



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL
ESCUELA DE POSGRADOS "ESPOG"

MAESTRÍA EN ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN
Resolución: RPC-SO-09-No.265-2021

PROYECTO DE TITULACIÓN EN OPCIÓN AL GRADO DE MAGISTER

Título del proyecto:
Aplicación de asistencia remota del mantenimiento preventivo por realidad aumentada para equipos y/o maquinarias en un Workover.
Línea de Investigación:
Ciencias de la ingeniería aplicadas a la producción, sociedad y desarrollo sustentable.
Campo amplio de conocimiento:
Ingeniería, industria y construcción.
Autor/a:
Andrés Ademar Espín Logroño
Tutor/a:
PhD. Maryory Urdaneta Herrera Mg. Albarracín Guarochico Wilmer Fabian

Quito – Ecuador

2024

APROBACIÓN DEL TUTOR



Yo, PhD. Maryory Urdaneta Herrera con C.I: 1759316126 en mi calidad de Tutor del proyecto de investigación titulado: Aplicación de asistencia remota del mantenimiento preventivo por realidad aumentada para equipos y/o maquinarias en un Workover.

Elaborado por: Andrés Ademar Espín Logroño, de C.I: 1718978420, estudiante de la Maestría: Electrónica y Automatización de la **UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL (UISRAEL)**, como parte de los requisitos sustanciales con fines de obtener el Título de Magister, me permito declarar que luego de haber orientado, analizado y revisado el trabajo de titulación, lo apruebo en todas sus partes.

Quito D.M., 04 de septiembre de 2024



Firma

APROBACIÓN DEL TUTOR



Yo, Mg. Albarracín Guarochico Wilmer Fabian con C.I: 1713341152 en mi calidad de Tutor del proyecto de investigación titulado: Aplicación de asistencia remota del mantenimiento preventivo por realidad aumentada para equipos y/o maquinarias en un Workover.

Elaborado por: Andrés Ademar Espín Logroño, de C.I: 1718978420, estudiante de la Maestría: Electrónica y Automatización de la **UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL (UISRAEL)**, como parte de los requisitos sustanciales con fines de obtener el Título de Magister, me permito declarar que luego de haber orientado, analizado y revisado el trabajo de titulación, lo apruebo en todas sus partes.

Quito D.M., 04 de septiembre de 2024



Firma

DECLARACIÓN DE AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL ESTUDIANTE



Yo, Andrés Ademar Espín Logroño con C.I: 1718978420, autor/a del proyecto de titulación denominado: Aplicación de asistencia remota del mantenimiento preventivo por realidad aumentada para equipos y/o maquinarias en un Workover. Previo a la obtención del título de Magister en Electrónica y Automatización.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar el respectivo trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Tecnológica Israel los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor@ del trabajo de titulación, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital como parte del acervo bibliográfico de la Universidad Tecnológica Israel.
3. Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de prosperidad intelectual vigentes.

Quito D.M., 04 de septiembre de 2024

Firma

INDICE

APROBACIÓN DEL TUTOR	1
APROBACIÓN DEL TUTOR	2
DECLARACIÓN DE AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL ESTUDIANTE	3
INDICE	4
INDICE DE TABLAS	5
INDICE DE FIGURAS	6
INFORMACIÓN GENERAL	7
Contextualización del tema	7
Problema de investigación	11
Objetivo general	12
Objetivos específicos	12
Vinculación con la sociedad y beneficiarios directos:	13
CAPÍTULO I: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	14
1.1.	14
1.2.	18
CAPÍTULO II: PROPUESTA	21
2.1	21
2.2	28
2.3	34
2.4	36
2.5	37
Presentación y discusión.	37
CONCLUSIONES	41
RECOMENDACIONES	42
BIBLIOGRAFÍA	43
ANEXOS	45

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Técnico e interacción con la aplicación	30
Tabla 2 Criterios de evaluación	30
Tabla 3 Escala de evaluación	31
Tabla 4 Matriz de articulación	32

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Workover Rig 104 de la Empresa Tuscany Perf.</i>	14
Figura 2 <i>Motor Diesel Detroit Serie 60.</i>	14
Figura 3 <i>Visualización de Realidad Aumentada en una Tablet.</i>	14
Figura 4 <i>Orden de Servicio 30 días.</i>	15
Figura 5 <i>Interfaz de programación del software Unity</i>	20
Figura 6 <i>Creación de cuenta en Unity</i>	21
Figura 7 <i>Registro de software Unity</i>	21
Figura 8 <i>Módulos de software Unity</i>	22
Figura 9 <i>Build Settings software Unity</i>	23
Figura 10 <i>Plataforma de Vuforia creator</i>	24
Figura 11 <i>Interfaz de programación de visual estudio para realidad aumentada.</i>	25
Figura 12 <i>Diagrama de bloques para reconocimiento de patrones</i>	26
Figura 13 <i>Algoritmo de reconocimiento para la realidad aumentada</i>	26
Figura 14 <i>Unity Hub administrador de proyectos</i>	27
Figura 15 <i>Versión 2022.3 de Unity</i>	27
Figura 16 <i>Entorno de desarrollo para AR</i>	28
Figura 17 <i>Parámetros para configuración de AR Camera e Image Target</i>	28
Figura 18 <i>Configuración de Imágenes en el software</i>	29
Figura 19 <i>Alerta de inicio de Aplicación</i>	33
Figura 20 <i>Instalación de Aplicación</i>	33
Figura 21 <i>Inicio de la Aplicación</i>	33
Figura 22 <i>Permisos para acceso a la cámara.</i>	34
Figura 23 <i>Comprobación de realidad aumentada con operación 0030</i>	35
Figura 24 <i>Comprobación de realidad aumentada con operación 0050</i>	35

INFORMACIÓN GENERAL

Contextualización del tema

Tuscany: “compañía dedicada a la prestación de servicios de PERFORACIÓN, WORKOVER y COMPLETAMIENTO de pozos para la industria del petróleo y gas natural con su casa matriz ubicada en Canadá y con operaciones en Colombia y Ecuador” (Tuscany Drilling, 2024).

Tuscany para brindar dichas prestaciones dispone del Departamento de Ingeniería y soporte técnico, encargado del manejo del mantenimiento preventivo industrial y la conservación de los equipos y maquinarias que conforman el Workover.

“El departamento de Ingeniería y Soporte Técnico comprometido a velar por mantener en forma eficiente, operativa y disponibles los activos de Tuscany mediante diferentes procesos y procedimientos, mismos que cuidan el entorno y medio ambiente donde Tuscany tiene sus operaciones y almacenamiento de equipos. Uno de los programas más importantes que tiene la empresa es el cumplimiento de inspecciones, certificaciones y reparaciones mayores, las cuales se llevan a cabo bajo la normatividad nacional e internacional. Lo anterior permite a nuestro personal y a nuestros equipos trabajar en condiciones seguras” (Tuscany Drilling, 2024).

Como personal responsable del mantenimiento del Workover, tenemos a dos técnicos mecánicos y dos técnicos eléctricos, que trabajan en jornada rotativas para cubrir el programa de mantenimiento en todo momento:

Mecánico: “responsable de mantener actualizado el programa de mantenimiento mediante la planeación, ejecución y reporte, dentro de los periodos establecidos, de las tareas programadas en el sistema para las áreas hidráulica, neumática, mecánica de los activos. También debe hacer seguimiento y tomar acción frente a los resultados u observaciones de los trabajos ejecutados” (Costa, 2019).

Electricista: “responsable de mantener actualizado el programa de mantenimiento mediante la planeación, ejecución y reporte, dentro de los periodos establecidos, de las tareas programadas en el sistema relacionadas con la parte eléctrica de los activos. También debe hacer seguimiento y tomar acción frente a los resultados u observaciones de los trabajos ejecutados.

El eléctrico es también responsable de reportar en el sistema SAP PM fallas presentadas en los equipos y realizar las reparaciones no programadas durante la operación, para lo cual debe analizar la falla, verificar la existencia de repuestos o insumos necesarios según el manual del fabricante” (Stadon, 2018).

Orden de mantenimiento: “Es un documento generado en la plataforma del programa de mantenimiento SAP PM, que contiene las instrucciones relacionadas con los trabajos que se ejecutarán en un área de mantenimiento y en el cual se registra la información de preparación del trabajo y su ejecución.

La orden de mantenimiento puede ser generada de forma automática por SAP PM basado en las hojas de ruta previamente cargadas en el sistema, y también de forma manual por el usuario (Rig Manager, mecánico, electricista, instrumentista, técnico de aires acondicionados, superintendentes de operación o I&ST), cuando necesita realizar algún trabajo preventivo o correctivo no programado (Esteves, 2019).

Las ordenes de mantenimiento deben ser generadas en las diferentes situaciones operacionales de los equipos desde que ingresan a la compañía dentro de las cuales pueden ser:

- Perforación
- Workover
- Completación
- Alquiler
- Almacenamiento

Nota: Las ordenes de mantenimiento en SAP PM deben contener algún soporte documental el cual puede ser el formato GIS-FO-017 Reporte de Mantenimiento de Equipos, registros fotográficos, reportes de mantenimiento de terceras compañías, certificaciones e inspecciones, entre otros (Teather, 2019).

Procedimiento: “Es un conjunto de acciones que tienen que realizarse todas igualmente, para obtener los mismos resultados bajo las mismas circunstancias” (Tuscany Drilling, 2023).

Rutinas de mantenimiento: “Son las instrucciones específicas que se desarrollan con regularidad para la preservación de un equipo.

Las rutinas de mantenimiento están sujetas a modificaciones siempre y cuando exista una recomendación por el fabricante, normativa nacional o internacional, o también, si por parte de superintendencia y gerencia de I&ST se considera necesario” (Zhang, 2018).

SAP PM: “Software de mantenimiento preventivo”.

Programa de mantenimiento preventivo: “Para Tuscany, el mantenimiento preventivo es de alta importancia ya que es la carta de presentación ante sus clientes, por tal razón su exigencia

en el cumplimiento de ordenes de trabajo está como mínimo al 95% del total de ordenes generadas durante un mes calendario.

El programa de mantenimiento nace desde su planificación con el formato GIS-FO-001 Matriz de Mantenimiento que es entregada a cada taladro al inicio de cada proyecto.

Beneficios mostrados en la aplicación de un mantenimiento preventivo:

- “Reduce las fallas y tiempos muertos.
- Incrementa la vida de los equipos e instalaciones. Sin embargo, requiere involucrar a todos los departamentos en la idea de la prioridad ineludible de realizar y cumplir con calidad fielmente el programa.
- Mejora la utilización de los recursos.
- El mantenimiento preventivo incrementa la utilización de maquinaria, equipo e instalaciones; esto tiene una relación directa con lo que se hace, lo que se puede hacer, y como se debe hacer.
- Reduce los niveles del inventario. Al tener un mantenimiento planeado se reducen los niveles de existencias de almacén.
- Se genera una política de ahorro cuando los equipos trabajan más eficientemente el valor del ahorro es muy significativo”

SAP PM:

“Es el software que Tuscanly utiliza como plataforma para el desarrollo de las actividades del Programa Mantenimiento de sus taladros” (Shanmugam, 2020).

El personal de mantenimiento que trabaja en un Workover consta de 4 técnicos, 2 electricistas y 2 mecánicos, trabajando en turnos rotativos que permitan siempre tener 1 electricista y 1 mecánico para cubrir las necesidades de servicio que se realiza a los equipos para su conservación y buena operación.

Basados en la información anterior recopilada podemos determinar que los parámetros de manejo documental se encuentran muy bien estructurado por lo que necesitamos un aplicativo que utilice la tecnología actual para llevar de manera estructurada y fácil la información que se genera en campo.

Este trabajo va dirigido al área de Ingeniería y Soporte Técnico, como una guía interactiva que permita satisfacer la necesidad de mejorar los procesos industriales actuales de mantenimiento preventivo y de la adquisición de datos para los equipos y/o maquinarias que

conforman el taladro de reacondicionamiento de pozos petrolíferos (Workover), utilizando la tecnología proporcionada por la Industria 4.0 (Pankratz, 2015).

Industria 4.0

En los tiempos actuales de globalización, nace una competencia más, una competencia por el desarrollo tecnológico y la innovación, empresas que producen más, con buena calidad y en tiempos más cortos, generando la transformación de la industria manufacturera, mejorando la gestión y las formas de negocio, garantizando la optimización de los recursos. En los últimos años las tecnologías a nivel industrial se desarrollan y evolucionan, se integran para formar la Cuarta Revolución Industrial, integración de hombre y la máquina, en los esquemas con diferentes tipos de proveedores, productores en las diferentes áreas y consumidores en general. “En la presente época la sociedad de la información, la comunidad en general está llamada a estar al tanto de la evolución de tecnologías emergentes y de sus potenciales, ya que presenta implicaciones de carácter técnico, cultural, social y económico en nuestra sociedad” (García, 2019).

La Industria 4.0 o también conocida como la cuarta Revolución industrial término utilizado en la Feria Hanover de Alemania año 2011, se trata las 4 etapas fundamentales de esta Revolución Industrial año 2013, en el Foro de Davos se consolida el nacimiento de la Cuarta Revolución Industrial año 2016, se generaliza como “Internet Industrial”, un aplicativo del (IoT) a la industria, una transformación digital de los procesos que tiene la industria producida por el avance de las tecnologías de la informática. (Jenserud, 2019).

Internet de las Cosas (IoT)

“El concepto de Internet de las Cosas (IoT) tiene su origen en el MIT, y representa la próxima evolución de Internet. Dado que los seres humanos avanzan y evolucionan convirtiendo los datos en información, conocimiento y sabiduría, el IoT tiene el potencial de mejorar el mundo tal y como lo conocemos. Lo que tardemos en llegar depende de nosotros” (García, 2019).

Existe un gran debate entre algunos especialistas que el conjunto de tecnologías que conocemos como el IoT, “va producir enorme impacto en la sociedad, transformando la vida cotidiana, el mundo laboral, los negocios y prácticamente toda la sociedad” (Cruz, Pablo Oliete, Gonzales, Cendón, & Hernández, 2015). “Se estima que para el 2025 tendremos más de 26 mil millones de dispositivos conectados en el mundo, esto incluye, casas, autos, teléfonos y fábricas, esta era será de hiper conectividad, “La era del Internet de las Cosas”” (Candia, Rodriguez, & Castro, 2018). El IoT es parte esencial de la Industria 4.0, crea el escenario donde la conectividad

de la red y el ser humano llega a un nuevo nivel, la capacidad de tomar información varios elementos como son los sensores que no tienen relación directa con una computadora, interactuando entre ellos y tomando datos del mundo real para ser analizados sin la necesidad de la mano humana (Cidota, 2017).

Realidad aumentada:

La vida como la conocemos se ve afectada cada vez por las tecnologías, la informática y las comunicaciones han cambiado nuestra manera de interactuar con los demás y en general con todo a nuestro alrededor. Los sentidos se ven potenciados con esta nueva tecnología, que potencia la realidad física con medios digitales, permitiendo la superposición en tiempo real, de imágenes, creando una fusión del entorno y la informática (Schmalstieg, 2019).

Es necesario de 4 elementos para construir la AR:

1. Elemento capaz de realizar una captura de imágenes del mundo real, realidad que está viendo el usuario y con la que interactúa. Todo dispositivo tecnológico con cámara como teléfono móvil, smartphone, Tablet, iPad, etc.

2. Elemento de proyección, se visualiza la imagen real sintetizada con la virtual, se utiliza una pantalla para poder observar ya sea de un ordenador, el mismo teléfono móvil, smartphone, Tablet, iPad, proyector, etc.

3. Elemento de procesamiento realiza la interpretación de la información real, genera la información virtual que sea necesaria y mezclarlas de forma adecuada. Equipos como smartphone, Tablet, iPad, ordenador, etc.

4. “En un mundo ideal el activador sería la imagen que están visualizando los usuarios, ya que a partir de ella el sistema debería reaccionar. Pero dada la complejidad técnica que este proceso requiere, en la actualidad se utilizan otros elementos que los sustituyen como etiquetas o marcadores del tipo RFID o códigos bidimensionales, o cualquier otro elemento que sea capaz de suministrar una información equivalente a la que proporcionaría lo que ve el usuario” (Fundación Telefónica, 2011).

Problema de investigación

Para realizar el mantenimiento preventivo de los elementos que conforman el Workover, el personal de Ingeniería y Soporte Técnico hace uso del software SAP, un sistema que lleva el plan de mantenimiento de todos los equipos, maquinarias y herramientas, dicho sistema de manera automática genera las ordenes de servicio según como va cumpliendo los tiempos de operación,

el personal técnico ingresa en dicho sistema, visualiza las ordenes, revisa las actividades a realizar en cada orden y se dispone a cumplirlo.

El problema inicia en la interpretación de la tarea y la asimilación de la orden, por lo que 2 técnicos con las mismas capacidades y habilidades pueden hacer una misma tarea de 2 maneras diferentes, sin que ninguna de las 2 se encuentre errada. Lo que causa que no exista una estandarización 100% de los procedimientos a pesar de que se cumplen las actividades y las tareas que están incluidas en las órdenes.

Adicional se debe de considerar que los documentos si bien son impresos para facilitar al personal técnico el seguir las tareas dentro de las ordenes, se ha podido visualizar que al momento de la toma de muestras los datos no están totales o son ponderados, por lo que nace la necesidad de un registro de muestreo fotográfico, que garantice la información a incluir en el reporte final del cumplimiento de la tarea.

Las tecnologías 4.0, son una manera de mejorar y facilitar la vida laboral de una forma diferente al sistema actual que se viene trabajando, en contexto la aplicación de la AR viene como la opción más viable para solucionar de una manera integrada al SAP con sus órdenes de trabajo que se generan, como el asistente de los mantenimientos preventivos, permitiendo cerrar las brechas en la realización de los trabajos y la integración con los registros. Como detalle adicional se espera mejorar los tiempos de trabajo y generar mejores reportes de los procesos para las auditorías internas y de terceras compañías.

Objetivo general

- Desarrollar un aplicativo que utilizando realidad aumentada permita la asistencia remota al mantenimiento preventivo para el área de Ingeniería y Soporte Técnico de la empresa TuscanyPerf.

Objetivos específicos

- Contextualizar la teoría de la realidad aumentada dentro de un entorno industrial como lo es el Workover.
- Diseñar una aplicación de soporte técnico para el mantenimiento preventivo de motores de combustión interna, basados en las ordenes de servicio del SAP.
- Validar el funcionamiento de la aplicación de realidad aumentada mediante pruebas en campo con personal operario de la empresa.

Vinculación con la sociedad y beneficiarios directos:

El presente trabajo realiza el acercamiento de nuevas tecnologías a los procesos de mantenimiento para equipos y maquinaria que conforma la industria del Workover, brindando un enfoque más moderno al soporte técnico en tiempo real de las actividades que se debe realizar para las ordenes de servicio a ejecutar, con un resultado de mejora en los procesos, que al final influyen directamente en la producción industrial del Workover.

El principal beneficiario es el técnico de mantenimiento, que es la persona que debe realizar el proceso de mantenimiento, ya que para cada una de las actividades dispone de una guía paso a paso generada en la realidad aumentada, brindándole soporte de realizar de manera correcta la actividad y manteniendo una estandarización en tiempos y aprovechamiento de recursos.

Como último beneficiario directo y no menos importante de esta aplicación tecnológica es el cliente quien tiene un soporte fotográfico de que se está cumpliendo el mantenimiento dentro de normativa y con los estándares más altos, evitando sanciones o inconvenientes en las auditorias de control de procesos.

Al final el beneficiario es la comunidad ya que se garantiza que al manejar los procesos con la aplicación hay una mejora sustancial en el aprovechamiento de los recursos, el tiempo y que las contaminaciones a la naturaleza son menores a las anteriores a que se ejecute la aplicación.

CAPÍTULO I: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

1.1. Contextualización general del estado del arte

Para comprender de una mejor manera iniciaremos exponiendo que es un Workover y su importancia dentro de la industria del petróleo.

Para el Reacondicionamiento de Pozos Petrolíferos (Workover) es necesario conocer el tipo de actividades que son necesarias para la industria petrolera con el fin de tener una producción eficiente sin problemas mecánicos de sus elementos ya que retrasarían la producción.

“El petróleo se puede levantar mediante diferentes técnicas, que requieren equipos especializados que operen en condiciones difíciles durante largos periodos de tiempo. Estos equipos se asignan a los pozos siempre que su uso sea económicamente rentable. Las fallas de estos equipos a lo largo del tiempo requieren servicios de mantenimiento como limpieza, reposición, estimulación y otros, que son fundamentales para la explotación de los pozos. Estos servicios son realizados por equipos de reacondicionamiento.”(Kim, 2020) como indica en la figura 1.

Figura 1

Workover Rig 104 de la Empresa Tuscany Perf.



“Componentes de un Taladro de Reacondicionamiento:

Un taladro de Reacondicionamiento consta de 6 sistemas principales.

1. Sistema de Soporte Estructural
2. Sistema de Elevación
3. Sistema Rotario
4. Sistema de Circulación
5. Sistema de Generación y Transmisión de Potencia
6. Sistema de Prevención de Reventones” (Chávez, Gallegos, & Solano, 2011).

1. Sistema de Soporte Estructural: consta de múltiples estructuras de acero donde se asientan varias maquinarias y equipos que son necesarios para el funcionamiento del taladro. Se encuentra integrado por un mástil, taladro, plataforma y una subestructura:

2. Sistema de Elevación: es el centro de fuerza del equipo, se realiza la mayoría de maniobras desde aquí, integrado por:

- Motor de Combustión Interna
- Transmisión mecánica
- Malacate
- Bloque corona
- Bloque viajero
- Cuñas

3. Sistema Rotario: Esta ubicado en el centro del piso del taladro permitiendo realizar la rotación.

- Motor de Combustión Interna
- Transmisión mecánica
- Cardan
- Mesa Rotaria

4. Sistema de Circulación: consta de un conjunto de mangueras, tuberías y bombas que permiten el desplazamiento de sustancias de diferente viscosidad según las necesidades de la operación, conta de:

- Motor de Combustión Interna
- Transmisión
- Bomba de Lodos

5. Sistema de Generación y Transmisión de Potencia: la energía eléctrica necesaria con el fin de abastecer a todos los sistemas del Workover es producida por Motores de Combustión Interna acoplados mecánicamente a generadores, dicha energía se usa en la iluminación, motores eléctricos y en general para todo sistema que funcione con electricidad. La Energía Eléctrica sirve para abastecer a los motores de los compresores y producir energía neumática y a los motores de las bombas centrífugas para producir energía hidráulica (Daniel Caetano, 2019).

6. Sistema de Prevención de Reventones: consta de un grupo de válvulas que funcionan de forma hidráulica y también mecánica capaz de soportar presiones por encima de los 10.000 PSI, con equipos que pueden sellar y cortar la tubería de ser necesario, dicho equipo va ubicado sobre la cabeza del pozo a intervenir, debajo de la mesa rotaria y se lo conoce como Blow-Out-Prevention (BOP).

Motores de Combustión Interna:

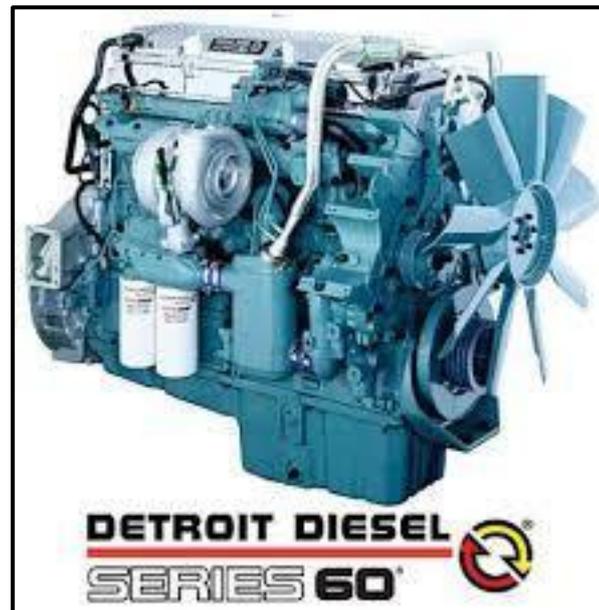
Son parte principal de la mayoría de sistemas del Workover, se podría asimilar que son el alma de las operaciones y que están integrados a todas las actividades y funciones de alguna manera. Reconociendo dicha importancia el personal a cargo de los mantenimientos está integrado por 4 técnicos, 2 electricistas y 2 mecánicos, que trabajan alternadamente para cubrir las operaciones de manera constante y en todo momento (Pankratz, 2019).

Detroit Diesel Serie 60:

“La serie 60 de Detroit Diesel ha sido un éxito desde el inicio de la producción en 1987. Disponible en los desplazamientos de 12.7L y 14L, la Serie 60 fue el primer motor diésel de servicio pesado con controles electrónicos totalmente integrados en el mundo y con La evolución de sus controles electrónicos, sigue siendo el líder. El motor de la Serie 60 es el motor diésel pesado más popular en el mercado de camiones durante 12 años consecutivos. El árbol de levas y el diseño de la culata no solo maximizan la potencia y el rendimiento del motor, sino que también optimizan la economía de combustible. La Serie 60 también ha cruzado exitosamente en los mercados fuera de carretera. La Serie 60 ofrece hasta máximo de 825 caballos de fuerza y está disponible para camiones, autobuses, construcción e industria, juego de generadores, aplicaciones marinas y en la industria del petróleo y gas” (Han Park, 2018).

Figura 2

Motor Diesel Detroit Serie 60.



Para realizar la aplicación de AR se hará uso de la plataforma donde se pueda realizar un entorno gráfico utilizando el software Unity y Vuforia como se puede observar en la Figura 3, el cual ofrece distintas herramientas entre ellas la creación de realidad aumentada para crear las denominadas AR ofreciendo un reconocimiento de imágenes para ser mostradas como si fueran vistas en el mundo real, es capaz de obtener una apk mediante su interface para ser usado por cualquier teléfono inteligente el software utiliza marcadores, esto es “imágenes registradas con anterioridad en el aplicativo como desencadenadores de información, como la cámara de los dispositivos reconoce estos marcadores en el mundo real, esto activa la visualización del contenido virtual sobre la posición mundial del marcador.”. Adicional esta plataforma “le permite crear aplicaciones y juegos de visión para Android y iOS utilizando un flujo de trabajo de creación de arrastrar y soltar” (Bichlmeier, 2018).

Figura 3

Visualización de Realidad Aumentada en una Tablet.



1.2. Proceso investigativo metodológico

Se aplicará el método de investigación cuantitativa, con el fin de llevar una secuencia de integración de la tecnología con el mantenimiento preventivo, partiendo de los puntos de interés (objetivos específicos al objetivo general), desarrollando una aplicación hasta la puesta en operación de la misma. Cada etapa de desarrollo de la aplicación será de la siguiente manera.

Para dar inicio se llevará a cabo una reunión con el personal de Ingeniería y Soporte Técnico a fin de consolidar la información que debe mostrar la aplicación AR, dicha información se almacenará en una base de datos de la aplicación para tenerla a mano en todo momento, la información debe ser bajada desde el programa SAP y estar en función de las ordenes de 30, 60, 90, 180 o 360 días.

Figura 4

Orden de Servicio 30 días.

<p>20.09.2022</p> <p>Clave de control INTL Numero de personas 1 Trabajo 0,3 H Duración 0,0</p> <p>Operación 0090 Realice la revisión del estado del magnetico pickup.</p> <p>Para esto retire el sensor de la caja del volante. Realice limpieza de la cara del iman, inspeccione si hay indicios de golpes. Realice revisión de los cables y conexiones en el sensor y en la caja de conexiones. Instale el pickup teniendo una distancia de 0.022 a 0.033 pulg al volante. Esta dimensión se obtiene de la siguiente manera: Instale el pickup y gírelo hasta que haga contacto con el diente de la cremallera del volante. Gírelo en sentido contrario (sacudiendo) media vuelta.</p> <p>Puesto de trabajo ELECTRIC Clave de control INTL Numero de personas 1 Trabajo 0,5 H Duración 0,0</p> <p>Operación 0100 Realice revisión de las bases del motor.</p> <p>Revise que los tornillos de las bases del motor se encuentren bien ajustados. Ajuste si es necesario.</p> <p>Puesto de trabajo MECANIC Clave de control INTL Numero de personas 1 Trabajo 0,2 H Duración 0,0</p>	<p>20.09.2022</p> <p>Puesto de trabajo ELECTRIC Clave de control INTL Numero de personas 1 Trabajo 0,5 H Duración 0,0</p> <p>Operación 0070 Realice revisión de las correas del alternador.</p> <p>- Tensionen si es necesario Reemplace las correas si muestran signos de desgaste. Si en un set de correas hay una que debe ser reemplazada, reemplácelas siempre el todo el set de correas. NUNCA reemplace solamente la correa dañada. Si solamente se cambia la correa mala la nueva recibirá la tensión total y esta se desgastará muy rápidamente. entrenado sucesivamente a las demás. Procedimiento de Ajuste de la tensión de la correa: Realice revisión de las nuevas correas después de 1 hora y cada 250 horas después para ajuste. Para chequear la correcta tensión de las correas aplique 25 lb. (11.3 Kg) de fuerza en la mitad entre las poleas. Las correas bien ajustadas se flexionan en el centro de 1/2" (13 mm) a 3/4" (19 mm). Mantenga después el ajuste de las correas a 7/8" (23 mm)</p> <p>Puesto de trabajo ELECTRIC Clave de control INTL Numero de personas 1 Trabajo 0,5 H Duración 0,0</p> <p>Operación 0080 Realice revisión del arranque del motor.</p> <p>Realice revisión de las conexiones del motor de arranque: ajuste las terminales del motor de arranque. Revise el correcto funcionamiento del automático. Realice inspección del estado de los dientes del piñón del motor de arranque.</p> <p>Puesto de trabajo ELECTRIC</p>
<p>20.09.2022</p> <p>debe mantener a la base de cada respiradero, para agregar agua debe hacerse según la siguiente orden de preferencia</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Agua destilada. 2. Inodoro, lavajada potable. 3. Libre de partículas minerales. <p>ALERTA: Nunca agregar ácido o electrolito</p> <p>Puesto de trabajo ELECTRIC Clave de control INTL Numero de personas 1 Trabajo 0,5 H Duración 0,0</p> <p>Operación 0040 Inspeccione el alternador y comente el estado.</p> <p>Realice revisión de las condiciones. Verifique que este cargando las baterías. Mida la tensión del alternador y reporte su valor.</p> <p>ATENCION Nunca haga funcionar el alternador de carga si el circuito entre ese alternador y la batería está abierto. No trate de polarizar el alternador. Si accidentalmente se hace una conexión entre el borne "+" y cualquiera de los terminales "F" en el alternador, los rectificadores en el alternador y los transistores en el regulador se dañarán</p>	<p>20.09.2022</p> <p>Realice ajustes si es necesario. Reporte los ajustes realizados.</p> <p>Puesto de trabajo ELECTRIC Clave de control INTL Numero de personas 1 Trabajo 1,0 H Duración 1,0 H</p> <p>Operación 0030 ***ROUTINA DE 90 DIAS*** Puesto de trabajo ELECTRIC Clave de control INTL Numero de personas 1 Trabajo 0,0 Duración 0,0</p> <p>Operación 0040 Tome todas las precauciones para realizar un trabajo seguro. -Ponga en estado mecánico nulo el equipo a realizar la orden. -Diligencie el permiso de trabajo con su respectivo ATS. Tenga en cuenta los posibles impactos ambientales al realizar el trabajo. Reporte el número de Permiso de trabajo (PT) -Si se requiere, Realice Certificado de trabajo en alturas, bloques y etiquetado o de espacio confinado, -Informe a su supervisor o jefe de área sobre el trabajo que va a realizar.</p> <p>Puesto de trabajo ELECTRIC Clave de control INTL Numero de personas 1 Trabajo 0,5 H Duración 0,0</p> <p>Operación 0050 Realice revisión de la batería.</p> <p>Realice limpieza de la batería Mezclar una solución suave de bicarbonato sódico y agua.</p> <p>Aplique la solución con un cepillo de cerdas suave. Sea cuidadoso de no mezclar la solución con el electrolítico de la batería. A todo lo largo enjuague la batería con agua limpia. Aplique grasa o vaselina a los cables de la batería, terminales y rozas. Revise el nivel de electrolítico de cada célula de la batería y la condición general de la batería. El nivel del electrolítico se</p>

CAPÍTULO II: PROPUESTA

2.1 Fundamentos teóricos aplicados

En la actualidad se han sumado múltiples tecnologías que aportan a un control y automatización de procesos de manera remota o a distancia cambiando para bien la forma en que opera una industria elevando los niveles de eficiencia y flexibilidad, una de las principales ideas para el uso de nuevas tecnologías es el mantenimiento de las máquinas y procesos con el fin de obtener beneficios combinando el IoT, inteligencia artificial, la robótica y el análisis de datos brindando múltiples aplicaciones que pueden ser utilizadas en tiempo real dando asistencia técnica a los operadores en temas como mantenimiento, decisiones de forma autónoma y procesos de producción sin intervención humana.

Los mantenimientos son muy importantes pues permiten prever cualquier tipo de riesgo antes de que suceda con el fin de evitar daños en la maquinaria evitando cortes abruptos en la producción y desarrollo en la industria de esta manera el realizar un mantenimiento preventivo genera cierto nivel de confianza. Realizar un mantenimiento preventivo en zonas de extracción de petróleo sirve para asegurar el entorno y las condiciones en las que operan los diferentes equipos minimizando el riesgo de fallo y por consiguiente alargando la vida útil de cualquier componente que esté inmerso en las operaciones ya que la seguridad es un factor importante para una eficiencia operativa en contra de fallos mecánicos que pueden resultar costosos y detener la productividad para esto es necesario realizar inspecciones regulares con cierto nivel de frecuencia tomando en cuenta las normas de uso y de seguridad por esto se ha visto la necesidad de adicionar un sistema en base a tecnologías de realidad aumentada para visualizar campos relacionados con el mantenimiento de equipos y maquinarias de un Workover.

Elementos que intervienen en el aplicativo:

1. Servidores Remotos
2. Redes Wifi
3. Software Unity
4. Vuforia
5. Android
6. Visual Studio

Servidores Remotos:

Es fundamental encontrar un servidor el cual permita gestionar los datos de envío y salida por lo general estos tienen una ubicación física siendo accesible a través de internet o redes privadas sirviendo como alojamiento de información y aplicaciones para su posterior procesamiento, si los datos están en la nube deben ser ingresados o enviados a través de internet, otra alternativa son los servidores dedicados los cuales permiten el acceso de información del cliente hacia una aplicación y los servidores virtuales que ejecutan entornos compartidos para múltiples usuarios que son utilizadas para aplicaciones donde el tráfico de datos es menor (Lorenz, 2018).

Los servidores permiten una accesibilidad y flexibilidad a los servicios mediante las conexiones de internet además se puede trabajar de forma remota con aplicaciones esta es una gran ventaja pues al tener una aplicación con realidad aumentada se necesitará ayuda de los mismos, la escalabilidad permite aumentar los recursos del servidor según las necesidades del usuario y son capaces de generar copias de seguridad con el fin de proteger contra fallos locales. Los servidores de una u otra manera han ido revolucionando los procesos de adquisición y envío de datos con el fin de gestionarlos según la aplicación que se les vaya a dar adoptando y abordando desafíos cada vez más grandes y aprovechando sus ventajas

Redes Wifi

Estas redes permiten acceso de forma inalámbrica a la nube y por ende a varios servicios son utilizadas en hogares, espacios públicos pues permiten una conectividad y un funcionamiento rápido con una tecnología de interconexión utilizando frecuencias de radio que están basadas en un estándar IEEE 802.11 que permiten trabajar en diferentes bandas, estas necesitan de un punto de acceso así como frecuencias y canales teniendo en cuenta que actúan siempre a cierta distancia son de fácil implementación y escalabilidad en su estructura una de las desventajas es que puede verse limitada por los obstáculos físicos o el medio reduciendo la velocidad y recepción de datos por lo que siempre es necesario evaluar el área de cobertura y la cantidad de dispositivos que van a conectarse en la red (Baraka, 2019).

En la industria las redes wifi también son usadas para la adquisición de datos de forma remota creando una red la cual es utilizada por las personas u operarios cercanos al área de cobertura.

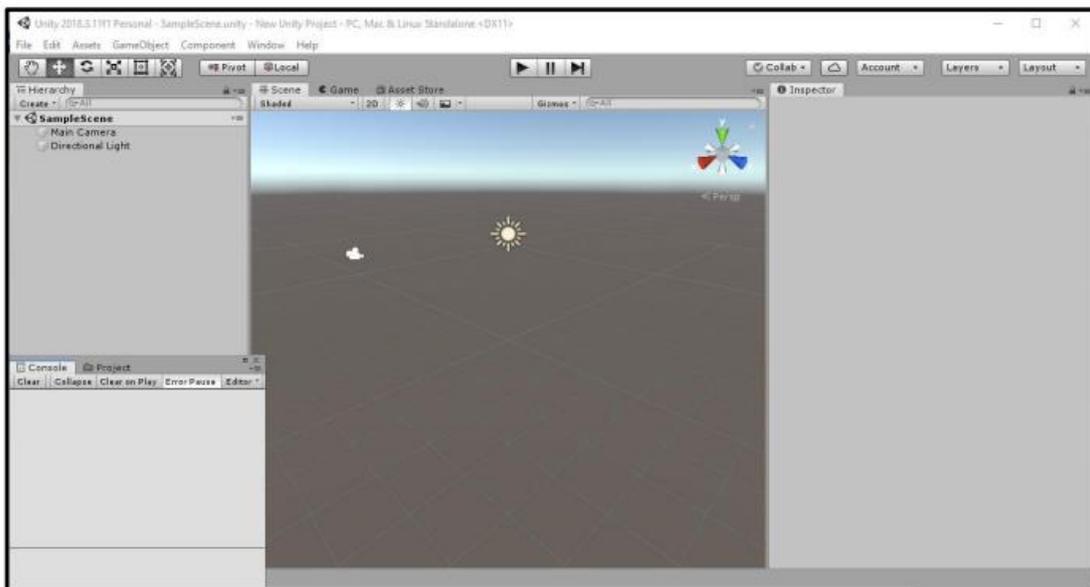
Software Unity

El programa Unity es un desarrollador enfocado en material multimedia para la creación de videojuegos, realidad aumentada que contiene múltiples rutinas y funciones para generar un entorno visual para distintas plataformas ya sea teléfonos inteligentes, computadoras, tablets entre otras. una de las características de Unity es la facilidad para el desarrollo de aplicaciones en base a un motor gráfico y físico, este conjunto de herramientas permite un desarrollo de forma intuitiva teniendo una previa visualización sobre la aplicación mientras esta se está diseñando logrando el ahorro de tiempo sí en su elaboración (Min, 2019).

La realidad aumentada no es más que una extensión de la plataforma Vuforia para el software Unity que permite un reconocimiento de una imagen dentro de la aplicación como se indica en la Figura 5.

Figura 5

Interfaz de programación dl software Unity



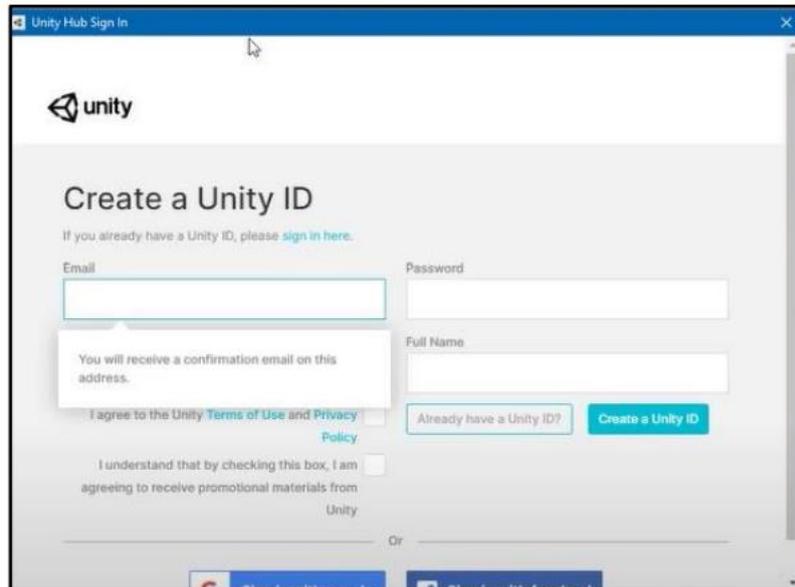
Para instalar el software se deben considerar los siguientes pasos:

Ingresar al sitio oficial de Unity y descargar el software aceptando los términos y condiciones junto con el paquete de Hub.

Crear una cuenta personal y registrarla con el fin de obtener una licencia y los beneficios del software como se indica en la figura 6.

Figura 6

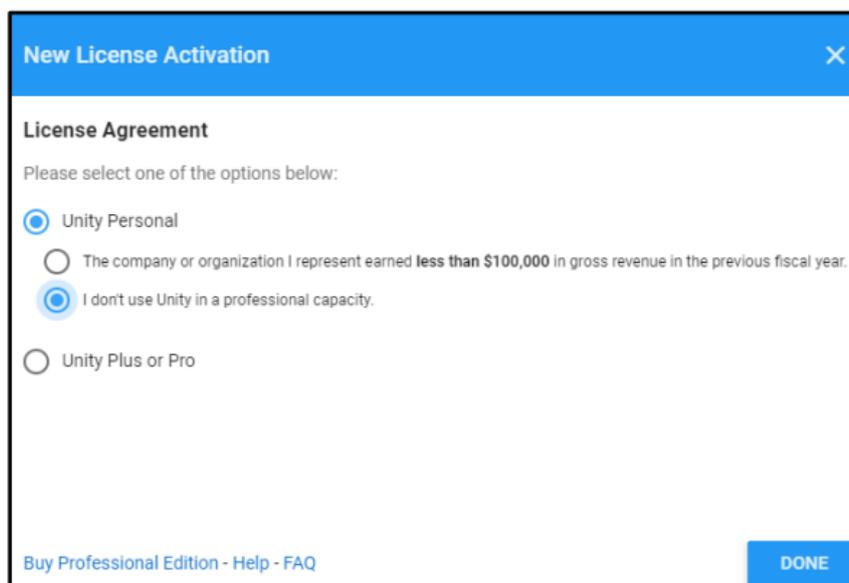
Creación de cuenta en Unity



El proceso para realizar una activación exitosa de las licencias y uso no profesional se indica en la figura 7.

Figura 7

Registro de software Unity



Se requiere seleccionar la versión del programa que va ser instalado según el año y su código a tener en cuenta siempre considerando la instalación de los assets desde Vuforia

Para verificar que la instalación se realice de forma correcta se deben instalar los módulos que soporta la plataforma como se indica en la figura 8 de lo contrario no permitirá realizar ningún desarrollo propuesto en el entorno grafico con módulos como (Sara Vega, 2021):

Build Support

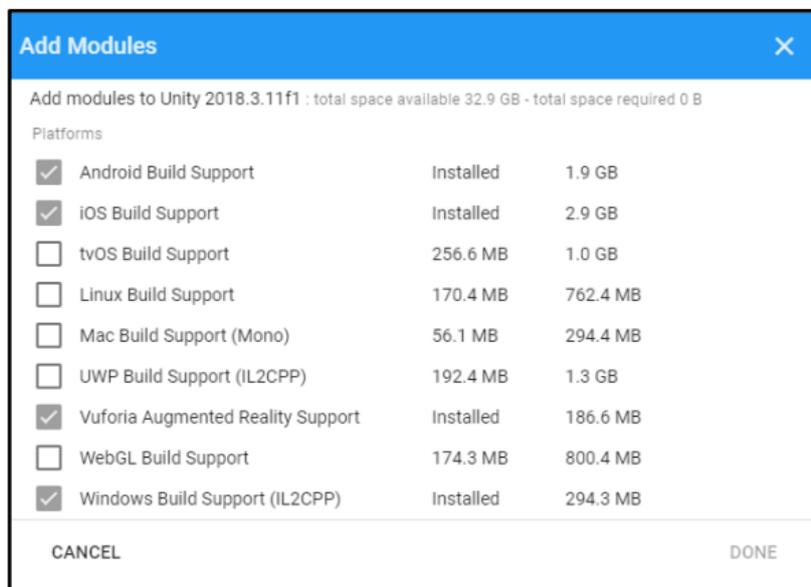
iOS Build Support

Vuforia Augmented Reality Support

Windows Build Support (IL2CPP)

Figura 8

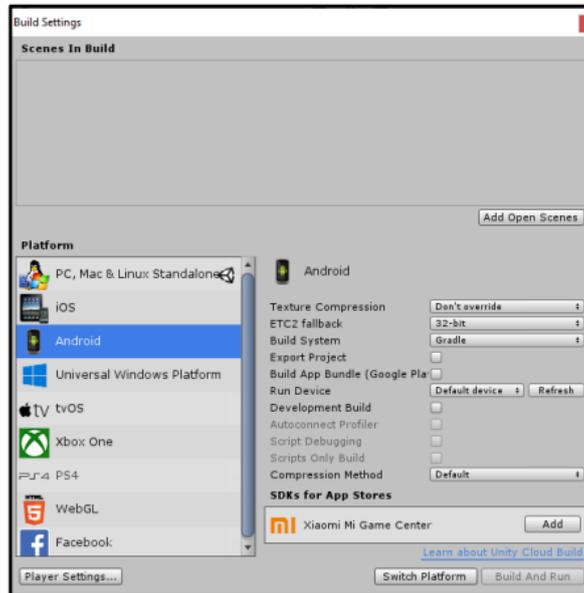
Módulos de software Unity



Mediante el uso de la herramienta File se ingresar de forma directa a la ventana Build Settings que permite escoger la plataforma donde se desarrollara la aplicación de AR, como se indica en la Figura 9.

Figura 9

Build Settings software Unity



Vuforia

La realidad aumentada está diseñada para generar aplicaciones AR para esto combina los motores de desarrollo de la plataforma Unity permitiendo superponer la información del mundo real así creando experiencias interactivas para el beneficio de sus usuarios.

El reconocimiento de imágenes permite detectar y rastrear cualquier imagen plana en tiempo real además por medio del reconocimiento de objetos permite realizar y simulaciones en entornos industriales, el Model Target que utiliza permite generar modelos en tercera dimensión que pueden ser reconocidos por la aplicación como se indica en la Figura 10.

Figura 10

Plataforma de Vuforia creator



Android

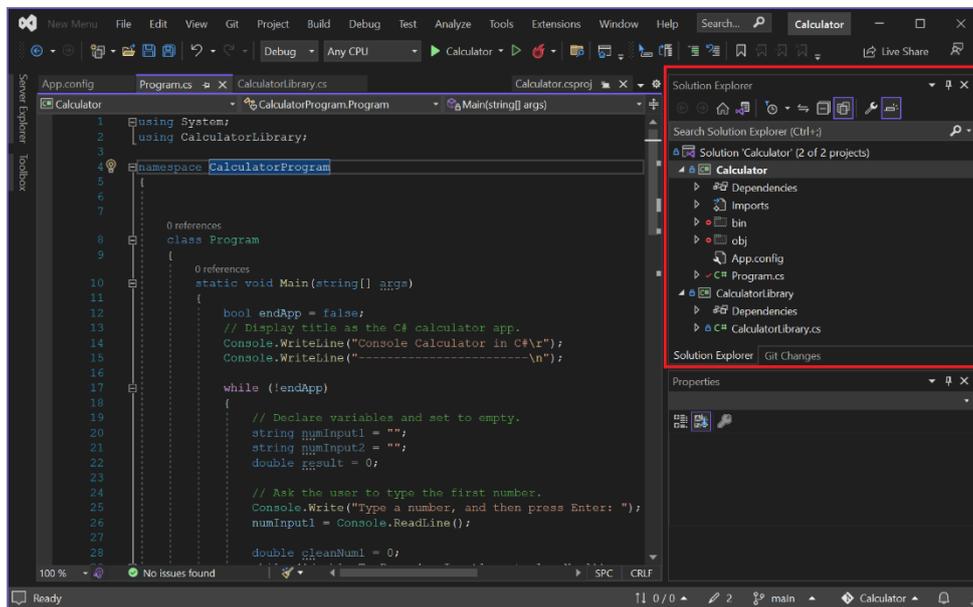
Es un sistema operativo que permite una flexibilidad en el desarrollo de sus aplicaciones este es generado por Android Studio mediante el uso de programación que proporcionan múltiples herramientas para simplificar la programación de este modo los usuarios pueden personalizar cualquier aplicación según sus necesidades además integra los servicios de Google mejorando la experiencia. Android ha tenido un impacto tecnológico en la industria pues se han desarrollado aplicaciones como herramientas de productividad en las empresas generando así innovación y crecimiento tecnológico (Costa, 2019).

Visual Studio

Es un entorno de programación desarrollado por Microsoft utilizado para la creación de servicios web y aplicaciones móviles reconocido por su capacidad de soportar múltiples lenguajes además de ser un editor de código avanzado con herramientas de depuración y diagnóstico. soporta una amplia gama de extensiones y funcionalidades además de compatibilidad con aplicaciones de la nube siendo así un editor avanzado con asistencia de código al poseer todas estas herramientas también es necesario contar con una cantidad grande de hardware para que funcione de manera óptima (González, 2021).

Figura 11

Interfaz de programación de visual estudio para realidad aumentada.



2.2 Descripción de la propuesta

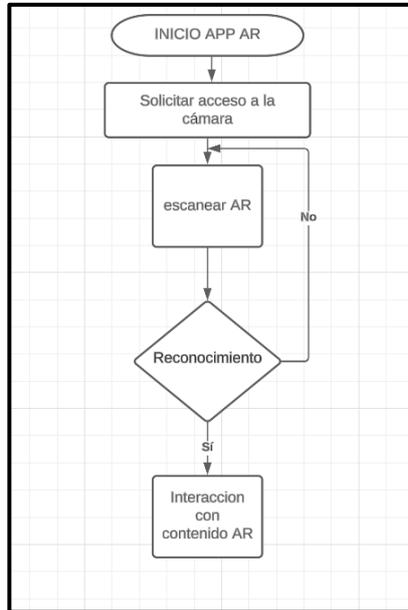
El uso de la realidad aumentada está cada vez más ligado a la industria por su versatilidad en esta ocasión se propone utilizar esta tecnología en los equipos y maquinaria en un Workover con el fin de ser un apoyo en el área de mantenimiento específicamente preventivo. El uso de una aplicación AR que pueda brindar información sobre un dispositivo eléctrico o mecánico en tiempo real con una descripción exacta, un manual o un esquema según sea el caso de esta manera se pretende dar una guía para la detección y reparación de algún problema que pueda generarse en cualquier componente del sistema alargando la vida útil y asegurando un correcto mantenimiento.

a. Estructura general

La aplicación de realidad aumentada es creada para brindar información sobre los elementos o componentes del sistema que compone el Workover, la aplicación puede ser instalada en cualquier teléfono inteligente pues se genera un APK compatible con el sistema Android al ser iniciada la misma solicita permisos como el ingreso a la cámara para poder escanear la imagen previamente mapeada en la programación de este modo si se reconoce el patrón indicado esta procede a desplegar la información indicada caso contrario tratara de realiza el reconocimiento hasta encontrar el patrón indicado como se indica en la Figura 12.

Figura 12

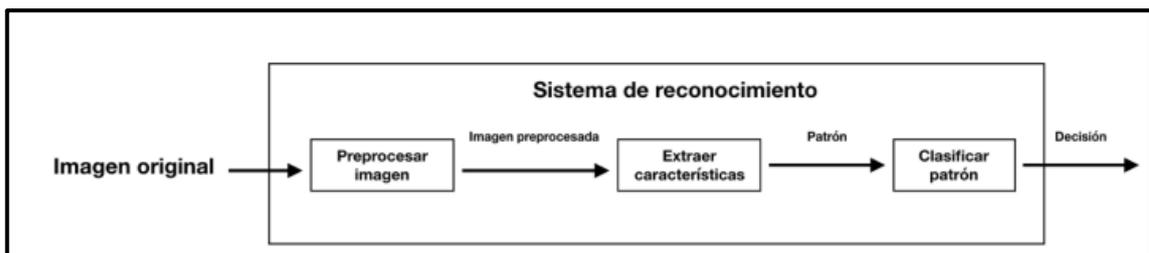
Diagrama de bloques para reconocimiento de patrones



La realidad aumentada está basada en el reconocimiento de patrones para generar información, en la Figura 13 se indica el algoritmo que sigue para realizar el reconocimiento donde se procesa la imagen original para ser clasificada y tomar una decisión propuesta en la programación antes de generar la APK.

Figura 13

Algoritmo de reconocimiento para la realidad aumentada



b. Explicación del aporte

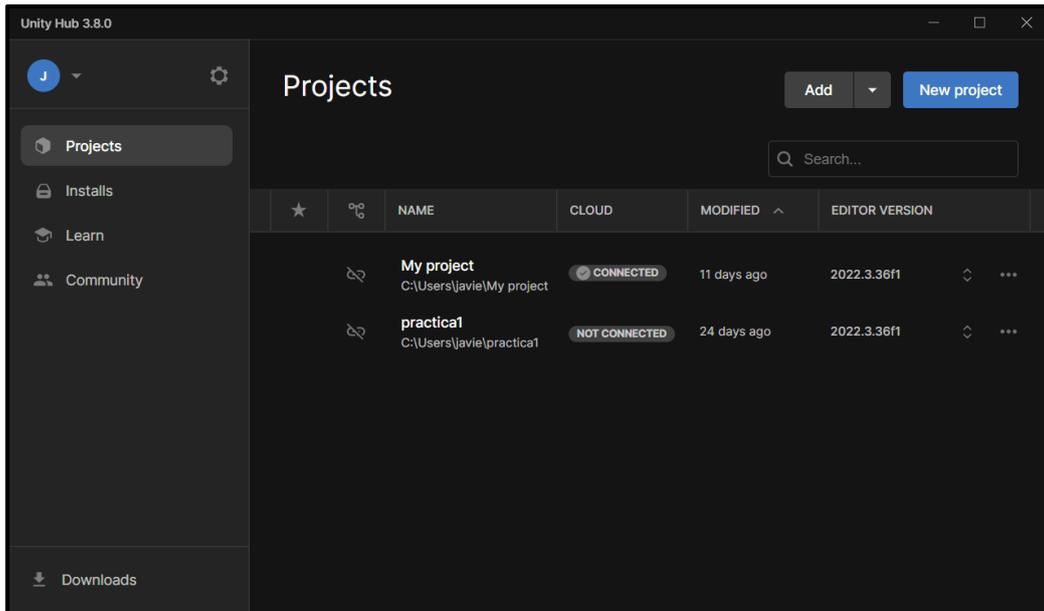
El uso de la realidad aumentada es un aporte importante en la industria 4.0 ya que brinda información directa en tiempo real mediante una interfaz de forma remota sin la necesidad de manipular los componentes internos dependiendo del caso y la aplicación que se le va a dar.

Es necesario utilizar la plataforma Vuforia al igual que Unity la primera sirve para crear un usuario y generar una licencia que permitirá el uso de la plataforma de programación.

En la figura 14 se indica la presentación de Unity Hub donde se guardan los proyectos generados con anterioridad para seguir siendo editados.

Figura 14

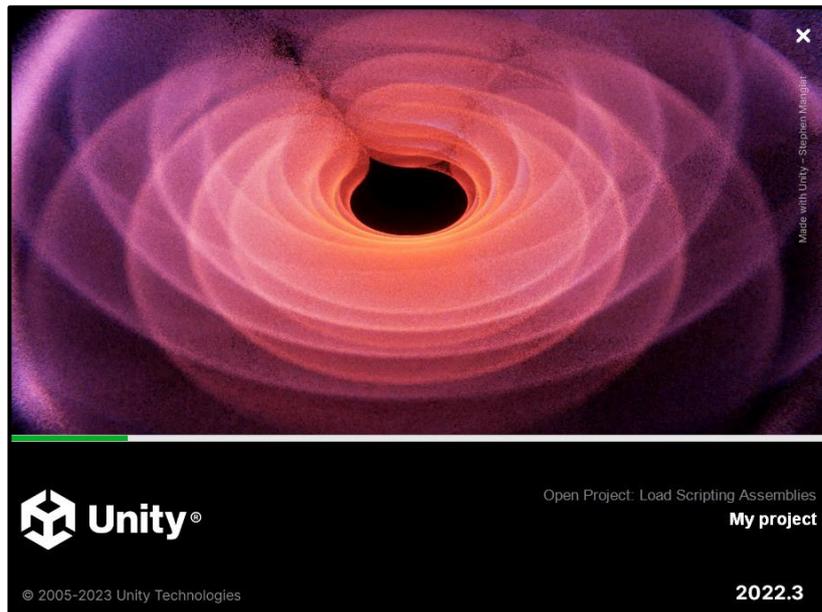
Unity Hub administrador de proyectos



El proyecto a desarrollar está en la versión 2022.3 compatible con Android para la generación de la APK como se indica en la Figura 15.

Figura 15

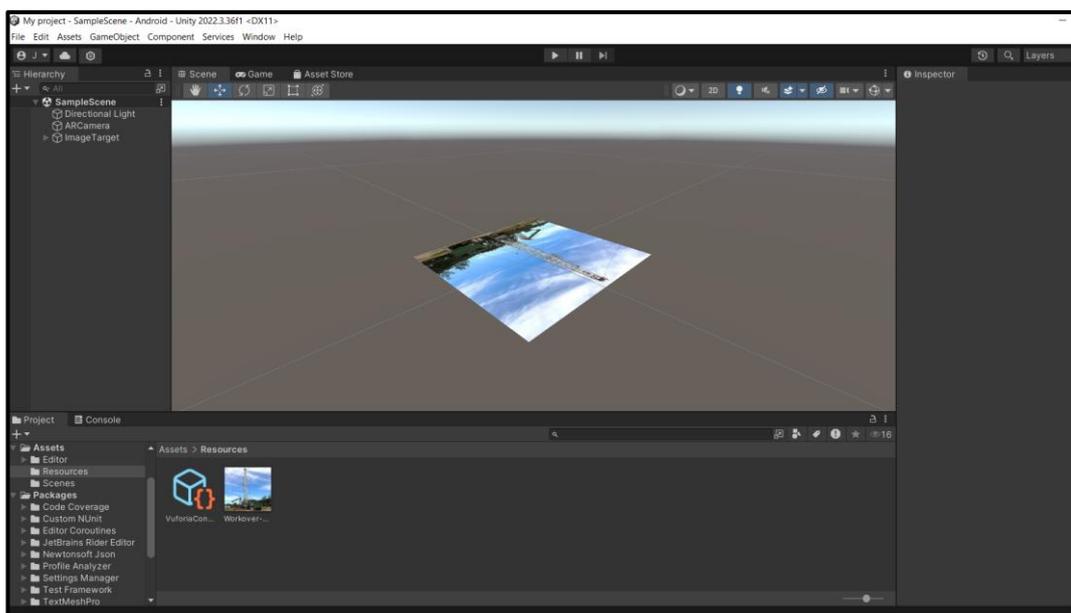
Versión 2022.3 de Unity



La aplicación es desarrollada en el entorno de programación como se indica en la figura 16, esta muestra múltiples herramientas para el diseño de la aplicación teniendo como base la imagen que será reconocida dentro del programa para desplegar la información sobre el mantenimiento que se pueda realizar según el patrón de reconocimiento.

Figura 16

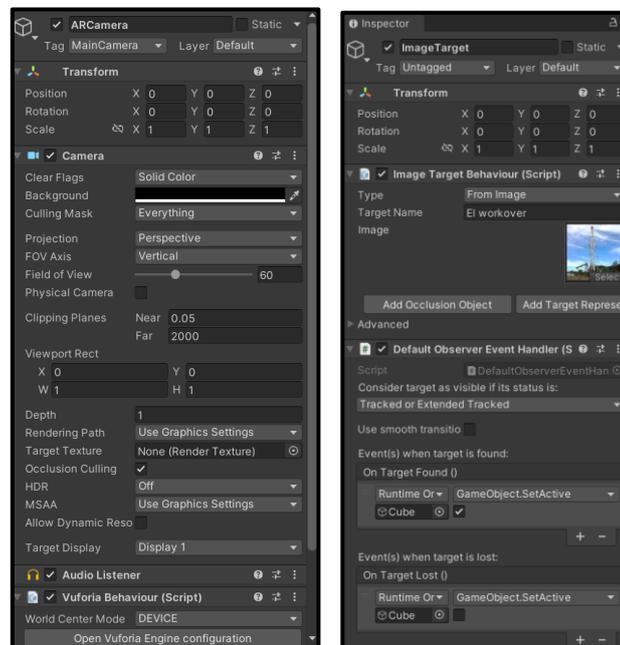
Entorno de desarrollo para AR



Existen muchos componentes en el menú de programación uno de los más importantes es la AR Camera el cual proporciona la opción para ingresar la imagen que va ser reconocida en el entorno real, permitiendo el reconocimiento de objetos y superponiendo la información en tiempo real ya sean textos , imágenes o animaciones sobre estos objetos, una de las opciones importantes en la interfaz es el apartado denominado ImageTarget en esta opción se selecciona la imagen para utilizar como marcador, se prepara para el escaneo y reconocimiento según los puntos de interés, bordes y patrones para superponer la información, la imagen puede ser movida en los 3 ejes x, y, z según la disposición a elegir.

Figura 17

Parámetros para configuración de AR Camera e ImageTarget



La configuración de las imágenes se muestra en la interfaz de programación según su posición y la descripción de operación que cada elemento requiere según el tipo de mantenimiento como se indica en la figura 18.

2.3 Validación de la propuesta

Se presenta la validación de la propuesta donde se recoge la información de tres evaluaciones al aplicativo en pruebas de campo con los compañeros del área de Ingeniería y Soporte Técnico para recoger su experiencia, que se debe modificar o mejorar para brindar un sistema más simplificado y de fácil uso, la información se adjunta en la tabla 1.

Tabla 1

Técnico e interacción con la aplicación

ITEM	TECNICO	CARGO	PUNTO DE MEJORA
1	Nelson Paredes	Superintendente de Mantenimiento	Parámetro de distancia de la aplicación con el motor que se utiliza.
2	Sixto Medina	Mecánico Señor	Imágenes más claras.
3	Ángel Dután	Rig Manager	Orden de la tarea en letra más grande para una mejor visión.

El uso de realidad aumentada es aplicado al mantenimiento de los motores se realiza mediante la validación de técnicas de reconocimiento con el fin de identificar patrones, imágenes u objetos adicionando escenas con información sobre los elementos captados para la validación se requiere cumplir con criterios de valuación que se indican en la tabla 2.

Tabla 2

Criterios de validación

CRITERIOS	DESCRIPCIÓN
Impacto	El uso de nuevas tecnologías en la industria genera una experiencia positiva al optimizar los procesos.
Aplicabilidad	La realidad aumentada puede ser implementada en cualquier parte de la industria siendo muy versátil y adaptándose.
Conceptualización	Es necesario conocer conceptos sobre la aplicación de AR, así como el uso del software para completar el proceso.
Actualidad	La integración de la RA en este contexto tiene en cuenta tanto los avances tecnológicos como los cambios científicos, lo que permite a las administraciones públicas mejorar sus servicios y proceso.
Calidad Técnica	Reconocimiento, identificación de patrones, información en tiempo real, interfaz de usuario.
Factibilidad	Realidad aumentada aplicada al mantenimiento de motores según sus elementos
Pertinencia	Información de mantenimiento en tiempo real.

Tabla 3

Escala de evaluación. .

CRITERIOS	EVALUACION SEGUN IMPORTANCIA Y REPRESENTATIVIDAD				
	En Total Desacuerdo	En Desacuerdo	Ni de Acuerdo Ni en Desacuerdo	De Acuerdo	Totalmente Acuerdo
Impacto				X	
Aplicabilidad					X
Conceptualización				X	
Actualidad					X
Calidad Técnica				X	
Factibilidad					X
Pertinencia				X	

2.4 Matriz de articulación de la propuesta

En la presente matriz se sintetiza la articulación para el desarrollo del proyecto para el mantenimiento de los elementos de un motor en base a la utilización de realidad aumentada.

Tabla 4

Matriz de articulación

Ejes o partes principales del proyecto		Breve descripción de los resultados de cada parte	Sustento teórico que se aplicó en la construcción del proyecto	Metodologías, herramientas técnicas y tecnológicas que se emplearon
1	Definición: variables y herramientas del software.	1.1. Conceptos de software Unity 1.2. Bibliotecas de Unity 1.3. Unity Hub.	Realidad Aumentada Unity Hub Vuforia Motor de combustión	Instalación de librerías y complementos para el software
2	Diseño: APK generada por medio de software Unity	2.1. Configuración AR cámara 2.2. Configuración Imagetarget 2.3. Configuración Textmode	Herramientas de Unity AR cámara Configuración amera de imágenes	Configuración de software especializado enfocado en realidad aumentada.
3	Implementación: reconocimiento de imágenes por medio de cámara AR	3.2. Desarrollo de APK 3.3. Instalación en Android 3.4 Reconocimiento de imágenes por medio de la aplicación.	Compilación APK Android Pruebas y verificación	Instalación de la aplicación en dispositivos móviles

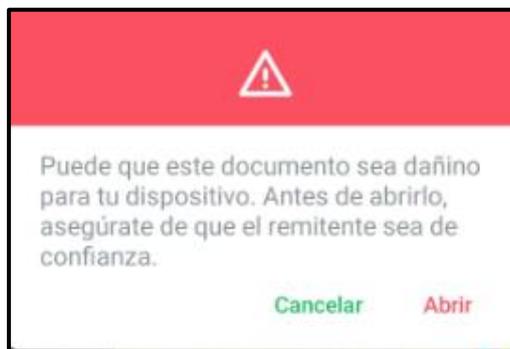
2.5 Análisis de resultados.

Presentación y discusión.

Una vez realizada la programación respectiva para la realidad aumentada se obtiene un APK el cual está desarrollado para ser instalado en el sistema operativo Android, para proceder con la instalación es necesario correr la app en el teléfono, al ser un instalador inmediatamente envía un mensaje de amenaza para abrir la aplicación como se indica en la figura 19.

Figura 19

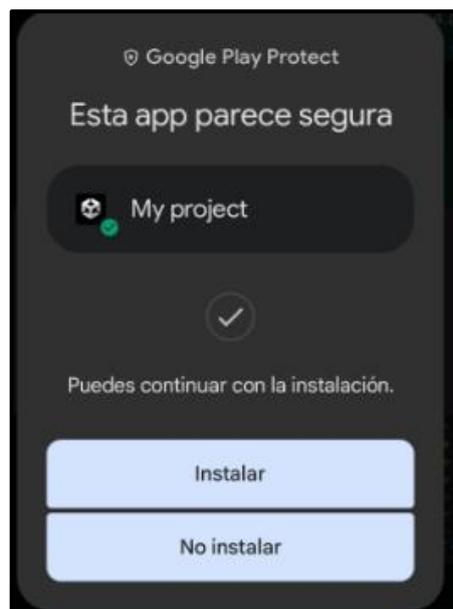
Alerta de inicio de Aplicación



La aplicación puede ser instalada una vez que es verificada para su uso tomando en cuenta que esta desarrollada para todo teléfono que tenga instalado Android.

Figura 20

Instalación de aplicación



La aplicación da inicio mostrando el software de desarrollo como se indica en la figura 21.

Figura 21

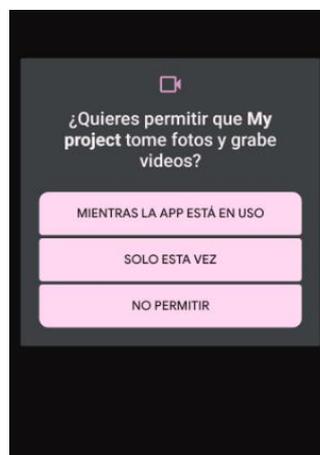
Inicio de la aplicación



Se deben conceder permisos para el uso de la cámara mientras la app este en uso ya que trabaja directamente con el reconocimiento AR como se indica en la figura 22.

Figura 22

Permisos para acceso a la cámara.



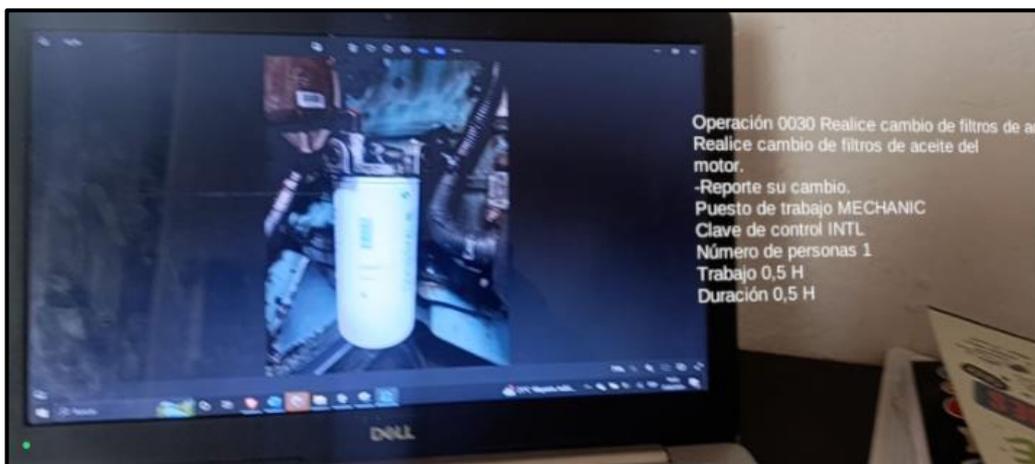
Una vez encendida la Cámara los datos son recopilados a forma de escaneo de un patrón para posteriormente enviar los datos programados en la aplicación para el mantenimiento de los distintos elementos siendo una herramienta Capaz de mejorar la eficiencia del mantenimiento principalmente por las instrucciones que lleva en tiempo real y que son superpuestas eliminando así la necesidad de buscar en manuales físicos e interrumpir el trabajo que se esté realizando para recibir las instrucciones pertinentes.

La aplicación desarrollada tiene información de diferentes componentes mismos que son necesarios para prolongar la vida útil de motor por lo que se debe dar un mantenimiento oportuno según las especificaciones de la hoja guía.

La aplicación muestra la operación que se debe realizar para el mantenimiento del elemento según su guía Estando enfocada en el mantenimiento del motor Detroit serie 60 V6 como se indica en la figura 23.

Figura 23

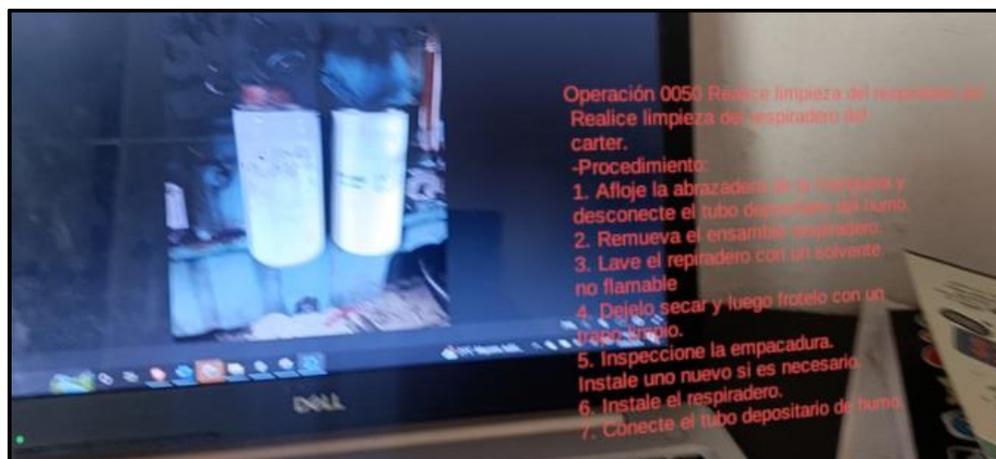
Comprobación de realidad aumentada con operación 0030



La aplicación AR promueve una eficiencia operativa en el mantenimiento de sus elementos reduciendo los errores humanos y tiempos de diagnóstico ya que la información emitida por la aplicación es de acceso inmediato permitiendo una comprensión rápida de algún problema en el motor en tiempo real.

Figura 24

Comprobación de realidad aumentada con operación 0050



Posterior al desarrollo y la implementación de la aplicación con realidad aumentada para el uso en un ambiente industrial se observó una mejora significativa generando un ahorro de tiempo en el mantenimiento, así como reducción de errores humanos, acortando el tiempo de capacitación para el personal que use la aplicación y realizando un diagnóstico optimizado en el lugar.

Es importante recalcar que la tecnología con respecto a la realidad aumentada es una herramienta que busca realizar procesos eficientes con precisión para transformar el sector industrial con prestaciones como una información en tiempo real de manera precisa que puede ser utilizada de forma remota en cualquier campo.

La aplicación al ser un desarrollo de software puede verse sujeta a cambios con la intención de mejorar su interfaz según sea necesario o si puede ser aplicada a otras máquinas del lugar.

CONCLUSIONES

Al desarrollar un aplicativo que utilice realidad aumentada es necesario extender la imaginación y la mente, ya que abre la posibilidad de crear un mundo paralelo a la realidad que se conoce para ser un apoyo significativo del técnico a cargo.

Al desarrollar la aplicación dentro del entorno industrial se puede apreciar de manera directa la influencia en el rendimiento del personal, como de recursos y tiempos.

La realidad aumentada implementada en las rutinas de mantenimiento del motor Diesel Detroit Serie 60, mediante el software Unity nos permite ver los escenarios de trabajo y el paso a paso a seguir, cumpliendo un orden detallado, los elementos que integran el equipo y su posición en todo momento.

La aplicación reconoce el patrón establecido en las imágenes de cada uno de los elementos mostrando la información sin ningún tipo de interrupción o latencia y siendo instalado en los dispositivos Android de prueba cumple su objetivo.

RECOMENDACIONES

El uso de una tecnología como realidad aumentada pretende dar una variedad de aplicaciones en la industria con el fin de efectivizar cualquier proceso por lo que es recomendable definir claramente el propósito al que esta alineado mejorando la experiencia del usuario.

Se deben conocer como ser aplicados los diferentes componentes del programa pues posee muchas herramientas para la creación de las aplicaciones siendo las más usadas en realidad aumentada el AR Camera, Multitarget que generan la interfaz de programación asegurándose de ser una app intuitiva, fácil de usar y que permita utilizar la información que aparece en la pantalla.

Las imágenes deben contener un patrón claro y definido para que no existan problemas al momento del reconocimiento por lo que se recomienda tener imágenes nítidas y sin agentes externos que varíen o cambien su entorno.

BIBLIOGRAFÍA

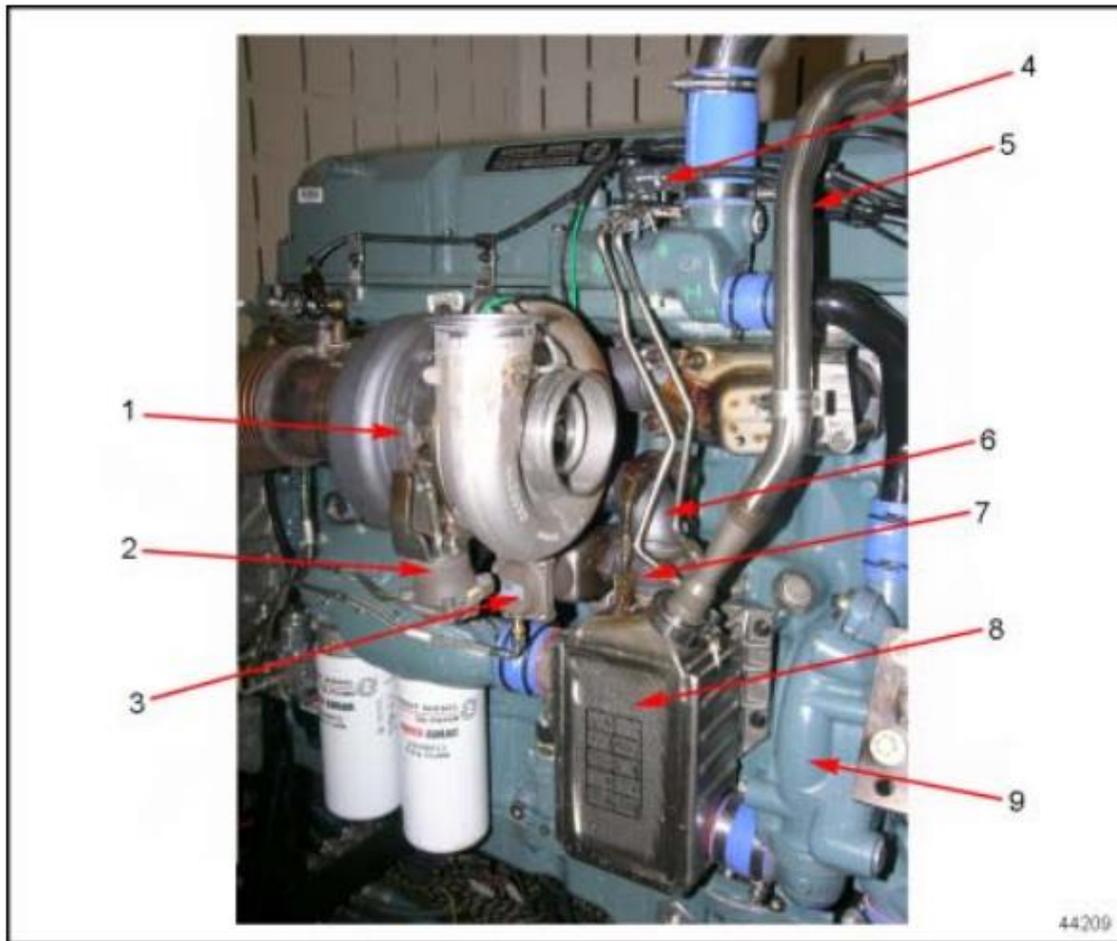
- Angelina Misso. (2021). Exploring the Adoption of Virtual and Augmented Reality in Enhancing Interactive Learning in Tanzania.
- Baraka. (2019). ISTAFRICA.2019.8764839.
- Bouaziz, R., Alhejaili, M., Al-Saedi, R., Mihdhar, A., & Alsarrani, J. (2020). Using Marker Based Augmented Reality to teach autistic eating skills. Proceedings - 2020 IEEE International Conference on Artificial Intelligence and Virtual Reality, AIVR 2020, 239–242. <https://doi.org/10.1109/AIVR50618.2020.00050>
- Christoph Bichlmeier. (2018). 2008 7th IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality. I E E E.
- Cidota, M. A., Lukosch, S. G., Bank, P. J. M., & Ouwehand, P. W. (2017). Towards Engaging Upper Extremity Motor Dysfunction Assessment Using Augmented Reality Games. Adjunct Proceedings of the 2017 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality, ISMAR-Adjunct 2017, 275–278. <https://doi.org/10.1109/ISMAR-Adjunct.2017.88>
- Costa, A., Lima, R., & Tamayo, S. (2019a). Eva: A virtual pet in augmented reality. Proceedings - 2019 21st Symposium on Virtual and Augmented Reality, SVR 2019, 47–51. <https://doi.org/10.1109/SVR.2019.00024>
- Costa, A., Lima, R., & Tamayo, S. (2019b). Eva: A virtual pet in augmented reality. Proceedings - 2019 21st Symposium on Virtual and Augmented Reality, SVR 2019, 47–51. <https://doi.org/10.1109/SVR.2019.00024>
- Daniel Caetano. (2019). 2014 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR). [publisher not identified].
- Esteves, A. M. D. S., Santana, A. L. M. I., & Lyra, R. (2019). Use of augmented reality for computational thinking stimulation through virtual. Proceedings - 2019 21st Symposium on Virtual and Augmented Reality, SVR 2019, 102–106. <https://doi.org/10.1109/SVR.2019.00031>
- Frieder Pankratz. (2019). Mixed and Augmented Reality (ISMAR, 2013 IEEE International Symposium on : date 1-4 Oct. 2013. [publisher not identified].
- González, O., Sánchez, M., Universidad de los Andes (Bogotá, C., & Institute of Electrical and Electronics Engineers. (2015). 2015 10th Computing Colombian Conference (10CCC) : Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia, September 21st to 25th, 2015.
- Han Park. (2018). 2014 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR). [publisher not identified].
- Höllerer, Tobias., Saitō, Hideo., & Klinker, G. J. . (2019). 8th IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality 2009 : Orlando, Florida, USA : October 19-22, 2019 : science and technology proceedings. IEEE.
- Jenserud, T., & Ivansson, S. (2015). Measurements and Modeling of Effects of Out-of-Plane Reverberation on the Power Delay Profile for Underwater Acoustic Channels. IEEE Journal of Oceanic Engineering, 40(4), 807–821. <https://doi.org/10.1109/JOE.2015.2475675>

- Kim, J., Lorenz, M., Knopp, S., & Klimant, P. (2020). Industrial Augmented Reality: Concepts and User Interface Designs for Augmented Reality Maintenance Worker Support Systems. Adjunct Proceedings of the 2020 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality, ISMAR-Adjunct 2020, 67–69. <https://doi.org/10.1109/ISMAR-Adjunct51615.2020.00032>
- Lorenz, M., Knopp, S., & Klimant, P. (2018). Industrial Augmented Reality: Requirements for an Augmented Reality Maintenance Worker Support System. Adjunct Proceedings - 2018 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality, ISMAR-Adjunct 2018, 151–153. <https://doi.org/10.1109/ISMAR-Adjunct.2018.00055>
- Min. (2019). ICASI.2016.7539773.
- Pankratz, F., & Klinker, G. (2015). [POSTER] AR4AR: Using augmented reality for guidance in augmented reality systems setup. Proceedings of the 2015 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality, ISMAR 2015, 140–143. <https://doi.org/10.1109/ISMAR.2015.41>
- Sara Vega. (2021). SARA VEGA Planteamiento de caso (S4).
- Schmalstieg, D. ., Majumder, Aditi., Lok, B. C. Lum., & Hirose, Michitaka. (2011). IEEE VR2011 : Proceedings, IEEE Virtual Reality 2011 : Singapore, March 19-23, 2011. Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
- Shanmugam, M., Sudha, M., Lavitha, K., Manakula, S., Engineering, V., Prasanna Venkatesan, V., & Keerthana, R. (2020). Research opportunities on virtual reality and augmented reality: a survey.
- Stadon, Julian., Gwilt, Ian., & Smith, C. H. . (2015). Proceedings of the 2015 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality: Media, Art, Social Science, Humanities and Design : proceedings : Fukuoka, Japan, 29 September - 3 October 2015. Conference Publishing Services, IEEE Computer Society.
- Teather, Rob., Itoh, Yuta., & Gabbard, Joe. (2019). Proceedings, 26th IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces : Osaka, Japan, 23-27 March 2019. IEEE.
- Zhang, Z., Weng, D., Jiang, H., Liu, Y., & Wang, Y. (2018). Inverse Augmented Reality: A Virtual Agent's Perspective. Adjunct Proceedings - 2018 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality, ISMAR-Adjunct 2018, 154–157. <https://doi.org/10.1109/ISMAR-Adjunct.2018.00056>

ANEXOS

Anexo 1

Componentes del motor



1. VNT Turbocharger
2. Turbo Vane Actuator
3. EGR Valve Actuator
4. Delta Pressure Sensor
5. EGR Gas Delivery Pipe

6. S Pipe
7. EGR Valve
8. EGR Cooler
9. High Flow Water Pump



- 1. EGR Gas Delivery Pipe
- 2. EGR Mixer
- 3. Intake Manifold

- 4. Intake Manifold Air Temperature Sensor
- 5. Barometric Pressure Sensor
- 6. Intake Manifold Boost Pressure Sensor