

**“ENTORNO DE ENTRENAMIENTO MEDIANTE REALIDAD AUMENTADA (AR)
Y REALIDAD VIRTUAL (VR) PARA LA INSTRUCCIÓN A
PERSONAL OPERATIVO DE PLANTAS PETROLERAS”**

AUTORES:

**LUIS AUGUSTO ANGULO CAMPO
DIEGO ARMANDO VERGEL GELVEZ**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
INGENIERÍA DE SISTEMAS
PROYECTO DE GRADO II
BUCARAMANGA
2020**

**“ENTORNO DE ENTRENAMIENTO MEDIANTE REALIDAD AUMENTADA (AR)
Y REALIDAD VIRTUAL (VR) PARA LA INSTRUCCIÓN A
PERSONAL OPERATIVO DE PLANTAS PETROLERAS”**

AUTORES:

**LUIS AUGUSTO ANGULO CAMPO
DIEGO ARMANDO VERGEL GELVEZ**

DIRECTOR:

PAULO CESAR RAMIREZ PRADA

TÍTULO PARA OPTAR DE INGENIERO DE SISTEMAS

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
INGENIERÍA DE SISTEMAS
PROYECTO DE GRADO II
BUCARAMANGA
2020**

1. Índice

Tabla de contenido

1. Índice	6
1. Resumen	9
1.1. Palabras Claves	9
1.2. Línea de Investigación	9
2. Planteamiento del problema	10
3. Justificación	11
4. Objetivos	12
4.1. Objetivo General	12
4.2. Objetivos Específicos	12
5. Antecedentes	13
6. Diseño metodológico	14
7. Requerimientos iniciales del sistema	16
8. Entrevista con el personal encargado	18
9. Requerimientos del prototipo	19
10. Requisitos Generales del Sistema	20
11. Requerimientos no funcionales del sistema	23
12. Interfaces.	24
13. Interfaces realidad aumentada (AR):	27
14. Código fuente	31
15. Creación maquinaria.	35
16. MANUALES	41
17. Conclusiones	43
18. Trabajos a futuro	44
19. Referencias	45
20. Anexos	48

Lista de Tablas

Tabla 1. Diseño metodológico.....	15
Tabla 2. Requisito general maquina 1.....	20
Tabla 3. Requisito general maquina 2.....	21
Tabla 4. Requisito general maquinaria QR	21
Tabla 5. Requisito funcionalidad maquinaria sencilla e informativa.	22
Tabla 6. Requerimiento no funcional versiones de software	23
Tabla 7. Requerimiento no funcional Código fuente	23

Lista de Figuras

Ilustración 1. Interfaz inicial.....	24
Ilustración 2. Entorno para entrenamiento	24
Ilustración 3. Entorno simulado	25
Ilustración 4. Entorno de entrenamiento con cámara de usuario	25
Ilustración 5. Maquinaria en el entorno	26
Ilustración 6. Vista trasera de la maquinaria	26
Ilustración 7. Interfaz de inicio de la maquinaria AR	27
Ilustración 8. Interfaz del modelado AR	27
Ilustración 9. Interfaz escáner AR	28
Ilustración 10. Código RA vuforia en unity	29
Ilustración 11. Código de paquetes de Vuforia.....	29
Ilustración 12. Código de dependencias de Vuforia	30
Ilustración 13. Código de proporciones de modelos 3D.....	30
Ilustración 14. Código fuente del botón atrás de la interfaz en unity.	31
Ilustración 15. Código fuente de hipervínculo de la interfaz en unity.....	31
Ilustración 16. Código fuente de menú opciones del escenario en unity.....	32
Ilustración 17. Código fuente del volumen del escenario en unity.....	32
Ilustración 18. Código del personaje en el escenario en unity.	33
Ilustración 19. Código fuente del movimiento de personaje en unity.....	34
Ilustración 20. Parte de la maquinaria.....	35
Ilustración 21. Parte de la maquinaria en unity	35
Ilustración 22. Parte de la maquinaria desarrollada	36
Ilustración 23. Maquina preensamblada	36
Ilustración 24. Parte trasera de la maquinaria.....	37
Ilustración 25. Vista delantera de la maquinaria.....	37
Ilustración 26. Vista lateral de la maquinaria.....	38
Ilustración 27. Visualización de pre-maquinaria en Vuforia.....	39
Ilustración 28. Vista superior de maquinaria	39
Ilustración 29. Vista frontal de la maquinaria.....	40

Lista de Anexos

Anexo 1. Tabla realidad virtual	53
Anexo 2. Tabla realidad aumentada	55
Anexo 3. Motores Gráficos	57
Anexo 4. Lenguajes de programación	58
Anexo 5. Motores gráficos para modelados 3D	59

1. Resumen

A continuación, se describe cómo en este proyecto trata sobre desarrollar un entorno de entrenamiento mediante realidad aumentada (AR) y realidad virtual (VR) para la instrucción en el funcionamiento de diferentes máquinas a personal operativo de plantas petroleras. Esto con el fin de mejorar el proceso de aprendizaje a personal nuevo y la retroalimentación al p capacitado frente a diferentes problemáticas que se pueden presentar en la vida real en un ambiente inmersivo, controlado y seguro.

1.1. Palabras Claves

Realidad Aumentada (VR), Realidad Virtual (AR), Entornos Simulados, Entrenamiento, Software, Prototipo.

1.2. Línea de Investigación

Sistemas de información e ingeniería del Software.

2. Planteamiento del problema

Ecopetrol es una empresa la cual no solo se dedica a la extracción de petróleo, sino que también produce energía eléctrica en ciertas plantas ubicadas a lo largo del territorio nacional. Refinerías como las de Barrancabermeja y Cartagena aportan un aproximado a la red eléctrica de 9 MW dentro de sus operaciones de arranque y estabilización de procesos. En total, el Grupo Ecopetrol, con sus filiales y socios, están aportando al sistema eléctrico 57,5 MW nuevos (Ecopetrol, Aporte energía eléctrica, 2016). Energía la cual está ayudando a que las plantas de Ecopetrol sean cada vez más dependientes al consumo energético nacional, no obstante a esto se presentan algunas fallas de energía en las principales refinerías de Ecopetrol, un ejemplo de esto es la refinería de Barrancabermeja la cual sufre de algunos fallos de energía, afectando parte de la extracción de petróleo y parte de la producción, por este motivo los empleados de nuevo ingreso se enfrentan a situaciones desconocidas en un entorno de trabajo experimental (Vanguardia, 2017). Situaciones como los cortes de energía son sucesos que los empleados nuevos no están acostumbrados a manejar, por ende, decidimos idear una solución para poder capacitarlos a la hora de que pasen estos altercados y de esta manera sepan qué hacer ante situaciones como esta.

Cuando suceden estos cortes de energía algunas máquinas las cuales están encargadas de extraer el crudo en los pozos de petróleo suelen fallar, al apagarse de forma forzosa por un corte de luz, su reinicio es algo que causa problemas ya que no todas vuelven a funcionar de la forma correcta, los empleados antiguos lo pueden solucionar de forma muy rápida ya que su experiencia trabajando con este tipo de problemáticas es muy alta, pero un empleado de nuevo ingreso se le dificulta abordar de forma correcta este tipo de situación (Solano, 2020). Por este motivo se debe abordar una solución que sea lo más eficaz posible y que logre capacitar a los empleados de nuevo ingreso ante situaciones como esta.

3. Justificación

Se ha decidido trabajar con AR/VR ya que es una manera efectiva y útil a la hora de mostrar las fallas que algunas de estas máquinas tienen cuando suceden estos cortes de luz. Se plantea una solución a esta problemática por medio de diseños en 3D en donde se pueda mostrar las partes de la máquina y la función que realiza en esta, brindar tutoriales con posibles soluciones, formas correctas de volver a iniciar las máquinas y la forma correcta de operar en caso de que no se conozca el funcionamiento.

Con esto se desea mejorar el proceso de aprendizaje en los operarios para manipular diferentes tipos de maquinaria. Se vuelve un factor importante debido a que una persona egresada posee todos los conocimientos teóricos pero muy poco del conocimiento práctico. Por eso software como Vuforia, Unity, Blender entre otras facilitan el desarrollo de ambientes virtuales para mejorar las competencias técnicas del operador (NEGRO, 2017). Esto obtiene beneficios como reducir errores de montaje y mejorar la seguridad de la maquinaria. Esta tecnología beneficia tanto a nuevos como antiguos trabajadores, ya que algunos de ellos no se han enfrentado a situaciones complejas que pueden poner en riesgo la vida del trabajador y la de la máquina. El clima juega un factor importante en la operación de la maquinaria, por ende, con la simulación se puede estar en un complejo cerrado sin necesidad de salir a campo abierto para la manipulación de la maquinaria o cuando sea necesario el operario ya tendrá el conocimiento para poder emplearlo cuando ocurra una emergencia.

4. Objetivos

4.1. Objetivo General

Proponer un entorno de entrenamiento mediante una herramienta prototipo basado en realidad mixta (XR) para la instrucción a personal operativo de plantas petroleras que propicie la reducción de los errores humanos en las plantas y zonas de extracción de petróleo en Barrancabermeja.

4.2. Objetivos Específicos

1. Identificar las necesidades existentes sobre el entrenamiento de personal operativo de maquinaria petrolera.
2. Diseñar el prototipo software de acuerdo con los requerimientos y recomendaciones según el personal encargado del entrenamiento.
3. Elaborar un prototipo software que integre realidades mixtas conforme al entorno de entrenamiento diseñado.
4. Evaluar la herramienta desarrollada implementando un protocolo de pruebas de aceptación de requerimientos.

5. Antecedentes

La producción petrolera en el país se basa en la producción diaria de barriles de crudo, la refinación del crudo y extracción de petróleo en diferentes partes alrededor del país. Compañías destacadas como Ecopetrol, Frontera Energy, Geopark entre otras son las encargadas de la producción diaria de petróleo para el país. Ecopetrol en el año 2019 con respecto a la producción petrolera fue satisfactoria y productiva debido a que se aumentó la producción de crudo a 868.755 barriles por día siendo este un aumento del 3.5% Aportando así un 53,5% a la producción nacional con respecto a años anteriores que fue de 36.9% (Resultados producción petrolera, 2019). Santander se destaca por ser una parte pionera en la producción de crudo en Colombia debido a que esta produce diariamente alrededor de 100.000 barriles diarios con un promedio acumulado al año de 99.330 barriles de petróleo al día en el año 2019 (O., 2019). Barrancabermeja capital petrolera, territorio de suma importancia para el país con respecto a la producción de petróleo ha contribuido en promedio entre los años 2014 - 2018 alrededor de 846.901 Barriles promedio por día calendario con un porcentaje de entre el 6.2% y 7.5% de la extracción nacional del país.

Ecopetrol y su centro de innovación y tecnología la cual busca novedosas soluciones y servicios tecnológicos para la compañía, incorporan la realidad aumentada como un servicio para personas con experiencia o sin ningún tipo de conocimiento para conocer como Ecopetrol realiza sus operaciones de perforación.

Ecopetrol y su entorno de entrenamiento para personal de nuevo ingreso es llevado con cautela e importancia para preparar a dicha persona que será asignada dentro de una sección para los diferentes trabajos que sea requerido. Estas personas de nuevo ingreso deben pasar por una serie de entrenamiento que consta de charlas, cursos, simulacros, y diferentes experiencias en campo abierto las cuales le servirán para mejorar sus habilidades y así aprender de las diferentes mecánicas y técnicas que se deben utilizar para el trabajo que se le sea asignado. Como antes ya mencionado, una persona de nuevo ingreso debe pasar al menos un mes en inducción la cual será la parte teórica que debe adquirir el personal. Después de haber pasado esta inducción teórica, a la persona se le asignará a una sección para desarrollar dicha tarea la cual requiere de dicho personal en ese momento. Cuando la persona está dentro de la sección se le asigna un jefe o “capataz” para la inducción en campo o parte práctica, así el jefe velando por la seguridad y aprendizaje de la persona nueva. Esta persona en la inducción practica observa al jefe como realizar las diferentes funciones y el jefe por su parte explicándole sobre cómo funciona cada máquina u objeto que se desee deba implementar. Cuando la persona va adquiriendo nuevos conocimientos y práctica, al paso del tiempo se le integra al grupo para así, ya realizar tareas complejas y que se tengan como prerrequisito un debido manejo para poder operarlas (Solano, 2020).

6. Diseño metodológico

ID	Objetivo	Act	Actividad	Resultado Parciales
1	Identificar las necesidades existentes sobre el entrenamiento de personal operativo de maquinaria petrolera	1	Definir la revisión de la literatura con respecto a la situación planteada	Estado del Arte y Marco Teórico
		2	Realizar entrevistas con el personal de entrenamiento	Estado del Arte y Marco Teórico
		3	Analizar los resultados de la entrevista para poder comprender las necesidades del personal operativo	Análisis bibliográfico - documentos de requerimiento
		4	Revisar los datos existentes con respecto al entrenamiento de personal operativo en Ecopetrol	Estado del arte
		5	Comparar necesidades de años anteriores con las necesidades actuales que se encuentren	Documento de requerimientos
		6	Diferenciar entre los problemas con respecto a la producción petrolera y el entrenamiento	Marco teórico
2	Diseñar el prototipo software de acuerdo con los requerimientos y recomendaciones según el personal encargado del entrenamiento	1	Definir los entornos de desarrollo más adecuados para la necesidad a resolver	Lenguajes de creación de software
		2	Construir los diseños para el prototipo con respecto a los análisis estructurados en el estado del arte y marco teórico	Interfaces y entornos de simulación para el diseño del software
		3	Diseñar menús y contenido del futuro software prototipo	Creaciones vistas del prototipo para el diseño del software
		4	Estructurar las pautas a seguir para el diseño correcto del prototipo	MVC
		5	Comprender a cómo utilizar las herramientas adecuadas para el diseño del prototipo	Estudio de Herramientas y creación de contenidos para el diseño del software
		6	Expresar en el diseño las recomendaciones basadas por el encargado del entrenamiento (entrevistado) en el diseño software	Interfaces y entornos de simulación para el diseño del software
		7	Elaborar el documento de requerimientos de software	Requerimientos del prototipo

		8	Planear cómo será el diseño óptimo mediante los requerimientos establecidos	Estimación óptima de desarrollo para el prototipo
3	Elaborar el prototipo software que integrando realidades mixtas conforme al entorno de entrenamiento diseñado	1	Utilizar las herramientas seleccionadas y adecuadas para la elaboración del prototipo.	Uso de herramientas para creación del prototipo
		2	Elaborar los modelos en 3D de la maquinaria	Creación de maquinaria
		3	Crear contenido o menús acerca del prototipo	Generar interfaces del prototipo
		4	Integrar los diseños con el Código fuente para creación final del prototipo	Funcionalidad del software
		5	Diseñar ayudas y formas de guiar al usuario a través del prototipo software desarrollado	Manual Usuario
		6	Elaborar el entorno de simulación basado en la herramienta seleccionada	Entorno de simulación
		7	Construir un documento la explicación de cómo se basa el prototipo software	Manual técnico
		8	Gestionar las pruebas de desarrollo mediante la elaboración del prototipo	Pruebas prototipo
4	Evaluar la herramienta desarrollada implementando un protocolo de pruebas de aceptación en el campo	1	Preparar los dispositivos (instalación de gafas, instalación del software etc.) para la demostración de pruebas	Preparación entorno virtual
		2	Concluir los errores y posibles mejoras a futuro del prototipo desarrollado	Corregir errores
		3	Demostrar el prototipo final mediante una videoconferencia	Mostrar el prototipo mediante una reunión virtual con el personal seleccionado
		4	Proponer mejoras a futuro	Versión 2.0 del prototipo
		5	Demostrar la funcionalidad del prototipo por medio de pruebas de aceptación de requerimientos	Mostrar la funcionalidad del prototipo de forma remota y virtual.

Tabla 1. Diseño metodológico.

7. Requerimientos iniciales del sistema

Ecopetrol es una empresa la cual no solo se dedica a la extracción de petróleo, sino que también produce energía eléctrica en ciertas plantas ubicadas a lo largo del territorio nacional. Refinerías como las de Barrancabermeja y Cartagena están aportando un aproximado a la red eléctrica de 9 MW dentro de sus operaciones de arranque y estabilización de procesos. En total, el Grupo Ecopetrol, con sus filiales y socios, están aportando al sistema eléctrico 57,5 MW nuevos. Energía la cual está ayudando a que las plantas de Ecopetrol sean cada vez más dependientes al consumo energético nacional, no obstante a esto se presentan algunas fallas de energía en las principales refinerías de Ecopetrol, un ejemplo de esto es la refinería de Barrancabermeja la cual sufre de algunos fallos de energía gracias a la red eléctrica local, afectando parte de la extracción de petróleo y parte de la producción, por este motivo los empleados de nuevo ingreso se enfrentan a situaciones desconocidas en un entorno de trabajo práctico. Situaciones como los cortes de energía son sucesos que los empleados nuevos no están acostumbrados a manejar, por ende, decidimos idear una solución para poder capacitarlos a la hora de que pasen estos altercados y de esta manera sepan qué hacer ante situaciones como esta.

Una de las razones principales por las cuales se decidió trabajar con tecnología AR/VR debido a que son herramientas las cuales tienen mucho potencial y su forma de usar es muy sencilla y dinámica para el usuario, además evita accidentes laborales ya que no hay que estar en un campo real o abierto para poder usarlo, se pueden hacer simulaciones las cuales en la vida real serían casi imposibles y muy costosas, estas y otras ventajas que ofrece este tipo de tecnología, además el nivel de innovación que tiene esta herramienta tecnológica está ayudando al crecimiento tecnológico en el país.

Se pretende desarrollar una herramienta que por medio de realidad aumentada (AR) y realidad virtual (VR) ayude a la instrucción de aquellas personas nuevas y antiguas en la empresa para el funcionamiento de diferentes máquinas y así poder prevenir accidentes a futuro. Gracias a tecnologías como AR/VR se desea ayudar a la industria petrolera para evitar estas pérdidas económicas e instruir a cualquier operador frente a diferentes problemáticas que se pueden presentar en la vida real sin necesidad de estar expuestos a los peligros que se viven en un campo real de entrenamiento. Mejorar el proceso de aprendizaje en los de nuevo ingreso para manipular diferentes tipos de maquinaria se vuelve un factor importante debido a que una persona egresada posee todos los conocimientos teóricos pero muy poco del conocimiento práctico. Por eso softwares como Vuforia, Unity, Blender entre

otras facilitan el desarrollo de ambientes virtuales para mejorar las competencias técnicas del operador. Esto obtiene beneficios como reducir errores de montaje, disminución en daños de maquinaria y seguridad para los trabajadores. Esta tecnología beneficia tanto a nuevos como antiguos trabajadores, ya que algunos de ellos no se han enfrentado a situaciones complejas que pueden poner en riesgo la vida del trabajador y la de la máquina. El clima juega un factor importante en la operación de la maquinaria, por ende, con la simulación se puede estar en un complejo cerrado sin necesidad de salir a campo abierto para la manipulación de la maquinaria o cuando sea necesario el operario ya tendrá el conocimiento para poder emplearlo cuando ocurra una emergencia.

8. Entrevista con el personal encargado

Ecopetrol y su entorno de entrenamiento para personal de nuevo ingreso es llevado con cautela e importancia para preparar a dicha persona que será asignada dentro de una sección para los diferentes trabajos que sea requerido. Estas personas de nuevo ingreso deben pasar por una serie de entrenamiento que consta de charlas, cursos, simulacros, y diferentes experiencias en campo abierto las cuales le servirán para mejorar sus habilidades y así aprender de las diferentes mecánicas y técnicas que se deben utilizar para el trabajo que se le sea asignado. Como antes ya mencionado, una persona de nuevo ingreso debe pasar al menos un mes en inducción la cual será la parte teórica que debe adquirir el personal. Después de haber pasado esta inducción teórica, a la persona se le asignará a una sección para desarrollar dicha tarea la cual requiere de dicho personal en ese momento. Cuando la persona está dentro de la sección se le asigna un jefe o “capataz” para la inducción en campo o parte práctica, así el jefe velando por la seguridad y aprendizaje de la persona nueva. Esta persona en la inducción practica observa al jefe como realizar las diferentes funciones y el jefe por su parte explicándole sobre cómo funciona cada máquina u objeto que se desee deba implementar. Cuando la persona va adquiriendo nuevos conocimientos y práctica, al paso del tiempo se le integra al grupo para así, ya realizar tareas complejas y que se tengan como prerrequisito un debido manejo para poder operarlas.

9. Requerimientos del prototipo

Se decidió hacer un entorno de entrenamiento simulado en realidad virtual (RA) en donde también integrará realidad aumentada ya que se descubrió que los operarios están expuestos a peligros en sus etapas de inducción, las máquinas también se tienden a dañar rápido cuando algún operario sin experiencia las maneja, generando gastos adicionales a la empresa (Anexo 7. Plantilla análisis y diseño.). Estos entornos de simulación garantizan un aprendizaje sin riesgos laborales y sin afectación en la maquinaria de extracción, además se pueden simular situaciones de riesgo en donde el empleado será capacitado e instruido en la forma correcta de solucionar estos errores.

10. Requisitos Generales del Sistema

En esta sección se encuentran todos los requisitos generales identificados en el sistema, sus características especificadas mediante las siguientes tablas. (Anexo 7. Plantilla análisis y diseño.)

01	<i><Máquina 1></i>
[Versión]	<i><nº 001 versión> (<22/09/2020 >)</i>
Descripción	<i>La máquina 3D simulada dentro del entorno de entrenamiento de RV, demostrará dicha máquina en campo abierto esta simulación mostrará características de la máquina, su funcionalidad en donde se mostrará y forma correcta de operar.</i>
Requisitos hijos	<ul style="list-style-type: none"> • Debe mostrarse estática • Debe mostrarse en movimiento • Debe mostrar un fallo. • Su menú informativo debe ser el correcto
[Importancia]	<i><importancia del requisito para el cliente></i>
[Prioridad]	<i><Su prioridad es alta ya que se debe cumplir con los requerimientos del proyecto ></i>
Comentarios	<i><Esta simulación de maquinaria 3D se hizo en base a información otorgada por el funcionario entrevistado></i>

Tabla 2. Requisito general maquina 1.

02.01.0	<i><Máquina 2></i>
[Versión]	<i><nº versión> (<22/09/2020 >)</i>
Descripción	<i>La máquina 3D en el entorno RA, estará posicionada en un lugar adecuado para que el operador pueda interactuar con ella, sus características y su forma adecuada para operar.</i>
Requisitos hijos	<ul style="list-style-type: none"> • Cuando el usuario esté observando, esta deberá detenerse. • Cuando el usuario esté operando, esta deberá simular el fallo. • Se mostrará características del fallo • Su simulación mostrará los movimientos
[Importancia]	<i><importancia del requisito para el cliente></i>
[Prioridad]	<i>Es prioritario ya que se debe cumplir los requerimientos del proyecto</i>
Comentarios	<i>Esta simulación de maquinaria 3D se hizo en base a información otorgada por el funcionario entrevistado</i>

Tabla 3. Requisito general maquina 2

0003	<i>Maquinaria a través de QR</i>
[Versión]	<nº versión> (<22/09/2020 >)
Descripción	<i>Por medio de un dispositivo móvil, a través de la cámara se mostrará la máquina seleccionada, su información y datos.</i>
Requisitos hijos	<ul style="list-style-type: none"> • <i>El código QR debe mostrar la máquina</i> • <i>La máquina deberá mostrar su información</i> • <i>El papel del QR debe ser colocado en una posición plana</i> • <i>El dispositivo móvil debe ser compatible con el QR</i>
[Importancia]	<importancia del requisito para el cliente>
[Prioridad]	<Es prioritario ya que se debe cumplir los requerimientos del proyecto>
Comentarios	<i>Es necesario un celular con buenas especificaciones ya que el QR no lee en celulares de gama baja</i>

Tabla 4. Requisito general maquinaria QR

0003	<i>Funcionalidad de la maquinaria sencilla e informativa</i>
[Versión]	<nº versión> (<22/09/2020 >)
Descripción	<i>La funcionalidad de la maquinaria estando en el entorno deberá ser clara y sencilla para el operador, mostrando su información, características y diseño.</i>
Requisitos hijos	<ul style="list-style-type: none"> • <i>El mensaje de funcionalidad</i> • <i>El mensaje de cómo operar</i> • <i>El mensaje de diseño de la máquina</i> • <i>El mensaje de la máquina se desplegará cuando la máquina se encienda</i> • <i>El mensaje debe cerrarse</i>
[Importancia]	<importancia del requisito para el cliente>

[Prioridad]	<i><Es prioritario ya que se debe cumplir los requerimientos del proyecto></i>
Comentarios	<i>Es necesario un celular con buenas especificaciones ya que el QR no lee en celulares de gama baja.</i>

Tabla 5. Requisito funcionalidad maquinaria sencilla e informativa.

11. Requerimientos no funcionales del sistema

Se muestran las especificaciones del software, como versiones, lenguajes que se usan en el código fuente. (Anexo 7. Plantilla análisis y diseño.)

Tabla 6. Requerimiento no funcional versiones de software

• 002	Código fuente
• 002	<i>19/08/2020</i>
• [Dependencias]	<i>Desarrollo de código en c# Entorno de desarrollo Visual Studio para realidad virtual</i>
• Descripción	<i>El sistema deberá crear el código del prototipo en c# ya que es compatible con unity</i>
• [Importancia]	<i>Alta</i>
• [Prioridad]	<i>Mejor compilación y rapidez</i>
• Comentarios	<i>Se diseñarán los modelos de maquinarias 3D</i>

Tabla 7. Requerimiento no funcional Código fuente

12. Interfaces.

Interfaz inicial en el entorno de entrenamiento.

En esta interfaz de inicio la cual se desarrolló mediante unity, contiene una imagen de portada para indicar al usuario de que trata el prototipo junto a sus botones funcionales.



Ilustración 1. Interfaz inicial

Entorno de realidad virtual en unity

Entorno en primera persona realizado en unity en donde nos muestra cómo el usuario va a interactuar y desplazarse por el lugar de entrenamiento, a medida que va avanzando se mostraran máquinas en las cuales él podrá interactuar, y aprender información sobre esta misma.



Ilustración 2. Entorno para entrenamiento

Vista panorámica en donde se muestra el entorno de simulación más detallado y en el cual la inmersión es más realista.



Ilustración 3. Entorno simulado

Objeto que hace referencia al avatar del operario dentro del entorno, la cámara está sujeta al movimiento que el operario realiza por medio de los controles de Oculus



Ilustración 4. Entorno de entrenamiento con cámara de usuario

Entorno de desarrollo con maquinaria de extracción petrolera y personajes que ambientan el escenario.

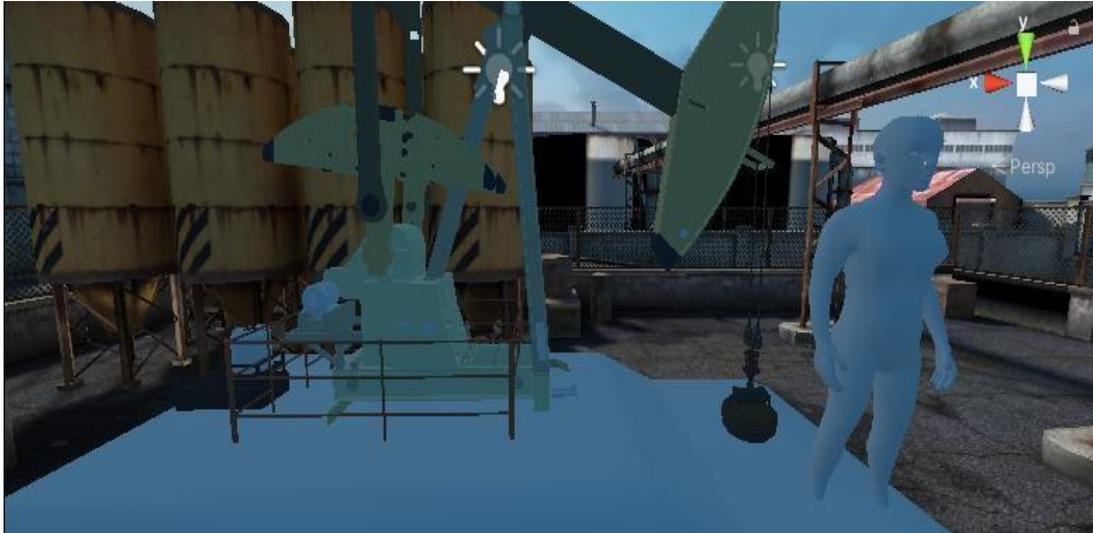


Ilustración 5. Maquinaria en el entorno.

Vista trasera de maquinaria de extracción petrolera



Ilustración 6. Vista trasera de la maquinaria.

13. Interfaces realidad aumentada (AR):

Interfaz de inicio aplicación de realidad aumentada:

La interfaz de inicio consta de unos botones en la parte lateral izquierda los cuales siempre estarán para desplazarse por los diferentes escenarios que tiene el proyecto. Esta pantalla será la de inicio y mostrará la estructura de la maquinaria. Una vez se descargue el APK de la aplicación, tendrá un botón en la parte superior derecha el cual permitirá devolverse a esta pantalla de inicio.

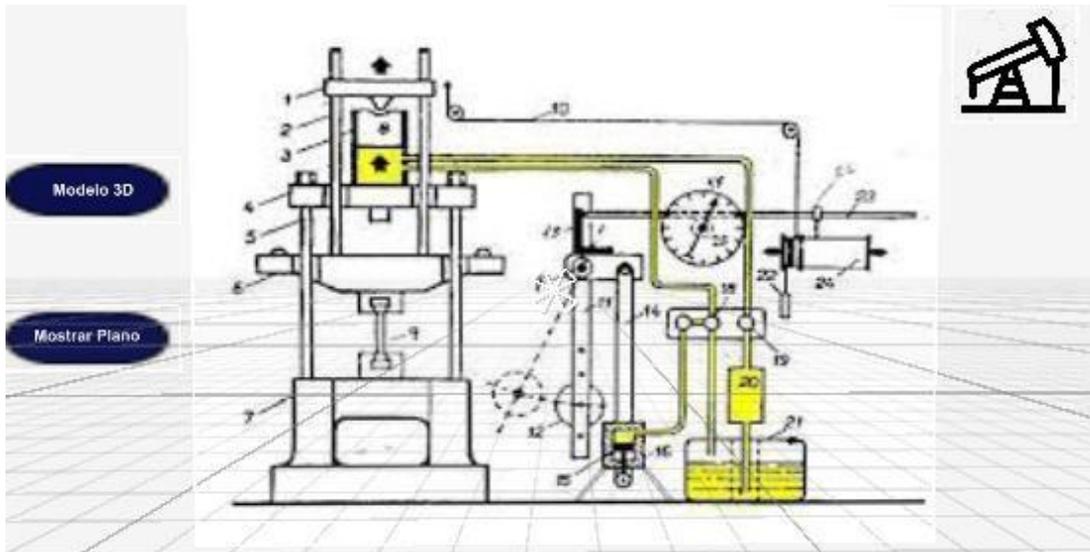


Ilustración 7. Interfaz de inicio de la maquinaria AR

Interfaz modelo de plano:

La interfaz de modelo de plano nos mostrará detalladamente las partes que conforman la maquinaria y el plano de su diseño, también incluirá los botones que sirve para desplazarse por el prototipo

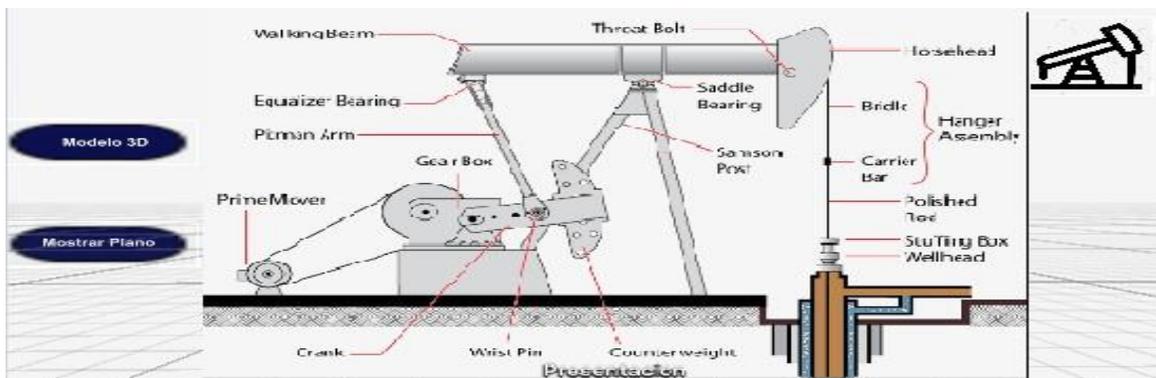


Ilustración 8. Interfaz del modelado AR

Interfaz escáner para visualización del modelo 3D:

Una vez le demos al botón de modelo 3D, este nos llevará a la cámara en donde nos permitirá escanear una imagen o código QR que nos mostrará la visualización del modelo 3D.

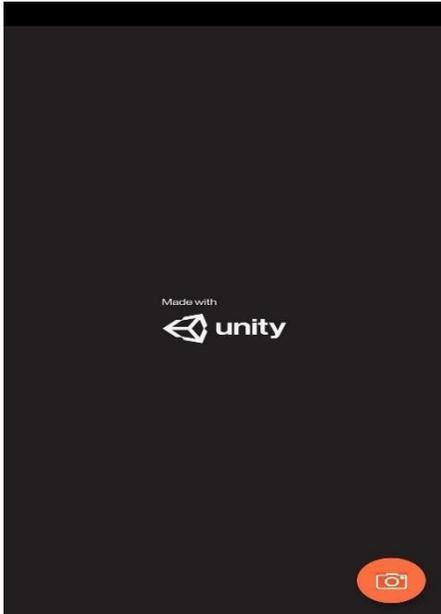


Ilustración 9. Interfaz escáner AR

Código Fuente realidad aumentada

Para utilizar Vuforia en nuestro proyecto de realidad aumentada tenemos que codificar la versión, añadir librerías y paquetes a nuestro proyecto para su uso correcto.

```

using System;
using System.IO;
using System.Linq;
using System.Text;
using UnityEditor;
using UnityEngine;

[InitializeOnLoad]
public class AddVuforiaEnginePackage
{
    const string VUFORIA_VERSION = "9.4.6";
    const string PACKAGE_KEY = "\\com.ptc.vuforia.engine\\";

    static readonly string sPackagesPath =
Path.Combine(Application.dataPath, "..", "Packages");
    static readonly string sManifestJsonPath = Path.Combine(sPackagesPath,
"manifest.json");

    static readonly ScopedRegistry sVuforiaRegistry = new ScopedRegistry()
    {
        name = "Vuforia",
        url = "https://registry.packages.developer.vuforia.com/",
        scopes = new[] { "com.ptc.vuforia" }
    };
};

```

Ilustración 10. Código RA vuforia en unity

Método de actualización y reconocimiento de paquetes de Vuforia.

```

static void UpdateManifest(Manifest manifest)
{
    AddRegistry(manifest, sVuforiaRegistry);
    SetVuforiaVersion(manifest);

    manifest.JsonSerialize(sManifestJsonPath);

    AssetDatabase.Refresh();
}

```

Ilustración 11. Código de paquetes de Vuforia

Dependencias y respuestas a los llamados desde la aplicación

```
static string DeserializeDependencies(string json)
{
    var startIndex = GetDependenciesStart(json);
    var endIndex = GetDependenciesEnd(json, startIndex);

    if (startIndex == INDEX_NOT_FOUND || endIndex ==
INDEX_NOT_FOUND)
        return null;

    var dependencies = json.Substring(startIndex, endIndex - startIndex);
    return dependencies;
}
```

Ilustración 12. Código de dependencias de Vuforia

Tamaños de modelo 3D

```
public override int GetHashCode()
{
    var hash = 17;

    foreach (var scope in scopes)
        hash = hash * 23 + (scope == null ? 0 : scope.GetHashCode());

    hash = hash * 23 + (name == null ? 0 : name.GetHashCode());
    hash = hash * 23 + (url == null ? 0 : url.GetHashCode());

    return hash;
}

[Serializable]
struct DependencyPlaceholder {}
}
```

Ilustración 13. Código de proporciones de modelos 3D

14. Código fuente

Código fuente del botón atrás

```
1  using System.Collections;
2  using System.Collections.Generic;
3  using UnityEngine;
4  using UnityEngine.SceneManagement;
5
6  public class BotonAtrasAcercade : MonoBehaviour
7  {
8      // Start is called before the first frame update
9      public void botonatras()
10     {
11         SceneManager.LoadScene("MenuSimulacion");
12     }
13
14     // Update is called once per frame
15     void Update()
16     {
17     }
18 }
19
20
```

Ilustración 14. Código fuente del botón atrás de la interfaz en unity.

Código fuente de hipervínculo

```
1  using System.Collections;
2  using System.Collections.Generic;
3  using UnityEngine;
4
5  public class Hipervinculo : MonoBehaviour
6  {
7
8      public string url = "https://www.youtube.com/watch?v=JMz2jQN5jb8";
9
10     public void abrirpagina () {
11
12         Application.OpenURL(url);
13     }
14
15     // Update is called once per frame
16     void Update()
17     {
18     }
19 }
20
21
```

Ilustración 15. Código fuente de hipervínculo de la interfaz en unity.

Código fuente menú opciones

```
1 using System.Collections;
2 using System.Collections.Generic;
3 using UnityEngine;
4 using UnityEngine.SceneManagement;
5
6 [Script de Unity | 0 referencias]
7 public class Opciones : MonoBehaviour
8 {
9     // 0 referencias
10    public void sonidoinicio()
11    {
12        SceneManager.LoadScene("Opciones");
13    }
14
15    // Update is called once per frame
16    [Mensaje de Unity | 0 referencias]
17    void Update()
18    {
19    }
20 }
21
```

Ilustración 16. Código fuente de menú opciones del escenario en unity.

Código fuente volumen escenario

```
1 using System.Collections;
2 using System.Collections.Generic;
3 using UnityEngine;
4 using UnityEngine.Audio;
5
6 [Script de Unity | 0 referencias]
7 public class VolumenSettings : MonoBehaviour
8 {
9     // Start is called before the first frame update
10    public AudioManager mixer;
11
12    // 0 referencias
13    public void SetLevel (float sliderValue)
14    {
15        mixer.SetFloat("MusicVolumen", Mathf.Log10(sliderValue) * 20) ;
16    }
17
18    // Update is called once per frame
19    [Mensaje de Unity | 0 referencias]
20    void Update()
21    {
22    }
23 }

```

Ilustración 17. Código fuente del volumen del escenario en unity.

Código personaje

```
1 using System.Collections;
2 using System.Collections.Generic;
3 using UnityEngine;
4
5 public class Controlador : MonoBehaviour
6 {
7
8     CharacterController characterController;
9
10
11     public Camera cam;
12
13     public float mouseHorizontal = 3.0f;
14     public float mouseVertical = 2.0f;
15     public float minRotacion = -65.0f;
16     public float maxRotacion = 60.0f;
17     float h_mouse, v_mouse;
18
19
20     public float walkSpeed = 6.0f;
21     public float runSpeed = 10.0f;
22     public float jumpSpeed = 8.0f;
23     public float gravity = 20.0f;
24
25     private Vector3 move = Vector3.zero;
26
27     void Start()
28     {
29         characterController = GetComponent<CharacterController>();
30     }
31
32
```

Ilustración 18. Código del personaje en el escenario en unity.

```
33 void Update()
34 {
35
36
37     h_mouse = mouseHorizontal * Input.GetAxis("Mouse x");
38     v_mouse += mouseVertical * Input.GetAxis("Mouse y");
39
40     v_mouse = Mathf.Clamp(v_mouse, minRotacion, maxRotacion);
41     cam.transform.localEulerAngles = new Vector3(-v_mouse, 0, 0);
42
43
44     if (characterController.isGrounded)
45     {
46
47
48         move = new Vector3(Input.GetAxis("horizontal"), 0.0f, Input.GetAxis("vertical"));
49
50         if (Input.GetKey(KeyCode.LeftShift))
51             move = transform.TransformDirection(move) * runSpeed;
52
53         else
54             move = transform.TransformDirection(move) * walkSpeed;
55
56         if (Input.GetKey(KeyCode.Space))
57             move.y = jumpSpeed;
58
59     }
60
61     move.y -= gravity * Time.deltaTime;
62
63     characterController.Move(move * Time.deltaTime);
64
65
66 }
```

Ilustración 19. Código fuente del movimiento de personaje en unity.

15. Creación maquinaria.

Vista del motor principal de la máquina en unity



Ilustración 20. Parte de la maquinaria

Vista del tanque de la máquina en unity

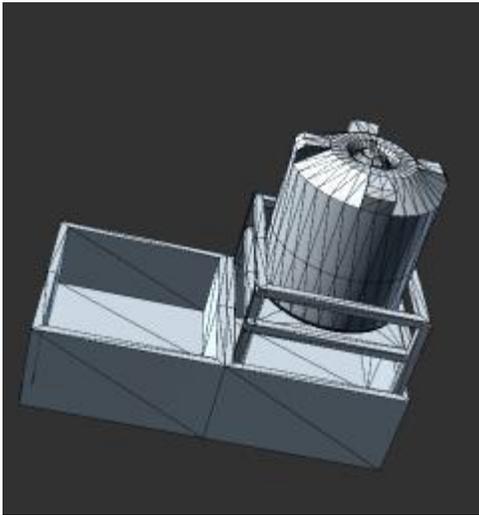


Ilustración 21. Parte de la maquinaria en unity

Vista cabecal de la máquina en unity



Ilustración 22. Parte de la maquinaria desarrollada.

Vista de la máquina preensamblada en Blender



Ilustración 23. Maquina preensamblada.

Vista de la parte trasera de la máquina terminada

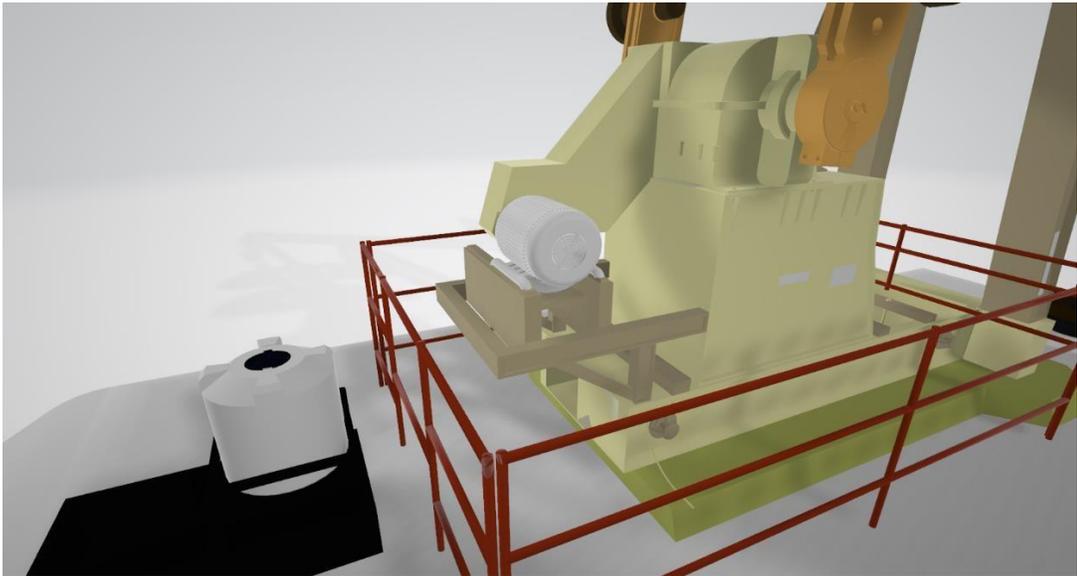


Ilustración 24. Parte trasera de la maquinaria

Vista de frente de la máquina terminada

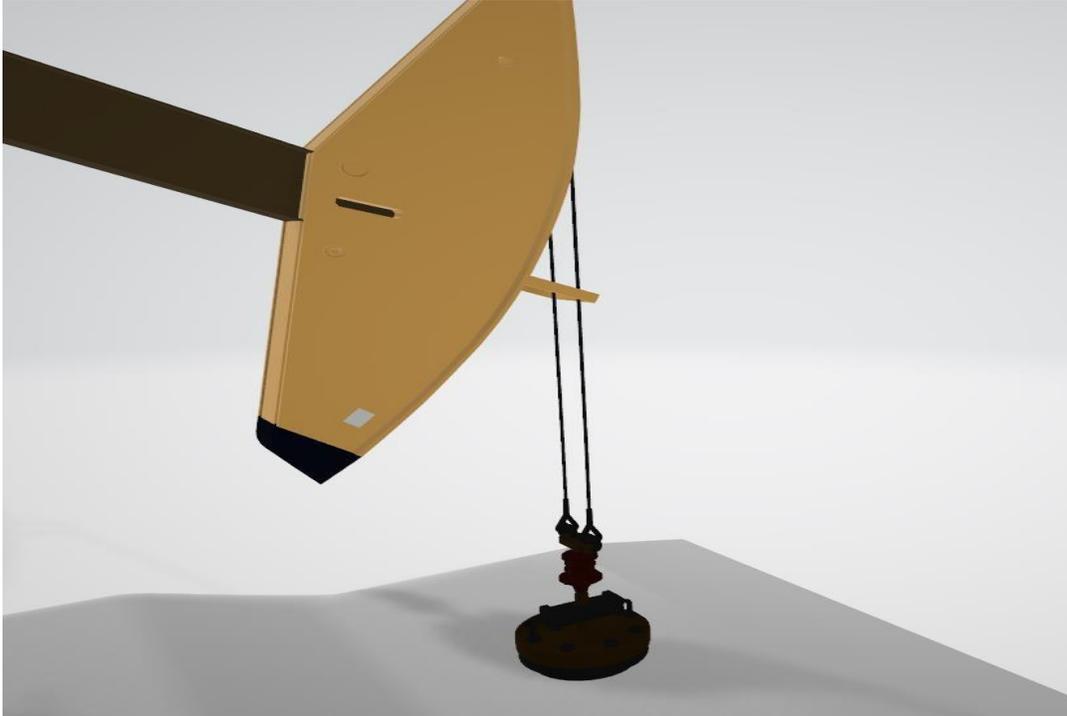


Ilustración 25. Vista delantera de la maquinaria.

Vista de lado de la máquina terminada

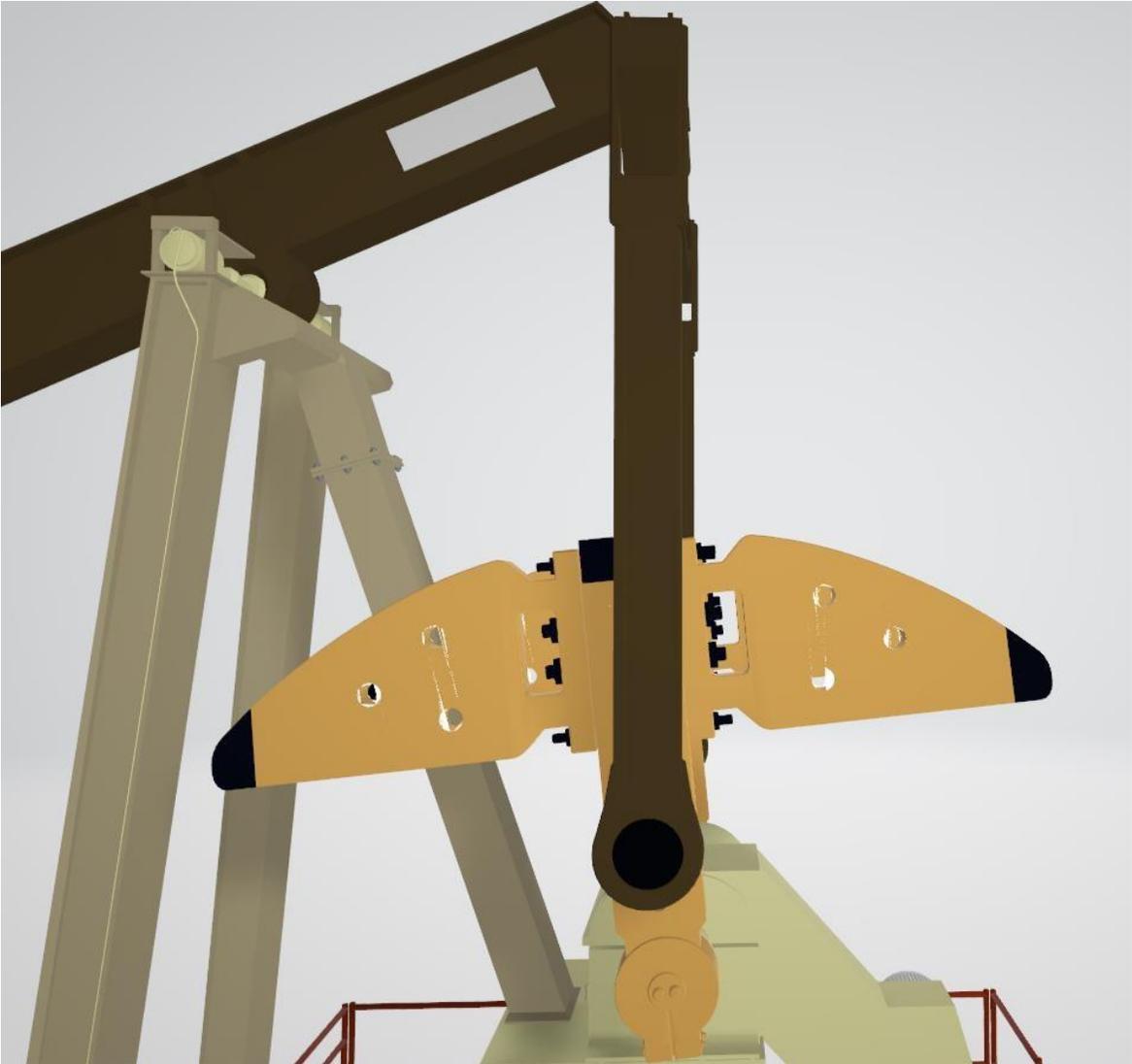


Ilustración 26. Vista lateral de la maquinaria

Maquina reflejada en realidad aumentada con Vuforia



Ilustración 27. Visualización de pre-maquinaria en Vuforia

Vista parte superior de la maquinaria en unity

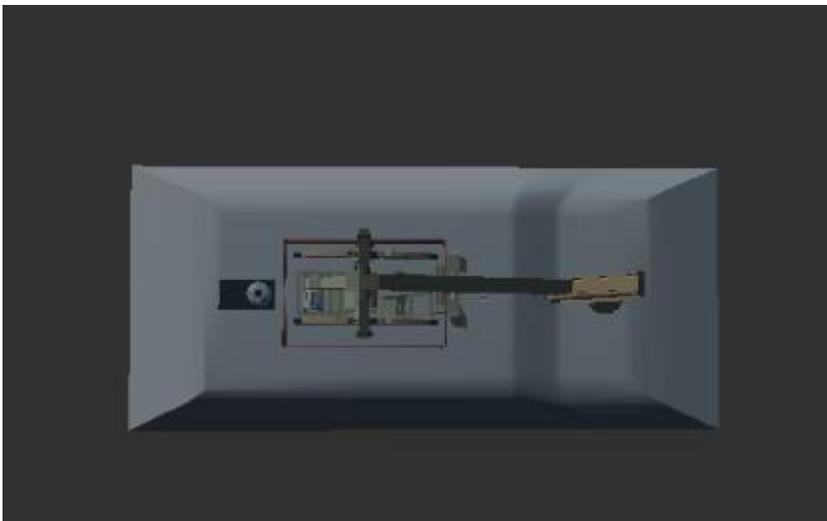


Ilustración 28. Vista superior de maquinaria.

Vista frontal de la maquinaria en unity

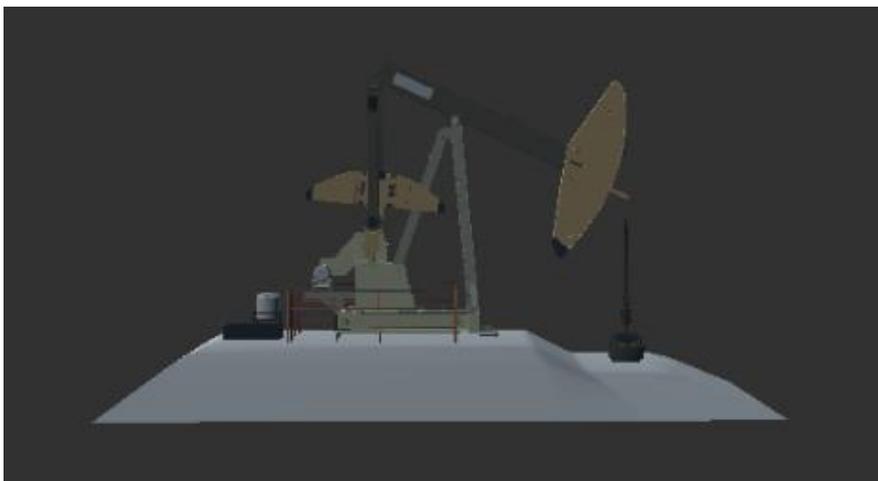


Ilustración 29. Vista frontal de la maquinaria.

16. MANUALES

Manual de usuario

En esta sección se encuentra el manual de usuario el cual es utilizado para guiar el usuario a través de prototipo. Posee sus respectivas imágenes con instrucciones para la fácil comprensión. (Anexo 8. Manual de usuario)



MANUAL TÉCNICO

ENTORNO DE ENTRENAMIENTO MEDIANTE REALIDAD AUMENTADA (AR) Y REALIDAD VIRTUAL (VR) PARA LA INSTRUCCIÓN A PERSONAL OPERATIVO DE PLANTAS PETROLERAS

Desarrolladores y diseñadores: Luis Angulo Campo, Diego Armando Vergel

Se creó este proyecto con el fin de mejorar el proceso de aprendizaje en los operarios para manipular diferentes tipos de maquinaria. Este tipo de aprendizaje se vuelve un factor importante debido a que una persona egresada posee todos los conocimientos teóricos pero muy poco del conocimiento práctico. Por eso software como Vuforia, Unity, Blender entre otras facilitan el desarrollo de ambientes virtuales para mejorar las competencias técnicas del operador.

El proyecto está constituido por dos herramientas, una de ellas basada y creada con realidad virtual y diseños 3D los cuales se trabajaron con softwares como Unity y Blender. La otra herramienta es la realidad aumentada la cual utiliza programas tales como Unity y Vuforia para su desarrollo. (Anexo 9. Manual tecnico)

17. Conclusiones

- Al trabajar con este proyecto se entendió que hay desempeños laborales en los que este tipo de tecnología puede cumplir una función muy importante, con el solo hecho de salvaguardar una vida y evitar exposiciones a peligros que se viven día a día en este tipo de ambientes, ya deja como enseñanza que proyectos como este deberían ser aplicados a muchas áreas en diferentes entornos de trabajo.
- El proyecto de entorno de realidad virtual y realidad aumentada para operarios de plantas petroleras se hizo con el fin de ayudar al personal operario a capacitarse en el uso de maquinarias de extracción de petróleo, mejorando la seguridad de los empleados y aportando en la innovación de la empresa.
- Una de las mayores ventajas del proyecto se enfatiza en la seguridad del personal, al estar en un ambiente controlado se evita accidentes laborales y exposiciones a peligros que conllevan estos trabajos en campo abierto, teniendo en cuenta que la seguridad en este tipo de plantas es algo prioritario.
- Este tipo de capacitaciones ofrece innovación y mejoras en la empresa que se aplique, ya que se están usando tecnologías las cuales brindan experiencias lo más reales posibles en entornos rústicos en los que se pensaba que la tecnología no podía hacer mayor cosa.
- Las enseñanzas con respecto a los lenguajes de programación usados y las plataformas de diseño y desarrollo lograron que la experiencia al realizar este trabajo sea muy gratificante, los conocimientos adquiridos y el aprendizaje que se adquirió es algo fundamental para el desarrollo profesional de todos los involucrados en el mismo

18. Trabajos a futuro

Este proyecto permite transformar la forma en la que las empresas como Ecopetrol (extracción petrolera) capacita a sus operarios, su funcionalidad puede ser mejorada y puede ser incorporada no solo para ambientes de extracción de petróleo sino también para trabajos que requieren altos niveles de seguridad. Las mejoras en versiones podrían partir de crear no solo escenarios de control para entrenamiento de personal, sino que también podría ser usada como una estadística la cual brindaría una base de datos en la que muestre el avance de los personajes en inducción., en donde permita hacer evaluaciones en el mismo escenario después de interactuar con el aplicativo, esto en cuestiones de realidad virtual. En realidad, aumentada las mejoras podrían partir de clasificar toda la maquinaria e inventario que se tenga, para un mayor orden y estructuración de este, brindaría una excelente alternativa que ahorraría dinero y muchos más aspectos dentro de una empresa.

19. Referencias

- Ecopetrol. (09 de 03 de 2016). *Aporte energía eléctrica*. Obtenido de <https://www.ecopetrol.com.co/wps/portal/es/ecopetrol-web/nuestra-empresa/sala-de-prensa/boletines-de-prensa/Boletines/Boletines/Ecopetrol-aporta-energia-electrica-pai>
- REWIND. (01 de enero de 2019). *Jaguar I Pace – Concept Launch*. Obtenido de <https://rewind.co/portfolio/jaguar-i-pace-concept-launch/>
- Solano, J. E. (12 de 03 de 2020). Entorno de entrenamiento para personal de nuevo ingreso. (L. A. Campo, Entrevistador)
- Technologies. (1 de marzo de 2020). *Realidad virtual*. Obtenido de <https://unity.com/es/unity/features/vr>
- Unity. (09 de 20 de 2019). *Unity*. Obtenido de <https://unity3d.com/es/unity/features/multiplatform/vr-ar>
- Vanguardia. (03 de 11 de 2017). *Falla eléctrica refinería*. Obtenido de <https://www.vanguardia.com/santander/barrancabermeja/falla-electrica-apago-plantas-en-refineria-BGVL414647>
- Brasil, I. S., Neto, F. M. M., Chagas, J. F. S., Monteiro, R., Souza, D. F. L., Bonates, M. F., & Dantas, A. (2011). An intelligent and persistent browser-based game for oil drilling operators training. *2011 IEEE 1st International Conference on Serious Games and Applications for Health, SeGAH 2011*. <https://doi.org/10.1109/SeGAH.2011.6165431>
- Da Cruz, L. C., & De Oliveira, J. C. (2016). A CAVE/Desktop Collaborative Virtual Environment for Offshore Oil Platform Training. *Proceedings - 18th Symposium on Virtual and Augmented Reality, SVR 2016*, 178–182. <https://doi.org/10.1109/SVR.2016.38>
- Espíndola, D., Silva, B., Weis, Á., Botelho, S., & Pereira, C. E. (2013). Mobile advanced visualization applied to oil and gas industry systems. *Proceedings - 2013 Symposium on Computing and Automation for Offshore Shipbuilding, NAVCOMP 2013*, 93–98. <https://doi.org/10.1109/NAVCOMP.2013.23>
- Figueredo, V., Dos Reis, A. V., Garcia, F., & Araujo, F. C. (2019). Virtual reality for agribusiness in the development of a maintenance simulator for agricultural machinery for senar goiás. *Proceedings - 2019 21st Symposium on Virtual and Augmented Reality, SVR 2019*, 17–19. <https://doi.org/10.1109/SVR.2019.00019>
- Hincapié, M., Caponio, A., Rios, H., & González Mendivil, E. (2011). An introduction to Augmented Reality with applications in aeronautical maintenance. *International Conference on Transparent Optical Networks*, 3–6. <https://doi.org/10.1109/ICTON.2011.5970856>
- Hou, L., Wang, Y., Wang, X., Maynard, N., Cameron, I., Zhang, S., & Maynard, Y.

- (2014). Combining photogrammetry and augmented reality towards an integrated facility management system for the oil industry. *Proceedings of the IEEE*, 102(2), 204–220. <https://doi.org/10.1109/JPROC.2013.2295327>
- Kaidong, Z. (2014). Design of 3D virtual reality reservoir models based on scene simulation of VP/OpenGL Technology. *Proceedings - 2014 5th International Conference on Intelligent Systems Design and Engineering Applications, ISDEA 2014*, 348–351. <https://doi.org/10.1109/ISDEA.2014.85>
- Kao, Y. C., Tsai, J. P., Cheng, H. Y., & Chao, C. C. (2010). Design and construction of a virtual reality wire cut electrical discharge machining system. *3CA 2010 - 2010 International Symposium on Computer, Communication, Control and Automation*, 2, 45–48. <https://doi.org/10.1109/3CA.2010.5533343>
- Lamounier, E., Lopes, K., Cardoso, A., Andrade, A., & Soares, A. (2010). On the use of Virtual and Augmented Reality for upper limb prostheses training and simulation. *2010 Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, EMBC'10*, 2451–2454. <https://doi.org/10.1109/IEMBS.2010.5626370>
- Li, H., & Zhao, X. G. (2010). Development of the three-dimensional interactive simulation system of oil depot based on VR and XML. *Proceedings - 2010 3rd IEEE International Conference on Computer Science and Information Technology, ICCSIT 2010*, 3, 499–501. <https://doi.org/10.1109/ICCSIT.2010.5564491>
- Mu, Z., Hu, Q., & Li, X. (2017). Analysis & design of virtual reality-based refinery enterprise storage tank yard accident simulation system. *Proceedings - 2017 International Conference on Smart Grid and Electrical Automation, ICSGEA 2017, 2017-Janua*, 443–445. <https://doi.org/10.1109/ICSGEA.2017.131>
- Peng Wang; Xiaoliang Bai; Mark Billingham; Shusheng Zhang; Dechuan Han; Hao Lv; Weiping He; Yuxiang Yan Xiangyu Zhang; Haitao Min. (2019). *An MR Remote Collaborative Platform Based on 3D CAD Models for Training in Industry. Proceedings of the IEEE* (Vol. 6). IEEE. <https://doi.org/10.3389/frobt.2019.00005>
- Santos, I., Dam, P., Arantes, P., Raposo, A., & Soares, L. (2016). Simulation Training in Oil Platforms. *Proceedings - 18th Symposium on Virtual and Augmented Reality, SVR 2016*, 47–53. <https://doi.org/10.1109/SVR.2016.18>
- Wan Abd Arif, W. N., Wan Ahmad, W. F., & Nordin, S. M. (2010). Applying Virtual Reality panorama simulation environment in technical communication. *Proceedings 2010 International Symposium on Information Technology - Visual Informatics, ITSIM'10*, 1. <https://doi.org/10.1109/ITSIM.2010.5561371>
- Wang, F., & Wang, H. (2010). Digital modeling and simulation of mechanical oil production system based on virtual experiment technology. *2010 International Conference on Networking and Digital Society, ICNDS 2010*, 1(2), 471–474. <https://doi.org/10.1109/ICNDS.2010.5479240>

Zhou, Y., Liu, W., He, Y., & Liu, X. (2019). Design of flash point and ignition point virtual teaching system. *Proceedings - 2019 International Conference on Virtual Reality and Intelligent Systems, ICVRIS 2019*, 9–12. <https://doi.org/10.1109/ICVRIS.2019.00010>

20. Anexos

- 1) Anexo 1. Tabla realidad virtual
- 2) Anexo 2. Tabla realidad aumentada
- 3) Anexo 3. Selección de las tecnologías
- 4) Anexo 4. Motores gráficos
- 5) Anexo 5. Lenguajes de programación
- 6) Anexo 6. Programas de modelado en 3D
- 7) Anexo 7. Plantilla análisis y diseño
- 8) Anexo 8. Manual de usuario
- 9) Anexo 9. Manual técnico

TABLA REALIDAD VIRTUAL		
TÍTULO	DESCRIPCIÓN	APORTE
<p>Simulation Training in Oil Platforms.</p> <p>Autores: Ismael Santos; Peter Dam; Pedro Arantes; Alberto Raposo; Luciano Soares.</p> <p>Año: 2016</p>	<p>Este artículo presenta una simulación mediante realidad virtual para la simulación y operación de una plataforma petrolera. Se desarrollan modelos en CAD para ser optimizados y vistos en tiempo real por el usuario en un entorno inmersivo.</p>	<p>Utilizan el motor de juego de Unity 3D la cual permite la interacción con objetos en tiempo real en un espacio inmersivo, la cual nos sirve para tener idea de cómo es la interacción entre el usuario y las máquinas virtuales y tener conocimiento de cómo hacer el modelamiento 3D.</p>
<p>Analysis & Design of Virtual Reality-Based Refinery Enterprise Storage Tank Yard Accident Simulation System</p> <p>Auto: Zhenhai Mu Guilin Univ. of Aerosp. Technol., Guilin, China ; Qinghui Hu; Xingfu Li</p>	<p>El proyecto trata sobre entornos de entrenamiento basado en la simulación virtual completamente la dificultad y el riesgo de los trabajos y el rescate de accidentes en los patios de tanques de almacenamiento, por lo que se adopta para</p>	<p>Este proyecta relacionado con entornos de entrenamiento, aunque no sea de extracción petrolera sino del manejo de los tanques de almacenamiento del crudo, es un Guía muy interesante a seguir porque nos brinda información de cómo el</p>

<p>Año: 2017</p>	<p>mejorar la capacidad de los alumnos para realizar operaciones correctas en sitios complicados, reforzar sus habilidades operativas, elevar sus niveles profesionales y mentales capacidad de adaptación, aumentar su eficiencia en el manejo de peligros complicados y hacer que se adapten a sus trabajos lo antes posible.</p>	<p>operario puede responder ante estas simulaciones de realidad virtual, muestra los diseños del entorno y la forma en que los trabajadores se comportan al recibir un entrenamiento como este, además nos dice que uno de sus principales objetivos es reducir los índices de accidentes en este tipo de labores.</p>
<p>Development of the three-dimensional interactive simulation system of oil depot based on VR and XML</p> <p>Autores: Li Heng; Zhao Xiao-gang</p> <p>Año: 2010</p>	<p>Este proyecto desarrollo modelados en 3D sobre cavernas petroleras, habla también sobre las perforaciones y realizan sus respectivos modelados en 3D, usan AR para la optimización de estos diseños, también hablan sobre detección de colisiones y propuestas a mejorar cuando el proyecto se transforme en algo físico.</p>	<p>Este proyecto nos servirá como guía ya que nos muestra la forma correcta en que podemos usar la tecnología AR y no dice que por medio de estos diseños podemos sacar información la cual nos puede ayudar con el mejoramiento del proyecto, además nos muestra la forma correcta en la que se extrae petróleo en un entorno simulado.</p>
<p>A CAVE/Desktop Collaborative Virtual Environment for Offshore Oil Platform Training</p> <p>Autores: Leonardo C. Da Cruz Inst. Mil. de Eng., Rio de Janeiro, Brazil; Jauvane C. De Oliveira</p> <p>Año: 2016</p>	<p>El proyecto presenta un CVE (Entornos Virtuales de Colaboración) que permite la comunicación entre un entorno de usuario inmerso (en una configuración CAVE) con una interfaz de entrenador que se ejecuta en una configuración de escritorio. La aplicación se centra en la capacitación en una</p>	<p>Este proyecto es muy interesante ya que nos muestra y aporta un entorno distinto en donde podemos hacer nuestros modelos, nos dice que nos brinda una simulación más realista y fácil de hacer, la experiencia inmersiva para el usuario es mayor lo cual hace que la simulación sea un poco más realista.</p>

	plataforma petrolera costera.	
<p>Digital modeling and simulation of mechanical oil production system based on virtual Experiment technology</p> <p>Autores: Wang Fuyu School of Management Science & Engineering, Anhui University of Technology, Maanshan, China ; Wang Heping</p> <p>Año: 2010</p>	<p>Este proyecto lleva a cabo el modelado digital y la simulación del sistema mecánico de producción de petróleo por MATLAB, para optimizar aún más los parámetros de mejora, esta información la saca por medio de encuesta que se les hicieron a los trabajadores y demás operarios para conocer el correcto funcionamiento y las fallas potenciales que tienen las diferentes maquinas usadas para la extracción del crudo, cabe decir que solo fue un experimento, pero arrojó resultados muy importantes.</p>	<p>Podemos usar este proyecto para guiarnos y saber cuáles son las potenciales fallas en las maquinarias que usan para la extracción del crudo, nos brindaría información valiosa que no tenemos y que nos servirá para complementar la investigación que estamos realizando, además también aplican entornos simulados y encuestas que hacen que la información plasmada en el documento sea más precisa.</p>
<p>Design of Flash Point and Ignition Point Virtual Teaching System</p> <p>Autores: Yucai Zhou Changsha University of Science and Technology ; Wang Liu; Yining He; Xin Liu</p> <p>Año: 2019</p>	<p>Este proyecto trata sobre una simulación sobre el manejo de fluidos y muestra el punto de inflamación y dominar los puntos de medición de este mismo, es para estudiantes y lo realizaron en Unity y su código este hecho en c#</p>	<p>Un proyecto como este es de gran importancia, a pesar de que no trabaja con algo relacionado con el petróleo, nos brindaría la información que necesitamos para el manejo correcto de la herramienta Unity, también nos muestra código hecho en c# que lo podríamos implementar en lo que queremos hacer.</p>
<p>Design of 3D Virtual Reality Reservoir Models Based on Scene</p>	<p>Se trata sobre un sistema que genera imágenes realistas, y los modelos 3D de yacimientos de</p>	<p>Es un proyecto interesante no solo porque la problemática en la que está basada tiene</p>

<p>Simulation of VP/OpenGL Technology</p> <p>Autores: Zheng Kaidong Sch. of Comput. Sci., Xi'an Shiyou Univ., Xi'an, China</p> <p>Año: 2014</p>	<p>petróleo en donde se pueden controlar y recorrer en tiempo real. También presenta las ideas básicas y los métodos de diseño del modelado de realidad virtual en 3D del yacimiento de petróleo basado en VP / OpenGL.</p>	<p>que ver con lo que deseamos hacer si no que muestra plataformas en las cuales se desarrolla este proyecto que nos pueden servir como guías de diseños, tecnologías que no habíamos escuchado y que se pueden usar con el debido entrenamiento.</p>
<p>Applying virtual reality panorama simulation environment in technical communication</p> <p>Autores: Wan Norazlinawati Wan Abd Arif; Wan Fatimah Wan Ahmad; Shahrina Md Nordin</p> <p>Año: 2010</p>	<p>Trata sobre un documento el cual ayuda en la calidad y la demanda con que se están haciendo los proyectos de VR, ayuda en el aprendizaje y la infraestructura correcta con que se deben trabajar estos proyectos, usan como herramienta un curso virtual en la producción de gas y petróleo.</p>	<p>Esto nos ayudará en el proyecto en la forma de organizarnos, ya que explica desde el principio, la teoría que tenemos que leer antes de empezar un proyecto como estos y la infraestructura correcta que debemos llevar para el uso adecuado de tecnologías VR.</p>
<p>Virtual Reality for Agribusiness in the Development of a Maintenance Simulator for Agricultural Machinery for Senar Goiás</p> <p>Autores: Victor Figueredo DOT Digital Group; Alessandro Vieira dos Reis; Fabiano Garcia; Fernando Couto Araújo</p> <p>Año: 2019</p>	<p>Es un proyecto que estudia un estudio de caso sobre un simulador diseñado para dar capacitación para el mantenimiento de maquinaria agrícola, se probaron en más 200 personas en una feria y se llegó a la conclusión que es muy útil y que su método de aprendizaje es muy eficaz.</p>	<p>Ese proyecto nos aportaría la forma en que trabajan la VR, ya que usan entornos simulado en donde la persona interactúa con la máquina en una simulación y además de eso le hacen cuestionarios para probar si de verdad aprendió algo al utilizarlo. Es muy parecido a lo que queremos hacer, solo que este proyecto lo aplica al mantenimiento de maquinaria agrícola.</p>

<p>Design and construction of a Virtual Reality wire cut Electrical Discharge Machining system</p> <p>Autores: Yung-Chou Kao Department of Mechanical Engineering, National Kaohsiung University of Applied Sciences, Kaohsiung City, Taiwan; Jo-Peng Tsai; Hsin-Yu Cheng; Chia-Chung Chao</p> <p>Año: 2010</p>	<p>El proyecto trata sobre un sistema de tutoría rentable que tiene los beneficios de mejorar los inconvenientes ineficientes y peligrosos en el funcionamiento de la máquina real. El sistema desarrollado puede proporcionar una aplicación efectiva en el entorno de educación y capacitación digital para académicos e industrias.</p>	<p>Este proyecto nos puede aportar la forma en la que logran que los entornos simulados sean lo más eficiente posibles, las diferentes herramientas que usan para capacitar a los empleados y los entornos de desarrollo en los que realizan dicho proyecto, es la misma idea del cual queremos hacer nosotros, pero aplicada a la industria de energías.</p>
<p>On the use of Virtual and Augmented reality for upper limb prostheses training and simulation.</p> <p>Autores: Edgard Lamounier; Kenedy Lopes; Alexandre Cardoso; Adriano Andrade; Alcimar Soares</p> <p>Año: 2010</p>	<p>Este artículo implementa técnicas de realidad virtual (VR) y de realidad aumentada (AR) para imitar las contrapartes naturales de las prótesis.</p>	<p>Este proyecto se relaciona como la utilización del entrenamiento para cirujanos a pacientes que necesitan ser operados guiada por realidad virtual, además de utilizar realidad virtual (VR) para la rehabilitación de personas que sufrieron algún tipo de cirugía, esto nos aporta como como se basa el entrenamiento en realidad virtual (VR) a personal que va a realizar arduas tareas para mejorar su conocimiento y así no equivocarse cuando lo haga práctico en la vida real. Además de como utilizan modelos 3D para el desarrollo de ejercicios prácticos que aporte a solucionar el</p>

		problema de dicha persona
<p>An Intelligent Agent-Based Virtual Game for Oil Drilling Operators Training</p> <p>Autores: Igor Saraiva Brasil; Francisco Milton Mendes Neto; José Ferdinandy Silva Chagas; Rodrigo Monteiro de Lima; Daniel Faustino Lacerda Souza; Mara Franklin Bonate; Andre Dantas</p> <p>Año: 2011</p>	<p>Este proyecto trata sobre un juego que simula una plataforma de perforación. En este juego, los jugadores están expuestos a diversas circunstancias en las que pueden ejercer su conocimiento sobre su trabajo y aprender qué hacer en eventos problemáticos. Se trabaja con tecnología AR y cuenta que entornos de simulación la cual ayuda al trabajador a capacitarse de una forma más precisa y segura, además se trabaja en entorno web lo cual facilita el uso de diferentes plataformas.</p>	<p>Este proyecto aplica una de las partes en donde más nos queremos concentrar, la cual es la capacitación del empleado frente a una situación de riesgo, además optimiza el peligro que puede tener un operario al ir a una práctica en un entorno físico, nos podemos guiar en la forma en que este juego interactúa con el operario para que el aprendizaje sea apropiado.</p>

Anexo 1. Tabla realidad virtual

TABLA REALIDAD AUMENTADA		
TÍTULO	DESCRIPCIÓN	APORTE
<p>An MR Remote Collaborative Platform Based on 3D CAD Models for Training in Industry.</p> <p>Autores: Peng Wang; Xiaoliang Bai; Mark Billingham; Shusheng Zhang; Dechuan Han; Hao Lv; Weiping He; Yuxiang Yan Xiangyu Zhang; Haitao Min</p> <p>Año: 2019</p>	<p>En este artículo se describe una nueva plataforma de colaboración remota de realidad mixta (MR) la cual utiliza modelos CAD en 3D para capacitar la industria manufacturera. Permite que un experto remoto en realidad virtual (VR) capacite a un trabajador local en una tarea de ensamblaje físico.</p>	<p>Nos aporta como moldear la maquinaria en 3D para poder capacitar al personal en un entorno cerrado y como se vería la maquinaria basada en realidad aumentada (AR).</p>
<p>Combining Photogrammetry and Augmented reality towards an Integrated Facility Management System for the Oil Industry.</p> <p>Autores: Lei Hou; Ying Wang; Xiangyu Wang; Nicoleta Maynard; Ian T. Cameron; Shaohua Zhang; Yi Jiao</p> <p>Año: 2014</p>	<p>Artículo acerca de un estudio investigativo para la aplicabilidad en la integración de tecnologías avanzadas como la virtualidad aumentada (AV) y la realidad aumentada (AR), el modelado de información de un servidor para facilitar las actividades FM de una refinería de petróleo.</p>	<p>Nos aporta cómo se integran las tecnologías en la industria petrolera, como es utilizado la virtualidad aumentada para el recorrido dentro de una sede petrolera y cómo mediante la realidad aumentada se pueden observar y operar máquinas de mantenimiento.</p>

<p>An introduction to Augmented Reality with applications in aeronautical maintenance.</p> <p>Autores: Mauricio Hincapié; Andrea Caponio; Horacio Rios; Eduardo González Mendívil.</p> <p>Año: 2011</p>	<p>Artículo basado en presentar ejemplos de aplicaciones en realidad aumentada (VR) y muestra la viabilidad de las soluciones de realidad aumentada (AR) destacando las ventajas que se pueden introducir. Se comentan los principales defectos de la realidad.</p>	<p>Nos aporta como la realidad aumentada (AR) es utilizada en un entorno de simulación para el entrenamiento de ensamblaje. Las ventajas y desventajas que esta tecnología posee a la hora que la vayamos a aplicar en nuestro proyecto.</p>
<p>Mobile Advanced Visualization Applied to Oil and Gas Industry Systems</p> <p>Autores: Danúbia Espíndola; Bernardo Silva; Átila Weis; Silvia Botelho; Carlos Eduardo Pereira</p> <p>Año: 2013</p>	<p>En este artículo se investiga la aplicación de técnicas de realidad virtual (VR) y mixta para la visualización de datos de los sistemas de automatización y mantenimiento de la industria del petróleo y el gas.</p>	<p>Se puede destacar como aporte, cómo es utilizada las realidades mixtas en las diferentes máquinas de mantenimiento de válvulas y poder observar en una escena 3D la logística de la planta.</p>

Anexo 2. Tabla realidad aumentada

Librería para RA		
Vuforia	Kudan AR	Wikitude
SDK Completo	Menos consumo de memoria en los dispositivos	Reconocimiento 2D y 3D
Reconocimiento 2D Y 3D	Soporte con OpenGL	Posee rastreo de localización
Soporta OpenGL	Mayor rapidez que otras librerías para RA	Aumento HTML
Licencia gratuita	Uso de características natural a comparación a rastreo	Estructura compatible con diferentes dispositivos como Smart Google Glass, Epson Moverio entre otras.
Poca documentación de uso	Manual de uso e infraestructura escasa	Versión de pago
Limitaciones con la versión libre	Limitación de la funcionalidad incorporada	

Anexo 3. Selección de las tecnologías

Motor Gráfico		
Unity	Unreal	CryEngine
Disponibilidad de documentación, manual y tutoriales en la página oficial	Es gratuito y es de código abierto	Posee una ventaja en la capacidad de creación de medioambiente
Posee una rapidez y versatilidad en prototipos	Calidad y potencia en apartados de iluminación, shaders y materiales	Mayor capacidad gráfica para imágenes y gráficos
Gran variedad para contenido de terceros	Gran cantidad de documentación y tutoriales	Su motor de iluminación tiene mejor optimización y resultados que otros
Facil integracion para uso móvil	Programación basada en nodos y componentes	Motor de código abierto y completo
Gran variedad y calidad de herramientas	Posee el sistema de blueprints	Es perfecto para equipos de desarrollo con presupuestos escasos
Mal optimización en creación de escenarios	Difícil aprendizaje con su lenguaje c++	Posee una mala documentación
Bugs en las diferentes versiones	Poca optimización en dispositivos móviles	Es difícil de entender debido a que se enfoca más a desarrolladores avanzados
Mala gestión de uso en la memoria y librerías a instalar	Estructura y conceptos confusos	Falta de materiales para un aprendizaje óptimo

Anexo 3. Motores Gráficos

Lenguaje de Programación		
C#	Javascript	Python
Orientado a objetos	Orientado a desarrollo WEB	Lenguaje orientado a objetos
Compatibilidad con unity para la creación de videojuegos	Su lenguaje es multiparadigma	Gran cantidad de frameworks para desarrollo web o móvil
Su motor es multiplataforma para ejecutar y exportar a móviles y consolas	Extensa y abundante documentación y tutoriales	Su lenguaje tipado y tipado dinámico
Se destaca por ser segura y tener extensibilidad para manejar los objetos	Se pueden añadir varios scripts como PHP y PERL entre otros	Es muy portable para el desarrollador
Ausencia de un IDE intuitivo	Es bastante limitado a la programación orientada a objetos	Malgaste de memoria RAM
Extensa documentación	Es difícil detectar errores a la hora de ejecutarse	Poco soporte para servidores basados en python
Diferente framework a la hora de ejecutar pruebas	Scripts vulnerables	Su rendimiento deja mucho que desear

Anexo 4. Lenguajes de programación

Modelado 3D		
Blender	Maya	AutoCAD
Su manejo es de software libre	Utilización de motores gráficos DirectX 11 y Maya DX11 Shader	Diseño más real y profesional
No se necesitan componentes costosos para su funcionamiento	Modelado de polígonos más rápidos que otros softwares de modelados 3D	Ritmo más ágil y fluido debido a sus comandos, menús y vistas intuitivas
Su código abierto	Mejores y nuevas herramientas para la creación de escenarios y modelos 3D	Multiplataforma con su opción AutoCAD 360
Posee un motor de juego internamente	Posee una dinámica y efectos para la creación de cabello, explosivos, líquidos entre otros	Se pueden filtrar la creación de objetos mediante características y propiedades
Extensas opciones para el modelamiento de objetos y escenarios	Facil creación de escenarios y creación de modelos	Posee propiedades físicas reales para los objetos 3D
No utiliza todos los núcleos del procesador	Versión paga	Versión paga altamente costosa
Su funcionamiento con polígonos mayores a 4 lados es estancado	Su línea de aprendizaje es más complejo para los principiantes	Requiere un software bastante alto para su utilización
Su interfaz y su aprendizaje es muy poca intuitiva		

Anexo 5. Motores gráficos para modelados 3D

Se escogieron las tecnologías anteriores debido a que eran las más propicias para nuestro desarrollo que llevamos a cabo. Vuforia para el desarrollo de realidad aumentada debido a que es una librería de unity gratis y de fácil manejo presentando muy pocos aspectos negativos para su uso. El lenguaje C# es el nativo para la creación de los objetos en RA, es el más compatible y el más utilizado. Unity es el software principal para llevar a cabo el proyecto, crear los escenarios y maquinarias, gracias a la universidad tenemos acceso a la sección premium para mejores y más amplias opciones para el desarrollo, es versátil y posee extensa documentación para su aprendizaje. Se escogió Blender para la creación de personajes ya que es de software libre, sus opciones de creación son extensas y su curva de aprendizaje es fácil.