

DISEÑO DE UN MODELO DE COSTOS OPERACIONALES PARA LA FUERZA TERRESTRE A BASE DE FACTORES POTENCIALES DE CAPACIDAD MILITAR (MERODISI)

Fecha de recepción: 28 de diciembre de 2022

Fecha de aceptación: 28 de febrero de 2023

CAP. Daniela Díaz Montaner¹

Resumen: *el presente artículo aborda el problema generado por la limitada capacidad de obtener los costos operacionales de las actividades que desarrolla la Fuerza Terrestre, por factores MERODISI, lo que influye directamente en la gestión de la institución.*

El propósito del artículo es aportar con una alternativa de solución, por medio de una metodología que perfeccione el actual sistema de costos involucrando los factores de capacidad militar. Para elaborar la investigación, se utilizó un enfoque descriptivo analítico, se desarrolló un marco teórico con los conceptos más importantes relacionados a los factores de capacidad militar y se realizó un diagnóstico de la situación actual para establecer qué conceptos hay de costos en la institución. Posteriormente a ello, se obtuvo la síntesis y aislamiento de las variables (comparación a través de la herramienta de Benchmarking con la Armada de Chile), para finalizar con el diseño de un modelo de costos operacionales.

Palabras clave: *costos operacionales, modelo, MERODISI.*

DESIGN OF AN OPERATIONAL COST MODEL FOR THE ARMY BASED ON POTENTIAL MILITARY CAPABILITY FACTORS (MERODISI)

Abstract: *This article approaches the problem generated by the limited capacity to obtain the operational costs of the activities developed for the Land Force, due to MERODISI factors, which directly influences the Institution's management.*

The purpose of this paper is to contribute with an alternative solution, by methodology that improves the current costing system, involving the military capability factors. In order to elaborate the research, analytical descriptive research was used, a theoretical framework was developed with the most important concepts related to the MERODISI military capability factors and a diagnosis of the current situation was made to establish which cost concepts exist in the Institution. Subsequently, the synthesis and isolation of the variables was obtained (comparison through the Benchmarking tool with the Chilean Navy) to finish with the design of the model operational costs.

Key Words: *operational costs, model, MERODISI.*

¹ Ingeniero Politécnico Militar con mención en Abastecimiento y Finanzas de la Academia Politécnica Militar, Santiago, Chile. Actualmente se desempeña como Jefa del Escalón Control de Presupuesto de la División de Adquisiciones. Email: d.diaz.m.85@gmail.com

1. INTRODUCCIÓN

La Dirección de Operaciones del Ejército, unidad dependiente del Estado Mayor General del Ejército, tiene como misión materializar el proceso de planificación estratégica y operacional de largo, mediano y corto plazo del Ejército, para contribuir al desarrollo de la capacidad militar, organización, conducción y empleo de los medios institucionales en los ejes de acción (Doctrina, 2021).

Para cumplir con su misión, se ejecuta el Plan de Desarrollo Estratégico 2040¹ materializando diferentes líneas de desarrollo, los cuales plantean la necesidad de mejorar la gestión operacional y de costos dentro de la Institución.

En este contexto, la definición y ejecución de costos lo realiza la Dirección de Finanzas del Ejército mediante el SICOSTE 1.0,² con un enfoque de orgánica de paz y la ejecución de tres módulos, que son instrucción y entrenamiento; capacitación; docencia y funcionamiento, pero la institución necesita que los costos sean a través de los factores de capacidad militar (MERODISI) y con un enfoque de alistamiento operacional y gestión de capacidades.

La necesidad de obtener los costos operacionales para la Fuerza Terrestre a base de factores potenciales de capacidad militar considerando las ocho categorías que a continuación se detallan: material, entrenamiento, recursos humanos, organización, doctrina, infraestructura, sostenimiento e informaciones, cumpliendo estándares y la reglamentación vigente, con la finalidad de diseñar un modelo que permita la obtención de los costos.

La metodología utilizada en una primera instancia es descriptiva y analítica, donde considera la recolección de antecedentes cualitativos y cuantitativos. Luego, se realiza un análisis mediante la herramienta MICMAC,³ donde se establece la relación de las variables y su nivel de importancia, para continuar con un *Benchmarking*⁴ con la Armada de Chile, determinando acciones para la síntesis de las variables. Posteriormente, y continuando con el desarrollo de la metodología, se utiliza el enfoque correlacional, donde se analizan las variables determinando su correlación para la definición del modelo propuesto, con la finalidad de obtener resultados del modelo mediante la simulación de datos.

¹ Fuente: Entrevistas a personal de la DOE.

² Fuente: Entrevistas a personal de la DIFE.

³ Análisis estructural mediante la multiplicación matricial.

⁴ Proceso de recopilación de información en donde se obtienen nuevas ideas mediante la comparación de aspectos de la propia organización.

2. DESARROLLO

La Dirección de Operaciones del Ejército requiere determinar los costos operacionales de la Fuerza Terrestre, a través de los factores de capacidad militar, con la finalidad de cuantificar la institución y de esta manera lograr la gestión de la organización.

Una vez definido el problema de investigación de tener una *“limitada capacidad de obtener los costos operacionales de las actividades que desarrolla la Fuerza Terrestre por factores MERODISI”*, y poder dar solución a la problemática se define el objetivo general de *“Diseñar un modelo de costos operacionales para la Fuerza Terrestre a base de factores potenciales de capacidad militar (MERODISI)”*, es por esto que el boletín científico se disgrega en cuatro objetivos específicos, como siguen:

- **Objetivo específico N° 1:** Analizar la situación actual de costos operacionales de las actividades que desarrolla la Fuerza Terrestre.
- **Objetivo específico N° 2:** Sintetizar las variables de costos operacionales de las actividades que desarrolla la Fuerza Terrestre.
- **Objetivo específico N° 3:** Diseñar un modelo de costos operacionales de las actividades que desarrolla la Fuerza Terrestre.
- **Objetivo específico N° 4:** Validar el diseño del modelo de costos operacionales de las actividades que desarrolla la Fuerza Terrestre.

El problema de investigación se debe contextualizar mediante definiciones y conceptos claves para el desarrollo de esta, para establecer normas y principios básicos que sirvan como estructura de la metodología utilizada.

Costos se define por la Real Academia Española como, *“la cantidad que se da o se paga por algo”* (Española, s.f.). Desde el punto de vista de la contabilidad, los costos se pueden definir como *“una técnica de registración de hechos económicos vinculados con los costos, que tiene un objeto claramente definido, este no es otro que servir de base para definir una cierta magnitud –denominado “valor de costo”– que será empleada por la contabilidad para expresar el valor de los bienes producidos o adquiridos por la empresa, cuyo destino es su negociación en el mercado”*. (Balanda, 2005, p. 5).

Finalmente, los costos se manifiestan en la medida que se obtiene el valor del sacrificio realizado para adquirir bienes o servicios y que se relaciona principalmente con la acumulación y el análisis de la información de costos para uso interno, con el fin de ayudar a la gerencia en la planeación, el control y la toma de decisiones. (Fabozzi, 1994).

En cuanto a los factores de capacidad (MERODISI), estos deben considerar los siguientes elementos:

- A. **Material:** este factor considera desde activos de significación estratégica hasta los activos de defensa que contribuyen a generar una capacidad militar. Se estima que es necesario que se identifique, además, los activos utilizados en situaciones de emergencia.
- B. **Entrenamiento:** este factor se utiliza para determinar el nivel de preparación del personal, de forma individual y como organización, conocido también como el alistamiento operacional necesario para mantener la seguridad de la civilidad, en caso de disturbio y/o guerra urbana no convencional.
- C. **Recursos Humanos:** este factor de capacidad considera las variables relacionadas con personal militar, considerando las condiciones en las que se encuentran las dotaciones de las diferentes organizaciones, incluyendo cantidad de personal, moral de la tropa, disponibilidad de acción, tiempo de servicio y competencias técnicas.
- D. **Organización:** este factor establece si el tipo de distribución de organismos contribuye a generar una capacidad militar, determinando si es flexible, modular o rígida. Su análisis se encontrará asociado a la orgánica de la unidad de acuerdo con su orden de funcionamiento y respectivos niveles.
- E. **Doctrina:** verificar si existe doctrina necesaria desde el nivel táctico hasta el estratégico conjunto. Considera el análisis de la reglamentación vigente.
- F. **Infraestructura:** instalaciones, bases, pistas de aterrizaje, áreas de entrenamiento, de mantenimiento, propiedades o cualquier otro tipo de infraestructura que se requiera para contar con la capacidad.
- G. **Sostenimiento:** se debe considerar el estatus de apoyo logístico, de personal y administrativo. Se debe establecer si se cuenta con el aparataje (infraestructura y personal) para brindar estos apoyos.
- H. **Informaciones:** se trata de identificar si existen las medidas tendientes a proteger la información clasificada respecto de una capacidad. Del mismo modo, definir cuáles serán los procedimientos para difundir la información a todos aquellos organismos que participarán en la generación de la capacidad.

Para el trabajo de investigación, es esencial visualizar los conceptos de costos, MERODISI y la manera de cómo están constituidos los costos actualmente, desarrollado en la situación actual.

2.1 Situación Actual

Los costos operacionales en la institución son determinados por la Dirección de Finanzas mediante el SICOSTE 1.0 desarrollados por tres variables; Instrucción y Entrenamiento; Capacitación; Docencia y Funcionamiento, pero el Ejército dentro de sus misiones debe desarrollarlas mediante los factores de capacidad militar (MERODISI), considerando las ocho variables para cumplir con lo dispuesto en el *Libro de la Defensa Nacional de Chile*.

En este orden de ideas, se definió los involucrados en la obtención de los costos mediante los factores de capacidad militar y de esta manera se detalló la participación de estos. Posteriormente, con el análisis exploratorio, se tomó una muestra del SICOSTE de seis unidades de diferentes categorías dependiendo de su funcionalidad dentro de la institución, detallado en la tabla N° 1.

Categorización	Nombre Unidad
Acorazada	1ra Brigada Acorazada "Coraceros"
Motorizada	Brigada Motorizada N° 4 "Rancagua"
Destacamento	Destacamento de Montaña N° 9 "Arauco"
Escuela	Escuela de Caballería Blindada
Regimiento Logístico	Regimiento Logístico N° 1 "Bellavista"
Regimiento Logístico	Regimiento Logístico N° 2 "Arsenales de Guerra"

Tabla N° 1: Unidades para la exploración de datos.

Fuente: Elaboración Propia (2022).

Lo anterior evidenció que las variables utilizadas en el actual sistema de costos, la que posee mayor participación es la de costo de personal con un rango entre 82 % y 97 % de lo utilizado por cada unidad en estudio, esto demuestra que la institución destina su mayor costo en su personal; en cuanto a Instrucción y Entrenamiento fluctúa entre 0,4 % y 6 %; el resto de las variables son cuantificadas conforme a su grado de implicancia que poseen y de acuerdo a la necesidad del Ejército, por este motivo la docencia solo se evidencia en la Escuela de Caballería Blindada.

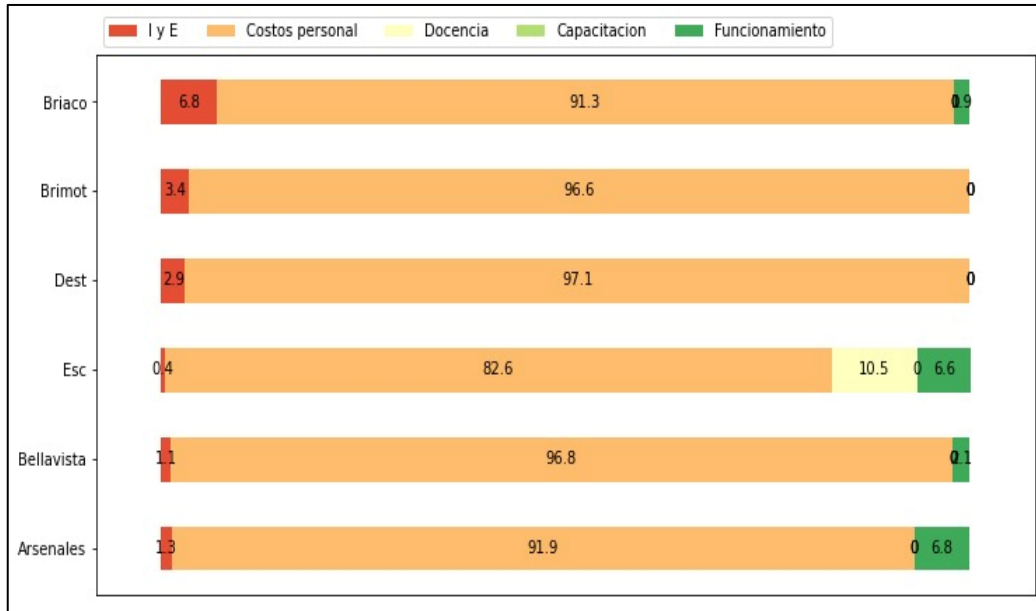


Figura N° 1: Valor porcentual de las variables por unidades.
 Fuente: Elaboración propia extraída de Python (2022).

En relación con el análisis efectuado de manera estratégica, realizado mediante el análisis FODA, el que consideró fortalezas y debilidades dentro de la organización; oportunidad y amenazas en el ámbito externo del estudio, concluyó que la estrategia debilidad oportunidad es establecer un modelo que permita obtener los costos operacionales de las actividades de la Fuerza Terrestre, evidenciado en la figura 2.


		Oportunidad	Amenaza
		O1.Incremento en la asignación de recursos. O2.Fundamento ante las comisiones del Estado. O3.Entregar experiencia a otras FF.AA.	A1.Disminución de la asignación de recursos. A2.Disminución de RR.HH. A3.Afecta la cultura organizacional.
Fortalezas	F1.Utilización de sistemas de recopilación de datos (SIFIE). F2.Optimización del tiempo al requerir información. F3.Adecuada gestión Institucional.	Estrategia FO	Estrategia FA
		Adecuada gestión en la planificación institucional.	Lograr un control en el recurso humano.
Debilidades	D1.Actualización de procesos. D2.Desconocimiento del tratamiento del costo. D3.Personal sin capacitación.	Estrategia DO	Estrategia DA
		Establecer un modelo que permita obtener los costos de las actividades de la FT.	Incluir KPIs que permitan visualizar la brecha de RR.HH.

Figura N° 2: “Matriz FODA”.
 Fuente: Elaboración propia (2022).

Finalmente, es preciso destacar que el proceso de obtención de costos no considera todos los factores de capacidad militar y que conforme a la normativa vigente es factible poder obtener los costos operacionales para la Fuerza Terrestre y que estos van a variar dependiendo de las tareas asociadas a cada unidad de la institución.

2.2 Síntesis de las variables

Para cumplir el objetivo específico N° 2, se aplicó una herramienta de relación para las variables de los factores, MICMAC, la cual realiza un análisis estructural mediante la multiplicación matricial donde se pudo concluir que las variables de material, recursos humanos e infraestructura son consideradas claves, estructurales y permanentes en el tiempo; las variables de entrenamiento y sostenimiento son variables de resultado que interactúan de manera dinámica; y las variables organización, doctrina e informaciones son variables autónomas consideradas intangibles, conforme a tabla N° 2.

	1:M	2:E	3:R	4:O	5:D	6:I	7:S	8:I	TOTAL	INFLUENCIA
1:M	0	2	2	1	1	2	1	1	10	19 %
2:E	1	0	0	0	0	1	1	1	4	8 %
3:R	2	3	0	1	0	2	2	1	11	21 %
4:O	1	0	1	0	0	1	1	0	4	8 %
5:D	0	0	1	0	0	0	0	1	2	4 %
6:I	3	2	2	0	0	0	2	1	10	19 %
7:S	2	2	1	0	0	1	0	0	6	12 %
8:I	1	2	1	0	0	0	1	0	5	10 %
TOTAL	10	11	8	2	1	7	8	5	52	100 %
DEPENDENCIA	19 %	21 %	15 %	4 %	2 %	13 %	15 %	10 %	100 %	

Tabla N° 2: Matriz influencia dependencia.

Fuente: Elaboración PROPIA (2022).

La graficación de las variables obtenidas por la herramienta se visualiza en figura N° 3.

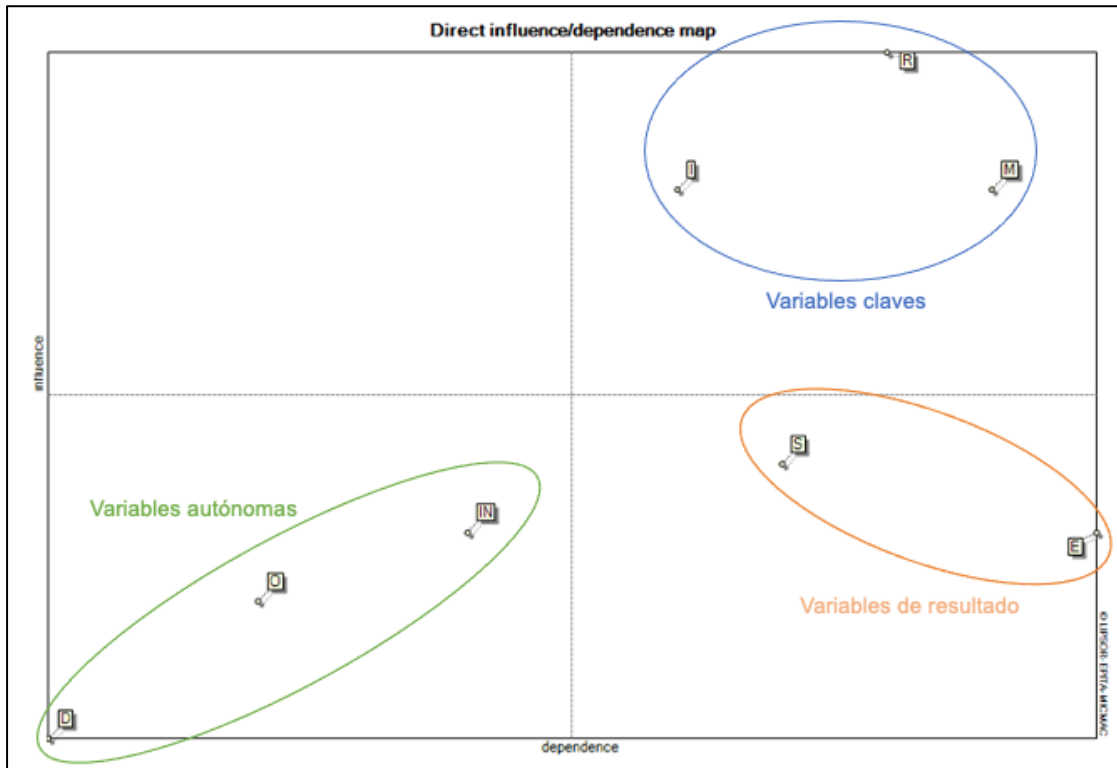


Figura N° 3: Plano influencia-dependencia de los factores MERODISI.
 Fuente: Elaboración propia basado en software MICMAC (2022).

Posteriormente, se realizó un Benchmarking con la Armada de Chile, lo que permitió recopilar antecedentes de esa institución y de qué manera administraban los costos operacionales y cómo obtenían los datos para luego clasificarlos y de esta manera cuantificar la Armada, mediante la comparación de ambas entidades.

Finalmente, obtenido los resultados de ambas herramientas, se logró determinar acciones para obtener los costos operacionales y concluir con la esquematización de las variables logrando el cumplimiento del objetivo específico de la investigación. Para el logro de las acciones, estas deben cumplir con las siguientes condiciones evidenciadas en tabla N° 3.

Condición	Definición
Que sean efectivas y exitosas.	Los evaluadores declaran que son iniciativas exitosas en su implementación y que logran lo esperado.
Que sean técnicamente posible.	Los evaluadores declaran que su implementación puede ser posible y no presentará mayores dificultades.
Que utilicen un mínimo de recursos.	Los evaluadores declaran que su implementación requerirá de la menor cantidad de recursos económicos y humanos posible.

Condición	Definición
Que sean permanentes en el tiempo.	Los evaluadores declaran que la intención de la iniciativa se desarrolle de manera continua por la organización en el tiempo.

Tabla N° 3: Condiciones de la esquematización.
Fuente: Buenas prácticas de gestión pública, 2004.

Las acciones fueron determinadas mediante un panel de expertos, quienes fueron designados por la especialización, experiencia laboral y conocimiento en el área, quedando finalmente lo siguiente:

1. Considerar como variables primordiales el material, el recurso humano y la infraestructura debido a que son la estructura del costo operacional de la institución.
2. Potenciar el proceso de definición de costos por las unidades dependientes, sumando subvariables que tengan relación con las variables claves. Lo anterior, debido a que estas recopilan un conjunto de variables.
3. Verificar mediante algún modelo las relaciones existentes entre las subvariables y los datos evaluados en el punto anterior.
4. Definir nueva normativa correspondiente a la utilización de los costos en el ámbito del modelo integral de capacidades.

El resultado de la evaluación del panel de experto fue de 85,94 % de aprobación, lo que permitió dar cumplimiento al objetivo específico N° 2 y continuar con el siguiente objetivo.

2.3 Diseño del modelo

Una vez relacionadas las variables por factores de capacidad MERODISI en la parte anterior, se deben identificar los métodos para definir el modelo de costos, entre los que se encuentran el método cuantitativo y método cualitativo.

2.3.1 Definición del modelo

El método cuantitativo se basa en datos históricos, definición de variables y busca necesidades nuevas y permanentes. En cambio, el método cualitativo se basa en el resultado anterior ajustándose con ponderaciones estipuladas, basadas en experiencias (Hernández Sampieri, 2014). Ante lo cual, se comparó los dos métodos mencionados anteriormente, plasmados en la tabla N° 4.

Método Cuantitativo	Método Cualitativo
Objetivo	Subjetivo
Específico y acotado	Emergente y abierto
Explica	Comprende
Usa datos medibles y observables	Usa experiencia de los participantes
Se basa en la revisión analítica	Se basa en la literatura
Se usa para probar teorías, hipótesis y/o explicaciones	Se orienta a aprender de las experiencias y diferentes puntos de vistas

Tabla N° 4: “Comparación de métodos”.

Fuente: Elaboración propia (2022).

Considerando la información recopilada se evidenció que el modelo utiliza el método cuantitativo debido a las características que posee. Ahora es necesario definir cuáles son los modelos que tienen este tipo de método, entre los que se encuentran:

- A. Logit y Probit: son modelos econométricos no lineales que se utilizan cuando una variable dependiente es binaria, es decir, que solo puede tomar dos valores. (Kenneth, 2009).
- B. Random Forest: está formado por un conjunto de árboles de decisión individuales, cada uno entrenado con una muestra aleatoria extraída de los datos de entrenamiento originales mediante bootstrapping,⁵ es decir, implica que cada árbol se entrena con unos datos ligeramente distintos. En cada árbol individual, las observaciones se van distribuyendo por nodos generando la estructura del árbol hasta alcanzar el nodo terminal. La predicción de una nueva observación se obtiene agregando las predicciones de todos los árboles individuales que forman el modelo (Genuer, 2020).
- C. Regresión Lineal: es el modelo que relaciona una variable continua con una o más variables independientes mediante el ajuste de una ecuación lineal. Se llama regresión lineal simple cuando solo hay una variable independiente y regresión lineal múltiple cuando hay más de una. Dependiendo del contexto, a la variable modelada se le conoce como variable dependiente, y a las variables independientes como regresoras (Absalon, 2007).
- D. Series de tiempo: es una secuencia de observaciones registradas a intervalos de tiempo regulares. Dependiendo de la frecuencia de las observaciones, una serie de tiempo normalmente puede ser horaria, diaria, semanal, mensual, trimestral y anual. A veces es posible que también tengan series de tiempo de segundos y minutos. Es primordial

⁵ Cualquier prueba o métrica que utiliza muestreo aleatorio, que permite la estimación de la distribución de muestreo.

para el desarrollo de un pronóstico de la serie, debido a que comprende varios aspectos sobre la naturaleza, creando pronósticos significativos y precisos (Reyes, 2020).

- E. Suavización exponencial: el método utiliza los promedios históricos de una variable en un período para intentar predecir su comportamiento futuro. Por lo tanto, se trata de predecir qué es lo que va a pasar y lo que hace es suavizar la serie temporal, reduciendo fluctuaciones y conseguir una tendencia acorde al modelo (Villarreal, 2016).

Una vez definidos los modelos se seleccionó aquel que contenga la mayor cantidad de criterios estipulados y que cumplan con las características que debe tener y que logren desarrollar el tema de investigación, detallado en la tabla N° 5

Criterios	Logit Probit	Random Forest	Regresión Lineal	Series de Tiempo	Suavización Exponencial
Trabaja con datos históricos.	X	X	X	X	X
Permite la relación entre variables.		X	X		
Sin complejidad			X	X	
Se mejora con ajuste del modelo		X	X		
Analiza predicción	X	X		X	X
Total criterios	2	4	4	3	2

Tabla N° 5: Comparación de métodos.
Fuente: Elaboración propia (2022).

Luego de realizar la comparación de los modelos, se determinó que la Regresión Lineal, es el modelo para desarrollar los costos operacionales para la Fuerza Terrestre mediante los factores de capacidad MERODISI.

2.3.2 Modelo de Regresión Lineal

El modelo de regresión lineal considera que, dado un conjunto de observaciones $\{y_i, x_{1i}, \dots, x_{pi}\}_{i=1}^n$, la media μ de la variable dependiente y se relaciona de forma lineal con la o las variables regresoras $x_1 \dots x_p$ acorde a la ecuación:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \dots + \beta_p x_{ip} + \varepsilon_i$$

La ecuación hace referencia al valor de y para una observación i concreta. El valor de la observación nunca va a ser exactamente igual al promedio, es por esta razón que se incluye el término de error ε . (Amat, 2020).

Por lo tanto, la interpretación de los elementos del modelo es:

- β_0 : es la ordenada de origen, se corresponde con el valor promedio de la variable dependiente y cuando las variables independientes son cero.
- β_j : es el efecto promedio que tiene la variable dependiente el incremento en una unidad de la variable independiente x_j , manteniéndose constantes el resto de las variables.
- e : es el residuo o error, la diferencia entre el valor observado y el estimado por el modelo. Recoge el efecto de todas aquellas variables que influyen en y pero que no se incluyen en el modelo como independientes.

Los valores de β_0 y β_j poblacionales se desconocen, por lo que a partir de una muestra se obtienen sus estimaciones $\hat{\beta}_0$ y $\hat{\beta}_j$. Ajustar el modelo significa en estimar, a partir de datos disponibles, los valores de los coeficientes de regresión que maximizan la verosimilitud, es decir, los que dan lugar al modelo que con mayor probabilidad puede haber generado los datos observados. Ante lo cual el método de ajuste es por mínimos cuadrados ordinarios, que identifica como mejor modelo la recta que minimiza la suma de las desviaciones verticales entre cada dato de entrenamiento y la recta elevadas al cuadrado.

Una vez desarrollado el modelo, se puede medir la calidad del ajuste mediante el coeficiente de determinación R^2 .

R^2 describe la proporción de varianza de la variable independiente explicada por el modelo y relativa a la varianza total. El valor está acotado entre 0 y 1.

$$\begin{aligned} R^2 &= \frac{\text{Suma de cuadrados totales} - \text{Suma de cuadrados residuales}}{\text{Suma de cuadrados totales}} \\ &= 1 - \frac{\text{Suma de cuadrados residuales}}{\text{Suma de cuadrados totales}} \\ &= 1 - \frac{\sum(\hat{y}_i - y_i)^2}{\sum(y_i - \bar{y})^2} \end{aligned}$$

En modelos de regresión lineal simple el valor de R^2 corresponde con el cuadrado del coeficiente de Pearson⁶ (r) entre x e y , no siendo así en regresión lineal múltiple. (Acuña, s.f.).

⁶ Es una medida de dependencia lineal entre dos variables aleatorias cuantitativas.

2.3.3 Selección del lenguaje de programación

El lenguaje de programación es una herramienta que permite escribir instrucciones para diseñar y crear programas informáticos. Se compone de un lenguaje formal que organiza algoritmos y procedimientos (Cormen, 2009). Ante lo cual, se procedió a la búsqueda de lenguajes para el desarrollo del modelo y se consideraron los siguientes:

- A. R
- B. C ++
- C. Python

La elección del lenguaje fue mediante un panel de expertos y con el método jerárquico analítico, los cuales dieron como resultado la elección de Python con un 47,73 %, como el lenguaje más apropiado para el desarrollo del modelo.

2.3.4 Análisis correlativo

El análisis se realizó con la data mencionada anteriormente y se procedió a eliminar la variable y subvariables de la muestra que tienen valor cero, entre las cuales se tiene capacitación como variable y funciones logísticas complementarias, investigación y desarrollo, programa bicentenario y transferencias como subvariables, de la variable funcionamiento. Posteriormente se corrió la matriz de correlación en el lenguaje de programación.

Cabe mencionar que la matriz de correlación estableció que existen variables con una correlación uno, ante lo cual es perfecta positiva, por lo tanto, estas se relacionan directamente provocando que los datos observados presenten irregularidad en el modelo. Debido a lo anterior y para mejorar la lectura de datos se eliminan estas subvariables correspondientes a la variable docencia y solo se dejó la que tuvo mayor valor, siendo munición y explosivo.

Posteriormente, se ejecutó el programa y se obtuvo que hay variables que están altamente correlacionadas con valores fluctuantes entre 0,98 y 0,99 llegando casi a la perfección de correlación, eliminando la subvariable mantenimiento de la matriz.

Nuevamente se corrió el lenguaje y se evidenció que algunas subvariables de funcionamiento desarrollaban actividades por única vez o que su definición no estuvo claramente definida eliminándolas de la matriz.

Finalmente, se realizó un gráfico que permite identificar los diferentes niveles de correlación, ente -1 y 1, pudiendo reflejar que el análisis de correlación permitió detallar los niveles de relación entre las subvariables, especificado en la figura N° 4. Mediante este instrumento se evidenció que munición y explosivos de docencia y ayudas de instrucción, de instrucción y entrenamiento, están altamente correlacionadas negativamente, esto quiere decir, que se tiene que dejar de hacer una tarea para realizar la otra, por lo tanto, las actividades que son negativas implican la restricción de una para ejecutar la otra; en cambio las variables con correlación positiva provocan una alta relación entre las tareas ejecutándose las dos simultáneamente, a modo de ejemplo se encuentra combustible y actividades básicas de funcionamiento.

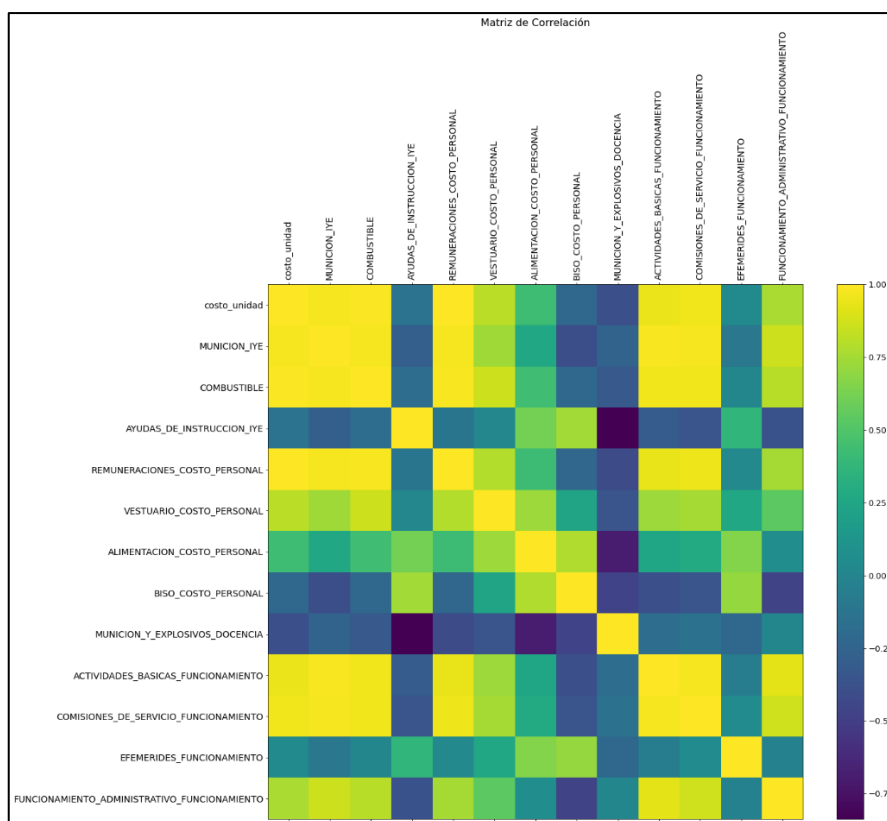


Figura N° 4: Correlograma de subvariables.
Fuente: Elaboración propia (2022).

2.3.5 Regresión lineal de variables

Para desarrollar la regresión lineal en esta etapa, se analizó las variables de instrucción y entrenamiento, personal, docencia, capacitación y funcionamiento, denominadas en el lenguaje como macrovariables. Capacitación, como no posee costos asociados de las unidades de la muestra, se elimina de la observación, detallado en figura N° 5.

Index	costo	IYE	PERSONAL	DOCENCIA	FUNCIONAMIENTO
costo	1	0.979999	0.998744	-0.460974	0.910428
IYE	0.979999	1	0.96889	-0.302535	0.967458
PERSONAL	0.998744	0.96889	1	-0.500473	0.891156
DOCENCIA	-0.460974	-0.302535	-0.500473	1	-0.205953
FUNCIONAMIENTO	0.910428	0.967458	0.891156	-0.205953	1

Figura N° 5: Matriz de correlación variables.
Fuente: Elaboración propia (2022).

Posteriormente, se creó el modelo de regresión lineal con una sola variable, la que fue personal, en donde se obtuvo el valor del intercepto, pendiente, coeficiente de determinación y coeficiente de determinación ajustado.

```

Resultados modelo 1:
Intercepto : -92291075.23301697
Pendiente: [1.10515518]
R^2 : 0.9973729170264549
R^2 ajustado 0.9967161462830687

```

Figura N° 6: Resultado variable 1 Regresión lineal.
Fuente: Elaboración propia (2022).

En la figura N° 6 se evidenció que la pendiente es positiva y que este valor es la ponderación que se estima en el modelo, además el R^2 y R^2 ajustado, son valores que superan el 99 %, siendo un modelo de gran significancia. Luego se agregó al modelo la variable instrucción y entrenamiento, indicado en la figura N° 7.

```

Resultados modelo 2:
Intercepto 952259793.3564625
Pendiente [0.88558719 2.58463369]
R^2 : 0.9999652910746594
R^2 ajustado 0.9999421517910989

```

Figura N° 7: Resultado variable 2 Regresión lineal.
Fuente: Elaboración propia (2022).

En la figura anterior, se estableció que las ponderaciones de las variables fueron positivas relacionadas con el modelo y el R^2 ajustado es casi perfecto, debido a que las dos variables analizadas son las que tienen mayor porcentaje de costos de la muestra. A continuación, se adhirió la siguiente variable, correspondiente a docencia y se obtuvo como resultado lo indicado en la figura N° 8.

```

Resultados modelo 3:
Intercepto 663887274.3910275
Pendiente [0.92955259 2.14399834 0.53949905]
R^2 : 0.9999936158859548
R^2 ajustado 0.999984039714887

```

Figura N° 8: Resultado variables 3 Regresión lineal.
Fuente: Elaboración propia (2022).

Se evidenció en la figura anterior, las respectivas ponderaciones del modelo y su relación positiva entre ellas, además el coeficiente de correlación es positivo y casi perfecto estableciendo que las variables independientes explican el modelo. Luego se agregó la variable funcionamiento al modelo, evidenciado en la figura N° 9.

```

Resultados modelo 4:
Intercepto 7.62939453125e-06
Pendiente [1.          1.          1.06256293 1.          ]
R^2 : 1.0
R^2 ajustado 0.9999680794297741

```

Figura N° 9: Resultado variable 4 Regresión lineal.
Fuente: Elaboración propia (2022).

Finalmente, se continuó con el análisis y conforme a lo que se desarrolló en la plataforma, se evidenció que el modelo con las cuatro variables tuvo un coeficiente de determinación perfecto, pendiente positivas, lo que implica que hay una excelente relación lineal entre las variables. Por lo tanto, se pudo concluir que si se incluye al menos una de las variables en el modelo rápidamente se logra un valor del coeficiente de determinación cercano a uno.

2.3.6 Regresión lineal subvariables

En cuanto al análisis efectuado de las subvariables, se identificaron las ponderaciones de las doce variables y se evidenció que el modelo debiese ser analizado con más data, detallado en figura N° 10, ante lo cual se procedió a simular datos para diagnosticar el modelo.

```

Resultados modelo:
Intercepto -391950555.2578449
Pendiente [ 0.46734288  0.03536059 -0.06456708  1.03326036
0.90603359  1.22780879
 0.11840801  1.56441473  2.24767721  0.08543857  0.24303576
0.26796615]
R^2 : 1.0
R^2 ajustado 1.0

```

Figura N° 10: Resultado subvariable 12 Regresión lineal.
Fuente: Elaboración propia (2022).

2.3.7 Regresión lineal simulada

Para desarrollar la simulación de las subvariables, se utilizó la metodología de simulación, conforme a los requerimientos de la investigación, detallando las siguientes etapas (Law, 2012):

1. Objetivo de la simulación

Certificar que el modelo propuesto con las variables y subvariables analizadas anteriormente sea válido, con la finalidad de obtener los costos operacionales mediante los factores de capacidad MERODISI y dar cumplimiento al objetivo general de la presente investigación.

2. Definición de los requerimientos para la realización de la simulación

En la definición de requerimientos, se mencionan los siguientes:

- Obtener datos de las doce subvariables del modelo.
- Obtener la validación de unidades involucradas en MERODISI.

3. Definición de las métricas utilizadas que se empleará en la simulación

- Ponderaciones de cada una de las subvariables y del modelo final.
- Coeficientes de determinación de los modelos.

4. Alcances de la simulación

Se consideró la totalidad de las subvariables para el desarrollo del modelo de costos utilizando los factores de capacidad MERODISI, sin embargo para obtener un modelo con valores óptimos se concretarán los siguientes pasos:

- Definir una cantidad de 300 datos aleatorios, dentro de los cuales y dependiendo de cada iteración y parámetros de mínimos y máximos de las unidades de muestra, que mostrarán los datos finales para la simulación.
- Utilizar la librería Random para simular la data necesaria para el modelo.
- Analizar los costos obtenidos conforme a OLS,⁷ el cual considera un análisis completo de datos.

La librería utilizada para efectuar la simulación en Python fue Random, la que permite simular la data que la investigación requiera con la información que se posee. Con respecto

⁷ Mínimos cuadrados ordinarios

a la simulación de datos de la subvariable se consideró los datos ya obtenidos y con restricciones que si la data aleatoria no fluctuaba entre los parámetros dispuestos los elimina, y así sucesivamente para todas las subvariables, por lo tanto, la data aleatoria final simulada, después de la limpieza de información fue de 157 datos.

Una vez obtenida la data se comenzó a realizar el análisis del modelo con la variable munición obteniendo resultado de mínimos cuadrados ordinarios detallado en la figura N° 11. Se evidenció que el coeficiente de determinación es bajo, por lo tanto, el valor es más cercano a cero.

```
Resultados modelo 1:
Intercepto 12602857590.43008
Pendiente [25.4071117]
R^2 : 0.2974369139235834
R^2 ajustado 0.28831271800051306
```

Figura N° 11: Resultado modelo 1 simulado.
Fuente: Elaboración propia (2022).

Posteriormente, se agregó al modelo la subvariable combustible, dando como resultado un coeficiente de determinación más cercano a cero, pero mayor valor que el modelo anterior, evidenciado en la figura N° 12.

```
Resultados modelo 2:
Intercepto 12192877553.128422
Pendiente [21.15380626 63.34571276]
R^2 : 0.31504098827953964
R^2 ajustado 0.3061454166987544
```

Figura N° 12: Resultado modelo 2 simulado.
Fuente: Elaboración propia (2022).

Luego, se incluyó la subvariable ayudas de instrucción al modelo y se evidenció las ponderaciones y el coeficiente de determinación cercano a cero, detallado en la figura N° 13.

```
Resultados modelo 3:
Intercepto 11068169668.936808
Pendiente [18.39654858 35.67357874 15.2886542 ]
R^2 : 0.375555736792362
R^2 ajustado 0.3633115653200055
```

Figura N° 13: Resultado modelo 3 simulado.
Fuente: Elaboración propia (2022).

Continuando con el análisis, al agregar la subvariable remuneraciones los valores de las ponderaciones son de pendientes negativas y positivas, con coeficiente de determinación

más cercano al uno, por lo que esta subvariable es considerada muy grande debido al peso que tiene en el modelo, evidenciado en la figura N° 14.

```

Resultados modelo 4:
Intercepto 211082691.3863907
Pendiente [ 1.82778265 -3.74855353 3.41271886 1.23683921]
R^2 : 0.9698231565656573
R^2 ajustado 0.9690290291068588
    
```

Figura N° 14: Resultado modelo 4 simulado.
Fuente: Elaboración propia (2022).

Al agregar las subvariables de vestuario, alimentación, Bienestar Social (BISO), munición y explosivos, actividades básicas, comisiones de servicio y efemérides, como se evidencia en la figura N° 15, figura N° 16, figura N° 17, figura N° 18, figura N° 19, figura N° 20, figura N° 21, respectivamente, el coeficiente de determinación es muy cercano a uno, por la gran ponderación de las variables que se están analizando.

```

Resultados modelo 5:
Intercepto 120681728.87493896
Pendiente [ 1.86261966 -1.16068829 3.25417032 1.20225764 1.23519171]
R^2 : 0.9722266969920543
R^2 ajustado 0.9713070511970893
    
```

Figura N° 15: Resultado modelo 5 simulado.
Fuente: Elaboración propia (2022).

```

Resultados modelo 6:
Intercepto 74200884.29838562
Pendiente [ 2.10730388 -2.08588991 3.2410027 1.16605439 1.24806738 1.43803996]
R^2 : 0.9728915554834255
R^2 ajustado 0.9718072177027626
    
```

Figura N° 16: Resultado modelo 6 simulado.
Fuente: Elaboración propia (2022).

```

Resultados modelo 7:
Intercepto 74353614.92891693
Pendiente [ 2.13653845 -2.06385464 3.26142485 1.15603036 1.27811668 1.39195436
6.41228497]
R^2 : 0.973028904278849
R^2 ajustado 0.9717618058221507
    
```

Figura N° 17: Resultado modelo 7 simulado.
Fuente: Elaboración propia basado (2022).

```

Resultados modelo 8:
Intercepto 142208483.0756111
Pendiente [ 1.53765923 2.8950664 2.48457644 1.12447432 1.32318945 1.05620226
-1.03262101 1.53414234]
R^2 : 0.9828392027480292
R^2 ajustado 0.9819115920857605
    
```

Figura N° 18: Resultado modelo 8 simulado.
Fuente: Elaboración propia (2022).

```
Resultados modelo 9:  
Intercepto 141448988.2247734  
Pendiente [ 1.46409314 -0.45315383 2.18935473 1.06898416 1.10634359 0.73417976  
-1.78370241 1.52926283 1.13137564]  
R^2 : 0.9878864241144945  
R^2 ajustado 0.9870598786521166
```

Figura N° 19: Resultado modelo 9 simulado.
Fuente: Elaboración propia (2022).

```
Resultados modelo 10:  
Intercepto 163112221.78820896  
Pendiente [ 1.43809204 -0.57788301 2.26489947 1.06704894 1.11758375 0.79235169  
-1.65107626 1.51583801 0.97884108 9.61643079]  
R^2 : 0.9879113479577095  
R^2 ajustado 0.9870833580917993
```

Figura N° 20: Resultado modelo 10 simulado.
Fuente: Elaboración propia (2022).

```
Resultados modelo 11:  
Intercepto 163020193.05326462  
Pendiente [ 1.43822083 -0.5768741 2.26483095 1.06703796 1.11760149 0.79247493  
-1.6490983 1.51570925 0.9806751 9.63385779 -0.08291541]  
R^2 : 0.9879113768030034  
R^2 ajustado 0.9869943088363348
```

Figura N° 21: Resultado modelo 11 simulado.
Fuente: Elaboración propia (2022).

Finalmente, al incluir la última subvariable funcionamiento y analizar el modelo con todas las subvariables, se evidencia que se obtuvo las ponderaciones pertinentes y el coeficiente de determinación cercano al uno, lo que demuestra que el modelo es capaz de explicar en un 98 % de la variabilidad observada en los costos.

El modelo de regresión lineal no solo determinó las ponderaciones de las variables y subvariables, sino que también puede predecir cuanto explican las variables independientes a la variable dependiente; dado lo anterior, este modelo entregó la solución de predecir el costo de cada unidad, que comenzó con evaluar las subvariables, mediante una matriz de correlación y el modelo como tal, se determinaron las doce subvariables. Por lo tanto, dado el modelo con un coeficiente de correlación de 0,98 aproximadamente, una desviación estándar aceptable y distintos parámetros que se obtienen de una OLS, detallado en la figura N° 22.

OLS Regression Results						
Dep. Variable:	y	R-squared:	0.988			
Model:	OLS	Adj. R-squared:	0.987			
Method:	Least Squares	F-statistic:	980.9			
Date:	Wed, 19 Oct 2022	Prob (F-statistic):	1.56e-131			
Time:	23:13:25	Log-Likelihood:	-3435.8			
No. Observations:	157	AIC:	6898.			
Df Residuals:	144	BIC:	6937.			
Df Model:	12					
Covariance Type:	nonrobust					
	coef	std err	t	P> t	[0.025	0.975]
const	1.617e+08	1.76e+08	0.917	0.361	-1.87e+08	5.1e+08
x1	1.4331	0.575	2.494	0.014	0.297	2.569
x2	-0.6537	4.619	-0.142	0.888	-9.783	8.476
x3	2.2682	0.597	3.797	0.000	1.088	3.449
x4	1.0671	0.023	45.552	0.000	1.021	1.113
x5	1.1251	0.237	4.741	0.000	0.656	1.594
x6	0.7917	0.518	1.530	0.128	-0.231	1.815
x7	-1.7081	5.073	-0.337	0.737	-11.734	8.318
x8	1.5194	0.144	10.558	0.000	1.235	1.804
x9	1.0367	0.370	2.802	0.006	0.305	1.768
x10	9.8763	8.745	1.129	0.261	-7.409	27.162
x11	0.0089	4.498	0.002	0.998	-8.883	8.900
x12	-0.8784	4.619	-0.190	0.849	-10.008	8.251
Omnibus:	20.788	Durbin-Watson:	1.876			
Prob(Omnibus):	0.000	Jarque-Bera (JB):	24.533			
Skew:	0.908	Prob(JB):	4.71e-06			
Kurtosis:	3.673	Cond. No.	3.95e+10			

Figura N° 22: Resultado del modelo simulado.
Fuente: Elaboración propia (2022).

Posteriormente, se realizó la comparación del modelo real y data simulada, en donde se evidenció que el modelo de regresión lineal es capaz de predecir los costos operacionales con las doce variables analizadas.

En la figura N° 23 se detalló las seis unidades originales con los costos originales y los simulados.

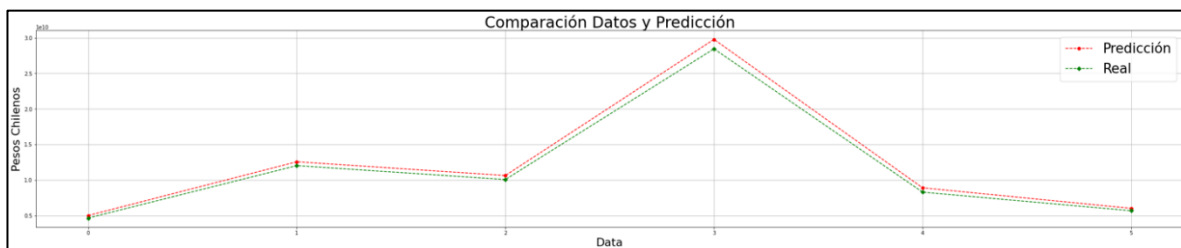


Figura N° 23: Comparación del modelo con data original y simulada de seis unidades.
Fuente: Elaboración propia (2022).

En la figura N° 24 se evidenció la comparación de la data real y la simulada de 157 datos, mediante el modelo de regresión lineal.

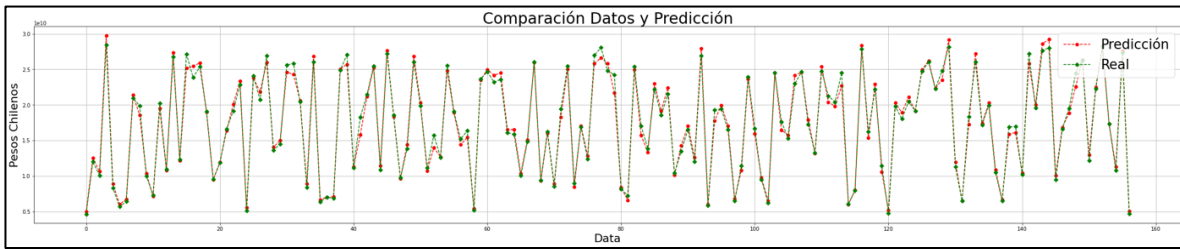


Figura N° 24: Comparación del modelo con data original y simulada de 157 unidades.
Fuente: Elaboración propia (2022).

Finalmente, se concluyó que las doce variables explican de una forma bastante precisa cuanto será el costo de la unidad, es por esto que, si se quiere predecir el costo mediante los factores de capacidad MERODISI, basta con incluir las doce variables debido a que se tiene las ponderaciones e intercepto.

2.4 Validación del modelo

El modelo propuesto fue validado por un panel de expertos, los que cumplen los requisitos de pertenecer o haber pertenecido en una de las unidades que estén involucradas con la definición del costo operacional, considerando los siguientes criterios:

N°	Criterio	Concepto
1	Aplicabilidad	Se refiere a la capacidad que tiene el modelo en su ejecución.
2	Conceptualización	Define una idea y aplicación en el desarrollo del modelo.
3	Impacto	Representa el efecto del modelo desarrollado.
4	Innovación	Representa el valor agregado del modelo propuesto.

Tabla N° 6: "Definición de criterios".
Fuente: Elaboración propia (2022).

La tabla anterior, evidenció que el modelo propuesto obtuvo una valoración de 8,166 puntos, superando el promedio igual o superior a 7 puntos establecido en la validación del modelo. Lo anterior permitió dar cumplimiento al objetivo específico N° 4 y como resultado final al cumplimiento del objetivo general de la secuencia metodológica.

3. CONCLUSIONES

Al culminar el presente artículo se puede concluir que los costos operacionales de las actividades que desarrolla la Fuerza Terrestre presentan falencias establecidas al principio de la investigación como tener una: **Limitada capacidad de obtener los costos operacionales por factores MERODISI.**

Posteriormente, en el desarrollo de la secuencia metodológica, se obtuvo cuatro resultados en los objetivos específicos, que permitieron lograr una estructura coherente de tareas para finalizar con el diseño de un modelo de costos operacionales para la Fuerza Terrestre a base de factores de capacidad militar MERODISI. En el mismo sentido, el marco teórico logró evidenciar la normativa existente del tema de investigación y definiciones sobre costo operacionales dentro de la institución. Como se detalló anteriormente con los objetivos específicos se logró desarrollar el objetivo general siendo el “Diseñar un modelo de costos operacionales para la Fuerza Terrestre a base de factores potenciales de capacidad militar MERODISI”.

Finalmente, los factores MERODISI tienen una gran incidencia en la gestión institucional, especialmente en las organizaciones que la emplean, y se evidenció en las ponderaciones que resuelve el modelo mediante la regresión lineal aplicada. Además, se registraron tres recomendaciones, evidenciadas a continuación:

- A. Se propone realizar seminarios o reuniones con las unidades involucradas en la obtención de costos, así, de esta manera, uniformar criterios y unificar subvariables que puede ser utilizada por más de un factor de capacidad. De esta manera se dará cumplimiento a la utilización de las ocho variables en la obtención de costos operacionales desarrollados por la Fuerza Terrestre por factores de capacidad militar.
- B. Se propone realizar una normativa institucional con el fin de mantener actualizado al personal del tratamiento que debe poseer la obtención de los costos operacionales brindando a los integrantes de la institución el respaldo suficiente de la ejecución de estos.
- C. Al momento de implementar este diseño, se debe considerar la integración con los sistemas establecidos en la institución, de esta manera la información será transversal cuando se desarrolle la ejecución.

BIBLIOGRAFÍA

- Absalon, C. (2007). *Introducción al análisis de regresión lineal*. Veracruz: Benemerita.
- Acuña, E. (s.f.). *Regresión Lineal*.
- Amat, J. (Octubre de 2020). *Regresión lineal con Python*. Obtenido de www.cienciadedatos.net
- Balanda, A. (2005). *Contabilidad de Costos*. Argentina: Universitaria de misiones.
- Buenas prácticas de gestión pública (Noviembre de 2004).
- Cormen, T. (2009). *Introducción a los algoritmos*. California: Mit Press.
- Doctrina. (Abril de 2021). El Sistema Ejército. *El Sistema Ejército*. Santiago, Santiago, Chile: División Doctrina.
- Fabozzi, F. (1994). *Costos para la contabilidad*. Argentina.
- Genuer, R. (2020). *Random Forests with R*. Springer.
- Hernández Sampieri, R. (2014). *Metodología de la investigación*. Mexico: McGRAW-HILL.
- Kenneth, T. (2009). *Método de elección discreta con simulación*. Carlos Ochoa.
- Law, A. (2012). *Modelación, Simulación y Análisis*. Mc Graw-Hill Higher Education.
- Reyes, D. (2020). *Series de tiempo*. Venezuela.
- Villarreal, F. (2016). *Introducción de modelos de pronósticos*. Argentina: Universidad nacionale del sur.