supervisor realizar un manejo y análisis de la estructura de la aplicación.

Esta aplicación se desarrolló por la alegoría de CMMS y SCRUM, cuya metodología brindará una eficiencia y eficacia al efectuar determinado proceso o acción; además, para la elaboración de esta aplicación móvil en el área de mantenimiento nos basamos en un lenguaje de programación; por último, esta aplicación permitió una considerable mejora en el control y registro de las actividades ejecutadas por los técnicos, cuantificando además, el desempeño de los mismos, lo cual se evidencia en la reducción de los tiempos asociados a los procesos de gestión.

¹ Monografía.

² Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica. Especialización en Gerencia de Mantenimiento. Director: Pedro José Díaz Guerrero, M. Sc. en Ingeniería Mecánica.

SUMMARY

TITLE: DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A MOBILE APPLICATION FOR THE MAINTENANCE MANAGEMENT OF THE ACCESS SYSTEMS TO THE TRANSMETRO S.A.S. STATIONS.³

AUTHOR: RAÚL ALEXANDER CHONA SUÁREZ and YEFREY QUINTERO ORTEGA.⁴

KEYWORDS: APPLICATION, CONTROL AND MANAGEMENT, MAINTENANCE, CMMS, SCRUM.

DESCRIPTION OR CONTENTS:

This work presents the development of a mobile application, to process the management control of tasks in the maintenance area, as well as in the assignments of the activities towards the technical, which integrates the location of the personnel, when they are in the stations or portals; with the help of this application we will have an increase in the efficiency of the maintenance management, as well as in the activities and their respective reports, control of the time of the technicians, instantaneous review of each activity to be developed by the technical staff, in addition, it will show us in real time, the start and end times of the activities assigned to each technician.

The methods and features integrated in this application will lead us to an improvement in operational management, through a database that will maintain a record of performance indicators, as well as allow the supervisor to perform a management and analysis of the structure of the application.

This application was developed by the allegory of CMMS and SCRUM, whose methodology will provide efficiency and effectiveness in carrying out a certain process or action; In addition, for the development of this mobile application in the maintenance area we rely on a programming language; Finally, this application allowed a considerable improvement in the control and registration of the activities executed by the technicians, quantifying in addition, the performance of the same, which is evidenced in the reduction of the times associated with the management processes.

³ Monograph.

⁴ Faculty of Engineering Physics and Mechanics. Mechanical Engineering School. Specialization in Maintenance Management. Director: Pedro José Díaz Guerrero, M. Sc. Mechanical Engineering.

INTRODUCCIÓN

Transmetro S.A.S es el Sistema Integrado de Transporte Masivo De Barranquilla y su Área Metropolitana. Algunos de sus objetivos principales son prestar un servicio de calidad que apunte a la satisfacción del usuario, contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de los barranquilleros y aportar a la planeación y al desarrollo urbano del área metropolitana. Posee una flota de 284 buses y 38 rutas entre troncales y alimentadoras, en día hábil moviliza un promedio de 135.000 usuarios

El presente trabajo busca analizar la operación del departamento de Planeación e Infraestructura del sistema de transporte masivo de Barranquilla, Transmetro S.A.S., para según sus necesidades, diseñar e implementar una aplicación móvil que contribuya a optimizar, gestionar y controlar las órdenes de servicio que diariamente son realizadas por los funcionarios del departamento mencionado.

Debido al deterioro normal de las instalaciones y a otros factores de diseño, ambientales, culturales, entre otros, el mantenimiento de los sistemas de acceso a las estaciones del Sistema Integrado de Transporte ha ido aumentando considerablemente, aumentando la cantidad de trabajos de mantenimiento no programados, y disminuyendo en la misma medida la capacidad de gestión del área de mantenimiento de la empresa.

El documento parte de la exposición de algunos aspectos importantes relacionados con la empresa, que permitirán comprender al lector el contexto de las operaciones e instalaciones que se llevan a cabo en Transmetro S.A.S, además, se presentan la definición y justificación del problema, así como la definición de los objetivos de éste trabajo.

Seguidamente, se presenta una base teórica para el entendimiento de los conceptos aquí presentados, además, se muestran los resultados del estudio de factibilidad para la creación de una aplicación móvil para la gestión del mantenimiento de los sistemas de acceso a las estaciones, por otro lado, se establecen los requerimientos funcionales necesarios para el desarrollo de la aplicación móvil.

Una vez se establecen los criterios funcionales, se define la metodología que servirá para la posterior definición y desarrollo del diagrama de uso de la aplicación, a partir del cual se complementan los casos de uso y la posterior creación de la aplicación móvil.

1. GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1 TRANSMETRO S.A.S.

Transmetro S.A.S., oficialmente Sistema Integrado de Transporte Masivo del Distrito especial, industrial y portuario de Barranquilla y su Área Metropolitana, es el sistema de autobuses de tránsito rápido que opera en Barranquilla, Colombia.

1.1.1 Historia. Desde el 7 de abril de 2010, Convirtiéndola en la quinta ciudad del país (además de Bogotá, Pereira, Cali, Bucaramanga y Cartagena) en implementar e inaugurar este tipo de sistema de transporte que consiste en buses articulados que viajan por carriles exclusivos de las principales avenidas de la ciudad con paraderos fijos, y que tiene como objetivo mejorar la movilidad de la población, operando desde las 5:00 a.m. hasta las 10:30 p.m.

El 22 de diciembre de 2008 fue inaugurada la primera estación del sistema, la cual lleva el nombre del sociólogo Alfredo Correa De Andreis, ubicada en la carrera 46 Troncal Olaya Herrera con la calle 62. El 4 de abril de 2010 salieron de la ciudad de Pereira, sede de la ensambladora Buscar, los primeros dos vehículos articulados y los primeros 6 padrones para la inauguración oficial del sistema el 7 de abril de 2010, en el cumpleaños número 197 de Barranquilla, que fue presidida por el expresidente Álvaro Uribe Vélez.⁵

Luego de una etapa de pedagogía y ensayo de tres meses, Transmetro inició su operación comercial el 10 de julio de 2010 con un pasaje de \$ 1.400 pesos mediante

⁵ TRANSMETRO S.A.S. Acerca de nosotros. [En línea]. Barranquilla: la compañía. [Consultado el: 15 de mayo de 2018]. Disponible en: <http://www.transmetro.gov.co/transmetro/acerca-de.html>

un sistema de tarjetas electrónicas recargables. El sistema funciona con buses padrones y articulados que circulan por las troncales Murillo y Olaya Herrera, además de las rutas alimentadoras.

1.1.2 Misión. Gestionar, gerenciar y controlar con eficiencia y responsabilidad social, la prestación del servicio Integrado de Transporte Masivo de pasajeros, mejorando la calidad de vida de la comunidad en Barranquilla y su área metropolitana.⁶

1.1.3 Visión. Transmetro S.A.S., será en el año 2020, una empresa modelo latinoamericano de Transporte Integrado de pasajeros por la calidad de servicio y la generación de valor agregado, convirtiéndose en la primera opción de transporte público y una alternativa atractiva para el usuario del transporte privado.⁷

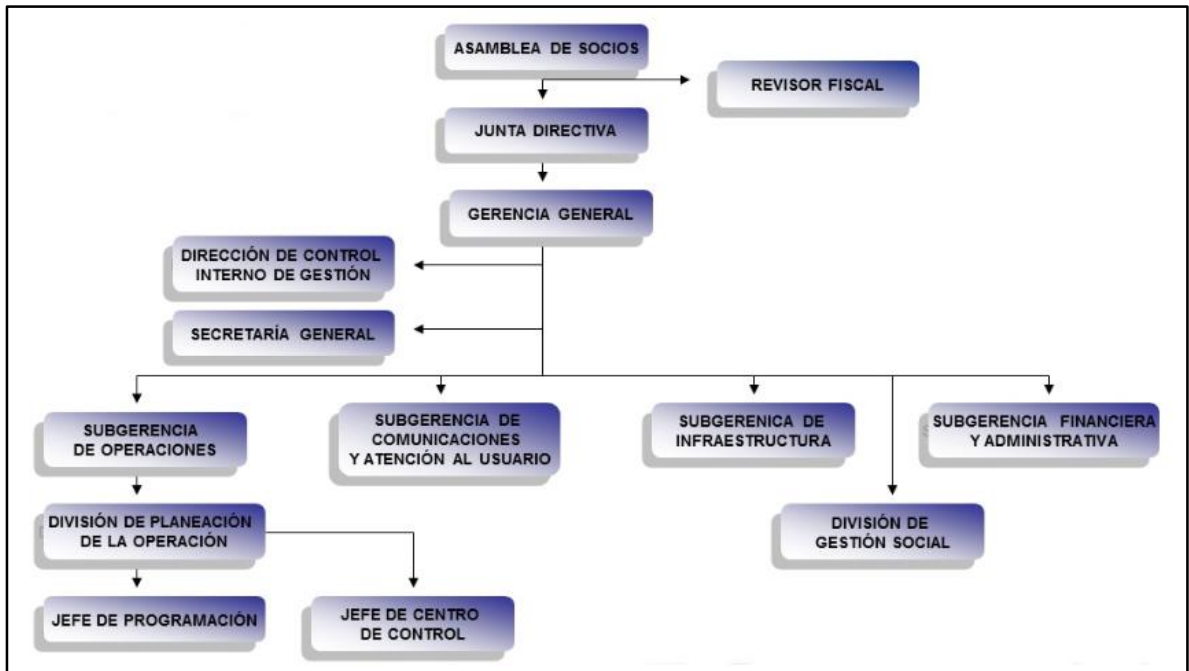
1.1.4 Servicio. Transmetro S.A.S es el Sistema Integrado de Transporte Masivo de Barranquilla y su Área Metropolitana. Posee una flota de 284 buses y 37 rutas entre troncales y alimentadoras, que movilizan un promedio de 135.000 usuarios en día hábil. La infraestructura del Sistema está compuesta por 15 estaciones y dos portales, los cuales están conectados por las troncales Murillo y Olaya Herrera.

⁶ TRANSMETRO S.A.S. Misión/Visión. [En línea]. Barranquilla: la compañía. [Consultado el: 15 de mayo de 2018]. Disponible en: <http://www.transmetro.gov.co/transmetro/mision-vision.html>

⁷ *Ibíd.*

1.1.5 Organigrama. La figura 1 muestra es esquema general de la organización Gerencial y Operacional de Transmetro S.A.S.

Figura 1. Organigrama de Transmetro S.A.S.



Fuente: TRANSMETRO S.A.S. Organigrama. [En línea]. Barranquilla: la compañía. [Consultado el: 15 de mayo de 2018]. Disponible en: <http://www.transmetro.gov.co/transmetro/organigrama.html>

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el organigrama de Transmetro S.A.S. observamos que, dentro de sus subgerencias y jefaturas, existe la subgerencia de Planeación e Infraestructura que tiene profesionales encargados del mantenimiento del Portal de Soledad, la Estación de Retorno Joe Arroyo y 15 estaciones sencillas que se conectan a través de las troncales Murillo y Olaya Herrera.

Los diseños de las 15 estaciones sencillas del sistema constan de dos módulos de servicio: expreso y corriente, a excepción de dos de ellas, Pedro Ramayá y Pacho Galán que sólo cuentan con un módulo corriente.

Inicialmente, la infraestructura de las estaciones de Transmetro contaba con un sistema automático de puertas deslizantes, comandadas por una señal emitida por los buses del sistema. Este sistema automático estaba conformado por un microcontrolador, un motor a paso, una fuente de alimentación (transformador), herrajes de sujeción de las puertas al sistema deslizante, rodamientos de nylon con balinera, tornillo anti-levantamiento, guía de piso, correa de transmisión de potencia. Entre los dos módulos hay un total de 458 láminas de cielo raso, que son de una aleación de aluminio con zinc y 906 láminas laterales del mismo material. Unas rejillas de madera teca recubren el cerramiento de las estaciones. Cada una de ellas dispone de 90 lámparas para la iluminación, repartidas así, 34 en el módulo expreso y 56 en el módulo corriente

Actualmente las infraestructuras de las estaciones presentan un alto grado de deterioro. Las causas del deterioro de la de la infraestructura de las estaciones se deben al paso del tiempo, el clima y la polución, además el sistema ha sido víctima del vandalismo, delincuentes que rompen vidrios, perfiles del cielo raso, barandas, cámaras, rejillas y hurtan desde lámparas, láminas, aires acondicionados y todo lo que sea de aparente provecho para ellos.

También tenemos que mencionar que otro de los grandes problemas de este departamento es el uso inadecuado de los usuarios y operadores del sistema que generan daños en el mecanismo de puertas, sistema eléctrico, cielo raso, cerramiento de la estación, neopreno y en la integridad de las estaciones y el sistema en general, por lo que los funcionarios de mantenimiento diariamente se encargan de realizar labores preventivas y correctivas que permiten el fortalecimiento de dicha infraestructura.

Otra de las dificultades que se presenta actualmente en el área de mantenimiento es controlar y gestionar las labores que se asignan a los funcionarios, debido a que las tareas son causa de las situaciones del día a día. Por consiguiente, es necesario crear una herramienta digital que permita delegar organizadamente las tareas a cada funcionario y así optimizar las funciones.

1.2.1 Ubicación del problema. Las estaciones en las que más se agudiza el problema son las siguientes: Portal de Soledad, Pacho Galán, Pedro Ramayá, Joaquín Barrios Polo, Estadio Metropolitano, Buenos Aires, La Ocho, La Catorce, La Veintiuna, Chiquinquirá, Atlántico, La Arenosa, Parque Cultural del Caribe, Barrio Abajo, La Catedral, Esthercita Forero, Alfredo Correa De Andreis, Estación Retorno Joe Arroyo, tal como se muestra en la figura 2.

Figura 2. Estaciones en donde se presenta la problemática.



Fuente: TRANSMETRO S.A.S. Estaciones. [En línea]. Barranquilla: la compañía. [Consultado el: 28 de abril de 2018]. Disponible en: <http://www.transmetro.gov.co/estaciones.html>

1.2.2 Causas y consecuencias. Las principales causas y consecuencias del estado actual de mantenimiento son como se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Causas y consecuencias del estado actual del mantenimiento.

CAUSAS	CONSECUENCIAS
No cumplir con el reglamento de los horarios.	Pérdida financiera para la empresa.
No cumplir con sus actividades diarias.	Detiene el trabajo de las otras personas del equipo.
No cumplir con las normas de seguridad.	Posibilidades de un accidente.
No organizar la lista de herramientas y equipos.	Pérdida de herramientas o equipos.
Desconocimiento de la localización de los funcionarios.	No poder establecer órdenes para realizar tareas necesarias.

1.3 JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA

No es un secreto que los avances tecnológicos han llegado a simplificar el trabajo y la vida de muchos. En los últimos años hemos sido testigos que el auge de la tecnología no es solo comandado por los Smartphone y otros aparatos inteligentes, sino también por las aplicaciones que pueden funcionar en ellos. Han constituido un ecosistema propio y son un gran motor de innovación ya que pueden recolectar información, ser parte de un proceso operativo, entre otras muchas cosas que a veces parecen ir más allá de la imaginación, aunque sea el mismo hombre que crea

e ingenia estas aplicaciones que van sumando más importancia en nuestra vida diaria tanto o a nivel organizacional.

Los problemas del área de mantenimiento de Transmetro S.A.S. anteriormente mencionados en este trabajo, requieren una solución. A partir de nuestro conocimiento sobre la situación recomendamos una aplicación móvil que defina un modelo de mantenimiento que permita delegar y controlar las funciones de cada empleado, según las necesidades que se presente en la infraestructura del sistema en general. Dicha aplicación sería basada en un CMMS.

El Modelo de Mantenimiento, a través de CMMS permite la clasificación y caracterización de la información, para que ésta sea agrupada y consultada de acuerdo con los requerimientos específicos de cada usuario, lo cual facilita los procesos de análisis y toma de decisiones, tan importantes en las áreas de costes y confiabilidad.⁸ Es un método que surge para gerenciar el mantenimiento e incluir materiales y personal encaminando a la disponibilidad de recursos y atención de necesidades del mantenimiento.

⁸ AMENDOLA, Luis. Indicadores de confiabilidad propulsores en la gestión del mantenimiento. [En línea]. Valencia, España: Departamento de Proyectos de Ingeniería, Universidad Politécnica de Valencia. [Consultado el: 25 de abril de 2018]. Disponible en: http://www.mantenimientoplanificado.com/Articulos%20gesti%C3%B3n%20mantenimiento_archivos/indicadores%20confiabilidad%20amendola.pdf

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo General. Diseñar una aplicación móvil que permita la asignación y seguimiento de labores de mantenimiento, observando los tiempos de ejecución de una tarea, y determinando así el cumplimiento en la fecha y hora de entrega. Permitiendo a los funcionarios mejor manejo del tiempo en sus labores.

1.4.2 Objetivos Específicos.

- Identificar los flujos de la reparación de las averías en el acceso de las puertas que se presentan diariamente en las estaciones TRANSMETRO S.A.S.
- Registrar y controlar el movimiento de herramientas y repuestos.
- Determinar los indicadores de gestión de mantenimiento a través del tiempo empleado en cada labor realizada y la productividad de cada operador.
- Cuantificar en un historial el trabajo de mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo realizado en las estaciones de TRANSMETRO S.A.S.

2. MARCO CONCEPTUAL

2.1 SISTEMA DE INFORMACIÓN

Un Sistema de Información es un conjunto de elementos que interactúan entre sí con el fin de apoyar las actividades de una empresa o negocio. En un sentido amplio, un sistema de información no necesariamente incluye equipo electrónico (hardware). Sin embargo, en la práctica se utiliza como sinónimo de sistema de información computarizado.

Los elementos que interactúan entre sí son: el equipo computacional, el recurso humano, los datos o información fuente, programas ejecutados por las computadoras, las telecomunicaciones y los procedimientos de políticas y reglas de operación.⁹

2.1.1 Actividades de los sistemas de información.¹⁰ Un sistema de información realiza cuatro actividades básicas: entrada, almacenamiento, procesamiento y salida de información.

⁹ FUENTES DÍAZ, David. Memorias de clase de Sistemas de Información en Mantenimiento. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica. Especialización en Gerencia de Mantenimiento. 2015.

¹⁰ COHEN, Daniel y ASÍN, Enrique. Sistemas de información para los negocios. Un enfoque de toma de decisiones. México D.F.: McGraw Hill Editores, 2000. 413 p. ISBN: 970-10-2658-6.

2.1.1.1 Entrada de información. Es el proceso mediante el cual el Sistema de Información toma los datos que requiere para procesar la información. Las entradas pueden ser manuales o automáticas. Las manuales son aquellas que se proporcionan en forma directa por el usuario, mientras que las automáticas son datos o información que provienen o son tomados de otros sistemas o módulos. Esto último se denomina interfaces automáticas.

Las unidades típicas de entrada de datos a las computadoras son las terminales, las cintas magnéticas, las unidades de diskette, los códigos de barras, los escáneres, la voz, los monitores sensibles al tacto, el teclado y el mouse, entre otras.

2.1.1.2 Almacenamiento de información. El almacenamiento es una de las actividades o capacidades más importantes que tiene una computadora, ya que a través de esta propiedad el sistema puede recordar la información guardada en la sección o proceso anterior. Esta información suele ser almacenada en estructuras de información denominadas archivos. La unidad típica de almacenamiento son los discos magnéticos o discos duros, los discos flexibles o diskettes y los discos compactos.

2.1.1.3 Procesamiento de Información. Es la capacidad del Sistema de Información para efectuar cálculos de acuerdo con una secuencia de operaciones preestablecida. Estos cálculos pueden efectuarse con datos introducidos recientemente en el sistema o bien con datos que están almacenados. Esta característica de los sistemas permite la transformación de datos fuente en información que puede ser utilizada para la toma de decisiones, lo que hace posible, entre otras cosas, que un tomador de decisiones genere una proyección financiera a partir de los datos que contiene un estado de resultados o un balance general de un año base.

2.1.1.4 Salida de Información. La salida es la capacidad de un Sistema de Información para sacar la información procesada o bien datos de entrada al exterior. Las unidades típicas de salida son las impresoras, terminales, diskettes, cintas magnéticas, la voz, los graficadores y los plotters, entre otros. Es importante aclarar que la salida de un Sistema de Información puede constituir la entrada a otro Sistema de Información o módulo. En este caso, también existe una interfase automática de salida. Por ejemplo, el Sistema de Control de Clientes tiene una interfase automática de salida con el Sistema de Contabilidad, ya que genera las pólizas contables de los movimientos procesales de los clientes.

2.1.2 Componentes de un sistema de información.¹¹ Los sistemas de información pueden estructurarse en seis componentes: entrada, modelos, salida, tecnología, base de datos y controles.

¹¹ BURCH, John y GRUDNITSKI, Gary. Diseño de sistemas de información: teoría y práctica. México D.F.: Editorial Limusa, 1992. 985 p. ISBN: 968-18-4171-9.

2.1.2.1 Entrada. Esquemas que le permiten al usuario comunicarse con el sistema mediante una combinación de preguntas y respuestas, comandos, teclas de función, menús, entre otros.

2.1.2.2 Modelos. Los cuales utilizan la entrada y datos almacenados, para producir los resultados deseados.

2.1.2.3 Salida. Como el producto del sistema de información, con características de calidad y plasmada en documentos para todo tipo de usuario.

2.1.2.4 Tecnología. La cual reduce el tiempo y el espacio entre el usuario y el sistema, y está conformada por: computadora y almacenamiento auxiliar, telecomunicaciones y software.

2.1.2.5 Base de datos. Lugar en donde se almacenan todos los datos necesarios para atender a las necesidades de los usuarios.

2.1.2.6 Controles. Proporcionan a los usuarios un sistema confiable y el tipo de acceso que necesiten para realizar sus tareas o sostener un diálogo con el sistema.

2.1.3 Elementos de un sistema de información.¹² Los elementos que conforman un sistema de información, son de naturaleza diversa, y conforman todas aquellas características propias de un sistema de información.

2.1.3.1 Equipo computacional. Computadoras o cualquier otro dispositivo (hardware) necesario para que el sistema de información pueda operar.

2.1.3.2 Recurso humano. Refiere aquellas personas que interactúan con el sistema de información.

2.1.3.3 Datos o información fuente. Aquello que se introduce en el sistema para generar como resultado la información que desea.

2.1.3.4 Programas. Aquellos ejecutados por las computadoras, que hace que los datos de entrada introducidos sean procesados y generen los resultados que se esperan.

2.1.3.5 Telecomunicaciones. A su vez se conforman de equipo computacional y programas, pero específicamente relacionados con aquellos que facilitan la transmisión de texto, datos, imágenes y voz en forma electrónica.

¹² COHEN, Daniel y ASÍN, Enrique. Sistemas de información para los negocios. Un enfoque de toma de decisiones. México D.F.: McGraw Hill Editores, 2000. 413 p. ISBN: 970-10-2658-6

2.1.3.6 Procedimientos. Incluyen las políticas y reglas de operación, tanto en la parte funcional del proceso de negocio, como los mecanismos para hacer trabajar una aplicación en la computadora.

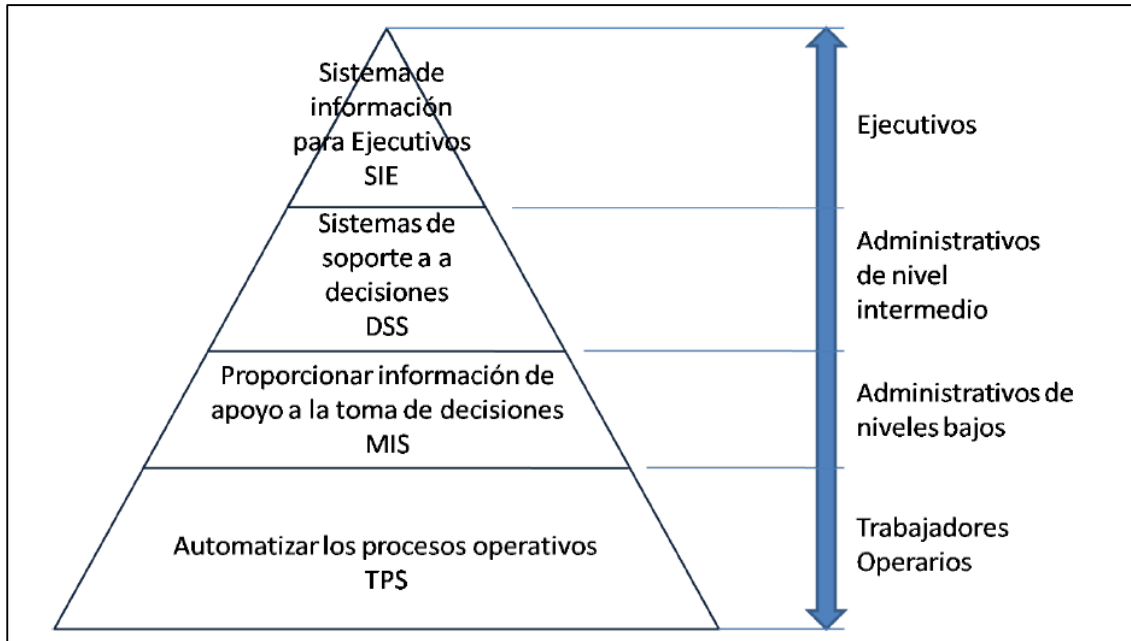
2.1.4 Tipos de sistemas de información.¹³ Los sistemas de información pueden cumplir con los siguientes objetivos de la organización:

1. Automatizar los procesos operativos (TPS). Se conocen como TRANSACCIONALES, por ejemplo, operaciones bancarias.
2. Proporcionar información de apoyo a la toma de decisiones (MIS). Se encargan de proporcionar a los directivos información de forma rápida, fiable y precisa para agilizar la toma de decisiones.
3. Sistemas de soporte a decisiones (DSS). Muy similar al anterior, pero se trabaja con problemas poco estructurados para realizar el análisis de las diferentes variables de negocio con la finalidad de apoyar el proceso de toma de decisiones generando alternativas, simulación de escenarios, resultados, etc.
4. Sistemas de información para Ejecutivos (SIE). Creado especialmente para ejecutivos de alto nivel que permite analizar información no solo interna sino también externa.

En la figura 3 se observa la clasificación de acuerdo a la pirámide de la organización.

¹³ FUENTES DÍAZ, David. Memorias de clase de Sistemas de Información en Mantenimiento. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica. Especialización en Gerencia de Mantenimiento. 2015.

Figura 3. Pirámide de clasificación de los sistemas de información.



Fuente: FUENTES DÍAZ, David. Memorias de clase de Sistemas de Información en Mantenimiento. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica. Especialización en Gerencia de Mantenimiento. 2015.

Los sistemas de información también se pueden clasificar de acuerdo al tipo de información que manejan dentro de la organización:

1. Sistemas de actualización de oficinas (OAS). Aplicaciones destinadas a ayudar al trabajo diario del administrativo de una empresa u organización, aplicaciones ofimáticas.
2. Sistemas de planificación de recursos (ERP). Integran la información y los procesos de una organización en un solo sistema.
3. Sistema experto (SE). Emulan el comportamiento de un experto en un dominio concreto.

2.2 MANTENIMIENTO

El mantenimiento es un servicio que agrupa una serie de actividades mediante las cuales un equipo, máquina, construcción civil o instalación, se mantiene o se restablece a un estado apto para realizar sus funciones, siendo importante en la calidad de los productos y como estrategia para una competencia exitosa.

Los esfuerzos realizados en el área de mantenimiento consisten en reducir al mínimo el efecto de las averías de los equipos y de las instalaciones, y proporcionar información relacionada con la experiencia y conocimiento a los departamentos relacionados con el proceso productivo, a fin de reducir el trabajo de mantenimiento, el tiempo improductivo y sus costos.¹⁴

2.2.1 Objetivos del mantenimiento:¹⁵

- Maximizar la disponibilidad de los equipos e instalaciones para las actividades de producción.
- Asegurar el funcionamiento confiable y eficiente de los equipos e instalaciones, acorde a los patrones establecidos de seguridad, protección ambiental e imagen de la empresa.
- Proporcionar los servicios necesarios para la continuidad operacional de las instalaciones, y el bienestar de la comunidad.
- Evitar el deterioro acelerado de los equipos e instalaciones.

¹⁴ OLIVA, Karim, et al. Sistemas de información para la gestión de mantenimiento en la gran industria del estado Zulia. [En línea]. Revista Venezolana de Gerencia, 2010, vol. 15, núm. 49, pp. 125-140. [Consultado el: 20 de abril de 2018]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29012358008>

¹⁵ *Ibíd.*, pp. 135.

2.2.2 Funciones del mantenimiento.¹⁶ En la industria moderna el mantenimiento ha dejado de ser un gasto para convertirse en un factor de dominio tecnológico. Eso significa que es un factor de competitividad para la empresa y, por lo tanto, un activo. Una inversión que impacta directamente sobre: los costos operativos, los costos de seguridad, medio ambiente y los costos de oportunidad.

En definitiva, el mantenimiento impacta directamente sobre el valor de la empresa. Esta es una nueva visión del mantenimiento. Si la misma se potencia dentro del marco global de la empresa, mantenimiento pasa a ser un factor estratégico.

2.2.2.1 Administrativas-Estratégicas.

1. Establecer la política y organización del mantenimiento.
2. Planificar y programar de las actividades de mantenimiento.
3. Analizar y evaluar la proyección económica y el presupuesto.
4. Establecer las necesidades y capacitación del personal.
5. Actualizar el registro de subcontratistas.
6. Proveer de registros e informes para el control de mantenimiento.
7. Establecer control de partes de repuestos y de herramientas.

2.2.2.2 Técnicas-Toma de decisiones.

1. Analizar el rendimiento de los equipos.
2. Estudiar las causas de fallas.

¹⁶ OLIVA, Karim, et al. Sistemas de información para la gestión de mantenimiento en la gran industria del estado Zulia. [En línea]. Revista Venezolana de Gerencia, 2010, vol. 15, núm. 49, pp. 125-140. [Consultado el: 20 de abril de 2018]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29012358008>

3. Preparar de normas e instrucciones de inspección, exploración, reparación y análisis de sustituciones.

2.2.2.3 Operativas.

1. Ayudar en la inspección (rutinaria, periódica y de aceptación).
2. Ayudar en operaciones de preparación (lubricación, ajuste y reparación).
3. Trabajos de ingeniería (maquinado, soldadura, acabado, entre otros).

2.2.3 Tipos de mantenimiento. En los últimos años el mantenimiento ha jugado un papel fundamental en la industria, por ende, se han desarrollado diferentes tipos de mantenimiento, algunos de los más importantes se describen a continuación.

2.2.3.1 Mantenimiento correctivo. También conocido como mantenimiento reactivo¹⁷, es el conjunto de actividades desarrolladas en los equipos o máquinas luego de presentar el fallo con el fin de recuperar la función principal del mismo y como su misma palabra lo dice, es una actividad para corregir una avería o una falla.

El mantenimiento correctivo tiene un costo alto en las empresas, ya que al momento del fallo se debe ejecutar lo más pronto posible una solución para que el equipo o máquina cumpla sus funciones, aumentando así el costo de operación de la empresa.

¹⁷ BORRAS PINILLA, Carlos. Memorias de clase de Principios de Mantenimiento. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica. Especialización en Gerencia de Mantenimiento. 2015.

2.2.3.2 Mantenimiento preventivo. Este tipo de mantenimiento se basa en un conjunto de actividades programadas que tienen como función aumentar la vida útil, reducir la frecuencia de fallas de los equipos, entre otras, y así mitigar la consecuencia de un fallo inesperado en cualquier proceso.

El mantenimiento preventivo busca aumentar la disponibilidad de los equipos, esto significa que los equipos funcionen correctamente en el tiempo en que es requerido bajo unas condiciones dadas. También busca aumentar la confiabilidad, la cual puede definirse como “la frecuencia con la cual ocurren fallas en el tiempo. Si no hay fallas, el equipo es 100% confiable”.¹⁸

2.2.3.3 Mantenimiento predictivo. Este tipo de mantenimiento se sustenta en una serie de acciones que consisten en realizar un monitoreo a las condiciones de operación de un equipo, para luego compararlas con unos parámetros estándar, y de acuerdo a los resultados tomar decisiones al respecto, esto permite predecir cuándo un equipo está a punto de fallar.

Haciendo un paralelo con el ser humano, es tomar los signos vitales de una persona (dado el caso, una máquina o equipo) para tener una idea o predecir de forma acertada que está padeciendo la persona.

¹⁸ MORA GUTIÉRREZ, Alberto. Mantenimiento: planeación, ejecución y control. México: Alfaomega grupo editorial, 2009. p. 86.

2.2.4 Sistemas de información de mantenimiento CMMS.¹⁹ Un sistema de información de mantenimiento (CMMS) es una base de datos computarizada diseñada para optimizar el manejo de la gestión del mantenimiento y las actividades de recuperación de activos mediante el uso de procedimientos estandarizados para documentar y dar prioridad a las instalaciones y necesidades de equipo y reportar los logros. Se trata de una herramienta para la gestión del mantenimiento que involucra la planeación, la elaboración del presupuesto, las actividades de mejora de activos, reparación y reemplazo de equipos, y proyectos de construcción.

Características fundamentales de un sistema de información en mantenimiento:

1. Capacidad para apoyar las principales actividades en el proceso del mantenimiento.
2. Capacidad de configuración del software y el hardware en términos de su confiabilidad, facilidad de uso, calidad de la información y procesamiento oportuno.

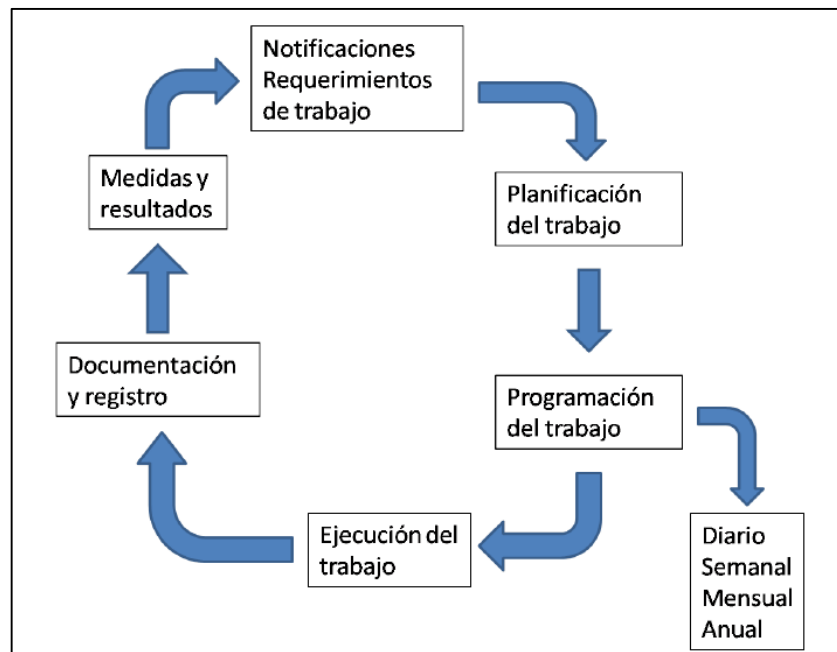
Beneficios al aplicar un sistema de información en mantenimiento:

1. La reducción de costos y el aumento de la eficacia de la función de mantenimiento.
2. Mejora de la fiabilidad y disponibilidad y alargamiento del ciclo de vida de las instalaciones.
3. Aumento de la seguridad integral.
4. Reducción de stocks en la gestión de aprovisionamientos.
5. Mejora en la disponibilidad de información adecuada sobre mantenimiento para la toma de decisiones empresariales.

¹⁹ FUENTES DÍAZ, David. Memorias de clase de Sistemas de Información en Mantenimiento. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica. Especialización en Gerencia de Mantenimiento. 2015.

Los contenidos que debe tener, de forma general, un sistema de Gestión de Información en Mantenimiento se muestra en la figura 4.

Figura 4. Contenidos de un sistema de gestión de mantenimiento.



Fuente: FUENTES DÍAZ, David. Memorias de clase de Sistemas de Información en Mantenimiento. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica. Especialización en Gerencia de Mantenimiento. 2015.

Un Sistema Computarizado o Informatizado debe ser capaz de permitir al Ingeniero o al Planificador de Mantenimiento efectuar un seguimiento del trabajo de forma organizada. Para ello será necesario tener en cuenta algunos aspectos repetidos en ocasiones en éste documento:

1. Mantener el coste del Servicio de Mantenimiento lo más bajo posible.
2. Encontrar la mejor forma de efectuar los trabajos de Mantenimiento.

3. Encontrar la forma de que los equipos críticos estén siempre disponibles.
4. Encontrar la forma de reducir al mínimo los costes de mantenimiento en aquellos equipos que no sean críticos.
5. Proveer de las facilidades necesarias para que los operadores no cualificados realicen el mantenimiento mínimo requerido en los equipos.
6. Proveer del entrenamiento y supervisión necesaria.

3. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

Para iniciar con el proceso de desarrollo de la aplicación móvil que ayudará a la gestión del mantenimiento de los sistemas de acceso de las estaciones de Transmetro S.A.S., es indispensable determinar la pertinencia y usabilidad que dicha aplicación tendrá dentro del nivel organizacional de la empresa.

El estudio se desarrolla en tres fases; la primera contempla la aplicación de una encuesta para establecer el grado de aceptación y justificación del desarrollo de la aplicación, la segunda, busca identificar los requerimientos funcionales y no funcionales de la aplicación, y la tercera fase busca establecer la factibilidad de la aplicación desde perspectivas técnicas y reglamentarias.

3.1 ENCUESTA DE APLICABILIDAD

En primer lugar, ya que la aplicación estará orientada al personal operativo y gerencial del área de mantenimiento, que en total suman veintidós (22) personas, cuyos roles varían entre técnicos, supervisores e ingenieros; es indispensable contar con las opiniones del personal que estará directamente involucrado con el uso de ésta aplicación, para determinar de forma acertada los requerimientos que éstos consideran importantes.

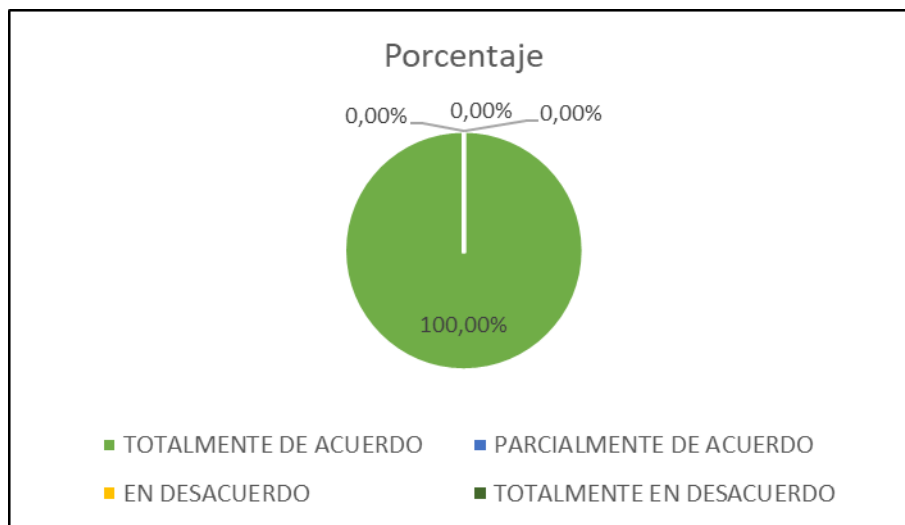
Para ello, se aplicó una encuesta de satisfacción acerca de la implementación, y los aspectos de carácter técnico y organizacionales que los involucrados del área de mantenimiento consideran importantes.

3.1.1 ¿Qué piensa usted sobre el diseño de una aplicación móvil para la gestión del área de mantenimiento?

Tabla 2. Respuestas a la pregunta 1.

Detalle	Respuestas	Porcentaje
TOTALMENTE DE ACUERDO	22	100.00%
PARCIALMENTE DE ACUERDO	0	0.00%
EN DESACUERDO	0	0.00%
TOTALMENTE EN DESACUERDO	0	0.00%

Figura 5. Resultados de la pregunta 1.



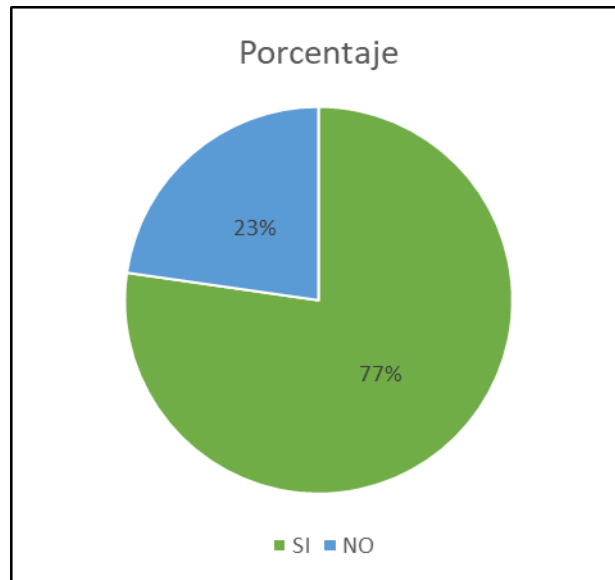
Como se puede evidenciar a partir de la tabla 2 y la figura 5, todo el personal del área de mantenimiento está de acuerdo con el diseño de una aplicación que ayude en la gestión del área.

3.1.2 ¿Le gustaría que la programación de turnos de los técnicos se diligenciara mediante la aplicación?

Tabla 3. Respuestas a la pregunta 2.

Detalle	Respuestas	Porcentaje
SI	17	77,27%
NO	5	22,73%

Figura 6. Resultados de la pregunta 2.



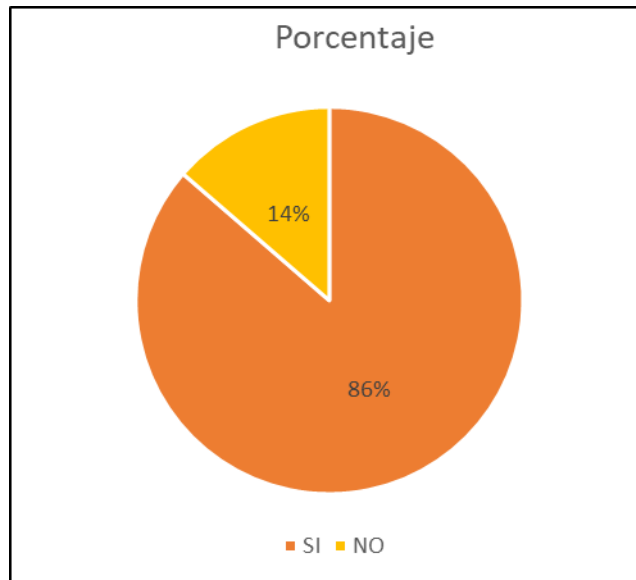
Como se puede evidenciar a partir de la tabla 3 y la figura 6, sólo el 77% de las personas del área de mantenimiento está de acuerdo con que la programación de los turnos del personal técnico se realice a través de la aplicación.

3.1.3 ¿Está de acuerdo con que se asignen las actividades de los técnicos mediante la aplicación?

Tabla 4. Respuestas a la pregunta 3.

Detalle	Respuestas	Porcentaje
SI	19	86,36%
NO	3	13,64%

Figura 7. Resultados de la pregunta 3.



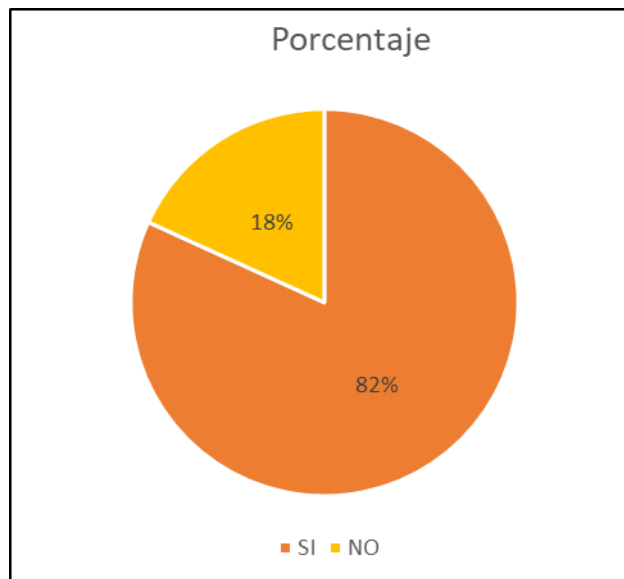
Teniendo en cuenta los resultados mostrados en la tabla 4 y la figura 7, cerca del 86% del personal del área de mantenimiento está de acuerdo con que la aplicación permita la asignación de las actividades a los técnicos; mientras que el 14% está en desacuerdo.

3.1.4 ¿Está usted de acuerdo con que la aplicación permita generar un reporte de las actividades realizadas por los técnicos?

Tabla 5. Respuestas a la pregunta 4.

Detalle	Respuestas	Porcentaje
SI	18	81,82%
NO	4	18,18%

Figura 8. Resultados de la pregunta 4.



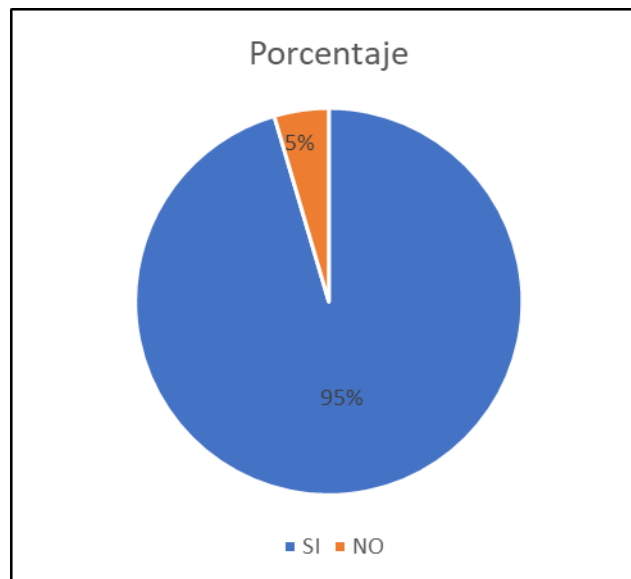
Teniendo en cuenta los resultados mostrados en la tabla 5 y la figura 8, cerca del 82% del personal del área de mantenimiento está de acuerdo con que la aplicación permita generar un reporte de las actividades realizadas por los técnicos; mientras que el 18% está en desacuerdo.

3.1.5 ¿Cree usted que está bien añadir la opción de localización para conocer la ubicación de los técnicos?

Tabla 6. Respuestas a la pregunta 5.

Detalle	Respuestas	Porcentaje
SI	21	95,45%
NO	1	4,55%

Figura 9. Resultados de la pregunta 5.



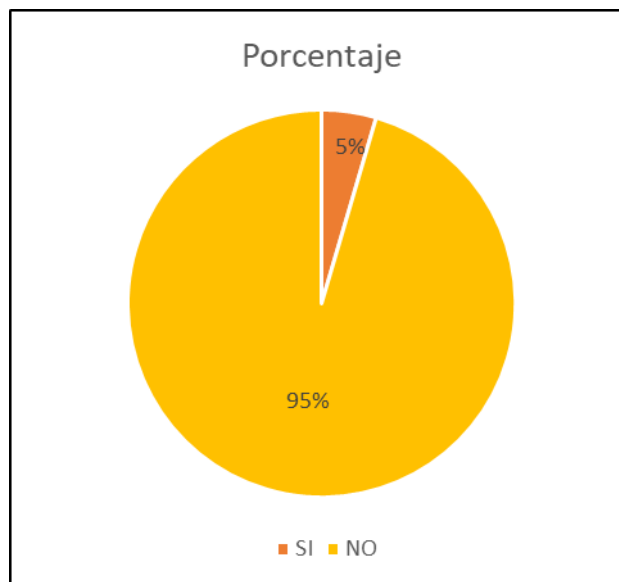
Como se puede evidenciar a partir de la tabla 6 y la figura 9, el 95% de las personas del área de mantenimiento está de acuerdo con que la aplicación permita establecer la posición del personal técnico, mientras que el 5% está en desacuerdo.

3.1.6 ¿Cree que la aplicación viola la privacidad de los técnicos?

Tabla 7. Respuestas a la pregunta 6.

Detalle	Respuestas	Porcentaje
SI	1	4,55%
NO	21	95,45%

Figura 10. Resultados de la pregunta 6.



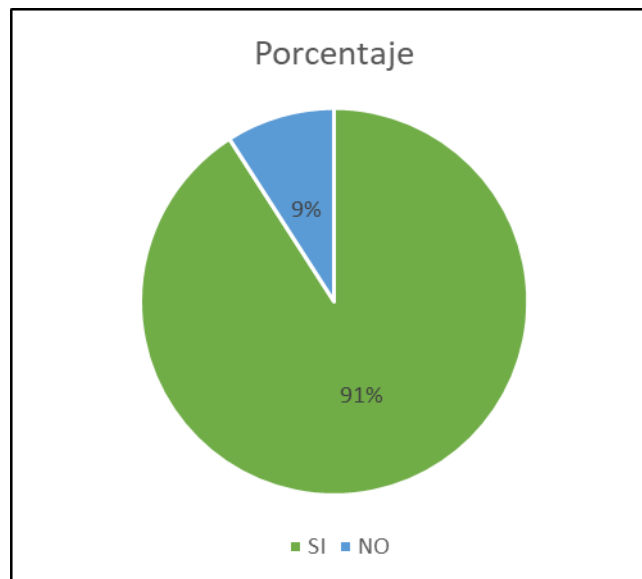
Como se puede evidenciar a partir de la tabla 7 y la figura 10, el 95% de las personas del área de mantenimiento está de acuerdo con que la aplicación no viola la privacidad del personal técnico, mientras que el 5% está en desacuerdo.

3.1.7 ¿Piensa usted que la aplicación debería permitir generar un reporte de las horas trabajadas por los técnicos?

Tabla 8. Respuestas a la pregunta 7.

Detalle	Respuestas	Porcentaje
SI	20	90,91%
NO	2	9,09%

Figura 11. Resultados de la pregunta 7.



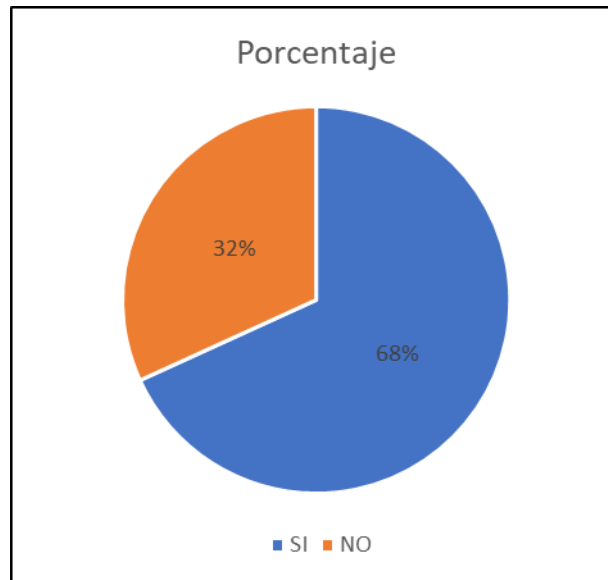
Teniendo en cuenta los resultados mostrados en la tabla 8 y la figura 11, cerca del 91% del personal del área de mantenimiento está de acuerdo con que la aplicación permita generar un reporte de las horas trabajadas por los técnicos; mientras que el 9% está en desacuerdo.

3.1.8 ¿Le parece favorable la evolución de desempeño mediante la TIC en aplicaciones móviles?

Tabla 9. Respuestas a la pregunta 8.

Detalle	Respuestas	Porcentaje
SI	15	68,18%
NO	7	31,82%

Figura 12. resultados de la pregunta 8.



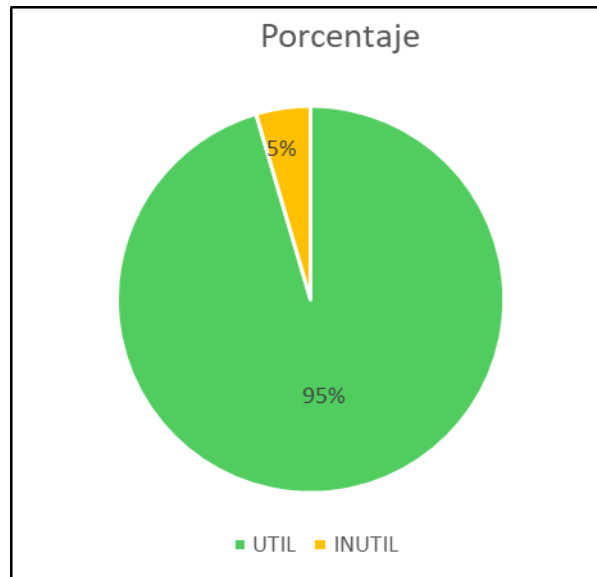
Teniendo en cuenta los resultados mostrados en la tabla 9 y la figura 12, cerca del 68% del personal del área de mantenimiento considera que la TIC evoluciona el desempeño en aplicaciones móviles; mientras que el 32% está en desacuerdo.

3.1.9 Pensando en la actividad que usted desarrolla, ¿diría que la aplicación es útil o inútil?

Tabla 10. Respuestas a la pregunta 9.

Detalle	Respuestas	Porcentaje
ÚTIL	21	95,45%
INÚTIL	1	4,55%

Figura 13. Resultados de la pregunta 9.



Como se puede evidenciar a partir de la tabla 10 y la figura 13, el 95% de las personas del área de mantenimiento está de acuerdo con la utilidad de la aplicación, mientras que el 5% está en desacuerdo.

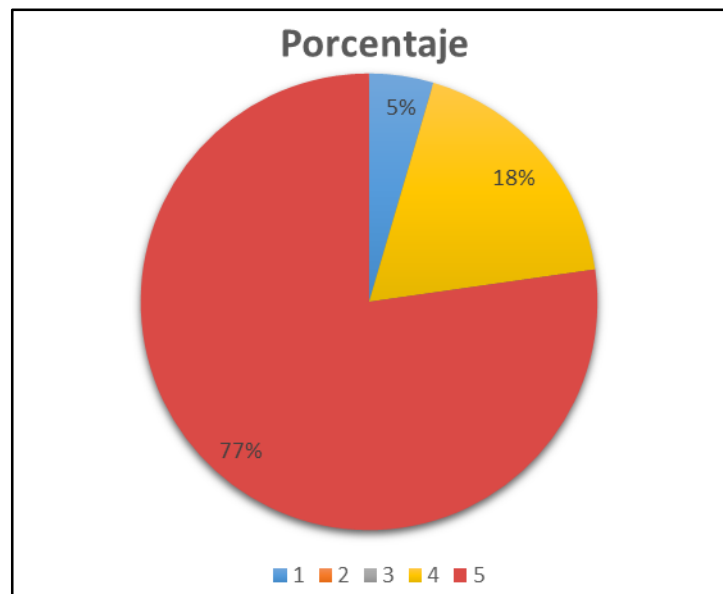
3.1.10 ¿Qué calificación le daría a una aplicación con dichas funcionalidades?

En una escala de 1 a 5, donde 5 es la mejor opción, y 1 es la peor.

Tabla 11. Respuestas a la pregunta 10.

Detalle	Respuestas	Porcentaje
1	1	4,55%
2	0	0,00%
3	0	0,00%
4	4	18,18%
5	17	77,27%

Figura 14. Resultados de la pregunta 10.



Como se puede evidenciar a partir de la tabla 11 y la figura 14, el 77% de las personas del área de mantenimiento le otorga una excelente calificación a la aplicación, mientras que cerca del 5% le da la menor calificación.

3.2 REQUERIMIENTO FUNCIONALES Y NO FUNCIONALES

Una vez realizada la encuesta de aplicabilidad, se procede a establecer los requerimientos funcionales que deben agregarse o que deben responder con las necesidades del área de mantenimiento de Transmetro S.A.S., tal como se evidencia en las tablas 12 y 13.

Tabla 12. Requerimientos funcionales de la aplicación.

Id	Título	Descripción	Prioridad	Dep.	Prueba de aceptación
REQ 01	CREAR USUARIO Y CONTRASEÑA	El área de mantenimiento quiere crear un usuario en la aplicación para cada operador.	MEDIA		<ul style="list-style-type: none"> - Se Debe permitir al usuario el uso de la aplicación con entera libertad. - El área de mantenimiento tendrá un usuario maestro.
REQ 02	LOGIN CREAR USUARIO Y CONTRASEÑA EN APLICACIÓN	El área de mantenimiento quiere que los técnicos puedan ingresar con un usuario y contraseña.	ALTA	REQ 01	<ul style="list-style-type: none"> - Al ingresar un usuario invalido, no debería ingresar. - Al ingresar contraseñas inválidas y no debería ingresar.
REQ 03	OPCIÓN QUE MUESTRE LA PROGRAMACIÓN DE LOS TURNOS	El área de mantenimiento desea mostrar en la aplicación móvil después de iniciar sesión una opción en donde se muestren todos los turnos asignados a cada operador.	ALTA	REQ 01 REQ 02	<ul style="list-style-type: none"> -Esta opción debe visualizar el listado de turnos.

Id	Título	Descripción	Prioridad	Dep.	Prueba de aceptación
REQ 04	ASIGNACIÓN DE ACTIVIDAD AL PERSONAL TÉCNICO.	Una vez se sepa que operadores están de turno se ingresa al técnico, y se le encomienda las actividades del turno.	ALTA	REQ 03	- Se visualizará el técnico de turno al que se le pueda asignar las tareas propias de si deber.
REQ 05	REPORTE DE ACTIVIDADES.	El departamento de mantenimiento debe estar al tanto de las actividades finalizadas y en proceso, así que, habrá una opción para reporte de actividades.	ALTA	REQ 03 REQ 04	-Se desea visualizar las actividades designadas a cada técnico operador, avance y/o cierre de actividad.
REQ 06	LOCALIZACIÓN DEL TÉCNICO	La aplicación le permitirá al área de mantenimiento obtener la localización del técnico por cada actividad realizada.	ALTA	REQ 05	- Se visualizará la ubicación del técnico en la aplicación mediante el dispositivo, al seleccionar cada usuario.
REQ 07	MARCACION DE HORAS LABORADAS	El líder de mantenimiento quiere ver el reporte de horas laboradas por turno de cada uno de los trabajadores del área.	ALTA	REQ 04 REQ 05 REQ 06	- Si la marcación de llegada se da a destiempo, la aplicación deberá dar aviso de inconsistencia en llegadas.
REQ 08	INDICADOR DE DESEMPEÑO	El jefe de mantenimiento podrá ver la efectividad en el desarrollo de las actividades del técnico.	ALTA	REQ 05	- Si el porcentaje de eficiencia del operador está por debajo del promedio se le notificará al técnico y se hará seguimiento.

Id	Título	Descripción	Prioridad	Dep.	Prueba de aceptación
REQ 09	TIPOS DE CONTRATACIONES	Se determinará la función del operador según su contrato.	MEDIA	REQ 04	- Al asignarse una tarea de mecánica a un eléctrico, deberá rechazar automáticamente la actividad.

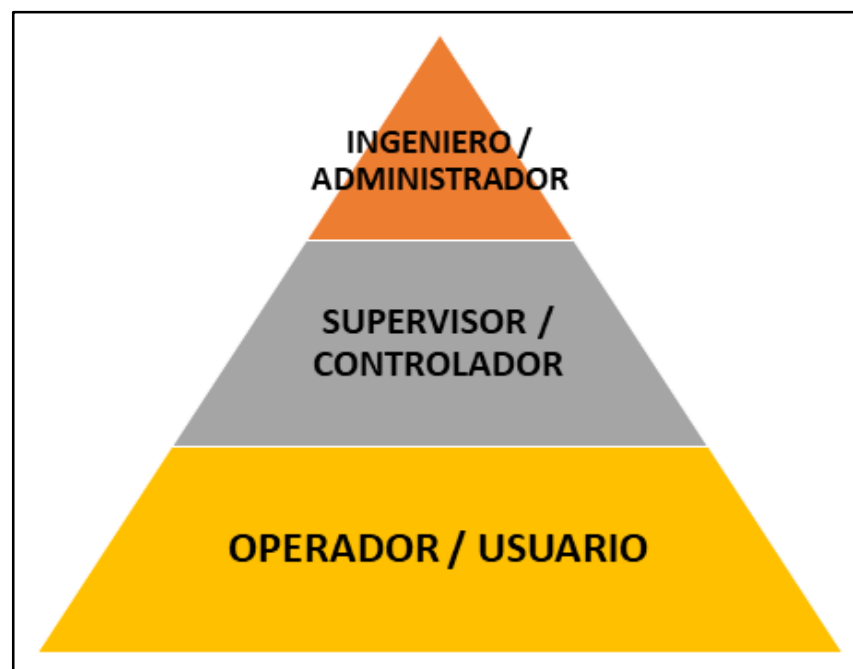
Tabla 13. Requerimientos NO funcionales de la aplicación.

Id	Título	Descripción	Prioridad	Dep.	Pruebas de aceptación
REQ 10	REGISTRE EN UNA BASE DE DATOS	El área de mantenimiento tendrá una base de datos donde se almacenará el seguimiento a cada uno de los técnicos.	MEDIA	REQ 05 REQ 06 REQ 07 REQ 08	- Se tendrá un registro de actividades, localización y datos e indicadores de desempeño del técnico.
REQ 11	PORTABILIDAD EN LA PARTE WEB	El área de mantenimiento desea que la aplicación se abra desde cualquier navegador.	ALTA		- La aplicación se ejecutará en cualquier navegador.
REQ 12	PORTABILIDAD PARA ANDROID	El área de mantenimiento quiere que la aplicación se ejecute en Android.	ALTA		- La aplicación será compatible con dispositivos Android.

Id	Título	Descripción	Prioridad	Dep.	Pruebas de aceptación
REQ 13	DISEÑO INTELIGENTE.	El área de mantenimiento quiere un diseño que interactúe con el usuario.	MEDIA		- El usuario podrá interactuar con la interfaz.

Por otro lado, dentro de los requerimientos funcionales, se establecieron los roles para la manipulación de la aplicación, así como de la administración de la información que soporta la misma; determinando que, según el orden jerárquico del área de mantenimiento, el ingeniero será el administrador principal de la aplicación, mientras que el supervisor tendrá el rol de controlador, y los técnicos tendrán un rol netamente de usuarios, tal como se muestra en la figura 15.

Figura 15. Jerarquía de administración y control de la aplicación.



3.3 FACTIBILIDAD

Para desarrollar la aplicación, es importante establecer los lineamientos que de tipo técnico y legal puedan ser aplicados a ésta clase de herramientas, ya que la intención es optimizar el tiempo y los recursos del área de mantenimiento desde las facilidades técnicas existentes, soportados en los lineamientos legales que favorezcan el desarrollo de éste tipo de aplicaciones.

3.3.1 Factibilidad técnica. En la medida que transcurren los años, la tecnología continúa avanzando a un ritmo cada vez más acelerado, es por eso que en éste proyecto se utiliza una moderna aplicación para que funcione de un modo más eficiente y que esté acorde con los nuevos desarrollos tecnológicos.

3.3.1.1 Software. Para el desarrollo de la aplicación se cuenta gran variedad de técnicas y herramientas que pueden ser aprovechadas, a continuación, se muestran algunas de ellas.

- **Entorno de desarrollo Android Studio:** es un entorno de desarrollo y programación, el cual cuenta con librerías que soportan y ayudan en la generación de códigos fuente del sistema operativo Android, utilizando Java y XML como programas soporte.
- **Entorno de desarrollo web Sublime Text:** es un espacio de trabajo en cual se puede generar códigos fuente en casi todos los lenguajes de programación, tales como PHP y HTML
- **Framework de desarrollo web Bootstrap:** es u entorno de desarrollo web que posee una serie de herramientas o librerías que permiten al desarrollador

disminuir el tiempo de programación de detalles, para centrarse en el código fuente realmente importante.

- **Servidor web Apache – XAMPP:** en este servidor se pueden realizar las respectivas pruebas de desarrollo de la aplicación, de una forma local, además, podrá soportar la aplicación web de control y administración, así como los servicios web propios de la aplicación móvil.

3.3.1.2 Hardware. A partir del desarrollo de la aplicación, esta será instalada en un dispositivo móvil, que permita a los diferentes usuarios realizar las interacciones correspondientes, para la gestión del mantenimiento de los accesos a las estaciones. A continuación, se mencionan los equipos que pueden ser utilizados por los involucrados, así como el soporte base de la información de la aplicación.

- **Laptop:** en este dispositivo, el usuario podrá visualizar el entorno completo de la aplicación, y podrá realizar los ajustes respectivos, de acuerdo con el rol asignado.
- **Teléfono inteligente (Smartphone):** es el dispositivo para comunicación inalámbrica portátil, aquí se instala la aplicación móvil, utilizará GPS e internet, además, deberá tener la capacidad suficiente para soportar una versión Android 4.0 o superior.
- **Hosting:** al no tener un servidor propio, todos los servicios, página web, y la administración de la información estarán soportados en un hosting gratuito.

3.3.2 Factibilidad legal. Ya que Colombia es un país de principio constitucional, todos los ciudadanos debemos ceñirnos a un conjunto de leyes, lineamientos y programas que apoyan la innovación de estos tipos de proyectos.

En Colombia, existen una serie de leyes que apoyan el desarrollo y e investigación en el campo de las tecnologías de la información, para el caso, se mencionan algunas:

- **Ley 1286 de 2009**, cuyo objetivo general es fortalecer el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología y a Colciencias, para lograr un modelo productivo sustentado en la ciencia, la tecnología y la innovación, para darle valor agregado a los productos y servicios de nuestra economía y propiciar el desarrollo productivo y una nueva industria nacional.
- **Decreto 846 de 2016**, cuyo objetivo es modificar la estructura del Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación – Colciencias, para fortalecer el sistema administrativo de del desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación.
- **Ley 23 de 1982**, cuyo objetivo es el de establecer que los autores de obras literarias, científicas y artísticas gozarán de protección para sus obras en la forma prescrita por dicha ley y, en cuanto fuere compatible con ella, por el derecho común.

4. METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LA APLICACIÓN

Una vez establecidos los requerimientos más relevantes para la estructuración de la aplicación, así como los aspectos de carácter técnico y legal que pudiesen propiciar el desarrollo de ésta herramienta, es imprescindible definir la metodología más apropiada para la construcción de la misma.

4.1 METODOLOGÍA SCRUM

Dentro de las técnicas de desarrollo, el método conocido como Scrum permite de forma versátil y novedosa, acceder a una estructura funcional a través de una forma organizada y metódica, para la limitación, organización y desarrollo de proyectos de software o sistemas de aplicaciones móviles.

El Scrum es una forma de rápido acceso, modificación y mejora del software en un dispositivo. En esta ideología se aplica de forma progresiva, un análisis y revisión de la estructura, para determinar situaciones de alta complejidad e imprevisibles, donde la única manera de manejarlas e intentar controlarlas es alternar opciones de mejora, en un contexto desconocido y como un proceso lineal definido en todas sus etapas.

Las motivaciones más importantes en las que se enfoca esta idea, son las que la mayoría de los ingenieros de software conocen: es muy difícil entender bien los requisitos desde las primeras fases del proyecto, los requisitos pueden cambiar durante el desarrollo y la evolución del sistema, así como es imprevisible cuando se necesite cambiar o añadir tecnologías y/o equipos.

Se puede suponer, que cuando los métodos cambian rápidamente, es muy útil el uso del método Scrum, puesto que esta forma pretende controlar el caos producido por conflictos de intereses y de insuficiencias. En un proyecto en el que se quiera dar el justo papel a determinada actividad, hay que contemplar que las posibles indicaciones y/o recomendaciones dadas por expertos y usuarios para mejorar la usabilidad, afectarán el entero proceso de desarrollo.

La forma de la estructura de que se ha aplicado al desarrollo de la aplicación móvil para la gestión de mantenimiento de los sistemas de acceso, apoyada en la metodología Scrum, ha resultado muy cómoda de utilizar. Hasta para un proceso de progreso continuo como éste, que pretende tener en cuenta la complejidad, la no predictibilidad y aleatoriedad, en el que las diligencias no son bien definidas y metódicas, se ha visto en un posible estudio del marco de estructura para mejorar la usabilidad y proyección de mejora del área de mantenimiento de la empresa.

4.2 ESTRATEGIA PARA LA CREACIÓN DE LA APLICACIÓN

Al realizar el estudio metodológico de los requerimientos del área de mantenimiento de la empresa, y aplicar el método Scrum para la iteración de las variables se logró obtener un procedimiento estructurado para el desarrollo, compilación e implementación de la aplicación, tal como se muestra en la figura 16.

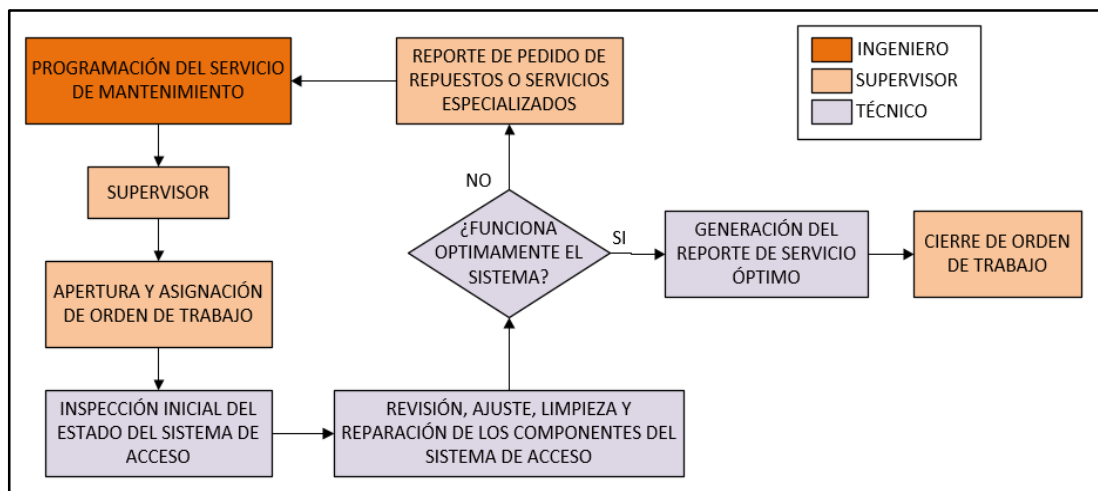
Figura 16. Estrategia para la creación de la aplicación móvil.



4.2.1 Análisis de la situación actual. La infraestructura de las estaciones del Sistema de Transporte Masivo de Barranquilla y su Área Metropolitana ya no se encuentra en las más óptimas condiciones de servicio y funcionalidad, como inicialmente estaba proyectado por el consorcio colombo-español Bocarejo-ETT y otras entidades encargadas, esto se debe a que las estaciones siempre están expuestas a factores que contribuyen a un deterioro progresivo, el cual, el área encargada del mantenimiento siempre busca contrarrestar para brindar un servicio de calidad a los más de 135.000 usuarios que a diario se movilizan en el sistema.

El desarrollo operativo de las diferentes actividades de mantenimiento que se realiza a los sistemas de acceso de las estaciones, el cual se muestra en la figura 17, inicia con la programación de las diferentes actividades y servicios de mantenimiento por parte del ingeniero responsable, dichas tareas se establecen de manera periódica y según la necesidad requerida, es decir, si se trata de un mantenimiento preventivo, correctivo, o si es un trabajo especializado; además, se tiene en cuenta el reporte de fallas del sistema por parte de los diferentes usuarios y funcionarios que laboran en las estaciones del sistema de transporte.

Figura 17. Esquema del flujo de reparación de las averías de los sistemas de acceso.



A las actividades de mantenimiento orientadas a solucionar aquellas fallas imprevistas se les asigna un alto grado de prioridad, de modo que se atiendan en primer lugar en comparación con las actividades de mantenimiento programadas con antelación.

Posterior a la programación de las actividades de mantenimiento, el supervisor se encarga de abrir la orden de trabajo y asignarla a determinado técnico, quien a su vez deberá dirigirse al área o lugar donde se encuentre el sistema de acceso asignado, y realizar las diferentes actividades que desde su conocimiento y capacidad pueda desarrollar para dejar en óptimas condiciones de funcionamiento, los sistemas de acceso asignados.

Una vez realizadas las tareas propias de mantenimiento, si el sistema de acceso funciona adecuadamente, el técnico deberá generar un reporte de servicio y el supervisor se encargará de verificar y cerrar la orden de trabajo; si por el contrario, el sistema de acceso no funciona en las condiciones óptimas, el supervisor deberá generar un pedido de repuestos o servicio especializado ante el ingeniero responsable, para que sea éste quien genere el pedido de materiales o servicios adicionales requeridos.

4.2.2 Cuantificar indicadores de gestión de mantenimiento. Realizar un listado de las órdenes de tareas para establecer las responsabilidades de cada funcionario.

Una vez asignadas las tareas asociadas a cada funcionario, medir el tiempo que dicho funcionario tarda en entregar la actividad asignada; así se logra obtener un indicador de eficacia por el tiempo transcurrido entre la asignación y la realización de la tarea. Gracias a esto al finalizar todo el plan de trabajo se podrá saber la productividad de cada operador.

Como parte integral del proceso de gestión de mantenimiento, se establece que los indicadores de gestión estarán divididos y orientados desde dos perspectivas; por un lado, evaluar al personal técnico, y el otro, caracterizar la planificación y gestión del área de mantenimiento.

4.2.2.1 Indicadores de evaluación del personal técnico. Para la medición del desempeño de los técnicos encargados de las diferentes actividades de mantenimiento, se establecen tres índices así:

Índice de productividad: es la razón entre el número de órdenes de trabajo realizadas o ejecutadas en un periodo de tiempo y el número de órdenes de trabajo asignadas en ese mismo espacio de tiempo.

$$I_{Pro} = \frac{\text{Número de O.T. Ejecutadas}}{\text{Número de O.T. Asignadas}}$$

Se considera altamente productiva a aquella persona cuyo índice de productividad esté muy cercano a 1.

Eficiencia: es la razón entre el número de horas utilizadas para la ejecución de la orden de trabajo asignada, y el número de horas planificadas para la ejecución de la misma.

$$E_{ff} = \frac{\text{Número de horas Utilizadas para la Ejecución de la O.T.}}{\text{Número de horas Planificadas para la Ejecución de la O.T.}}$$

Se considera como eficiente cuando éste indicador es menor a 1; por el contrario, para valores mayores a 1, se considera ineficiente.

Índice de respuesta: es la razón entre el número de horas que tarda el técnico en iniciar la ejecución de la orden de trabajo asignada, y el número de horas totales utilizadas en la ejecución de la misma.

$$I_{Resp} = \frac{\text{Número de horas para Iniciar la Ejecución de la O.T.}}{\text{Número de horas Utilizadas para la Ejecución de la O.T.}}$$

Cuando éste índice es muy alto, se considera que el técnico encargado del mantenimiento demora demasiado tiempo en iniciar la ejecución de una orden de trabajo, lo que permite realizar un seguimiento y control sobre las labores asignadas y el rendimiento general del técnico.

4.2.2.2 Caracterización de la gestión del área de mantenimiento. En la medida que las diferentes tareas y actividades de mantenimiento estén orientadas hacia lo preventivo, a través de una adecuada planificación, el área tendrá mayor control sobre los aspectos presupuestales relacionados con el mantenimiento, es así que la calidad y pertinencia de la gestión de mantenimiento estará determinada por tres índices relacionados con el tipo de mantenimiento ejecutado, así:

Índice de mantenimientos preventivos: es la razón entre el número de órdenes de trabajo ejecutadas como mantenimiento preventivo en un periodo de tiempo y el número de órdenes de trabajo totales generadas por el área de mantenimiento.

$$I_{Prev} = \frac{\text{Número de O.T. Ejecutadas de Mantenimiento Preventivo}}{\text{Número de O.T. Generadas por el Área de Mantenimiento}}$$

Índice de mantenimientos correctivos: es la razón entre el número de órdenes de trabajo ejecutadas como mantenimiento correctivo en un periodo de tiempo y el número de órdenes de trabajo totales generadas por el área de mantenimiento.

$$I_{Correc} = \frac{\text{Número de O.T. Ejecutadas de Mantenimiento Correctivo}}{\text{Número de O.T. Generadas por el Área de Mantenimiento}}$$

Índice de mantenimientos especializados: es la razón entre el número de órdenes de trabajo ejecutadas como mantenimiento de carácter especializado en un periodo de tiempo y el número de órdenes de trabajo totales generadas por el área de mantenimiento.

$$I_{Espec} = \frac{\text{Número de O.T. Ejecutadas de Mantenimiento Especializado}}{\text{Número de O.T. Generadas por el Área de Mantenimiento}}$$

Todas las actividades de mantenimiento se deberán enmarcar en alguno de éstos indicadores, de modo que la suma de ellos será de 1; por otro lado, los índices permitirán caracterizar las intervenciones de mantenimiento, permitiendo a los líderes del área de mantenimiento tomar decisiones encaminadas a reducir los tiempos entre fallas a través de un completo historial de actividades de mantenimiento que se ejecuten a los sistemas de acceso de las estaciones.

4.2.3 Materiales y/o herramientas requeridos. Registrar en el inventario las solicitudes de herramientas y repuestos requeridos por el operador para llevar a cabo las tareas, así mismo, descargar el préstamo de la herramienta una vez devuelta al almacén, y estableciendo en el registro, si efectivamente la actividad de mantenimiento ejecutada corresponde con la programación asignada, es decir, si la actividad ejecutada corresponde al tipo preventiva, correctiva, o especializada.

De forma general, para las intervenciones de mantenimiento se deberá contar con un listado de herramientas básicas y necesarias para la ejecución de dichas actividades, tal como se muestra en la tabla 14, herramientas fuera de la lista o de carácter especializado se deberán solicitar al supervisor que asigna la actividad de mantenimiento.

Tabla 14. Herramientas básicas para las intervenciones de mantenimiento de los sistemas de acceso.

Mecánicas	Eléctricas / Electrónicas	Consumibles	Utilería
<ul style="list-style-type: none"> - Un juego de llaves fijas planas. - Un juego de llaves fijas tipo Allen. - Dos llaves inglesas de diferente tamaño. - Destornilladores de punta de estrella y pala. - Juego de brocas de diferente diámetro. - Martillo y/o maza. - Segueta. 	<ul style="list-style-type: none"> - Multímetro. - Probador de corriente. - Taladro. 	<ul style="list-style-type: none"> - Aceites y/o grasas lubricantes. 	<ul style="list-style-type: none"> - Escalera plegable de 4 mts. - Flexómetro. - Extensiones eléctricas.

Para el caso de los repuestos, es responsabilidad del supervisor, comunicarle al ingeniero de mantenimiento la necesidad de los diferentes accesorios que se requieran para dejar en óptimo funcionamiento los sistemas de acceso a las estaciones del sistema de transporte.

4.2.4 Programar aplicación móvil. Un profesional en el área de informática, crea la herramienta digital para dispositivos móviles, basada en un modelo de mantenimiento CMMS que permita tener un manejo total de la información del personal, desde las capacitaciones asistidas, la programación de turnos, asignación de actividades, indicadores de desempeño, tipos de contrataciones, incentivos entregados, totalidad de incapacidades laborales, inventario de repuestos y herramientas, entre otras.

4.2.5 Prueba, Evaluación y Mejora. Después de realizar un estudio previo de la situación actual de las estaciones de Transmetro y haber elaborado la herramienta digital que busca optimizar las labores diarias de los funcionarios de mantenimiento de dicha entidad. Se establecerá un determinado período de prueba para analizar, evaluar y corregir detalles que se presenten con la aplicación en el transcurso de este tiempo.

4.2.6 Presentación de la Aplicación Final. Mediante este sistema de software CMMS se generó la idea de implementar y diseñar una aplicación creada para el área de infraestructura de Transmetro S.A.S. se va a evidenciar el tiempo empleado por los operarios al realizar sus funciones.

Al finalizar el plan de trabajo se tendrá total control de la información de funcionarios, de las herramientas y repuestos empleados en las diferentes labores para controlar de manera eficiente la gestión de mantenimiento y aplicar la mejora continua.

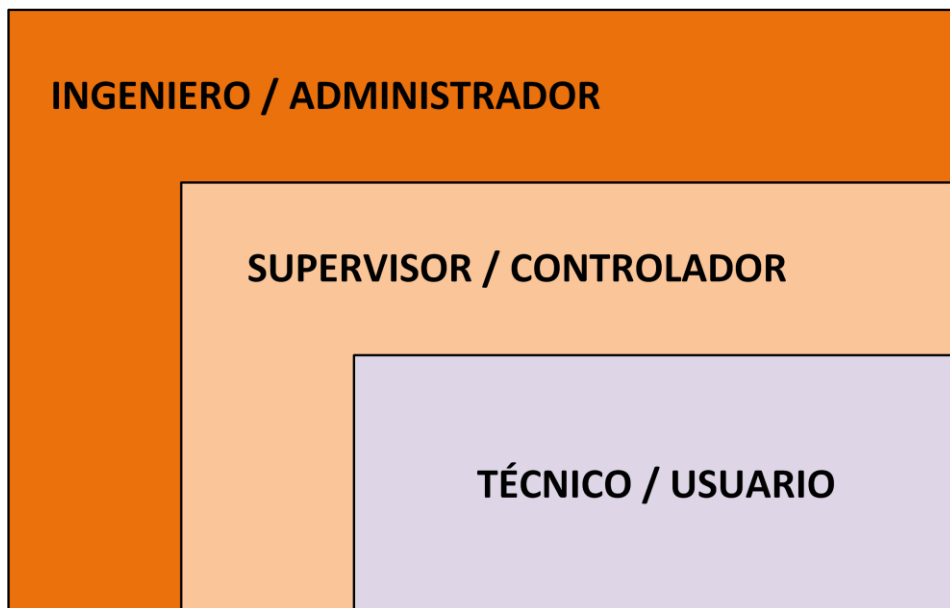
5. ESTRUCTURA DE LA APLICACIÓN MÓVIL

El desarrollo de la aplicación móvil está intrínsecamente acompañado de una estructura organizada de gestión, a partir de los lineamientos y perspectivas generales de la administración del mantenimiento; para el caso, se definieron tres perfiles estratégicos, y de ahí, la composición del diagrama de uso o el árbol de procesos, que garantiza la correcta construcción de la aplicación.

5.1 PERFILES DE ADMINISTRACIÓN

Los perfiles administrativos y sus respectivos niveles están en concordancia con el nivel de responsabilidad asociado al mantenimiento de los sistemas de acceso y su escala jerárquica dentro de la empresa, por tanto, se definieron los perfiles según como se muestra en la figura 18.

Figura 18. Perfiles y jerarquía de administración y control de la aplicación.



5.1.1 Ingeniero/Administrador. Éste perfil corresponde con el más alto grado de responsabilidad en la gestión del mantenimiento, por tanto, éste perfil está en la capacidad de administrar la aplicación móvil en todos los niveles, así como de administrar la información suministrada a través de la misma.

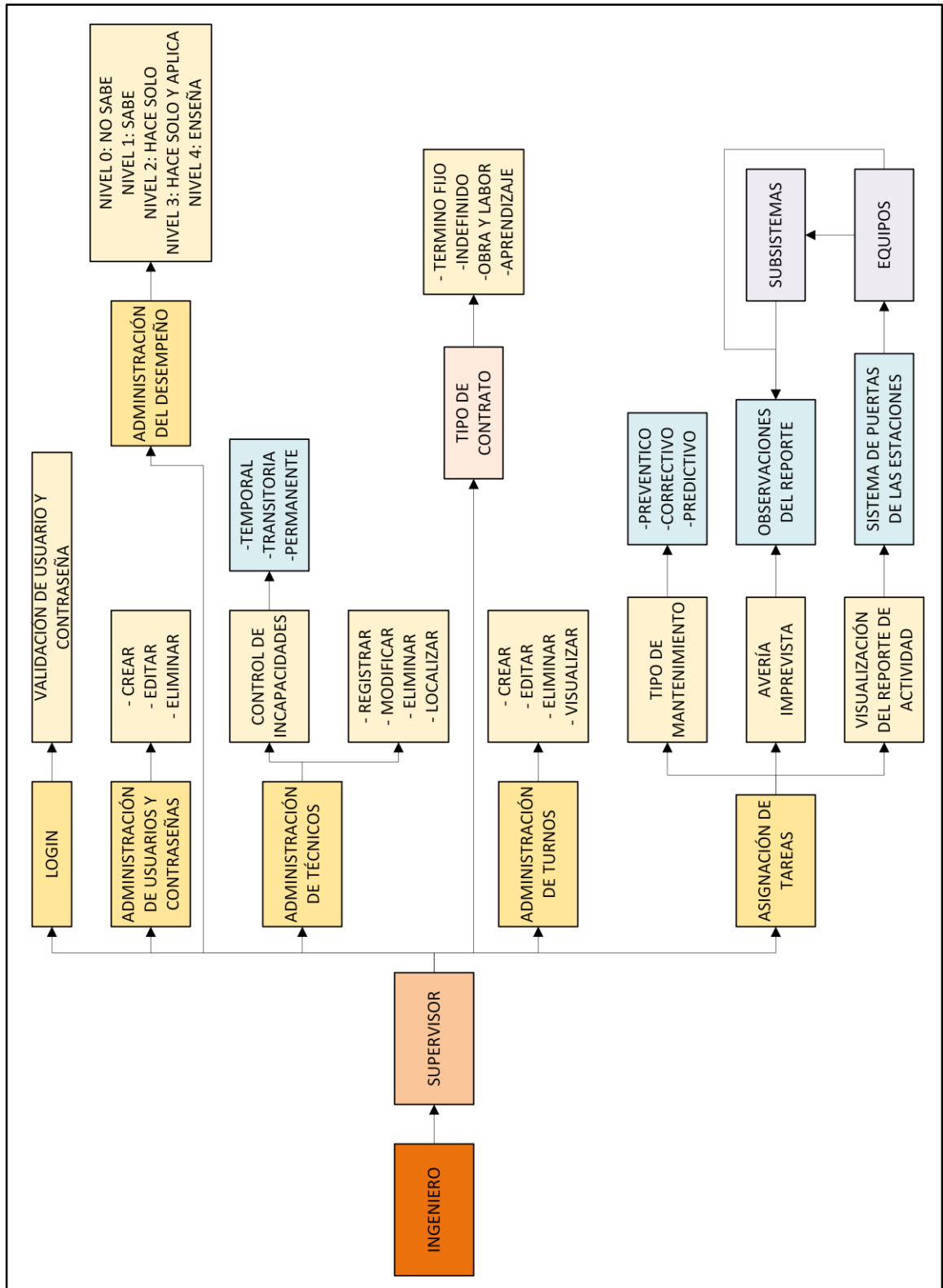
5.1.2 Supervisor / Controlador. Éste perfil corresponde a un nivel intermedio, donde se le otorgan las credenciales suficientes para administrar las diferentes actividades de mantenimiento, así como la asignación de los recursos humanos y de materiales requeridos para la ejecución de las tareas de mantenimiento.

5.1.3 Técnico / Usuario. Éste nivel corresponde netamente a los responsables por la ejecución de las tareas de mantenimiento asignadas, serán éstos quienes alimenten la aplicación con los reportes de las diferentes actividades ejecutadas, así como de los recursos materiales y temporales utilizados para la ejecución de dichas tareas.

5.2 DIAGRAMA DE USO

Tal como se muestra en la figura 19, éste diagrama nos muestra el proceso de asignación, administración y control del mantenimiento de los sistemas de acceso de las estaciones, en él se puede evidenciar cada uno de ítems que pueden ser ajustados a determinado usuario, así como los puntos clave necesarios para la administración del personal, los recursos y las tareas asignadas según las necesidades presentes en el área de mantenimiento.

Figura 19. Diagrama de uso de la aplicación móvil.



5.3 CASOS DE USO

Para la definición estructurada de la aplicación móvil, es necesario establecer las condiciones de programación y secuencia de ejecución esperadas de la aplicación móvil, por tanto, de la tabla 15 a la 35 se muestran las condiciones de programación ajustables a cada ítem del diagrama de uso de la aplicación.

Tabla 15. Caso de uso Login.

LOGIN	
ACTORES	Supervisor, Técnico
DESCRIPCIÓN	Se encarga de permitir el ingreso al sistema.
PRECONDICIONES	1. El usuario debe estar creado en la base dato. 2. Debe tener usuario y contraseña.
FLUJO BÁSICO	1. Ingreso de usuario y contraseña.
POSTCONDICIONES	1. Se debe ingresar correctamente el usuario y contraseña para tener acceso al sistema móvil.
FLUJO ALTERNO	En caso de no poder ingresar, verificar con el área encargada.

Tabla 16. Caso de uso Crear Usuario y Contraseña.

CREAR USUARIO Y CONTRASEÑA	
ACTORES	Supervisor
DESCRIPCIÓN	Se encarga de crear un registro de usuario y contraseña.
PRECONDICIONES	1. Validar si es necesario que se le cree un usuario a la persona. 2. Validar si es técnico o administrador.
FLUJO BÁSICO	1. Ingresar usuario. 2. Ingresar contraseña.

POSTCONDICIONES	1. No se deben crear usuarios repetidos. 2. Se debe poner con mayúscula y número la contraseña por seguridad.
FLUJO ALTERNO	En caso de que la contraseña no cumpla los requisitos se enviara un mensaje de error.

Tabla 17. Caso de uso Editar Usuario y Contraseña.

EDITAR USUARIO Y CONTRASEÑA	
ACTORES	Supervisor
DESCRIPCIÓN	Se encarga de editar los usuarios y contraseñas.
PRECONDICIONES	1. Verificar que exista el usuario.
FLUJO BÁSICO	1. Buscar usuario. 2. Editar contraseña.
POSTCONDICIONES	1. Realizar pruebas de ingreso al sistema móvil.
FLUJO ALTERNO	En caso de que no exista el usuario no aparecerá en el listado.

Tabla 18. Caso de uso Eliminar Usuario y Contraseña.

ELIMINAR USUARIO Y CONTRASEÑA	
ACTORES	Supervisor
DESCRIPCIÓN	Se encarga de eliminar los usuarios y contraseñas.
PRECONDICIONES	1. validar la existencia del usuario.
FLUJO BÁSICO	1. Buscar usuario. 2. Eliminar.
POSTCONDICIONES	1. Verificar si se eliminó el usuario.
FLUJO ALTERNO	En caso de no poder eliminar, se tendrá que validar con el área encargada.

Tabla 19. Caso de uso Registrar Técnico.

REGISTRAR TÉCNICO	
ACTORES	Supervisor
DESCRIPCIÓN	Se encarga de registrar al técnico la actividades o imprevisto.
PRECONDICIONES	1. Validar que exista el técnico o se haya creado.
FLUJO BÁSICO	1. Ingresar usuario del técnico. 2. Asignarle privilegios.
POSTCONDICIONES	1. Verificar si se creó el usuario.
FLUJO ALTERNO	En caso de no registrar al técnico, verificar en la base de datos o validar con el área encargada.

Tabla 20. Caso de uso Eliminar Técnico.

ELIMINAR TÉCNICO	
ACTORES	Supervisor
DESCRIPCIÓN	Se encarga de eliminar al técnico.
PRECONDICIONES	1. Verificar existencia del técnico.
FLUJO BÁSICO	1. Ingresar usuario del técnico. 2. Eliminarlo.
POSTCONDICIONES	1. Verificar si el usuario se eliminó.
FLUJO ALTERNO	En caso de no eliminar al técnico, verificar en la base de datos o verificar con el área encargada.

Tabla 21. Caso de uso Crear Turnos.

CREAR TURNOS	
ACTORES	Supervisor
DESCRIPCIÓN	Se encarga de crear turnos para los técnicos.
PRECONDICIONES	1. Verificar que el técnico exista. 2. Verificar si está disponible.
FLUJO BÁSICO	1. Buscar al técnico. 2. Escribir título del turno.
POSTCONDICIONES	1. Verificar creación del turno.

FLUJO ALTERNO	En caso de no poder crear el turno, verificar problema de conexión con el área encargada.
----------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------

Tabla 22. Caso de uso Eliminar Turno.

ELIMINAR TURNOS	
ACTORES	Supervisor
DESCRIPCIÓN	Se encarga de eliminar el turno de los técnicos.
PRECONDICIONES	1. Verificar que el turno esté creado.
FLUJO BÁSICO	1. Buscar al turno. 2. Eliminarlo
POSTCONDICIONES	1. Verificar que el turno fue eliminado.
FLUJO ALTERNO	En caso de no poder eliminar el turno, verificar problema de conexión con el área encargada.

Tabla 23. Caso de uso Localización de Técnicos.

LOCALIZACIÓN DE TÉCNICOS	
ACTORES	Supervisor
DESCRIPCIÓN	Se encarga de mostrar la localización del técnicos.
PRECONDICIONES	1. Verificar si el usuario está creado.
FLUJO BÁSICO	1. Mostrar localización en Mapa.
POSTCONDICIONES	1. Verificar si la ubicación cambia.
FLUJO ALTERNO	En caso de no visualizar, verificar problemas de conexión con el área encargada.

Tabla 24. Caso de uso Capacitación.

CAPACITACIÓN	
ACTORES	Supervisor
DESCRIPCIÓN	Instruir al cargo
PRECONDICIONES	1. Se encarga del cronograma de la

FLUJO BÁSICO	1. Mostrar requisitos de las capacitaciones
POSTCONDICIONES	1. Verificar si los técnicos participaron en la capacitación.
FLUJO ALTERNO	En caso de no asignar la capacitación, verificar problemas de conexión con el área encargada.

Tabla 25. Caso de uso Tipo de Contratación.

TIPO DE CONTRATACIÓN	
ACTORES	Supervisor
DESCRIPCIÓN	Verificar el tipo de contratación del empleado.
PRECONDICIONES	1. Mantener un orden de actividades para contratista.
FLUJO BÁSICO	1. Verificar contrato.
POSTCONDICIONES	1. Verificar si cumplieron con los contratado.
FLUJO ALTERNO	En caso de no visualizar los tipos de contrataciones verificar problemas de conexión con el área encargada.

Tabla 26. Caso de uso Indicador de Desempeño.

INDICADOR DE DESEMPEÑO	
ACTORES	Supervisor
DESCRIPCIÓN	Indicador de eficiencia del técnico.
PRECONDICIONES	1. Verificar semanal su comportamiento de trabajo.
FLUJO BÁSICO	1. Mostrar indicador de eficiencia.
POSTCONDICIONES	1. Verificar el tiempo y rendimiento.
FLUJO ALTERNO	En caso de no visualizar los indicadores de desempeño verificar problemas de conexión con el área encargada.

Tabla 27. Caso de uso Crear Asignación de Actividad.

CREAR ASIGNACIÓN DE ACTIVIDAD	
ACTORES	Supervisor
DESCRIPCIÓN	Se encarga de crear actividad para los
PRECONDICIONES	1. Verificar que el técnico exista. 2. Verificar si está disponible.
FLUJO BÁSICO	1. Buscar al técnico. 2. Asignar actividad.
POSTCONDICIONES	1. Verificar estado actual de la actividad.
FLUJO ALTERNO	En caso de no poder crear la actividad, verificar problema de conexión con el área encargada.

Tabla 28. Caso de uso Eliminar Actividad.

ELIMINAR ACTIVIDAD	
ACTORES	Supervisor
DESCRIPCIÓN	Se encarga de eliminar la actividad para los técnicos.
PRECONDICIONES	1. Verificar que la actividad esté creada.
FLUJO BÁSICO	1. Buscar actividad. 2. Eliminarlo
POSTCONDICIONES	1. Verificar que la actividad fue eliminada.
FLUJO ALTERNO	En caso de no poder eliminar la actividad, verificar problema de conexión.

Tabla 29. Caso de uso Visualizar Turnos para Trabajar.

VISUALIZAR TURNOS PARA TRABAJAR	
ACTORES	Técnico
DESCRIPCIÓN	Se encarga de mostrar los turnos que le han asignado.
PRECONDICIONES	1. Verificar los turnos creados.
FLUJO BÁSICO	1. Ingresar entrada del sistema móvil.
POSTCONDICIONES	1. Verificar si aparecen los turnos.

FLUJO ALTERNO	En caso de no poder visualizar turno, verificar Conexión con el área encargada.
----------------------	---------------------------------------------------------------------------------

Tabla 30. Caso de uso Registrar Turno.

REGISTRAR TURNO	
ACTORES	Técnico
DESCRIPCIÓN	Se encarga de registrar el estado del turno.
PRECONDICIONES	1. Verificar conexión a internet. 2. Tener habilitado GPS.
FLUJO BÁSICO	1. Ingresar al turno.
POSTCONDICIONES	1. Verificar si aparece la fecha del registro del turno.
FLUJO ALTERNO	En caso de no poder registrar turno, verificar Conexión con el área encargada.

Tabla 31. Caso de uso Registrar la Actividad Asignada.

REGISTRAR LA ACTIVIDAD ASIGNADA	
ACTORES	Técnico
DESCRIPCIÓN	Se encarga de registrar la actividad.
PRECONDICIONES	1. Verificar conexión a internet. 2. Verificar tener habilitado GPS.
FLUJO BÁSICO	1. Ingresar actividad.
POSTCONDICIONES	1. Verificar si se registró la actividad.
FLUJO ALTERNO	En caso de no poder registrar la actividad asignada, verificar conexión con el área encargada.

Tabla 32. Caso de uso Pausar Turno.

PAUSAR TURNO	
ACTORES	Técnico
DESCRIPCIÓN	Se encarga de pausar el turno.

PRECONDICIONES	1. Verificar tener conexión a internet. 2. Verificar tener habilitado GPS.
FLUJO BÁSICO	1. Ingresar al turno. 2. seleccionar el botón de pausa.
POSTCONDICIONES	1. Verificar si se registró el estado.
FLUJO ALTERNO	En caso de no poder pausar turno, verificar Conexión con el área encargada.

Tabla 33. Caso de uso Reanudar Turno.

REANUDAR TURNO	
ACTORES	Técnico
DESCRIPCIÓN	Se encarga de pausar el turno.
PRECONDICIONES	1. Verificar tener conexión a internet. 2. Verificar tener habilitado GPS.
FLUJO BÁSICO	1. Ingresar al turno. 2. seleccionar el botón de reanudar.
POSTCONDICIONES	1. Verificar si se registró el estado.
FLUJO ALTERNO	En caso de no poder reanudar turno, verificar Conexión con el área encargada.

Tabla 34. Caso de uso Ingresar Incapacidad.

INCAPACIDAD	
ACTORES	Técnico
DESCRIPCIÓN	Se encarga de ingresar motivo de su incapacidad.
PRECONDICIONES	1. Describir el motivo de su incapacidad.
FLUJO BÁSICO	1. Reportar la incapacidad. 2. Ingresar motivo.
POSTCONDICIONES	1. Verificar si se registró la incapacidad.
FLUJO ALTERNO	En caso de no poder ingresar la incapacidad, verificar Conexión con el área encargada.

Tabla 35. Caso de uso Reportes Actividad.

REPORTES ACTIVIDAD	
ACTORES	Técnico
DESCRIPCIÓN	Se encarga demostrar reportes de la actividad asignada.
PRECONDICIONES	1. Describir la actividad asignada.
FLUJO BÁSICO	1. Reportar la actividad asignada. 2. Ingresar motivo.
POSTCONDICIONES	1. Verificar si se registró la actividad asignada.
FLUJO ALTERNO	En caso de no poder reportar la actividad, verificar Conexión con el área encargada.

6. IMPLEMENTACIÓN DE LA APLICACIÓN MÓVIL

Para la implementación móvil, se desarrollan cada uno de los casos de uso detallados en el capítulo anterior, a partir de los cuales se estructura la aplicación y se asigna un tiempo de transición para los diferentes usuarios, y de acuerdo con las necesidades específicas del área de mantenimiento. A continuación, de la figura 20 a la 26 se muestran algunos apartes de la aplicación desarrollada.

Figura 20. Opción Login de la Aplicación Móvil.



Figura 21. Opciones del Supervisor de la Aplicación Móvil.

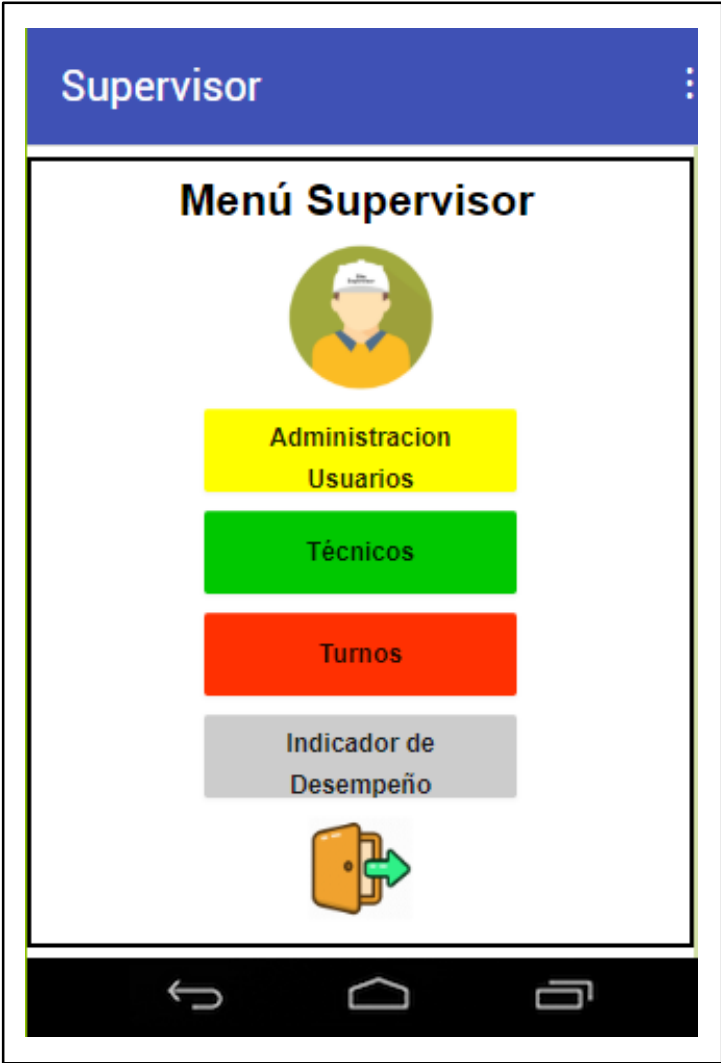


Figura 22. Opciones de Administración de Usuarios de la Aplicación Móvil.



Figura 23. Opción Crear Usuario de la Aplicación Móvil.

CrearUsuarios

Añadir Usuario

Usuario:

Nombre:

Apellidos:

Contraseña:


Correo:

Perfil: add items... ▼

Crear Usuario

Figura 24. Opción Editar Usuario de la Aplicación Móvil.

EditarUsuarios



Buscar Usuario

Usuario:

Nombre:

Apellidos:

Contraseña:


Correo:

Perfil: add items... ▼

Actualizar Usuario

Figura 25. Opción Eliminar Usuario de la Aplicación Móvil.

Eliminar Usuarios



Buscar Usuario

Usuario:

Nombre:

Apellidos:

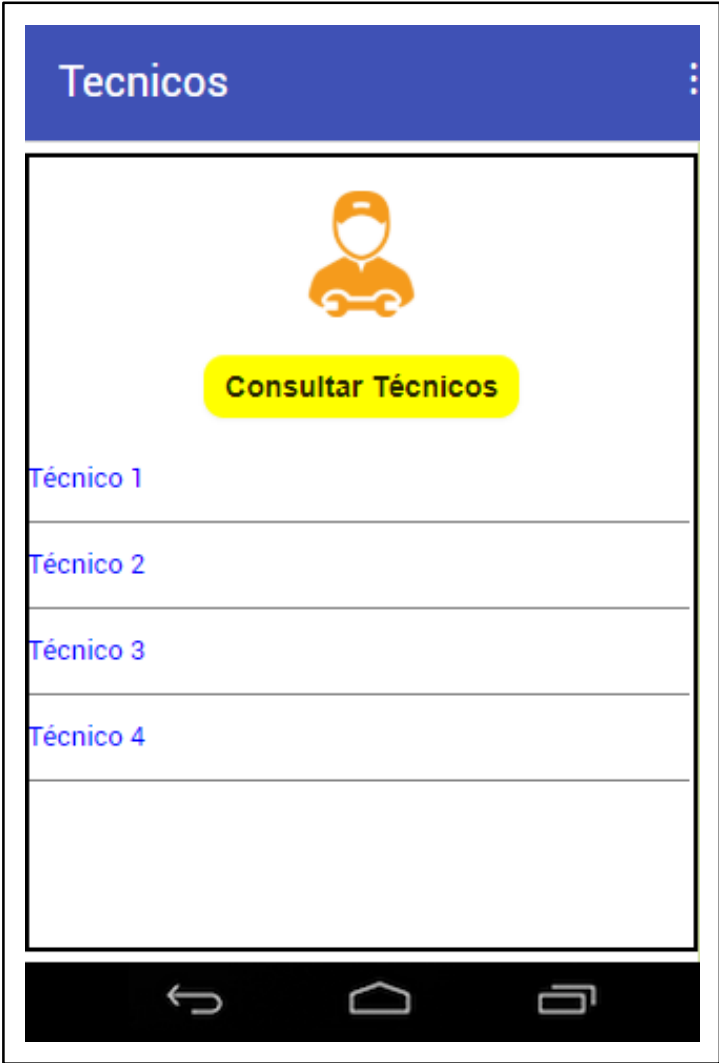
Contraseña:

Correo:

Perfil:

Eliminar Usuario

Figura 26. Opción de Consulta de Técnicos de la Aplicación Móvil.



7. CONCLUSIONES

El estudio de factibilidad realizado en conjunto con el personal técnico y administrativo del área de mantenimiento determinó que aunque algunas personas no están muy de acuerdo con la aplicación móvil desarrollada, sí genera un gran impacto y expectativa para la optimización de los procesos de gestión de mantenimiento, expectativas que se ven reflejadas en la definición acertada de las características y funcionalidades que debía poseer la aplicación, además, permitió establecer el nivel de gestión en cada perfil dentro del área de mantenimiento.

La determinación de los requerimientos funcionales y no funcionales y con la ayuda de la metodología Scrum se logró determinar la estrategia más adecuada para la creación de la aplicación móvil, incidiendo directamente sobre la organización del diagrama de uso, el cual es una herramienta concreta y precisa que ayudó a la estructuración de los casos de uso para generar así la aplicación móvil más acorde con las necesidades del área de mantenimiento.

A partir de la identificación del estado general del mantenimiento y la estructuración del flujo de la reparación de averías, se logra establecer los niveles de intervención de los diferentes actores dentro del mantenimiento de los sistemas de acceso, partiendo desde el ingeniero encargado, hasta el nivel técnico y operativo del mantenimiento; además, permite corroborar la importancia de planificar las actividades de mantenimiento, para lograr llevar un registro y control del trabajo en los diferentes campos del mantenimiento (preventivo, correctivo, predictivo o de trabajos especializados).

Se crearon tres indicadores que permitirán medir el desempeño de los diferentes técnicos encargados de la ejecución de las tareas de mantenimiento, además, se crearon tres indicadores que de manera general evaluarán la calidad y pertinencia de la gestión de mantenimiento, lo que permitirá a los líderes del área de mantenimiento tomar decisiones encaminadas a reducir los tiempos entre fallas a partir de un completo historial de actividades de mantenimiento; por otro lado, se logró determinar un listado de herramientas que serán de uso imprescindible para la ejecución de las actividades de mantenimiento generadas a partir de las órdenes de trabajo.

El desarrollo e implementación de la aplicación móvil propuesta, se dio a través de un ambiente que es fácil y sencillo de manejar, integrando las tecnologías de la información a los procesos administrativos y de gestión del área de mantenimiento, lo que ayuda desde dos perspectivas, por un lado, la aplicabilidad y uso de la aplicación móvil dentro del personal técnico ayuda al fortalecimiento del espíritu trabajador de los técnicos, y por otro lado, ayuda a gestionar de forma más organizada y metódica la información suministrada durante las actividades de mantenimiento.

Aunque la aplicación móvil desarrollada está orientada a cubrir únicamente las necesidades en materia de gestión de mantenimiento de los sistemas de acceso a las estaciones del Sistema Integrado de Transporte, la metodología utilizada puede ser aplicada y ajustada a cualquier área de mantenimiento en general, y específicamente, a las áreas y departamentos de mantenimiento de Sistemas Integrados de transporte diferentes a los de la ciudad de Barranquilla.

8. RECOMENDACIONES

Debido a que se generó la primera versión de la aplicación que permite apoyar y mejorar la gestión del mantenimiento de los sistemas de acceso a las estaciones de Transmetro S.A.S., se recomienda realizar una revisión cuatrimestral de la programación y estructura de la aplicación, de modo que se logre integrar las diferentes observaciones que cada uno de los involucrados con la gestión operativa del mantenimiento, tales como: verificación de órdenes de trabajo generadas por el supervisor y recibidas por el técnico, registro fotográfico del estado de las puertas antes y después del mantenimiento, entre otros aspectos; todo con el fin de establecer una cultura de mejoramiento continuo que permita fortalecer el área de mantenimiento de la empresa Transmetro S.A.S.

BIBLIOGRAFÍA

AMENDOLA, Luis. Indicadores de confiabilidad propulsores en la gestión del mantenimiento. [En línea]. Valencia, España: Departamento de Proyectos de Ingeniería, Universidad Politécnica de Valencia. [Consultado el: 25 de abril de 2018]. Disponible en: http://www.mantenimientoplanificado.com/Articulos%20gesti%C3%B3n%20mantenimiento_archivos/indicadores%20confiabilidad%20amendola.pdf

BORRAS PINILLA, Carlos. Memorias de clase de Principios de Mantenimiento. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica. Especialización en Gerencia de Mantenimiento. 2015.

BURCH, John y GRUDNITSKI, Gary. Diseño de sistemas de información: teoría y práctica. México D.F.: Editorial Limusa, 1992. 985 p. ISBN: 968-18-4171-9.

DÍAZ GUERRERO, Pedro. Memorias de clase de Seminario I: profundización bibliográfica. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica. Especialización en Gerencia de Mantenimiento. 2017.

COHEN, Daniel y ASÍN, Enrique. Sistemas de información para los negocios. Un enfoque de toma de decisiones. México D.F.: McGraw Hill Editores, 2000. 413 p. ISBN: 970-10-2658-6.

FUENTES DÍAZ, David. Memorias de clase de Sistemas de Información en Mantenimiento. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica. Especialización en Gerencia de Mantenimiento. 2015.

MORA GUTIÉRREZ, Alberto. Mantenimiento: planeación, ejecución y control. México: Alfaomega grupo editorial, 2009. p. 86.

OLIVA, Karim, et al. Sistemas de información para la gestión de mantenimiento en la gran industria del estado Zulia. [En línea]. Revista Venezolana de Gerencia, 2010, vol. 15, núm. 49, pp. 125-140. [Consultado el: 20 de abril de 2018]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29012358008>

TRANSMETRO S.A.S. Acerca de nosotros. [En línea]. Barranquilla: la compañía. [Consultado el: 15 de mayo de 2018]. Disponible en: <http://www.transmetro.gov.co/transmetro/acerca-de.html>

_____. Estaciones. [En línea]. Barranquilla: la compañía. [Consultado el: 28 de abril de 2018]. Disponible en: <http://www.transmetro.gov.co/estaciones.html>

_____. Misión / Visión. [En línea]. Barranquilla: la compañía. [Consultado el: 15 de mayo de 2018]. Disponible en: <http://www.transmetro.gov.co/transmetro/mision-vision.html>

_____. Organigrama. [En línea]. Barranquilla: la compañía.
[Consultado el: 15 de mayo de 2018]. Disponible en:
<http://www.transmetro.gov.co/transmetro/organigrama.html>