



**PROGRAMA DE ACREDITACIÓN Y FINANCIAMIENTO DE PROYECTOS
DE INVESTIGACIÓN**

**FORMULARIO PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL
(Convocatoria Resol UNDEF N° 30/2021)**

1. DATOS GENERALES

N° de Expediente UNDEF: 268 / 2020.

UNIDAD ACADÉMICA: Facultad del Ejército – Colegio Militar de la Nación.

TÍTULO DEL PROYECTO: Mesa de Arena de Realidad Aumentada.

DIRECTOR DEL PROYECTO:

Nombre y Apellido: Martín Manuel Calvo Rey.

DNI:

Teléfono/Fax:

E-mail:

2. PERÍODO DE EJECUCIÓN

Desde: Mayo 2021.

Hasta: Abril 2022.

3. RESUMEN DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO

El propósito de este proyecto es generar una propuesta tecnológica innovadora, que facilite el adiestramiento táctico operacional y el apoyo a la impartición de órdenes, basada en aplicaciones de relevamiento y visualización 3D en una mesa de arena de realidad aumentada. Brindando al usuario la oportunidad de crear escenarios donde se pretende practicar operaciones militares.

Mediante este trabajo, se logró alcanzar el objeto de actualizar los adiestradores tácticos mediante la instalación de una mesa de arena de realidad aumentada en el Adiestrador Táctico del Colegio Militar de la Nación, a partir del desarrollo de un prototipo e implementando tecnología de captura de movimientos, realidad aumentada y herramientas didácticas digitales.

Para el desarrollo de este trabajo, fue necesario el aporte de las experiencias de los investigadores, profesores e instructores acerca del conocimiento previo en ejercitaciones sobre mesa de arena, planeamiento, impartición de órdenes, táctica y

cartografía, lo que proporcionó adecuar las funcionalidades de la mesa de arena a las necesidades de la fuerza.

El prototipo, a los efectos de abaratar sensiblemente los costos, consistió en la adecuación de una antigua mesa arena de dimensiones grandes (2,34 metros por 1,76 metros), medidas óptimas para el adiestramiento de nivel: Jefes de Grupo y Jefes de Sección, como también para la cantidad de educandos, directores y auxiliares participantes en los juegos de guerra y demás operaciones militares pasibles de desarrollar en esta plataforma. Una vez superadas las pruebas de factibilidad se dio inicio con el modelo definitivo que consistió en el desarrollo de una mesa arena de grandes dimensiones con opción de movilidad y con estructura auxiliar audio visual (Pantalla Led de 40 pulgadas y equipo de audio con micrófono) que permite la proyección simultánea de información adicional o complementaria de la operación en curso o cualquier información que facilite el desarrollo de la operación junto con el audio que proporciona más realismo al ambiente simulado del escenario que se pretende crear.

Como resultado de este proyecto de investigación aplicada y diseño experimental, se alcanzó el objetivo importante de instalar una mesa de arena de realidad aumentada en el Adiestrador Táctico del Colegio Militar de la Nación. Plataforma que por sus características y capacidades técnicas, facilita la formación de los cadetes del Colegio Militar de la Nación.

El empleo institucional de esta nueva tecnología, concede a los educadores desarrollar nuevas oportunidades de enseñanza, a la vez que simplifica el tiempo de preparación del material auxiliar para la educación, dado que su manipulación no requiere de instrucciones.

El proyecto admite la generación de modelos digitales de terreno en 3D a partir de la mesa de arena, el modelado de terreno sobre la mesa en función de un modelo digital de elevaciones y la posibilidad de ejecutar dos proyecciones distintas simultáneamente lo que facilita la dirección de ejercicios de gabinete.

Esta plataforma favorece capacitar educandos e instructores a través de la tecnología de realidad aumentada, en el uso de las herramientas didácticas necesarias para la práctica de ejercicios militares de gabinete, la impartición de órdenes, planeamiento en diferentes niveles y en la toma de decisiones y resolución de problemas.

Posee un potencial empleo en la formación de recursos humanos en el manejo de toma de decisiones y resolución de conflictos aplicados a riesgos de desastres o simulaciones de ayuda humanitaria en catástrofes.

También proporciona esta tecnología poder seguir evolucionando hacia nuevas aplicaciones, como su empleo en ejercicio de juego de guerra de a dos partidos o lograr posibles interacciones con otras mesas de arena remotas. Como también su posible contribución al desarrollo para simulaciones de riesgos de desastres y emergencias.

Finalmente poner de manifiesto, que una vez acreditado el Proyecto, se determinó la pronta adquisición del equipamiento necesario según prioridades y de acuerdo a los valores de mercado a la fecha de adjudicación de los fondos solicitados. Aspecto que fue determinante dado el contexto mundial de pandemia en relación al coronavirus COVID-19 y su consecuente aislamiento social, preventivo y obligatorio para toda la población, cierre de fronteras, restricciones a la circulación, sumado al régimen inflacionario y el desabastecimiento de insumos importados obligó al equipo de trabajo a resolver rápidamente acerca de la selección del equipamiento, basado fundamentalmente en la disponibilidad en stock de los comerciantes y de acuerdo a las necesidades técnicas específicas del Proyecto. Teniendo en cuenta las dificultades que aún hoy plantea la pandemia, el proyecto mantuvo su objetivo y propósito gracias al esfuerzo, empeño y dedicación del equipo de trabajo. Pudiendo superar con éxito el desabastecimiento de insumos y a la inflación por sobre todo de aquellos componentes importados. Permitiendo de esta forma, no solamente sortear la incertidumbre de contar o no con todo el equipamiento ideal y necesario, sino de poder hacer eficiente el presupuesto asignado al proyecto propuesto.

4. CUADRO DE LOS RESULTADOS ESPERADOS DEL PROYECTO

Indicar en las columnas correspondientes el Objetivo específico y las Actividades relacionadas a las que se refiere el resultado obtenido. Si correspondiere, los indicadores de los resultados obtenidos deben coincidir con los empleados en la presentación del proyecto para cada actividad. Repetir el formato para cada objetivo.

Objetivos específicos	Actividades	Resultado de actividad	Indicadores (cuantitativos y/o cualitativos) de los resultados obtenidos
1. Logra la proyección sobre una mesa de arena con dimensiones superiores a los 4m ² de imágenes topográficas mediante la tecnología de captura de movimientos y realidad aumentada.	1.1. Diseño de un prototipo del Sistema (Mesa de Arena de Realidad Aumentada)	Se pudo determinar las siguientes necesidades: - Selección de Equipamiento y Materiales a adquirir - Adquisición de Equipamiento y Materiales. - Configuración final del prototipo - Construcción de Mesa de Arena - Instalación del Equipamiento	Fue determinante la celeridad en el análisis de la situación: pandémica, inflacionaria y de desabastecimiento de insumos importados. Para la pronta selección y adquisición del equipamiento y componentes más relevantes y de alto costo para poder alcanzar la finalidad de este proyecto. La configuración final del prototipo consistió en adecuar una vieja mesa de arena de dimensiones óptimas para el adiestramiento de nivel Jefes de Grupo y Jefes de Sección como también para la cantidad de educandos, directores y auxiliares participantes en los juegos de guerra y demás operaciones militares pasibles de desarrollar en mesas de arena, lo que permitió abaratar sustancialmente los costos y así

			poder asignar más recursos a los componentes más importantes, logrando así poder afrontar los gastos para alcanzar el objeto de este proyecto. Aspectos que obligaron a dedicar más tiempo en el diseño del prototipo, en la construcción e instalación del sistema.
	1.2. Evaluación de las configuraciones probadas	- Prueba y Calibración - Prueba de Proyecciones	Se evaluaron distintas opciones de configuración de acuerdo a las especificaciones técnicas de los componentes. Lograda la configuración definitiva, se ajustaron los parámetros de calibración para el correcto funcionamiento, alcanzando las características técnicas preestablecidas para el proyecto
2. Integrar a la mesa de arena de realidad aumentada las herramientas de uso digital existentes en el Ejército Argentino.	2.1. Determinar las herramientas digitales de uso y aplicación en el Ejército Argentino.	Se pudo determinar las siguientes herramientas : - Cartas Topográficas Digitales - Mapas digitales. - Carta Imagen. - Modelos Digitales de Elevación. - Imágenes Satelitales. - Proyecciones varias (Temas tácticos, graficaciones militares, simulaciones, etc.)	Superadas las pruebas de comprobación y calibración, se continuó con la prueba de proyecciones de las distintas herramientas digitales en uso donde se comprobó la factibilidad del sistema, dando satisfactorios resultados en las proyecciones de dichas herramientas digitales sobre la mesa de arena de realidad aumentada. Se ejecutaron pruebas de generación de modelos digitales de terreno en 3D a partir de la mesa de arena, el Modelado de terreno sobre la mesa en función de un modelo digital de elevaciones y la posibilidad de ejecutar dos proyecciones distintas simultáneamente lo que facilita la dirección de ejercicios de gabinete
3. Desarrollar una guía de instalación y detalles a tener en cuenta para la implementación de mesas de arena de realidad aumentada que permita su fácil implementación en diferentes instalaciones.	3.1. Analizar y determinar la secuencia de instalación e implementación	Se pudo determinar: - La secuencia correcta. - Los detalles y aspectos a considerar para la instalación del software. - Los aspectos a considerar para la correcta calibración. - Los pormenores a tener en cuenta para la implementación de la mesa de arena en diferentes instalaciones.	Se consolidó una lista de materiales necesarios para la instalación de Mesa de Arena: ● Computadora ● Monitor ● Proyector ● Sensor ● Pantalla ● Equipo de audio ● Mesa de Arena ● Arena de Cuarzo ● Accesorios y soportes varios. Sus especificaciones técnicas se encuentran desarrolladas en el Informe final del Proyecto.

			También una guía de instalación, que contiene las instrucciones y recomendaciones detalladas, de instalación y configuración para el software AR Sandbox y la disposición de los elementos necesarios. Estos documentos auxiliarán a futuros instaladores o usuarios de mesas de arena de realidad aumentada. Los mismo se basan en las instrucciones emanadas de la del proyecto AR Sandbox, los que fueron desarrollados en el Informe Final
--	--	--	---

5. CUADRO DE AVANCE CRONOLÓGICO DEL PROYECTO

Objetivos	Actividades	Fecha Programada		Fecha efectiva	
		Inicio	Fin	Inicio	Fin
1. Logra la proyección sobre una mesa de arena con dimensiones superiores a los 4m2 de imágenes topográficas mediante la tecnología de captura de movimientos y realidad aumentada.	1.1. Selección de materiales.	Mayo 21	Mayo 21	Mayo 21	Mayo 21
	1.2. Compra de materiales.	Junio 21	Julio 21	Mayo 21	Septiembre 21
	1.3. Diseño de un prototipo			Mayo 21	Mayo 21
	1.4. Construcción			Junio 21	Septiembre 21
	1.5. Instalación	Agosto 21	Septiembre 21	Septiembre 21	Octubre 21
	1.6. Prueba y calibración	Octubre 21	Octubre 21	Octubre 21	Octubre 21

2. Integrar a la mesa de arena de realidad aumentada las herramientas de uso digital existentes en el Ejército Argentino.	2.1. Generación de un MDE.	Noviembre 21	Noviembre 21	Noviembre 21	Noviembre 21
	2.2. Moldeado de terreno en función de un Modelo Digital de Elevaciones.	Diciembre 21	Diciembre 21	Diciembre 21	Diciembre 21
	2.3. Incorporar otras herramientas de uso en el Ejército Argentino	Enero 22	Enero 22	Enero 22	Enero 22
	2.4 Reconocimientos de gestos y voz	Febrero 22	Marzo 22	Febrero 22	Marzo 22
	2.5. Uso de dos sistemas simultáneos.	Abril 22	Abril 22	Marzo 22	Abril 22
3. Desarrollar una guía de instalación y detalles a tener en cuenta para la implementación de mesas de arena de realidad aumentada que permita su fácil implementación en diferentes instalaciones.	3.1. Redacción de la guía de instalación de Mesa de Arena de Realidad Aumentada, con los aspectos a tener en cuenta para la instalación de mesas de arena			Marzo 22	Abril 22
	3.2. Revisión de datos cualitativos sobre la eficacia y fallas en la capacidad resolutive.			Abril 22	Abril 22
	3.3. Preparación de informes			Abril 22	Abril 22

6. CUADRO DE EJECUCIÓN DEL FINANCIAMIENTO.

- En el caso de que los insumos adquiridos no hubiesen sido los originalmente proyectados, deben consignarse los efectivamente adquiridos; adjuntando la documentación que avala las modificaciones realizadas.
- En el caso de equipamiento, indicar la unidad de localización y los usuarios/beneficiarios que debe coincidir con el alta de bienes patrimoniales.

Objetivos	Rubro de Financiamiento	Insumos (Cantidad y Tipo)	Costo Unitario Insumo	Costo Total Insumo
1.	1.1.Equipamiento	UN (01) Proyector OPTOMA GT 1080 HDR	\$166.900,00	\$166.900,00
		UNA (01) PC Micro Intel I5- 4.3Ghz con Monitor LED 22" Philips 223V5L	\$124.846,94	\$124.846,94

		UNA (01) Arena de cuarzo (1200kg)	\$ 28.710,00	\$ 28.710,00
		UNA (01) Cámara kinetic Xbox 360 y adaptador PC	\$9.000	\$9.000
		UN (01) Precinto y Adaptadores macho y hembra (HDMI)	\$1552,22	\$1552,22
		UN (01) Soportes TV 14 a 42	\$880	\$880
		UN (01) Soporte TV 26 a 65		
		UN (01) Cable HDMI	\$1431,00	\$2639,70
		UN (01) Cable USB	\$1208,70	
		SEIS (06) Caños estructurales	\$25515,30	\$25515,30
		TRES (03) Ruedas Nylon con ruleman para 250kg	\$8424,02	\$8424,02
		UN (01) tirante de madera	\$970	\$970
Costo total objetivo 1				369.438,18
2.	2.1.Equipamiento	UN (01) TV LED SMART 40P FHD 40SMART17	\$35.999,00	\$35.999,00
		UN (01) Bafle de 15" con batería recargable, USB, SD, Bluetooth, Radio, con dos micrófonos y trípode	\$45.000	\$45.000
Costo total objetivo 2				80.999,00
Costo total proyecto de investigación				450.437,18



TC Martin Manuel Calvo Rey
Director de Proyecto

Firma de Unidad Académica Ejecutora

7. SUGERENCIAS y/o APRENDIZAJES QUE CONSIDERE OPORTUNOS

Se considera apropiado promover la integración en red de al menos dos mesas de arena de realidad aumentada en forma remota y desarrollar las herramientas digitales que permita la realización de una ejercitación en mesa de arena a dos partidos.