

Prototipo de Sistema de Realidad Virtual como Herramienta de Apoyo para la Capacitación de Bomberos

Trabajo Terminal No.2020-A081

*Alumnos: Dávila Reyna Luis Fernando, Morales Valencia Rafael Enrique, *Orozco Zárate Jesús*

Director: Cifuentes Álvarez Alejandro Sigfrido

**email: orozcozaratejesus@gmail.com*

Resumen – El proyecto tiene como objetivo primordial el ofrecer una alternativa en la metodología de capacitación del personal del Departamento de Contraincendios de las Oficinas Centrales de Petróleos Mexicanos, utilizando la tecnología como una herramienta de apoyo, esto debido a que durante el proceso de investigación no se pudo identificar algún sistema parecido en el mercado nacional que esté al alcance de los bomberos del Departamento. El proyecto consiste en la proyección de una simulación de realidad virtual y el manejo de un control, todo esto para tener una experiencia más real sin la necesidad de exponer al personal a posibles accidentes y reduciendo el costo de las capacitaciones disponibles en el mercado nacional. La metodología empleada para el desarrollo del proyecto será OpenUP, esto debido al uso de iteraciones, esta nos ofrece una flexibilidad ante los posibles errores que se presenten.

Palabras Clave – capacitación de bomberos, realidad virtual, modelado 3D, simulación.

1. Introducción

El fuego ha sido una herramienta utilizada por el ser humano a lo largo de su historia, que le ha facilitado la vida en la elaboración de utensilios o en la cocción de alimentos, todo esto nos parece indicar que aparentemente lo tiene bajo control, pero no es así, es en ese momento que nace la figura del bombero.

El incendio es la ignición no controlada de materiales inflamables y explosivos, debido al uso inadecuado de sustancias combustibles, fallas en instalaciones eléctricas defectuosas y al inadecuado almacenamiento y traslado de sustancias peligrosas [1].

En el 2018 se obtuvo un registro de 1012 incendios en el país, la Ciudad de México fue uno de los estados más afectados por este tipo de siniestro, dejando un rango de edad de heridos acerca de: 0-12 años y de 20-64 años, el sexo masculino es quién más padece de lesiones en estos incidentes con el 66%. El 77% de los incendios no se conocen sus causas, pero por otra parte de los que sí se tienen conocimiento se obtuvieron las siguientes cifras: el 8% fueron por explosiones o fugas, 6% incendios eléctricos, 4% forestal o por quema de pastizal, 4% por polvorines o pirotecnia y el 1% por colisiones de vehículos [2].

El ser bombero tiene como propósito el salvar vidas, en segundo plano su trabajo está enfocado en la neutralización y prevención de cualquier siniestro, utilizando todos los medios y recursos disponibles lo mejor posible [3]. Un bombero debe de estar en constante capacitación y entrenamiento para el desarrollo de su labor de una manera eficaz, esto le permitirá detectar fácilmente algún riesgo que se encuentre en su área de trabajo, reduciendo el efecto que causaría un siniestro. Las técnicas y procedimientos que siguen los bomberos han mejorado a lo largo del tiempo, pero nunca es suficiente [4].

La profesión de bombero es en extremo riesgosa y más si no se está lo mejor capacitado, si bien en México no existe un registro público por parte del Consejo Nacional de Protección Contra Incendio (CONAPCI), Sistema Nacional de Protección Civil, Asociación Mexicana de Rociadores Automáticos Contra Incendios (AMRACI), Asociación Mexicana de Jefes de Bomberos, el Heroico Cuerpo de Bomberos de la Ciudad de México y el Departamento de Contraincendios de las Oficinas Centrales de Petróleos Mexicanos que hable de las principales causas de decesos en el cuerpo de bomberos, pero se puede tomar como referencia los datos de la Administración de Incendios de Estados Unidos para conocer el impacto de la falta de capacitación, ya que entre los años del 2001 al 2014, el 11% de las muertes de sus trabajadores estuvieron relacionadas con la capacitación del personal. Los 3 aspectos identificados causantes de las muertes fueron: el acondicionamiento físico, simulacros realizados y los ejercicios con fuego real [5].

La tecnología ha sido una herramienta que ha sido revolucionaria en la forma de cómo se hacen las cosas en la actualidad y en la capacitación del personal de las empresas no podría ser la excepción, es por ello que se decidió utilizar la tecnología en beneficio a un sector de la población que se encuentra en constante riesgo, como lo son los bomberos, para que puedan tener un entrenamiento sin algún riesgo que se pueda presentar en los ejercicios con fuego real o en alguna emergencia.

La realidad virtual se podría definir como un sistema computacional que genera representaciones del mundo real, sin que tenga ningún soporte físico y únicamente se genera en los dispositivos. Las simulaciones utilizando este tipo de tecnología generan escenarios, creando así un mundo virtual con el que el usuario puede interactuar por medio de los lentes y los controles de realidad virtual [6].

En la tabla 1. Se muestra los diferentes softwares que existen en el mercado internacional pero no es accesible para los bomberos del Departamento de Contraincendio de las Oficinas Centrales de Petróleos Mexicanos, sus características y el precio de cada una de ellas sea su caso.

SOFTWARE	CARACTERÍSTICAS	PRECIO EN EL MERCADO
LUDUS	<ul style="list-style-type: none"> Herramienta especialmente orientada al desempeño de cabos y sargentos. Se recrean virtualmente situaciones de extinción y salvamento. La simulación se enfoca en la toma pertinente de decisiones tácticas en una intervención [7]. 	---
FLAIM Trainer	<ul style="list-style-type: none"> Permite la realización de entrenamientos en situaciones y escenarios virtuales en los cuales existan riesgos de seguridad o cuyas características sean difíciles de reproducir por factores ambientales o legislativos. Incluye lentes de realidad aumentada, controles adaptados (“Manguera, en la cual mediante sensores se pueden manejar la presión de agua”) y equipo de seguridad. Variedad de escenarios adquiribles a través de una suscripción [8]. 	\$40, 000 AUD
ADMS-Fire	<ul style="list-style-type: none"> Simulaciones enfocadas en la capacitación de bomberos. Se recrean virtualmente situaciones como pueden ser: combatir incendios, practicar técnicas de ventilación o incluso para la búsqueda de personas atrapadas. Portabilidad es posible utilizarlo en cualquier salón. La configuración no toma mucho tiempo en realizarse [9]. 	---
FIREFIGHTER-VR	<ul style="list-style-type: none"> Simulador especializado para la recreación de incendios dentro de las fábricas. Proporciona una calificación al final de cada simulación con la finalidad de revisar el desempeño individual del personal y así hacer más fácil la retroalimentación El software cuenta con unos lentes de realidad virtual y guantes especiales 	1900 € por cada mes

	para rastrear los movimientos durante los ejercicios [10].	
--	--	--

Tabla 1. Resumen de productos similares

2. Objetivo

General

Desarrollar un prototipo de sistema de realidad virtual que permita una alternativa en la metodología de capacitación del personal de bomberos del Departamento de Contraincendios de las Oficinas Centrales de Petróleos Mexicanos, ubicados en la Ciudad de México, en el cual se realizará la proyección de un escenario.

Específicos

- Desarrollar un entorno virtual similar al lugar que se emplea durante el entrenamiento del personal.
- Permitir al usuario desenvolverse dentro de 3 situaciones fundamentales: acceso al inmueble siniestrado, combate al incendio y por último la salida del personal del inmueble de una manera segura.
- Crear un cuestionario con el fin de calificar el desempeño del usuario en la simulación.

3. Justificación

En el proceso de investigación se identificó que la metodología de capacitación del personal del Departamento de Contraincendios de las Oficinas Centrales de Petróleos Mexicanos, consiste en un curso en la ciudad de San Luis Potosí impartido por la Asociación Mexicana de Jefes de Bomberos, donde se les enseña en la parte teórica: la teoría del fuego, nudos, escaleras, extintores, mangueras y primeros auxilios; en la parte práctica se realizan simulacros para afinar técnicas, ejercicios con agua y por último ejercicios con fuego real. Es por esto que el proyecto está enfocado en dar una alternativa en la metodología de capacitación, agregando una etapa más en la parte práctica posterior a los simulacros, todo esto para un mejor desarrollo de las habilidades del personal.

En la actualidad el mantenimiento constante en la capacitación del personal es considerablemente costoso y por otra parte no se pueden realizar las prácticas en su mismo lugar de trabajo por lo que se deben de trasladar a otras instalaciones, durante el proceso de investigación se pudo identificar que existen sistemas en el mercado internacional pero estos no están al alcance de los bomberos del Departamento de Contraincendios de las Oficinas Centrales de Petróleos Mexicanos, es por ello que se decidió utilizar como una herramienta de apoyo a la tecnología simulando un escenario con realidad virtual, tomando en cuenta 3 situaciones fundamentales: acceso al inmueble siniestrado, combate al incendio y por último la salida del personal del inmueble de una manera segura.

4. Productos o Resultados esperados

1. Prototipo funcional del sistema
2. Manual de usuario y técnico
3. Archivo ejecutable de la simulación, la cual contiene las tres situaciones propuestos en un sólo escenario

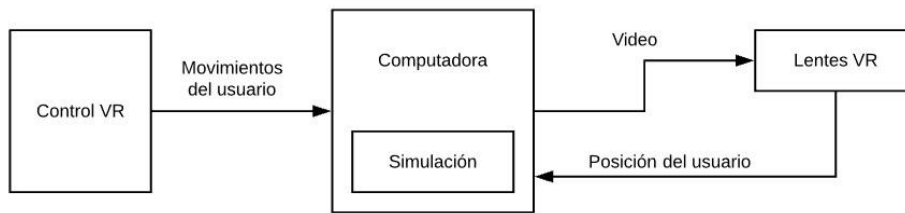


Figura 1. Diagrama a bloques del sistema

En el diagrama a bloques del sistema (Figura 1) se puede identificar que utiliza 2 periféricos. Uno de entrada a la que se le denomina Control VR, este será utilizado para el movimiento y acciones del usuario en la simulación, mandando los datos a la computadora que estará ejecutando la simulación.

El segundo periférico será de entrada/salida denominado como Lentes VR. A la hora de salida de datos: la simulación mandará la imagen del mundo virtual, mientras en la entrada datos: recibirá por medio del giroscopio el posicionamiento de la cámara, dándole al usuario una experiencia más real.

Módulos del Sistema:

- **Modelado 3D:** En este módulo se contendrá todo lo referente a la construcción del espacio virtual utilizado en la simulación ya que aquí encontraremos lo referente al modelado del escenario, el uso de colores y matices de las texturas con la intención de recrear de la mejor manera posible, para así ofrecer una experiencia más real y de igual manera delimitar la superficie explorable.
- **Entidad que representa al usuario:** El usuario será un objeto que tendrá una vista situada a una altura concreta para hacer la función de “ojos”, así como el modelado de su perspectiva en primera persona.
- **Acciones del usuario mediante periféricos de entrada:** Se establecerá la comunicación con el control, así como las acciones que realiza la entidad que representa al usuario al hacer uso de este periférico, como lo son el movimiento y la manipulación de la manguera virtual. De igual manera se calibrará la cámara para que el usuario pueda mover su vista ofreciendo una experiencia en 360° como lo que se encontrará en un futuro en su trayectoria profesional.
- **Animaciones:** Este módulo será encargado como su nombre lo dice animar y darle vida a la simulación y acciones tomadas por el usuario.
- **Evaluación de la simulación:** Finalmente una vez acabada la simulación el usuario entrará a este módulo en el cual se le evaluará mediante una serie de preguntas para valorar el funcionamiento del personal.

5. Metodología

La metodología que se utilizará para la elaboración del proyecto es Open Unified Process (OpenUP) el cual es un proceso y método de desarrollo de licencia libre elaborado por la Fundación Eclipse. Consiste en micro-incrementos en los cuales se enfoca cada uno en un componente en particular del sistema. La ventaja es que nos brinda flexibilidad durante el proceso de desarrollo mediante la evaluación y retroalimentación de los resultados obtenidos al final de cada iteración y decidir si se quiere modificar el producto o si nos podremos basar en este para comenzar con la siguiente iteración [11].

El ciclo de vida de las iteraciones en OpenUP (Figura 2) consiste en:

- **Planeación de la iteración:** en esta parte se organizan las tareas que se van a realizar durante la iteración, este proceso dura unas cuantas horas.
- **Planeación y arquitectura inicial:** Después de la planeación de la iteración, durante aproximadamente dos días se vuelven a revisar las tareas propuestas para agregar o remover algunas de ellas y se construye un boceto de la arquitectura de la parte del sistema que se implementará.
- **Construcción semanal:** mediante micro incrementos se empiezan a realizar las labores que se establecieron durante las dos etapas anteriores, en estos también se incluye la corrección de errores. Cada semana se compila lo que se ha trabajado en el micro incremento.

- Revisión de la iteración o retrospectiva: Finalmente se examina todo el trabajo hecho en la iteración y se tiene una retrospectiva en la cual se evalúa el desempeño del equipo durante el proceso de trabajo y se sugieren ideas para que no surjan los problemas o dificultades que hubo en esta iteración.

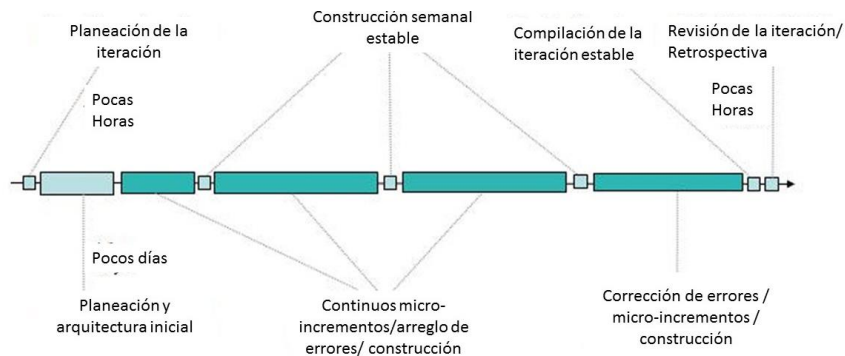


Figura 2. Ciclo de vida de la Iteración en OpenUP [11].

Las iteraciones propuestas son las siguientes:

0. Iteración: Inicial

Objetivo: En esta primera iteración se contempla la primera reunión con el Director de Trabajo Terminal para la asignación de roles, determinar un rumbo certero del proyecto, teniendo en cuenta las observaciones de todas las sinodales. Estableciendo los siguientes puntos:

- Reunión inicial con Director de Trabajo Terminal.
- Asignación de Roles.
- Planificación de actividades de cada iteración.

1. Iteración: Análisis

Objetivo: En esta iteración se empieza con la investigación del tema, junto con la planeación del sistema desarrollando los diagramas correspondientes para la construcción adecuada.

Desarrollo:

- Investigación Inicial
- Planificación del Sistema
- Obtención de Requerimientos
- Elaboración de Diagramas

Pruebas:

- Realizar análisis riguroso de todos los componentes planeados.

Retroalimentación y Corrección de Errores: En caso de detectar un error en esta etapa se regresará al desarrollo, observando y corrigiendo la parte que ha sido mal planificada.

Entrega de Producto:

- Documentación adecuada describiendo cada uno de los puntos.
- Realizar una junta con Director de Trabajo Terminal.

2. Iteración: Modelado del Escenario

Objetivo: En esta iteración se iniciará con la identificación y planeación del modelado del escenario que se ocupará el personal del Departamento de Contraincendios de las Oficinas Centrales de Petróleos Mexicanos.

Desarrollo:

- Análisis del lugar de entrenamiento.
- Diseño del lugar de entrenamiento.
- Desarrollo y programación del modelo.

Pruebas:

- Someter a una serie de ensayos en computadora.
- Someter a ensayos en la presencia del Director de Trabajo Terminal.

Retroalimentación y Corrección de Errores: Identificar los errores que se presentaron en las pruebas, realizar una documentación que incluya los comentarios del Director de Trabajo Terminal para así regresar a la sección de desarrollo para revisar y realizar las correcciones pertinentes.

Entrega de Producto:

- Archivo de modelado.
- Documentación describiendo cada proceso de esta iteración.
- Realizar junta con Director de Trabajo Terminal.

3. Iteración: Establecimiento de Comunicación de la Simulación a los Lentes

Objetivo: Analizar los productos, lentes de realidad virtual, que se encuentren en el mercado identificando las características que se adecuen a nuestras necesidades.

Desarrollo:

- Análisis de producto a utilizar (Lentes)
- Análisis de comunicación con lentes.
- Desarrollo de comunicación.

Pruebas:

- Ensayos con los integrantes del equipo.
- Ensayos en presencia del Director de Trabajo Terminal.
- Ensayos con el personal del Departamento de Contraincendios de Petróleos Mexicanos.

Retroalimentación y Corrección de Errores: Identificación de los errores, realizar una documentación que establezca los errores con la retroalimentación obtenida por cada una de las personas que se involucraron con esta etapa, realizar de nuevo la iteración.

Entrega de Producto:

- Archivo del modelado
- Documentación describiendo cada proceso de esta iteración.
- Realizar junta con Director de Trabajo Terminal.

4. Iteración: Establecimiento de Comunicación de la Simulación con los Controles

Objetivo: Analizar los productos, controles, que se encuentren en el mercado identificando las características que se adecuen a nuestras necesidades.

Desarrollo:

- Análisis de producto a utilizar (Control)
- Análisis de comunicación con control.
- Desarrollo de comunicación.

Pruebas:

- Ensayos con los integrantes del equipo.
- Ensayos en presencia del Director de Trabajo Terminal.
- Ensayos con el personal del Departamento de Contraincendios de Petróleos Mexicanos.

Retroalimentación y Corrección de Errores: Identificación de los errores, realizar una documentación que establezca los errores con la retroalimentación obtenida por cada una de las personas que se involucraron con esta etapa, realizar de nuevo la iteración.

Entrega de Producto:

- Archivo del modelado
- Documentación describiendo cada proceso de esta iteración.
- Realizar junta con Director de Trabajo Terminal.

5. Iteración: Unión de Componentes

Objetivo: Realizar la unión de los componentes de las últimas dos iteraciones para un funcionamiento correcto, obtener una experiencia más real.

Desarrollo:

- Análisis de comunicación con los lentes.
- Análisis de comunicación con los controles.
- Desarrollo de comunicación entre ambos.

Pruebas:

- Ensayos con los integrantes del equipo.
- Ensayos en presencia del Director de Trabajo Terminal.
- Ensayos con el personal del Departamento de Contraincendios de Petróleos Mexicanos.

Retroalimentación y Corrección de Errores: Identificación de los errores, realizar una documentación que establezca los errores con la retroalimentación obtenida por cada una de las personas que se involucraron con esta etapa, realizar de nuevo la iteración.

Entrega de Producto:

- Archivo del modelado
- Documentación describiendo cada proceso de esta iteración.
- Realizar junta con Director de Trabajo Terminal.

6. Iteración: Elaboración de Cuestionario para Evaluar al Personal

Objetivo: En esta iteración se realizará un cuestionario para la evaluación del personal del Departamento de Contraincendios de Petróleos Mexicanos, obteniendo de igual manera comentarios de mejora.

Desarrollo:

- Análisis de cuestionarios ya existentes para la evaluación del personal.

- Diseño del cuestionario que se utilizará para este proyecto en específico.
- Análisis del cuestionario con el director

Pruebas:

- Aplicación del cuestionario al personal de bomberos.

Retroalimentación y Corrección de Errores: Identificación de errores, obtener y documentar los comentarios que nos proporcionen el personal de bomberos, regresar a la parte de desarrollo para mejorar y realizar de nuevo la iteración.

Entrega de Producto:

- Cuestionario
- Documentación describiendo cada proceso de esta iteración.
- Realizar junta con el Director de Trabajo Terminal.

7. Iteración: Prueba Final

Objetivo: Someter a un ensayo final para determinar el correcto funcionamiento de todos los componentes en conjunto, analizando los datos recabados en las pruebas.

Desarrollo:

- Revisión de simulación.
- Calibración de dispositivos.

Pruebas:

- Ensayo con personal del Departamento de Contraincendios de Petróleos Mexicanos.

Retroalimentación y Corrección de Errores: Obtención resultados, recolección de la retroalimentación que nos puedan proporcionar el personal que hizo las pruebas, identificación de errores, corrección de errores y puntos de mejora, realizar de nuevo la iteración.

Entrega de Producto:

- Archivo de la simulación.
- Documentación final.
- Realizar junta con el Director de Trabajo Terminal.

6. Cronograma

CRONOGRAMA Nombre del Alumno: Dávila Reyna Luis Fernando

Título de TT: Prototipo de Sistema de Realidad Virtual como Herramienta de Apoyo para la Capacitación de Bomberos

Número de Iteración	Nombre	Actividad	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
Iteración 0	Inicial	Reunión inicial con el director											
		Asignación de Roles											
		Planificación de actividades de cada iteración											
Iteración 1	Análisis	Investigación inicial											
		Planificación del sistema											
		Obtención de requerimientos											
		Elaboración de Diagramas											
		Análisis riguroso de todos los componentes planeados											
		Evaluación Trabajo terminal 1											
Iteración 2	Modelado del escenario	Análisis del lugar de entrenamiento											
		Diseño del lugar de entrenamiento											
		Desarrollo y programación del modelo											
		Someter a una serie de ensayos en computadora											
		Someter a ensayos en la presencia del director de trabajo terminal											
Iteración 4	Establecimiento de comunicación de la	Análisis de producto a utilizar											
		Análisis de comunicación con control											

	simulación con los controles	Desarrollo de comunicación											
		Ensayos con los integrantes											
		Ensayos en presencia del director de trabajo terminal											
		Ensayos con el personal del departamento de contraincendios de Petróleos Mexicanos											
Iteración 5	Unión de componentes	Análisis de comunicación con los lentes											
		Análisis de comunicación con los controles											
		Desarrollo de comunicación entre ambos											
		Ensayos con los integrantes del equipo											
		Ensayos en presencia de director de trabajo terminal											
		Ensayos con el personal del departamento de contraincendios de Petróleos Mexicanos											
Iteración 7	Prueba Final	Revisión de simulación											
		Calibración de dispositivos											
		Ensayos con el personal del departamento de contraincendios de Petróleos Mexicanos											
		Evaluación trabajo terminal 2											

CRONOGRAMA Nombre del Alumno: Morales Valencia Rafael Enrique

Título de TT: Prototipo de Sistema de Realidad Virtual como Herramienta de Apoyo para la Capacitación de Bomberos

Número de Iteración	Nombre	Actividad	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
Iteración 0	Inicial	Reunión inicial con el director											
		Asignación de Roles											
		Planificación de actividades de cada iteración											
Iteración 1	Análisis	Investigación inicial											
		Planificación del sistema											
		Obtención de requerimientos											
		Elaboración de Diagramas											
		Análisis riguroso de todos los componentes planeados											
		Evaluación Trabajo terminal 1											
Iteración 2	Modelado del escenario	Análisis del lugar de entrenamiento											
		Diseño del lugar de entrenamiento											
		Desarrollo y programación del modelo											
		Someter a una serie de ensayos en computadora											
		Someter a ensayos en la presencia del director de trabajo terminal											
Iteración 3	Establecimiento de comunicación de la simulación con los lentes	Análisis de producto a utilizar											
		Análisis de comunicación con lentes											
		Desarrollo de comunicación											
		Ensayos con los integrantes											

		Ensayos en presencia del director de trabajo terminal												
		Ensayos con el personal del departamento de contraincendios de Petróleos Mexicanos												
Iteración 6	Elaboración de cuestionario para evaluar al personal	Análisis de cuestionario ya existentes para la evaluación del personal												
		Diseño del cuestionario que se utilizará para este proyecto en específico												
		Análisis del cuestionario con el director de trabajo terminal												
		Aplicación del cuestionario al personal de bomberos												
Iteración 7	Prueba Final	Revisión de simulación												
		Calibración de dispositivos												
		Ensayos con el personal del departamento de contraincendios de Petróleos Mexicanos												
		Evaluación trabajo terminal 2												

CRONOGRAMA Nombre del Alumno: Orozco Zárate Jesús

Título de TT: Prototipo de Sistema de Realidad Virtual como Herramienta de Apoyo para la Capacitación de Bomberos

Número de Iteración	Nombre	Actividad	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
Iteración 0	Inicial	Reunión inicial con el director											
		Asignación de Roles											
		Planificación de actividades de cada iteración											
Iteración 1	Análisis	Investigación inicial											
		Planificación del sistema											
		Obtención de requerimientos											
		Elaboración de Diagramas											
		Análisis riguroso de todos los componentes planeados											
		Evaluación Trabajo Terminal 1											
Iteración 2	Modelado del escenario	Análisis del lugar de entrenamiento											
		Diseño del lugar de entrenamiento											
		Desarrollo y programación del modelo											
		Someter a una serie de ensayos en computadora											
		Someter a ensayos en la presencia del director de trabajo terminal											
Iteración 4	Establecimiento de comunicación de la simulación con los controles	Análisis de producto a utilizar											
		Análisis de comunicación con control											
		Desarrollo de comunicación											
		Ensayos con los integrantes											

		Ensayos en presencia del director de trabajo terminal												
		Ensayos con el personal del departamento de contraincendios de Petróleos Mexicanos												
Iteración 6	Elaboración de cuestionario para evaluar al personal	Análisis de cuestionario ya existentes para la evaluación del personal												
		Diseño del cuestionario que se utilizará para este proyecto en específico												
		Análisis del cuestionario con el director de trabajo terminal												
		Aplicación del cuestionario al personal de bomberos												
Iteración 7	Prueba Final	Revisión de simulación												
		Calibración de dispositivos												
		Ensayos con el personal del departamento de Contraincendios de Petróleos Mexicanos												
		Evaluación Trabajo Terminal 2												

7. Referencias

- [1] Protección Civil. (2019) “¿Qué es un incendio?”. Poder Judicial de la Ciudad de México. [En Línea] Disponible en: https://www.poderjudicialcdmx.gob.mx/proteccion_civil/incendio/ [Accedido: 28 de septiembre del 2020]
- [2] El Centinela. (2018). “Incendimetro 2018: Incendios en México durante el 2018”. Revista Contraincendio. [En Línea] Disponible en: <https://revistacontraincendio.com/2019/02/08/incendimetro-2018/> [Accedido: 28 de septiembre del 2020]
- [3] Antonio Peinado Moreno. (2003). “Manual S.E.P.E.I de Bomberos. Curso de Iniciación y Reciclaje”. Libros en la Red. [Documento PDF]. Disponible en: <https://www.dipualba.es/publicaciones/LibrosPapel/LibrosRed/Actuales/Libros/SEPEI.pdf> [Accedido: 18 de febrero del 2020]
- [4] Asociación Mexicana de Jefes de Bomberos. (2002). “Manual del Curso de Actualización para Bomberos Industriales y Municipales”. Asociación Mexicana de Higiene y Seguridad. 1º Edición.
- [5] Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional. (2017) “Prevención de muertes y lesiones de bomberos durante los ejercicios de capacitación”. Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades. [En línea] Disponible en: https://www.cdc.gov/spanish/NIOSH/docs/wp-solutions/2017-113_sp/default.html [Accedido: 19 de febrero del 2020].
- [6] Facultad de Informática de Barcelona. (2020). “Realidad Virtual”. Retro Informática. El pasado del futuro. [En Línea] Disponible en: <https://www.fib.upc.edu/retro-informatica/avui/realitatvirtual.html> [Accedido: 19 de febrero del 2020].
- [7] LUDUS. “Simulador para Servicios de Bomberos. Simulador de Incendios”. LUDUS. [En línea] Disponible en: <https://www.ludus-vr.com/portfolio/bomberos/> [Accedido: 20 de febrero del 2020].
- [8] FLAIM. (2019) “FLIAM SYSTEMS. Train Virtually, Experience Reality” FLAIM SYSTEMS. [En línea] Disponible en: <https://www.flaimsystems.com/> [Accedido: 20 de febrero del 2020].
- [9] ETC Simulation. (2020) “ADMS-Fire”. Simulation Training Systems. [En línea] Disponible en: <https://www.trainingfordisastermanagement.com/products/adms-fire/> [Accedido: 21 de febrero del 2020].
- [10] FIREFIGHTER VR. “FIREFIGHTER VR. The Training Experience” FIREFIGHTER VR. [En Línea] Disponible en: <https://www.firefightervr.de/vr-training.html> [Accedido: 21 de febrero del 2020]
- [11] OpenUP. (2020) “Concept: Iteration Lifecycle”. Eclipse Process Framework Composer. [En línea]. Disponible en: <http://www.utm.mx/~caff/doc/OpenUPWeb/> [Accedido: 25 de febrero del 2020].

8. Alumnos y Directores

Dávila Reyna Luis Fernando.- Alumno de la carrera de Ing. en Sistemas Computacionales en ESCOM, Especialidad Sistemas, Boleta: 2016350124, Teléfono: 5549445923, email: rap_elite99@hotmail.com.

Firma: _____

Morales Valencia Rafael Enrique.- Alumno de la carrera de Ing. en Sistemas Computacionales en ESCOM, Especialidad Sistemas, Boleta: 2017631091, Teléfono: 5535524156, email: rafaelemv0310@gmail.com.

Firma: _____

Orozco Zárate Jesús.- Alumno de la carrera de Ing. en Sistemas Computacionales en ESCOM, Especialidad Sistemas, Boleta: 2017631181, Teléfono: 5584522522, email: orozcozaratejesus@gmail.com.

Firma: _____

Cifuentes Álvarez Alejandro Sigfrido.- M. en C. Ingeniería de Sistemas. Áreas de interés: desarrollo móvil, inteligencia artificial. Teléfono: 5566109357, email: avionica@hotmail.com.

Firma: _____

CARÁCTER: Confidencial
FUNDAMENTO LEGAL: Artículo 11 Fracc. V y Artículos 108, 113 y 117 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.
PARTES CONFIDENCIALES: Número de boleta y teléfono.

