



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

CENTRO DE POSGRADOS

**MAESTRÍA EN GESTIÓN DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN E
INTELIGENCIA DE NEGOCIOS**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE MAGÍSTER EN GESTIÓN DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN E
INTELIGENCIA DE NEGOCIOS**

**TEMA: SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA ANÁLISIS Y EVALUACIÓN
DE RESULTADOS DE LAS OPERACIONES MILITARES EN LAS
FUERZAS ARMADAS**

AUTOR: ING. MAYORGA SANDOVAL, JAIME ERNESTO
DIRECTOR: ING. VARGAS BORBUA, ROBERT BOLÍVAR Msc.

SANGOLQUI

2019



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y
TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

CENTRO DE POSGRADOS

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación: *"Sistema de Información para análisis y evaluación de resultados de las Operaciones Militares en las Fuerzas Armadas"*, fue realizado por el señor *Mayorga Sandoval, Jaime Ernesto* el mismo que ha sido revisado en su totalidad, analizado por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, 19 de Noviembre de 2019

Una firma manuscrita en tinta azul que parece decir 'R. Bolívar'.

Ing. Vargas Borbúa, Robert Bolívar Msc.

100141026-3



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y
TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

CENTRO DE POSGRADOS

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Mayorga Sandoval, Jaime Ernesto** con cédula de ciudadanía No. 170779346-7, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: ***"Sistema de Información para análisis y evaluación de resultados de las Operaciones Militares en las Fuerzas Armadas"*** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Consecuentemente el contenido de la investigación mencionada es veraz.

Sangolquí, 19 de Noviembre de 2019

A blue ink handwritten signature of Jaime Ernesto Mayorga Sandoval, written over a horizontal dashed line.

Ing. Jaime Ernesto Mayorga Sandoval

C.C. 170779346-7



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y
TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

CENTRO DE POSGRADOS

AUTORIZACIÓN

Yo, **Mayorga Sandoval, Jaime Ernesto** autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación "**Sistema de Información para análisis y evaluación de resultados de las Operaciones Militares en las Fuerzas Armadas**" en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Sangolquí, 19 de Noviembre de 2019

A handwritten signature in blue ink, consisting of stylized loops and lines, positioned above a horizontal dashed line.

Ing. Jaime Ernesto Mayorga Sandoval
C.C. 170779346-7

DEDICATORIA

A mi esposa Gaby, a mis hijos Lucciana y Jaime Ernesto, quienes durante el desarrollo total de este trabajo han sabido tener la paciencia necesaria para soportar mi ausencia en cumplimiento de mis responsabilidades como estudiante; a mi madre Aida, quien siempre será mi pilar fundamental y la esencia misma de mi ser; a mi padre Jaime, quien desde el cielo guía y cuida cada uno de mis pasos; a mi sagrada institución y a todos sus miembros.

Que esta investigación sirva para el engrandecimiento de nuestras respetadas Fuerzas Armadas.

Ing. Jaime Ernesto Mayorga Sandoval
Mayo. de I.

AGRADECIMIENTOS

Al Gran Arquitecto del Universo, por permitirme llegar a culminar este propósito, con bendiciones y salud.

A las Gloriosas Fuerzas Armadas Ecuatorianas y a mi Ejército Vencedor, que me han permitido lograr lo que soy; a mi querida Universidad ESPE, por haberme brindado las herramientas necesarias para el mejoramiento y crecimiento profesional con este nuevo grado académico.

A mi Director, quien con sabiduría y profesionalismo me ha conducido en el camino del conocimiento para poder generar este trabajo y otras acciones de mejora para nuestras Fuerzas Armadas.

Ing. Jaime Ernesto Mayorga Sandoval

Mayo. de I.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN.....	i
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	ii
AUTORIZACIÓN	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTOS	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
RESUMEN.....	xvii
ABSTRACT	xviii
CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES	1
1.1 Información General:	1
1.2 Introducción	2
1.3 Motivación	5
1.4 Planteamiento del Problema.....	6
1.4.1 Descripción del Problema.....	6
1.4.2 Formulación del Problema.....	8
1.4.3 Preguntas de Investigación	10
1.5 Justificación e Importancia	11
1.6 Alcance.....	12
1.7 Objetivos.....	13

1.7.1	Objetivo(s) general(es) del proyecto	13
1.7.2	Objetivos específicos del proyecto	13
1.8	Hipótesis de investigación	14
1.9	Metodología	14
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO		18
2.1	Estado del Arte.....	18
2.1.1	Definición del Objetivo:	18
2.1.2	Definición de los criterios de inclusión y exclusión:	18
2.1.3	Definición de la estrategia de búsqueda	19
2.2	Metodología Data Warehouse - Kimbal	26
2.2.1	Metodología Kimball	27
2.3	Metodologías de Minería de Datos.....	28
2.3.1	Metodología CRISP-DM	29
2.3.1.1	Comprensión del Negocio	30
2.3.1.2	Comprensión de los Datos	31
2.3.1.3	Preparación de los Datos	32
2.3.1.4	Modelado	32
2.3.1.5	Evaluación	33
2.3.1.6	Implantación	34
2.4	Métodos de minería de datos:.....	35
2.4.1.	Métodos Descriptivos:.....	35
2.4.2.	Métodos Predictivos:.....	36
2.5	Técnicas de Minería de datos	36

2.5.1	Regresión Lineal:	37
2.5.2	Naive Bayes:.....	37
2.5.3	Árboles de decisión:	37
2.6	Herramientas para Minería de datos.....	38
2.6.1	Rapid Miner:.....	38
2.6.2	Lenguaje R:.....	38
CAPÍTULO III: DESARROLLO		40
3.1	Construcción del Data Warehouse con Metodología Kimball	40
3.1.1	Planificación.....	40
3.1.2	Definición de los Requerimientos de las Operaciones Militares.....	41
3.1.3	Diseño de la Arquitectura Técnica	49
3.1.4	Aplicación de Herramientas	49
3.1.5	Modelado Dimensional	51
3.1.5.1	Estructura de los Datos	53
3.1.5.2	Tablas de Hechos y Dimensiones.....	54
3.1.5.2.1	Tablas de Dimensiones.....	54
3.1.5.2.2	Tablas de Hechos	56
3.1.5.2.3	Contexto y Universo	62
3.1.6	Especificación de Inteligencia de Negocios.....	63
3.1.7	Diseño Físico.....	65
3.1.8	Exploración de herramientas de Business Intelligence.....	67
3.1.9	Mantenimiento y Crecimiento del Data Warehouse	68

3.2	Minería de Datos en base a la metodología CRISP-DM	69
3.2.1	Comprensión de las Operaciones Militares	69
3.2.1.1	Objetivos de las Operaciones Militares	69
3.2.1.2	Evaluación de la situación	71
3.2.1.3	Determinar los objetivos de la Minería de Datos.....	74
3.2.1.4	Generación del plan del proyecto.....	74
3.2.2	Comprensión de los datos.....	78
3.2.2.1	Recolección de datos.....	78
3.2.2.2	Descripción de los datos	82
3.2.2.3	Exploración de los datos	83
3.2.2.4	Verificar la calidad de los datos	88
3.2.3	Preparación de los datos	88
3.2.3.1	Selección de los datos.....	89
3.2.3.2	Limpieza de los datos	91
3.2.3.3	Construcción de los datos	91
3.2.3.4	Integración de los datos	93
3.2.3.5	Carga de datos.....	93
3.2.4	Modelado	94
3.2.4.1	Selección de las Técnicas de Modelado.....	94
3.2.4.2	Generación del diseño de pruebas.....	94
3.2.4.3	Construcción del modelo	97
3.2.5	Evaluación del modelo.....	102

- 3.2.5.1 Evaluación de resultados.....102
- 3.2.6 Implantación.....104
- 3.2.6.1 Plan de Despliegue.....104
- 3.2.6.2 Plan de monitoreo y mantenimiento105
- 3.2.6.3 Informe final105

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS 106

- 4.1 Provincia e incidencia de hallazgos.....106
- 4.1.1 Regresión Linear106
- 4.1.2 Árbol de decisión.....108
- 4.1.3 Naive Bayes.....111
- 4.2 Operación Militar e incidencia de hallazgos.....113
- 4.2.1 Regresión Linear113
- 4.2.2 Árbol de decisión.....114
- 4.2.3 Naive Bayes.....117

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 120

- 5.1 Conclusiones120
- 5.2 Recomendaciones121

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	<i>Comparación de metodologías para diseño Datawarehouse:</i>	15
Tabla 2	<i>Comparación de metodologías para diseño de Minería de Datos:</i>	16
Tabla 3	<i>Integración del Grupo de Control para revisión bibliográfica:</i>	20
Tabla 4	<i>Construcción de la cadena de búsqueda:.....</i>	21
Tabla 5	<i>Planificación del Proyecto:.....</i>	40
Tabla 6	<i>Acción Estratégica de Vigilancia y control de los espacios terrestre, marítimos, aéreo y ciberespacio:.....</i>	42
Tabla 7	<i>Acción Estratégica de Vigilancia y Protección de las Zonas de seguridad bajo control de las FF.AA:</i>	43
Tabla 8	<i>Acción Estratégica de Operaciones Terrestres:.....</i>	44
Tabla 9	<i>Acción Estratégica de Operaciones Navales:.....</i>	45
Tabla 10	<i>Acción Estratégica de Operaciones Aéreas:</i>	45
Tabla 11	<i>Acción Estratégica Competencia legal de FF.AA:</i>	46
Tabla 12	<i>Acción Estratégica de Contingencia Limitada, sin estado de excepción:</i>	46
Tabla 13	<i>Acción Estratégica de Respuesta a crisis, con estado de excepción:</i>	47
Tabla 14	<i>Distribución de los Comandos Operacionales por Fuerzas:</i>	47
Tabla 15	<i>Requerimientos de Información según el desarrollo de las operaciones militares:</i>	48
Tabla 16	<i>Selección e Instalación de Herramientas:.....</i>	50
Tabla 17	<i>Estándar de normalización de la base de datos:</i>	52
Tabla 18	<i>Dimensión APERTURA_MISIÓN:.....</i>	54

Tabla 19	<i>Dimensión TIPO_DE_MISIÓN:</i>	55
Tabla 20	<i>Dimensión CIERRE_MISIÓN:</i>	55
Tabla 21	<i>Tabla de Hechos ZONA:</i>	56
Tabla 22	<i>Tabla de Hechos USUARIO:</i>	57
Tabla 23	<i>Tabla de Hechos APERTURA_MEDIOS:</i>	58
Tabla 24	<i>Tabla de Hechos APERTURA_PERSONAL:</i>	59
Tabla 25	<i>Tabla de Hechos CIERRE_HALLAZGO:</i>	60
Tabla 26	<i>Tabla de Hechos CIERRE_INSTALACION_SUPERVISADA:</i>	61
Tabla 27	<i>Tabla de Hechos CIERRE_PERSONA_REGISTRADA:</i>	61
Tabla 28	<i>Tabla de Hechos CIERRE_RETENCION:</i>	62
Tabla 29	<i>Características de Hardware:</i>	72
Tabla 30	<i>Detalle del Recurso Humano:</i>	73
Tabla 31	<i>Plan del Proyecto de Minería de Datos:</i>	75
Tabla 32	<i>Matriz de comparación entre técnicas de minería de datos:</i>	78
Tabla 33	<i>Matriz de transformación de campos:</i>	92
Tabla 34	<i>Cumplimiento de los objetivos de las operaciones militares:</i>	103
Tabla 35	<i>Cumplimiento de los objetivos de minería de datos:</i>	103
Tabla 36	<i>Parametrización de éxito de una operación:</i>	108
Tabla 37	<i>Asertividad de los modelos:</i>	119

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Flujo de información dentro del sistema C3I2.....	8
Figura 2.	Metodología Kimball para Diseño de Datawarehouse.....	28
Figura 3.	Metodología CRISP-DM para Minería de Datos.....	30
Figura 4.	Diseño de la Arquitectura Técnica.....	49
Figura 5.	Herramientas utilizadas.....	50
Figura 6.	Modelo Entidad – Relación SIGEOPS.....	53
Figura 7.	Contexto y Universo del Data Warehouse.....	63
Figura 8.	Cuadrante mágico de Gartner Plataforma de analítica de datos e Inteligencia de negocios.....	64
Figura 9.	Interfaz para administración del SIGEOPS para el CC.FF.AA.....	66
Figura 10.	Modelo Físico de Base de Datos.....	67
Figura 11.	Cuadrante mágico de Gartner Plataforma de plataformas de Ciencia y Datos para aprendizaje automático.....	76
Figura 12.	Autenticación de Seguridad.....	79
Figura 13.	Interfaz ingreso de información para la apertura de una misión.....	80
Figura 14.	Administración de las misiones, ejecutadas y en ejecución.....	80
Figura 15.	Orden de Operaciones generada por el SIGEOPS.....	81
Figura 16.	Registro de Cierre de Operación.....	82
Figura 17.	Misiones efectuadas por cada unidad.....	84
Figura 18.	Promedio de personal empleado por cada unidad en cumplimiento de misiones.....	84

Figura 19. Cantidad de Operaciones Militares por unidad y por provincia.....	85
Figura 20. Cantidad de armamento localizado por cantón	86
Figura 21. Promedio de personal empleado en cada misión por provincia	86
Figura 22. Cantidad de armas localizadas por provincia	87
Figura 23. Cantidad de operaciones efectuadas por unidad.	87
Figura 24. Transformación de las sentencias	89
Figura 25. Operador para transformación de datos de numeral a binomial.....	93
Figura 26. Operador para transformación de datos de numeral a polinomial.....	93
Figura 27. Operador para lectura de una base de datos en Excel.	95
Figura 28. Operador para validación dividida de un conjunto de datos.	95
Figura 29. Operador para minería de datos con Regresión Linear.....	96
Figura 30. Operador para minería de datos con Árboles de decisión.....	96
Figura 31. Operador para minería de datos con Naive Bayes.....	96
Figura 32. Operador para aplicación del modelo de minería en entornos de prueba ..	97
Figura 33. Operador para evaluar el rendimiento estadístico	97
Figura 34. Diagrama para análisis de Regresión Linear.....	98
Figura 35. Diagrama interior de validación para análisis de Regresión Linear	99
Figura 36. Diagrama general para Árboles de decisión.....	100
Figura 37. Diagrama interior del Operador de validación para Árboles de decisión ..	100
Figura 38. Diagrama interior del Operador de validación para Árboles de decisión ..	101
Figura 39. Diagrama interior del Operador de validación para Naive Bayes	102
Figura 40. Resultados de Regresión Linear para armas de fuego y otras armas según la provincia	107

Figura 41. Resultados de Regresión Linear para armas de fuego y otras armas en interacción con la unidad	107
Figura 42. Resultados de árboles de decisión para armas de fuego y otras armas en interacción con la unidad	108
Figura 43. Ajuste de parámetros para análisis de árboles de decisión.....	109
Figura 44. Matriz de confusión para árboles de decisión.....	109
Figura 45. Árbol de Decisión para obtener resultados positivos en operaciones militares	110
Figura 46. Nodo de decisión para efectuar Operaciones Militares de CAMEX.....	111
Figura 47. Distribución simple de Naive Bayes en relación a Provincia	112
Figura 48. Gráfico de Distribución simple de Naive Bayes en relación a Provincia y Armas de Fuego	112
Figura 49. Matriz de Distribución simple de Naive Bayes en relación a Provincia y Hallazgos.....	113
Figura 50. Resultados de Regresión Linear para armas blancas y otras armas en virtud de las operaciones militares efectuadas.....	113
Figura 51. Resultados de árboles de decisión para armas de fuego y otras armas en interacción con el tipo de misión.....	114
Figura 52. Ajuste de parámetros para análisis de árboles de decisión.....	115
Figura 53. Matriz de confusión para árboles de decisión.....	115
Figura 54. Árbol de Decisión para elección del tipo de operación militar por provincia	116

Figura 55. Nodo de decisión para efectuar Operaciones Militares de CAMEX según la provincia	116
Figura 56. Distribución simple de Naive Bayes en relación a Tipo de Operación.....	117
Figura 57. Gráfico de Distribución simple de Naive Bayes en relación a Tipo de Operación y Armas de Fuego encontradas	118

RESUMEN

Las Fuerzas Armadas ecuatorianas tienen como misión fundamental la defensa y seguridad del estado; actualmente existen diversas amenazas y situaciones de riesgo que obligan a establecer nuevos métodos y sistemas de defensa; además, la necesidad de innovar las herramientas de información y los procesos de planificación y toma de decisiones existentes al interior de Fuerzas Armadas, de forma que aporten a la efectividad de las operaciones militares. Los actuales sistemas de información del Comando Conjunto, solo permiten administrar datos que aportan parcialmente al soporte de la decisión de los comandantes. Por otro lado, la carencia de una herramienta para determinar la efectividad de las operaciones, que permita ejercer un adecuado control y empleo de recursos tanto humanos como logísticos, ha motivado la necesidad de implementar un sistema de información que brinde apoyo a la gestión de las operaciones militares. Este estudio diseñó un sistema de gestión de información para administrar los datos generados en la planificación y ejecución de las operaciones, para un análisis y presentación de resultados, mejorando la gestión en todos los niveles, además de la planificación, ejecución y toma de decisiones. El sistema fue desarrollado a través de la metodología Kimball y se utilizó la metodología CRISP-DM para la minería de datos, obteniendo un sistema repositorio de información que presenta resultados en tiempo real y permite efectuar proyecciones, contribuyendo sustancialmente al proceso militar en la toma de decisiones.

Palabras Clave:

- **SISTEMAS DE INFORMACIÓN**
- **MINERÍA DE DATOS**
- **INTELIGENCIA DE NEGOCIOS**
- **FUERZAS ARMADAS**
- **OPERACIONES MILITARES**

ABSTRACT

The Ecuadorian Armed Forces have as their fundamental mission the defense and security of the state; there are currently various threats and risk situations that require the establishment of new methods and defense systems; also, is necessary to innovate the information tools and the planning and decision-making processes existing within the Armed Forces, so that they contribute to the effectiveness of military operations. The current information systems of the Joint Command only allow the administration of data that partially contribute to the support of the commanders' decision. On the other hand, the lack of a tool to determine the effectiveness of operations, which allows for adequate control and use of both human and logistic resources, has motivated the need to implement an information system that provides support to the management of military operations. This study designed an information management system to administrate the data generated in the planning and execution of operations, for an analysis and presentation of results, improving management at all levels, in addition to planning, execution and decision making. The system was developed through the Kimball methodology and the CRISP-DM methodology was used for data mining, obtaining a repository information system that presents results in real time and allows projections, contributing substantially to the military process in making decisions.

Keywords:

- **INFORMATION SYSTEMS**
- **DATA MINING**
- **BUSINESS INTELLIGENCE**
- **ARMED FORCES**
- **MILITARY OPERATIONS**

CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES

1.1 Información General:

- Tema:
Sistema de Información para Análisis y Evaluación de Resultados de las operaciones militares en las Fuerzas Armadas
- Unidad, departamento o centro responsable:
Departamento de Ciencias de la Computación
- Responsable(s) del proyecto:
Ing. Jaime Mayorga Sandoval
- Tutor académico y/o científico:
Ing. Robert Vargas Borbúa
- Líneas de investigación:
Seguridad y Defensa
- Sub líneas de investigación:
Gestión de Información
- Área de influencia:
 - Fuerzas Armadas del Ecuador
 - Dirección de Operaciones del Comando Conjunto de Fuerzas Armadas
 - Dirección de Investigación y Desarrollo Tecnológico Militar del Comando Conjunto de Fuerzas Armadas.

1.2 Introducción

En la Constitución Ecuatoriana, se posiciona al ser humano y su bienestar en el centro de todas las acciones estatales; entre las cuales se encuentra la de garantizar la seguridad integral y la defensa del Estado, encargando esta misión a las Fuerzas Armadas (FF.AA) Ecuatorianas. Se establece que las acciones de las Fuerzas Armadas se desprenden de su misión constitucional “conforme el artículo 158: “... la defensa de la soberanía e integridad territorial...”, además las Fuerzas Armadas tienen la responsabilidad de proteger los derechos, libertades y garantías de los ciudadanos y apoyar complementariamente a otras instituciones del Estado. (Asamblea Nacional Ecuador, 2008)

La Ley de Seguridad Pública y del Estado, garantiza el buen vivir, la convivencia en paz enmarcada en el respeto de los derechos, deberes y libertades de las personas, pueblos y nacionalidades, asegurando la defensa nacional, previniendo los riesgos y amenazas de todo orden; siendo el estado el garante de la seguridad de todos los habitantes y empleando a las Fuerzas Armadas para dicho fin. (Asamblea Nacional del Ecuador, 2014)

La ley Orgánica de la Defensa Nacional, determina las misiones de los órganos de la defensa, además de determinar dentro de las misiones de las Fuerzas Armadas, la de conservar la soberanía nacional, defender la integridad e independencia del estado y la de colaborar con el desarrollo social y económico del país, permitiendo la

participación en actividades que tengan relación con la seguridad nacional. (Asamblea Nacional del Ecuador, 2009)

Concomitantemente, el Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021 denominado Toda una Vida, contempla dentro de sus objetivos el de: “Garantizar la soberanía y la paz, y posicionar estratégicamente el país en la región y el mundo”. Para ello asegurará al ser humano y creará una cultura de paz y seguridad integral, empleando a las Fuerzas Armadas dentro de este proceso. (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, Senplades, 2017)

El Libro Blanco de la Defensa Nacional, genera directrices que orientan la participación de las Fuerzas Armadas en actividades inherentes a su misión constitucional; además, la colaboración en actividades vinculadas a la industria de la defensa y a la investigación en aras del desarrollo nacional y la seguridad integral. (Ministerio de Defensa Nacional, 2019)

Dentro de este marco se establecen los objetivos estratégicos de defensa, enfocados en ejercer el control efectivo del territorio nacional, continental, insular, espacios acuáticos y aéreos; así como de la infraestructura y recursos de áreas estratégicas, para ello se busca además, fortalecer las capacidades estratégicas conjuntas de las FF.AA, que sean indispensables para mantener una capacidad de disuasión y defensa de la integridad territorial y de la soberanía nacional.

De este contexto legal, se desprenden las siguientes misiones complementarias de FF.AA:

- Apoyar a las instituciones del estado para el cumplimiento de sus tareas.
- Apoyar al desarrollo nacional en el ámbito de la defensa
- Contribuir a la paz regional y mundial.

Estas misiones son efectuadas por las unidades/órganos de maniobra que forman parte de las Fuerzas Armadas. (Ministerio de Defensa Nacional, 2019). La comunicación que mantiene esos entes de maniobra al interior y hacia el comando de las FF.AA. se lo realiza a través de la red de comunicación interna del Comando Conjunto y el Sistema C3I2 (Comando, control, comunicaciones, inteligencia e informática).

El sistema C3I2 funciona en las instalaciones de Planta Central del Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas (CC.FF.AA) y es el encargado de llevar un control permanente de las operaciones militares que se desarrollan en el territorio nacional. Actualmente emplea una base de datos plana, que se alimenta en forma constante por las unidades militares, registrando información de las operaciones; sin embargo, esta información resulta insignificante y desorganizada para poder generar reportes que permitan a los mandos de las FF.AA, contar con los insumos suficientes para la toma de decisiones.

1.3 Motivación

El sistema C3I2, permanentemente se encuentra recibiendo, procesando y almacenando información con el propósito de generar un repositorio que permita en un momento dado, presentar datos estadísticos para determinar el avance y progreso de las operaciones. Esta información organizada facilitará a los decisores en sus niveles correspondientes, tomar decisiones acertadas y oportunas.

Sin embargo, la información proporcionada por el C3I2 en la actualidad no es suficiente, ya que resulta en ocasiones demasiada información y en otras información insuficiente para la toma de decisiones, debido a la ambigüedad de los datos que actualmente se registran, así también por la estructura de datos con la que en inicio fue construido este sistema, por lo que es necesario reestructurar y actualizar la organización y sistematización de la información, de forma que permita tener una base de datos relacional y lógicamente estructurada para generar reportes, establecer comparaciones y mediciones para evaluar su gestión propia y la de los comandos operacionales en cuanto a efectividad y eficiencia.

Es necesario explicar que no se han empleado técnicas de analítica de datos en las FF.AA del Ecuador, por lo que el resultado de este estudio resultará innovador, más aun siendo posible implementar una solución informática que contribuya a mejorar el proceso de toma de decisiones (PMTD), articulando los datos recibidos, generando un almacén de datos y mediante el empleo de técnicas de minería de datos organizar,

almacenar, analizar, reportear y distribuir la información relevante a los diferentes usuarios del sistema, para una adecuada toma de decisiones.

Se aspira que esta investigación, mejore el proceso militar para la toma de decisiones, de modo que el empleo de los medios y recursos, sea mucho más eficiente y se puedan obtener mejores resultados en pos de cumplir los objetivos propuestos para la defensa y seguridad nacional.

1.4 Planteamiento del Problema

1.4.1 Descripción del Problema

Las Fuerzas Armadas ecuatorianas, constituyen parte esencial del estado ecuatoriano, efectúan su gestión en base a lo que establece el Art. 158 de la Constitución. Operan en virtud de sus tres componentes que son: el Ejército Ecuatoriano, la Armada del Ecuador y la Fuerza Aérea Ecuatoriana, integradas por el Comando Conjunto.

Dentro de la Misión del Comando Conjunto de las FF.AA se establece la de asesorar, a través de lineamientos y directrices estratégicas militares, en la innovación, actualización, desarrollo e implementación de la generación de la tecnología militar, mediante el estudio estratégico en el desarrollo de capacidades militares, comprobación de la capacidad instalada militar óptima, implementación del desarrollo tecnológico

militar, a fin de promover el crecimiento operativo militar de ser la fuerza disuasiva eficaz y eficiente. (Comando Conjunto de las FF.AA , 2019)

En el CC.FF.AA. la Dirección de Operaciones, específicamente, planifica y controla la ejecución de las Operaciones militares en el territorio nacional; para lo cual actualmente utilizan el sistema de información denominado “Comando, Control, Comunicaciones, Inteligencia e Informática” (C3I2).

El sistema C3I2, cuenta con un centro de mando en el que se procura establecer un registro de las operaciones a través de datos que identifican la hora, lugar y tipo de operación. Estos datos se cargan en una base de datos plana, de forma periódica y manual, dependen de la relevancia que el administrador del sistema les otorgue y la necesidad del mando de contar con reportes. Sin embargo, estos datos son solamente registros que no proporcionan información relevante para posteriores análisis que generen inteligencia para la planificación de nuevas operaciones.

En la Figura 1, se muestra el flujo de información desde la unidad militar, hasta el registro en el Sistema C3I2. Las unidades operativas efectúan las misiones, remiten los datos hasta el CC.FF.AA en donde el operador del sistema ingresa los datos al sistema, posteriormente se genera un archivo de Excel que es mostrado a las autoridades como reportes.

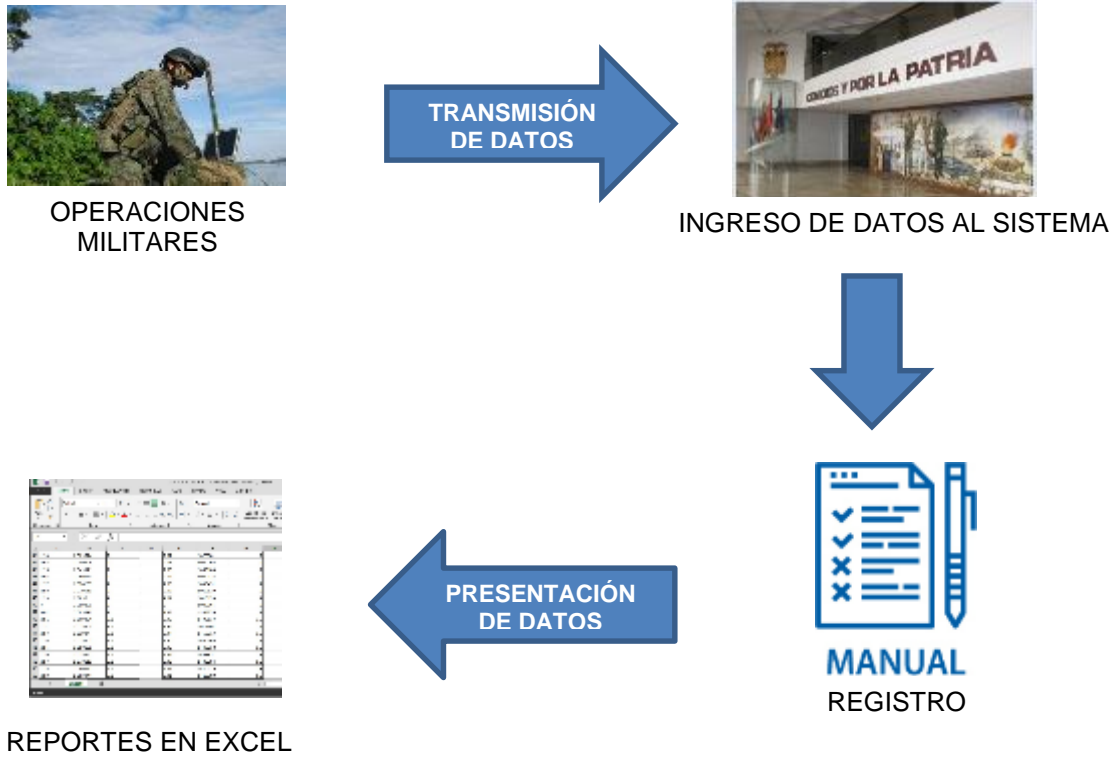


Figura 1. Flujo de información dentro del sistema C3I2

1.4.2 Formulación del Problema

Actualmente las Fuerzas Armadas no poseen información real, oportuna, organizada y sobre todo útil que le permita planificar, ejecutar y controlar sus operaciones militares con resultados óptimos que se vean reflejados tanto en el uso de recursos como en percepción de seguridad.

Cada estamento que conforma la Planta Central, es decir los campos de personal, logística, inteligencia y operaciones, trabajan con información parcial, generando datos

aislados que son excesivos, inexactos e inútiles generando que las decisiones no sean oportunas y probablemente no sean las mejores.

La falta de información rentable para la planificación de las operaciones militares ha desencadenado redundancia en su ejecución, empleando recursos que evidencian resultados incipientes, ya que no se cuenta con inteligencia útil y precisa para la toma de decisiones; dificultando la planificación eficaz en el corto, mediano y largo plazo.

La Dirección de Operaciones a través de su sistema C3I2, carece de una base de datos multidimensional y dinámica, que permita establecer relaciones sistemáticas y coherentes para producir inteligencia a partir de los datos ingresados, mucho menos posee un sistema con un almacén de datos que procese la información relevante en tiempo real, basados en inteligencia de negocios y que aporte de manera significativa a la toma de decisiones en todos los niveles.

La falta de información ha generado que el Proceso Militar en la Toma de Decisiones, no se ejecute de forma eficaz, esto se ve reflejado en la redundancia de ciertas operaciones militares que no generan resultados visibles; por otro lado, el registro histórico resulta inservible, debido a que al estar en una base de datos plana, dificulta generar reportes comparativos en periodos de tiempo, dando lugar a la ausencia de históricos que hoy en día son recursos invaluable para la toma de decisiones en las organizaciones efectivas.

1.4.3 Preguntas de Investigación

Para el estudio planteado, se han considerado las siguientes preguntas de investigación:

OE1 – RQ1.1: ¿Qué estudios recientes existen sobre sistemas de gestión de información, inteligencia de negocios y toma de decisiones en el ámbito militar?

OE1 – RQ1.2: ¿Cuáles son las técnicas existentes para el diseño de sistemas de gestión de información y minería de datos que más se ajusten al proceso militar en la toma de decisiones para las operaciones militares?

OE2 – RQ2.1: ¿Cuáles son las fuentes de datos que se generan durante el desarrollo de las operaciones militares?

OE2 – RQ2.2: ¿Qué datos resultan relevantes para la toma de decisiones?

OE3 – RQ3.1: ¿Qué indicadores brindarán información relevante para la toma de decisiones?

OE3 – RQ3.2: ¿Con qué nivel de confianza se deberán analizar los resultados?

1.5 Justificación e Importancia

Esencialmente las Fuerzas Armadas Ecuatorianas, dentro de la constitución tienen como misión fundamental: “la defensa de la soberanía e integridad nacional y, complementariamente, apoyar a la seguridad integral del estado de conformidad con la ley”. (Asamblea Nacional Ecuador, 2008)

En este sentido, las Fuerzas Armadas efectúan un sinnúmero de operaciones militares a lo largo y ancho del territorio nacional, en base a información entregada por los estamentos de inteligencia militar, logrando tener resultados positivos. Sin embargo, se requiere potenciar este accionar, implementando un sistema que permita mejorar la visualización de los resultados de las operaciones y sobre todo, lograr valorar efectivamente las acciones que se efectúan.

Por todo lo anotado, se ha visto la necesidad de articular los procesos de generación y gestión de información, producción de inteligencia, así también la visualización de los resultados y la valoración efectiva de la capacidad operativa de las Fuerzas Armadas, a través de un Sistema de Gestión de Información automatizado, para mantener un registro histórico de las operaciones militares y evidenciar la eficiencia de las acciones efectuadas en virtud de los objetivos estratégicos institucionales.

Dentro del ámbito empresarial, siempre ha sido motivo de análisis la metodología, empleada por parte de las fuerzas militares, para la toma de decisiones. Es así que el

Proceso Militar para la Toma de Decisiones (PMTD), ha sido el hito de inicio de un sinnúmero de teorías aplicadas a los negocios para mejorar el rendimiento de las empresas. Sin embargo, por múltiples factores, las FF.AA ecuatorianas, no han generado el recambio necesario para poder estar a la par de la tecnología para aplicar estos procesos de análisis y de esta forma mejorar su rendimiento. Actualmente, el PMTD efectuado para la planificación del CC.FF.AA se apoya en la información que le brinda el C3I2, que como ya ha sido anotado anteriormente, no genera información relevante que permita una planificación eficaz y eficiente.

1.6 Alcance

Este proyecto estará focalizado para su aplicación dentro de la Dirección de Operaciones del Comando Conjunto, sección C3I2, vinculada a los comandos operacionales distribuidos en todo el Ecuador; consistirá en un sistema de gestión de información, a través de una base de datos multidimensional cliente – servidor, presentando reportes en tiempo real a través de un tablero de control que facilitará la toma de decisiones en el nivel estratégico, operativo y táctico.

1.7 Objetivos

1.7.1 Objetivo(s) general(es) del proyecto

Diseñar un tablero de control en tiempo real a través de un sistema de información dinámico, que permita apreciar el desempeño de las operaciones militares y mejorar la toma de decisiones.

1.7.2 Objetivos específicos del proyecto

OE1. Realizar el análisis de la literatura para determinar las técnicas de diseño de sistemas de información para soporte a la decisión y minería de datos existentes a fin de seleccionar la que mejor se ajuste a las necesidades de la organización.

OE2. Recolectar y analizar los datos relevantes generados en las operaciones militares, a través de encuestas y entrevistas, para el diseño del Sistema.

OE3. Analizar e interpretar los resultados empleando minería de datos, para la generación de reportes.

1.8 Hipótesis de investigación

La implementación de un sistema de gestión de información para el análisis y evaluación de las operaciones militares, permitirá mejorar los resultados y la toma de decisiones.

Variable Dependiente: Mejorar el resultado de las operaciones militares y la toma de decisiones

Variable Independiente: Análisis y evaluación de información de las operaciones militares.

La hipótesis planteada considera elementos descriptivos cuantificables y que permitirán evaluar los resultados. Para la demostración de la hipótesis planteada se empleará el método deductivo, partiendo de una línea base y empleando técnicas de investigación, para posteriormente evaluar la gestión, mediante técnicas de minería de datos.

1.9 Metodología

Existen varias metodologías empleadas en la actualidad para el desarrollo de un almacén de datos (Data Warehouse), entre las más conocidas están las de Ralph Kimball, Bill Inmon y Hefesto (Castillo-Rojas, 2018); por lo que se estableció una matriz de comparación a fin de definir la metodología a emplearse en el presente proyecto; los aspectos a evaluar fueron: año de desarrollo, tipos de empresas que la emplean, arquitectura y desarrollo, orientación empresarial, énfasis, perspectiva, flexibilidad y

costo de implementación. A continuación, en la Tabla 1, se efectúa una matriz de comparación entre las metodologías antes mencionadas, a fin de evaluar sus características y seleccionar la más adecuada para el presente estudio.

Tabla 1

Comparación de metodologías para diseño Datawarehouse:

METODOLOGÍA	HEFESTO	INMON	KIMBALL
Autor	Ricardo Bernabeu	Bill Inmon	Ralph Kimball
Años en el mercado	09	29	22
Tipos de Empresas que emplean	PYMES	PYMES y grandes	PYMES y grandes
Arquitectura	Ascendente	Descendente	Ascendente
Enfoque empresarial	Objetivos e indicadores	Corporativo	Departamental
Integración de Datos		Sistemas transaccionales	Áreas del negocio
Perspectiva	Estrella / Copo de nieve	Relacional	Estrella
Flexibilidad	Si	No	Si
Costo de Implementación	Bajo	Alto	Bajo

Fuente: (Castillo-Rojas, 2018)

Luego del análisis comparativo, se definió que este estudio estará guiado inicialmente por la metodología de Ralph Kimball para la creación de un almacén de datos, basado en sus 4 principios (Kimball, 2008):

- Enfocarse en el giro del negocio
- Generar una infraestructura de información organizada
- Crear el Data Warehouse con entregables incrementables
- Entrega de la solución completa

Posteriormente, con los datos ingresados a la base de datos, se realizará minería, para lo cual se analizaron las metodologías existentes, entre las más empleadas están KDD-Process, CRISP-DM y SEMMA (Rivadera, 2010); por lo que se estableció una matriz de comparación tipo lista de chequeo, de factores como: comprensión del negocio, selección de datos, modelado, evaluación, implementación, número de fases, elección de herramientas libres, metodología estructurada y uso, que se presenta a continuación en la Tabla 2:

Tabla 2

Comparación de metodologías para diseño de Minería de Datos:

METODOLOGÍA	KDD	CRISP-DM	SEMMA
Comprensión del negocio	X	✓	X
Selección y preparación de datos	✓	✓	✓
Modelado	✓	✓	✓
Evaluación	X	✓	✓
Implementación	✓	✓	X
Número de fases	6	6	5
Elección libre de herramientas	✓	✓	X
Fases relacionadas	✓	✓	X
Detalle en pasos a seguir para cada fase	✓	✓	X
Metodología Estructurada	✓	✓	✓
Metodología Estable	X	✓	✓
Uso Amplio	✓	✓	X

Fuente: (Rivadera, 2010)

Con en análisis anterior, se definió que el diseño y desarrollo de la minería se efectuará a través de la metodología CRISP-DM, a través de un proceso de seis pasos (García S., 2015):

- Comprensión del Negocio
- Compresión de los Datos
- Preparación de los Datos
- Modelado
- Evaluación
- Implantación

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Estado del Arte

Para el análisis del estado del arte, se emplearon diferentes etapas para determinar criterios de inclusión y estrategias de búsqueda, utilizando como fuentes varios repositorios académicos.

2.1.1 Definición del Objetivo:

Resolver las preguntas planteadas de cada uno de los objetivos específicos.

2.1.2 Definición de los criterios de inclusión y exclusión:

Al emplear búsquedas en bases de datos digitales, se obtiene gran cantidad de información en múltiples formas, por ello será indispensable determinar características relevantes que permitan incluir los trabajos que aporten de mejor forma a la investigación.

Criterios de Inclusión:

- Con la finalidad de incluir investigaciones actuales, fueron incluidas todas aquellas que correspondan al año 2015 en adelante.
- Se tomaron en cuenta solamente artículos científicos y documentos de conferencias publicados en inglés.
- Fue indispensable que el artículo tenga referencia a sistemas de gestión de información, inteligencia de negocios, toma de decisiones.

- Además se tomó en consideración la inclusión de temas como: sistemas de mando y control de operaciones militares, sistemas de soporte a las decisiones, proceso militar en la toma de decisiones e inteligencia artificial.

Criterios de Exclusión:

- Artículos que tengan temas de inteligencia de negocios no relacionados a toma de decisiones.
- Artículos en otros idiomas que no sean inglés.

2.1.3 Definición de la estrategia de búsqueda

Revisión Inicial: Se efectuó una búsqueda a través de varios repositorios digitales para seleccionar los artículos relacionados a las preguntas de investigación

Validación Cruzada: Se verificó que los estudios cumplan fundamentalmente con los criterios de inclusión y exclusión, de esta forma se obtuvo un listado inicial con documentos que nos permita continuar con las demás fases del proceso.

Integración del Grupo de Control: Se conformó por los elementos que cumplen con los criterios de inclusión y exclusión, en donde se procede a efectuar un análisis del título, introducción o resumen, las conclusiones y palabras claves. Los estudios que cumplieron satisfactoriamente este análisis se muestran a continuación en la Tabla 3:

Tabla 3*Integración del Grupo de Control para revisión bibliográfica:*

ORD.	TEMA	PALABRAS CLAVES
EC1	The Internet of Battlefield Things: The Next Generation of Command, Control, Communications and Intelligence (C3I) Decision-Making (Russell, 2018)	<ul style="list-style-type: none"> • Decision making, • Internet of Things, • Command and control systems, • Intelligent sensors, • Machine learning
EC2	Assimilation of military group decision support systems in Korea: The mediating role of structural appropriation (Lee, 2017)	<ul style="list-style-type: none"> • Military group decision support system, • Assimilation, • Toe framework, • Adaptive structuration theory, • Appropriation, • Partial least squares, • Korea
EC3	Mission Engineering and Analysis: Innovations in the Military Decision Making Process (Hernandez, 2017)	<ul style="list-style-type: none"> • Mission engineering, • Military decision making process, • Systems analysis.
EC4	Application of Big Data Technology in Scientific Research Data Management of Military Enterprises (Kun, 2019)	<ul style="list-style-type: none"> • Big data technology, • Scientific research data, • Data analysis, • Decision
EC5	New directions in military and security studies: Artificial Intelligence and Military Decision Making Process (Goztepe, 2015)	<ul style="list-style-type: none"> • Decision making; • Artificial intelligence; • Security environment; • Threat; • Future
EC6	Analytics and Simulation for Decision Support: Good Results Achieved by Teaming the Two (Hershey, 2018)	<ul style="list-style-type: none"> • Decision support systems, • Data models, • Computational modeling, • Object recognition, • Cybernetics, • Analytical models, • Probability distribution, • Surveillance, • Open source software, • Discrete event simulation

Construcción de la Cadena de búsqueda:

La cadena de búsqueda fue construida empleando las palabras con la mayor cantidad de incidencia en cada contexto. En relación por los estudios del grupo de control, para el presente estudio se definieron los siguientes: Sistemas de Información para soporte de decisión, Inteligencia de Negocios, Entorno Militar (Seguridad y Defensa). Todos estos contextos se muestran en la Tabla 4:

Tabla 4
Construcción de la cadena de búsqueda:

Contexto	Palabra Clave	EC1	EC2	EC3	EC4	EC5	EC6	Número de Repeticiones
Sistemas para toma de Decisiones	Decision Making	x			x	x		3
	Decision support system		x				x	2
	Military decision making process			x				1
	Systems analysis.			x				1
Inteligencia de Negocios	Machine Learning	x						1
	Assimilation		x					1
	Adaptive structuration theory		x					1
	Partial least squares		x					1
	Data analysis				x		x	2
	Big data				x		x	2
	Artificial intelligence						x	1
Entorno Militar	Command and control systems	x						1
	Security environment					x		1
	Threat					x		1
	Surveillance						x	1

Bajo el cuadro de análisis anterior, la cadena de búsqueda se estableció con las palabras con mayor incidencia en cada contexto, para unir la cadena se empleó el

conector “OR”, y para concatenar la cadena se utilizó “AND”, estableciendo la siguiente cadena de búsqueda: (Decision Making) AND (Big Data) or (Data Analysis) AND (Military).

Esta cadena se aplicó en los diferentes repositorios académicos, obteniendo los siguientes resultados:

- IEEExplore: 37
- Scopus: 15
- DOAJ: 2
- JSTOR: 18
- Elsevier: 12

Con los resultados obtenidos, se revisó los documentos encontrados, los cuales se enlistan a continuación:

(Hershey P., Umberger B., Chang R.; 2015) Adaptable mission analysis and decision system

La simulación de eventos discretos, permite efectuar la generación de modelos matemáticos que ayudan a la toma de decisiones. En el ámbito militar esta metodología se puede aplicar en la defensa antiaérea, ataques cibernéticos e incluso reconocimientos terrestres. De igual forma, en este artículo se respalda la toma de decisiones de tipo militar en estadísticas bayesianas, que permiten conjugar variada información que los comandantes requieren analizar para una adecuada toma de

decisiones, incluso permitiendo la comparación de diversos cursos de acción. (Hersey P., 2015). Esta investigación nos permitirá establecer modelos matemáticos para el soporte de las decisiones que mejorarán sustancialmente y simplificarán el PMTD.

(Smallegnage A., Bastiaansen H., Venema A., Bronkhorst A.; 2017) Big Data and Artificial Intelligence for Decision Making: Dutch Position Paper

Los temas relacionados a la toma de decisiones, son de relevante importancia en el ámbito militar, esencialmente por la inclusión de un sistema conjunto de mando y control y toma mayor relevancia debido a la cantidad de factores que se involucran. De esta forma, el presente artículo genera una guía para la organización y manejo de información relevante para la toma de decisiones enfocadas a áreas de tipo estratégico y militar. (Smallegnage A., 2017). Este estudio permitirá construir las relaciones de información para la estructuración adecuada de la base de datos.

(Russell S., Abdelzaher T.; 2018) The Internet of Battlefield Things: The Next Generation of Command, Control, Communications and Intelligence (C3I) Decision-Making

La incorporación de las diferentes tecnologías al campo de batalla, han modificado el panorama de las operaciones militares, especialmente por la cantidad de dispositivos móviles que forman parte de los diversos componentes y sus enlaces a internet. En este sentido, el comando, control, comunicaciones e inteligencia (C3I) ha sido de fundamental importancia para el dominio militar. Esta investigación proporciona un análisis entre la convergencia existente entre los datos e información que se produce en

el campo de batalla y la toma de decisiones, que son indispensables para generar decisiones en temas estratégicos y militares. (Russell S., 2018). Para una segunda fase de esta investigación, este análisis permitirá incorporar la transmisión de datos a través de dispositivos móviles y otros recursos, para obtener información que mejore el proceso de toma de decisiones en tiempo real.

(Hernandez A., Nelson D., Karimova T.; 2017) Mission Engineering and Analysis: Innovations in the Military Decision Making Process.

El campo de batalla es muy complejo, por ello se requiere la incorporación de la interacción de sistemas físicos y virtuales para mejorar la toma de decisiones, el presente artículo presenta la forma en cómo crear un marco de análisis para solventar los problemas y mejorar la toma de decisiones, iniciando desde la planificación en cuanto a personal, sistemas de armas, y la misión en sí misma. La incorporación de este sistema permitirá a los estados mejorar el control de sus fronteras y el mejor desempeño. (Hernandez A., 2017). En el presente trabajo, se brindará la posibilidad de que las operaciones militares efectuadas puedan ser evaluadas en múltiples campos, para determinar su eficacia y eficiencia que a su vez medirá la eficacia y eficiencia de las tareas desempeñadas por las fuerzas militares.

(Chmielewski M., Fraszczak D., Kukielka M., Bugajewski D., 2018) Military and Crisis Management Decision Support Tools for situation awareness development using sensor data fusion

En este artículo, se hace referencia al uso de diferentes tecnologías aplicadas en el campo de batalla, que incluyen el uso de sensores, los mismos que alimentan una base de datos que permitirá contar con información de relevante importancia para la toma de decisiones, especialmente durante el manejo de crisis relacionado a desastres naturales. La incorporación de estos sistemas facilitará de igual forma, la toma de decisiones por parte de las unidades tácticas que se emplean en el campo de batalla. (Chmielewski M., 2018). Esta investigación, permitirá establecer relaciones para la estructuración de la base de datos, que en un siguiente etapa permita la interacción de diversos dispositivos que incorporen información de forma automática al sistema.

(Goztepe K., Dizdaraglu V., Sagiroglu S.; 2015) New directions in military and security studies: Artificial intelligence and military decision making Process.

El escenario y el campo de batalla ha ido modificándose con el transcurso del tiempo; de igual forma las amenazas y los sistemas de armas, lo que ha generado una dinámica cambiante que ha requerido modificar y hacer que la toma de decisiones sea más dinámica y se apoye en la automatización de la información e implementación de la inteligencia artificial. (Goztepe K., 2015). Este estudio alimenta de forma más amplia la necesidad actual de que el CC.FF.AA cuente con un sistema automatizado para la generación de inteligencia que facilite la toma de decisiones.

Conclusión:

Luego de efectuar una revisión bibliográfica, se ha podido determinar la importancia que ha generado el manejo de sistemas de información para la toma de decisiones en el ámbito militar en todos sus niveles. Dentro de este contexto, se puede evidenciar que el entorno cambiante, genera nuevas posibilidades que deben ser aprovechadas para neutralizar las amenazas y contribuir de forma positiva a la seguridad de los estados. Dentro de nuestro país, no han existido estudios similares dentro de las Fuerzas Armadas, por lo que se propone el presente estudio como parte inicial para el desarrollo y mejoramiento de las operaciones y la toma de decisiones.

Esta base bibliográfica, permitirá orientar en base a otras experiencias, un trabajo mucho más acorde a la necesidad del CC.FF.AA y la mejor aplicación del proceso militar para la toma de decisiones, en pos de que los resultados sean mucho más efectivos para la institución.

2.2 Metodología Data Warehouse - Kimball

Un Data Warehouse, también conocido como almacén de datos, constituye una colección sistémica de datos, organizados e integrados, que pueden ser variables en el tiempo; permite brindar el soporte necesario para la toma de decisiones. Su empleo se volvió popular a partir de los años 90, sin embargo de la metodología empleada para su construcción, dependerá el éxito de los resultados. (Rivadera, 2010)

Los almacenes de datos se estructuran con datos operacionales, pueden incluir las etapas de extracción, transformación y carga de datos; además de herramientas para el acceso al depósito para consulta y análisis. Actualmente existen varias metodologías para la construcción de los almacenes de datos, las más empleadas son: INMON, DWEP, HEFESTO, KIMBALL. (Brizuela, 2013)

Para efectos de este estudio, nos enfocaremos esencialmente en la metodología Kimball, por su aplicabilidad del entorno y la lógica de desarrollo que ofrece, aspectos mostrados en el Capítulo I en la Tabla 1.

2.2.1 Metodología Kimball

Desarrollada por Ralph Kimball, presenta un proceso de trabajo con varias etapas, desde la planificación del proyecto, la definición de los requerimientos propios del giro de cada negocio, para luego definir la arquitectura del proyecto en función de la tecnología, los datos y las aplicaciones que el usuario establezca. Sin embargo, el aspecto más importante se centra en el tratamiento de los datos, a través del modelado dimensional, el diseño físico y la extracción, transformación y carga de los datos. (Kimball, 2008)

Es importante que durante todo el desarrollo del proyecto, se efectúe un seguimiento y administración general, para asegurar que todas las actividades planteadas se cumplan articuladamente, como se muestra en la Figura 2:



Figura 2. Metodología Kimball para Diseño de Datawarehouse
Fuente: (Kimball, 2008)

2.3 Metodologías de Minería de Datos

La minería de datos ha tomado mayor relevancia en los últimos años, es concebida como la creación de conocimiento teniendo en cuenta las relaciones existentes cuando se efectúa el análisis de información en grandes cantidades, empleando diferentes técnicas y métodos; lo que permite obtener nuevos conocimientos a partir de estos datos. (Pérez & Santín, 2008).

Dentro de las metodologías comúnmente empleadas para el desarrollo de un proyecto de minería de datos están: CRISP-DM, SEMMA, KDD-Process. Sin embargo, la mayormente recomendada y más utilizada por las organizaciones en la actualidad es la metodología CRISP-DM. (Moine, 2011).

Para el desarrollo del presente estudio, tras efectuar una valoración de los modelos empleados para realizar minería de datos y que fueron mostrados en la Tabla 2 del capítulo anterior, se empleará la metodología CRISP-DM, por la dinámica básica y lógica que presenta para la incorporación de minería de datos en las Fuerzas Armadas.

2.3.1 Metodología CRISP-DM

La metodología CRISP-DM (Cross Industry Standard Process for Data Mining) cuya traducción es: proceso estándar de la industria para la minería de datos. Esta metodología tiene mayor relevancia a partir del año 2000, cuando las empresas toman consciencia acerca de la necesidad e importancia que tienen los datos propios que se generan en su entorno, al punto que en el año 2007 se convirtió en la guía más utilizada para el desarrollo de proyectos de minería de datos. (Schab, 2018)

El método cubre seis pasos, no necesariamente secuenciales, que se muestran en la Figura 3, y serán detallados teniendo como base teórica la investigación permanente que desarrolla en este sentido por José Gallardo a partir del 2009, y que aún mantiene vigencia, para la Definición de Requisitos en Proyectos de minería de datos.

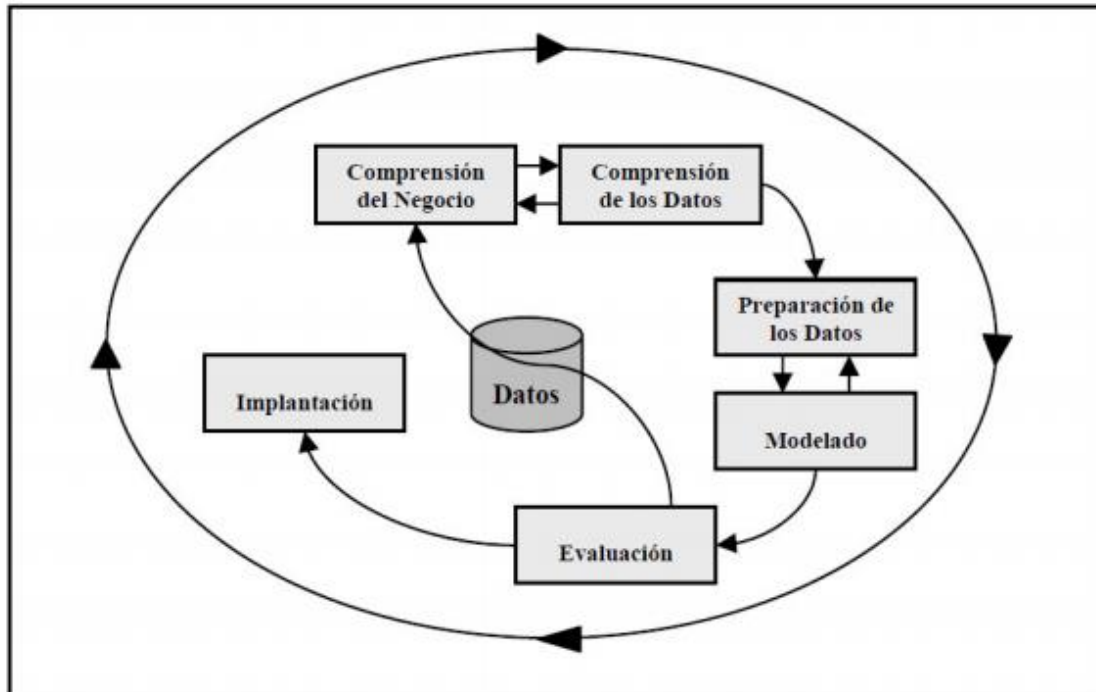


Figura 3. Metodología CRISP-DM para Minería de Datos
Fuente: (Gallardo, 2009)

2.3.1.1 Comprensión del Negocio

Es la fase inicial y la más importante de esta metodología, ya que busca determinar de forma clara y real la concepción del negocio para identificar los objetivos técnicos y el plan base del proyecto. De esta forma se tiene una concepción lógica de la empresa, y el conocimiento de todos los aspectos relacionados al negocio, para seleccionar los datos y la información que permitirán alcanzar los objetivos planteados. Este primer paso comprende cuatro etapas:

- **Determinar los objetivos:** Busca focalizar el problema que se busca resolver, además de fijar las razones por las que se empleará la minería de datos y el tipo de resultados a obtener.

- Evaluación de la situación: En esta etapa se establece la situación actual de la organización, el conocimiento de la problemática y del negocio, se determina también, la cantidad de datos e información existentes y que son necesarios para solucionar el problema.
- Determinación de los objetivos de la minería de datos: En virtud de los objetivos económicos o comerciales de la empresa, se determinarán los criterios con los cuales se buscará la información a través de la minería de datos.
- Plan del Proyecto: Será la guía en la que se determinarán los procesos que permitirán el desarrollo del proyecto. (Gallardo, 2009)

2.3.1.2 Comprensión de los Datos

Con la finalidad de obtener una visión general del problema a resolver y conocer también la calidad de los datos y las posibles relaciones entre ellos, se inicia esta fase con una recolección preliminar de información y datos; las tareas en esta fase son:

- Recolección de datos iniciales: Se preparan los datos que serán analizados, se puede crear informes, definir también las técnicas de recolección y solucionar problemas o preguntas que puedan presentarse.
- Descripción de los datos: Con los datos recolectados, se crea un registro para conocer con mayor profundidad los atributos de cada dato y el formato en el que serán recolectados.
- Exploración de los datos: Permite establecer una estructura general de los datos con un informe de respaldo.

- Verificación de la calidad de los datos: Determina la consistencia de la información disponible y permite corregir los errores que generen distorsión o ruido. (Fernández D. B.-M., 2016)

2.3.1.3 Preparación de los Datos

Permite generar con la menor cantidad de errores, la base de datos final en donde se recolectará la información; entre las tareas que se llevan a cabo están:

- Selección de datos: Mediante un subconjunto de datos, se efectúa un análisis, apoyado en criterios obtenidos en las fases anteriores.
- Limpieza de los datos: Es la tarea de mayor complicación y esfuerzo, dependerá de las técnicas de minería establecidas para obtener datos de calidad para el modelamiento.
- Estructuración de los datos: Con diferentes operaciones se logrará la creación de nuevos atributos o en su defecto, transformar sus valores para obtener registros útiles.
- Integración de los datos: Creando nuevos registros o valores teniendo como origen datos seleccionados.
- Formateo de los datos: Permite efectuar modificaciones sintácticas de los datos sin modificar su significado. (Moine, 2011)

2.3.1.4 Modelado

En esta fase empleando diversas técnicas, se procede a modelar los datos; sin embargo, en algunas ocasiones se puede regresar al paso anterior para mejorar los

resultados; de igual forma, previo a este paso será necesario establecer el método a emplear para evaluar los modelos. Entre las tareas a realizar se tiene:

- Selección de la técnica: En virtud del problema a resolver, se define la técnica a utilizar, considerando el objetivo y la relación con las herramientas de minería de datos existentes. En este caso particular, emplearemos el modelo de estrella.
- Generación del plan de prueba: Con el modelo seleccionado, se establecerá el procedimiento destinado a probar la calidad del mismo.
- Construcción del modelo: Con la técnica que se haya seleccionado, se ejecuta una prueba sobre los datos preparados para generar uno o más modelos. Todas las técnicas presentan parámetros que determinan las características del modelo.
- Evaluación del modelo: Teniendo como referencia el conocimiento del dominio y los criterios de éxito preestablecidos, se procede a evaluar el modelo seleccionado. (Gallardo, 2009)

2.3.1.5 Evaluación

Se procede a efectuar la valoración en virtud de los criterios de éxito del problema. Se considerará además que la fiabilidad del modelo se aplica solamente a los datos sobre los que versó el análisis. Se evaluará además el proceso para verificar su validez, si el resultado es positivo según los criterios de éxito establecidos, se realiza la explotación del modelo, teniendo en cuenta el siguiente proceso:

- Evaluación de los resultados: Se tomará en cuenta los objetivos del negocio y bajo esta relación se determinará una posible razón que invalide el modelo o se requiera probar nuevamente el modelo.

- Proceso de revisión: Se califica al modelo de forma integral para determinar elementos que puedan o requieran ser mejorados.
- Determinación de futuras fases: Si el proceso como tal ha mostrado resultados alentadores, se puede sugerir una nueva fase, ya sea para incluir otros datos, un nuevo modelado o un nuevo proyecto. (Fernández D. B.-M., 2016)

2.3.1.6 Implantación

Con el modelo construido y validado, el conocimiento obtenido debe convertirse en acciones puntuales dentro del proceso de negocio, con actividades basadas en la observación del modelo y sus resultados, aplicando el modelo a diferentes conjuntos de datos o en el proceso como tal.

El proyecto de minería no puede darse por concluido con la implantación del modelo, ya que es necesario documentar y presentar los resultados de forma comprensible para los usuarios a fin de lograr un incremento del conocimiento, por ello se debe asegurar el mantenimiento de la aplicación y posible difusión de los resultados.

Las tareas desarrolladas en esta fase son:

- Plan de implementación: Con los resultados de la evaluación, se concluye una estrategia para la implementación, en el caso de haberse identificado un procedimiento general, se deberá documentar para una posterior implementación.
- Monitorización y mantenimiento: Si los modelos son implementados en el dominio del problema, es necesario preparar estrategias de monitorización y

mantenimiento para ser aplicadas sobre los modelos, esta retroalimentación indicará si el modelo se está utilizando apropiadamente.

- Informe final: Constituye la conclusión total del proyecto; en virtud del plan de implementación, el informe puede ser un resumen de los puntos importantes con sus puntos de enseñanza o una presentación que explique los resultados obtenidos.
- Revisión del proyecto: Se evalúa que fue correcto o no dentro del modelado y además, rescatar las lecciones aprendidas y los puntos que requieren ser mejorados. (Moine, 2011)

2.4 Métodos de minería de datos:

Permiten organizar y clasificar la información a fin de crear una hipótesis y encontrar información relevante que a simple vista podría no ser apreciada, se clasifican en métodos descriptivos y métodos predictivos (Pazmiño, 2018).

2.4.1. Métodos Descriptivos:

Permiten encontrar patrones y tendencias de datos, agrupan datos que no son conocidos con anterioridad, todas las variables son tratadas en el mismo nivel y la información se genera con los datos disponibles, se clasifican en:

- Clasificación: Genera un nuevo valor en virtud de los datos disponibles.
- Categorización: En cada entrada existe una o más correspondencias de salida.
- Preferencia: A partir de datos previamente ordenados se generan preferencias.

- Regresión: A cada entrada corresponde un único valor de salida, permite predecir nuevos datos. (Gutiérrez, 2015)

2.4.2. Métodos Predictivos:

Partiendo de los datos disponibles, emplean un entrenamiento de un modelo con diferentes datos para predecir valores que son desconocidos o pueden generarse de otras variables. Se desarrollan en dos fases: entrenamiento, en virtud de un modelo con un subconjunto de datos conocidos y las pruebas con el resto de datos disponibles. Se clasifican en:

- Agrupamiento: Con elementos que guardan similitud y que son agrupados en conjuntos.
- Correlaciones: Se originan en un conjunto de atributos de un elemento, a fin de conocer si existen dos o más atributos relacionados.
- Asociación: Mediante reglas que permitan asociar la información.
- Valores atípicos: Detectan valores que no tiene similitud con otros. (Porcel, 2009)

2.5 Técnicas de Minería de datos

Se considera como técnicas de minería de datos, a las herramientas que se aplican, con el afán de permitir el análisis de grandes cantidades de datos a fin de encontrar patrones de comportamiento de la información; entre las más empleadas tenemos (Gutiérrez, 2015):

2.5.1 Regresión Lineal:

Es un método matemático cuyo estudio de tipo analítico, se emplea para establecer relaciones entre los datos, se crea un modelo que relaciona una o más variables dependientes con un conjunto de variables independientes y una constante. Puede ser Simple cuando el modelo se apega a una línea recta; o puede ser múltiple, cuando se utiliza más de una variable. (Camana, 2016)

2.5.2 Naive Bayes:

Es una técnica predictiva considerada como un algoritmo de clasificación basada en el teorema de Bayes, se emplea para la generación de modelos de minería de datos de forma rápida, con la posibilidad de predecir resultados a través de relaciones empleando datos históricos. (Esparza, 2017)

2.5.3 Árboles de decisión:

Constituye un conjunto de condiciones que poseen una organización jerárquica para relacionar la decisión final. Los árboles de decisión son útiles para procedimientos médicos, legales, comerciales, estratégicos, matemáticos, lógicos, entre otros.

La técnica emplea un algoritmo de clasificación, pudiendo expresarse como reglas de decisión, permitiendo analizar decisiones secuenciales con resultados y probabilidades asociadas. Un árbol de decisión debe tener las siguientes características:

- Planteamiento del problema desde diferentes perspectivas.
- Análisis completo de todas las soluciones posibles

- Un esquema para estimar el costo del resultado y probabilidad de uso.
- Escoger las mejores decisiones en base a la información existente y los mejores supuestos.
- Análisis de las alternativas, sucesos, probabilidades y resultados. (Pérez & Santín, 2008)

2.6 Herramientas para Minería de datos

Existe una variedad innumerable de herramientas para minería de datos, entre las más conocidas tenemos (Lobaina, 2018):

2.6.1 Rapid Miner:

Es una herramienta multiplataforma de análisis de datos que funciona desde el 2006, mediante código abierto con licencia GPL y en lenguaje Java, permite llevar a cabo procesos de análisis de datos a través del ordenamiento de operadores visualizados en un entorno gráfico, con un entorno de aprendizaje y otro de prueba, también posee procesos de ETL, análisis predictivo y pre-procesamiento y visualización de datos. (Moreno Salazar, 2016)

2.6.2 Lenguaje R:

Actualmente muy usado por los estadistas y es distribuido de forma gratuita, es de uso libre con código abierto. Se enfoca en el análisis de los datos estadísticos que son

empleados en la minería de datos, maneja grandes volúmenes de información y puede ser usado para multiplicidad de reportes. (González, 2015)

CAPÍTULO III: DESARROLLO

En el presente capítulo, se describirá el desarrollo de los dos componentes de este proyecto. Inicialmente se detallará la construcción del Data Warehouse a través de la metodología Kimball y posteriormente, se realizará la construcción del Modelo de Minería de Datos, empleando la metodología CRISP-DM.

3.1 Construcción del Data Warehouse con Metodología Kimball

3.1.1 Planificación

Dentro de la metodología Kimball, se contemplan pasos secuenciales que se describen a continuación en la Tabla 5:

Tabla 5

Planificación del Proyecto:

ORD.	ACTIVIDAD	DURACIÓN
1	Definición de requerimientos	5 días
2	Diseño de la Arquitectura Técnica	3 días
3	Aplicación de herramientas	2 días
4	Modelado Dimensional	5 días
5	Especificaciones de Inteligencia de Negocios	2 días
6	Diseño Físico	5 días
7	Ingreso de información	5 días
8	Implementación	3 días

3.1.2 Definición de los Requerimientos de las Operaciones Militares

Las tareas de las Fuerzas Armadas se desprenden de su misión constitucional conforme el artículo 158: "... la defensa de la soberanía e integridad territorial...", además las Fuerzas Armadas deben proteger los derechos, libertades y garantías de los ciudadanos y apoyar complementariamente a otras instituciones del Estado, de donde se obtienen las siguientes misiones complementarias:

- Apoyar a las instituciones del estado
- Apoyar al desarrollo nacional en el ámbito de la defensa
- Contribuir a la paz regional y mundial.

Estas misiones son efectuadas por las unidades/órganos de maniobra que forman parte de las Fuerzas Armadas. (Ministerio de Defensa Nacional, 2019).

La información referente a cada tipo de operación militar se muestra en las siguientes tablas; considerando que las tablas 6, 7, 8, 9 y 10 forman parte de la Misión Constitucional de las FF.AA; mientras que las tablas 11, 12 y 13 son parte del Apoyo de FF.AA a las acciones de otras instituciones del estado:

Tabla 6:

Acción Estratégica de Vigilancia y control de los espacios terrestre, marítimos, aéreo y ciberespacio:

OPERACIÓN	ACCIÓN TÁCTICA	TAREA TÁCTICA
Vigilancia, exploración, reconocimiento terrestre.	Vigilancia Terrestre	Puestos Militares (Destacamentos)
		Control Militar (Retenes)
		Patrullaje Terrestre (L.P.I)
	Reconocimiento Terrestre	Reconocimiento de área
		Reconocimiento de punto
		Reconocimiento de Vía
		Operación del RECON
	Exploración Terrestre	Exploración de área
		Exploración de punto
Vigilancia, exploración, reconocimiento e interdicción marítima y fluvial de los espacios acuáticos.	Vigilancia Marítima	Operaciones de Control del área marítima (CAM)
		Operaciones de Control entre la Zona Contigua y el Límite Exterior de la Z.E.E
	Exploración Marítima	Control aéreo del mar territorial y Zona Contigua
	Reconocimiento Marítimo	Reconocimiento Marítimo
	Interdicción Marítima	Interdicción Marítima
	Interdicción Fluvial	Patrullaje fluvial
Operaciones ribereñas		
Vigilancia, exploración, reconocimiento aéreo.	Vigilancia Aérea	Patrulla aérea
		Patrulla aérea de combate
		Operación aérea
		Vigilancia y control del espacio aéreo (radares)
	Reconocimiento Aéreo	Reconocimiento Aéreo
		Reconocimiento con drones
	Interceptación Aérea	Interceptación Aérea

Fuente: (CC.FF.AA, 2019)

Tabla 7

Acción Estratégica de Vigilancia y Protección de las Zonas de seguridad bajo control de las FF.AA:

OPERACIÓN	ACCIÓN TÁCTICA	TAREA TÁCTICA
Protección de las Zonas de Seguridad de Frontera Terrestre	Patrullaje de hitos	Patrullaje de hitos
	Seguridad de fronteras (Destacamentos Tac)	Seguridad de fronteras (Destacamentos tácticos)
	Patrullaje Terrestre (Z.S.F.T)	Patrullaje Terrestre (Z.S.F.T)
Protección de las Zonas de Seguridad de Frontera Marítima	Operaciones de Control del área marítima (CAM) en la Z.S.F.M	Operaciones de Control del área marítima (CAM) en la Z.S.F.M
	Control aéreo del mar territorial y Zona Contigua	Control aéreo del mar territorial y Zona Contigua
Protección y seguridad hidrocarburífera	Patrullajes del Sistema Hidrocarburífero Nacional (S.H.N)(Oleoductos, poliductos, gaseoductos, pozos, estaciones y refinerías)	Patrullajes del Sistema Hidrocarburífero Nacional (S.H.N)(Oleoductos, poliductos, gaseoductos, pozos, estaciones y refinerías)
	Seguridad Física y seguridad armada del S.H.N y movimiento de las torres de perforación.	Seguridad Física y seguridad armada del S.H.N y movimiento de las torres de perforación.
	Reconocimiento aéreo y terrestre del S.H.N	Reconocimiento aéreo y terrestre del S.H.N
	Apoyo aéreo al S.H.N	Apoyo aéreo al S.H.N
Protección del Sector Minero Nacional	Patrullajes del Sistema Minero Nacional y las (ZESM)s.	Patrullajes del Sistema Minero Nacional y las (ZESM)s.
	Seguridad Física y seguridad armada de las (ZESM)s.	Seguridad Física y seguridad armada de las (ZESM)s.
	Reconocimiento aéreo y terrestre de las (ZESM)s.	Reconocimiento aéreo y terrestre de las (ZESM)s.
	Apoyo aéreo al S.M.N y las (ZESM)s.	Apoyo aéreo al S.M.N y las (ZESM)s.
	Controles Militares de Minería Ilegal	Controles Militares de Minería Ilegal
Protección a la áreas reservadas	Seguridad de física de áreas reservadas	Puestos Militares (Destacamentos) Patrullajes del Sistema de ÁREAS RESERVADAS

Fuente: (CC.FF.AA, 2019)

Tabla 8
Acción Estratégica de Operaciones Terrestres:

OPERACIÓN	ACCIÓN TÁCTICA	TAREA TÁCTICA
Operaciones Fundamentales	Ofensivas	Atacar con fuego
		Brechar
		Flanquear
		Despejar
		Seguir y Asumir
		Seguir y Apoyar
	Defensivas	Controlar
		Mantener
		Ocupar
		Asegurar
		Canalizar
		Desorganizar
Retrógradas	Desviar	
	Destruir	
	Romper el contacto	
	Contrareconocimiento	
	Apoyar con fuego	
	De reconocimiento	Conquistar
	De seguridad y SEGAR	Exfiltrar
Operaciones de Complementarias	De relevo	Infiltrar
	Engaño Táctico	Reducir
	Enlace Táctico	Bloquear
	De Información	Contener
	Guerra Electrónica	Derrotar
Operaciones Especiales	Aeromóviles	Suprimir
	Ribereñas	Inmovilizar
	Irregulares	Aislar
	Áreas fortificadas	Neutralizar
	Áreas urbanizadas	Emboscar

Fuente: (CC.FF.AA, 2019)

Tabla 9*Acción Estratégica de Operaciones Navales:*

OPERACIÓN	ACCIÓN TÁCTICA
Operaciones de ejercicio del control del mar	Vigilancia
Operaciones de disputa del control del mar	Patrullaje;
Operaciones de Defensa del Litoral	Rebusca;
Operaciones de superficie y/o anti superficie	Identificación / Reconocimiento;
Operaciones submarinas y/o anti submarinas	Seguimiento;
Operaciones aeronavales y/o antiaéreas	Cobertura;
Operaciones Anfibas	Guerra Electrónica y Acústica

Fuente: (CC.FF.AA, 2019)

Tabla 10*Acción Estratégica de Operaciones Aéreas:*

OPERACIÓN	ACCIÓN TÁCTICA
Contra Fuerza Aérea	Supresión de Defensas Ataque Barredura de Cazas Escolta
Defensa Aérea	Interceptación Patrulla Aérea de Combate Interdicción Aérea
Contra Fuerzas Terrestres	Ataque Terrestre Apoyo Aeroespacial Aproximado Interdicción Terrestre Reconocimiento Armado Escolta Armada
Contra Fuerzas Navales	Ataque Naval Patrulla Aérea Interdicción Naval
Especiales	Infiltración Exfiltración
Apoyo de Combate	Transporte Ataque Electrónico Vigilancia Reconocimiento Relay Aeroespacial Rescate de Combate Lanzamiento vertical

Fuente: (CC.FF.AA, 2019)

Tabla 11*Acción Estratégica Competencia legal de FF.AA:*

OPERACIÓN	ACCIÓN TÁCTICA
Operación Militar de Control de armas, munición, explosivos y accesorios.	Inspecciones de A.M.E Patrullaje anti delincuencia Control Militar del CAMEX
Ejercicio de Autoridad de Policía Marítima.	Patrullaje de Policía Marítima Operación de Control del Tráfico Ilícito Búsqueda y Rescate SAR Operaciones de Control de Aguas Interiores y Fluviales Exploración Aero-Marítima
Interceptación de tráficos aéreos no identificados.	ITANI
Apoyo al SPP y seguridad a mandatarios extranjeros.	Dispositivos de Seguridad

Fuente: (CC.FF.AA, 2019)

Tabla 12*Acción Estratégica de Contingencia Limitada, sin estado de excepción:*

OPERACIÓN	ACCIÓN TÁCTICA
Apoyo de FF.AA en el ámbito de su competencia a otras Instituciones del Estado sobre la base de los acuerdos y convenios Interinstitucionales vigentes.	CNE ARCOM SENAE MAGAP SRI MEDU OTROS
Operaciones de Apoyo a la Policía Nacional, con orden, a pedido (LSPE, Art. 11 innumerado).	Operaciones interagenciales y combinadas

Fuente: (CC.FF.AA, 2019)

Tabla 13*Acción Estratégica de Respuesta a crisis, con estado de excepción:*

OPERACIÓN	ACCIÓN TÁCTICA
Operaciones militares en el ámbito Interno.	Reconocimiento ofensivo Ocupación Destrucción Registro Cercos Emboscada Incursión Ataque Coordinado
Apoyo a la Policía Nacional ante grave conmoción interna (LSPE, Art. 11 innumerado, Art. 35).	Anti delincuenciales Conflictividad Interna (Orden Público) Control de la población y sus recursos
Apoyo a la SNGRE ante eventos catastróficos.	Búsqueda y Salvamento Evacuación Aero médica Transporte sanitario Sostenimiento y Apoyo Logístico Mitigación de eventos naturales
Apoyo a la SENA	Apoyo al control del contrabando

Fuente: (CC.FF.AA, 2019)

Así también, las FF.AA, están organizadas por Fuerzas (Terrestre, Naval y Aérea) y a su vez estas se ordenan conforme a su magnitud, ya sea para operaciones convencionales o para operaciones militares de ámbito interno, como se muestra en la Tabla 14.

Tabla 14*Distribución de los Comandos Operacionales por Fuerzas:*

FUERZA	COMANDO OPERACIONAL
EJÉRCITO	C.O 1 "NORTE"
	C.O 3 "SUR"
	C.O 4 "CENTRAL"
ARMADA	C.O 2 "MARÍTIMO"
AÉREA	C.O 5 "AÉREO"

Fuente: (CC.FF.AA, 2019)

En todos los casos, las unidades comprometen, personal, material y equipo para el desarrollo de las operaciones; así también, cada operación se desarrolla en un espacio de tiempo determinado en una planificación; al cabo de este periodo de tiempo de operación, se brindan resultados que deberán necesariamente ser contabilizados y a su vez, registrados en una base de datos para futuras referencias.

Con estos antecedentes y en virtud de la experticia del personal asignado a cargo, se establecieron consideraciones para poder realizar la construcción del almacén de datos, entre las cuales se depende lo siguiente:

Tabla 15

Requerimientos de Información según el desarrollo de las operaciones militares:

TEMA	REQUERIMIENTO	PROCESO DE NEGOCIO	OBSERVACIÓN
Operaciones Militares	Conocer la cantidad de misiones constitucionales que desarrolla cada fuerza y cada reparto a nivel nacional	Registro de todas las operaciones militares	Según las misiones asignadas a cada unidad
Fuerza Militar	En virtud de la fuerza, determinar la unidad que efectúa una operación militar	Registro de todas las unidades militares del país	Según su organización en virtud de unidades tipo División, Brigada, y Batallón.
Recursos	Determinar la cantidad de personal, material y medios que se emplean en las operaciones militares	Registro de la cantidad de efectivos, medios de transporte y armamento empleado	Descripción en forma detallada de cada ítem
Ubicación Física	Determinar la ubicación física donde se ejecuta la operación militar	Registro del punto de inicio y punto de finalización de la operación militar	Descripción con coordenadas
Temporalidad	Ubicación de la hora de inicio y finalización de la operación	Registro de tiempo de la operación militar	En forma manual inicialmente
Resultados	Conocer y registrar los resultados obtenidos con cada operación militar, para determinar su efectividad	Registro de la cantidad de personas, infraestructura, que fueron intervenidos en la operación militar, así como también el material decomisado o retenido	Descripción detallada de todos los resultados obtenidos en la operación

Fuente: (CC.FF.AA, 2019)

3.1.3 Diseño de la Arquitectura Técnica

En base de las misiones que desarrollan las FF.AA, se ha considerado establecer una arquitectura sencilla, partiendo del ingreso de los datos, bajo una nueva clasificación, para diagramar una estructura de la base de datos, posteriormente seleccionar la información relevante que permitirá construir reportes según los resultados obtenidos en la ejecución de dichas operaciones militares.

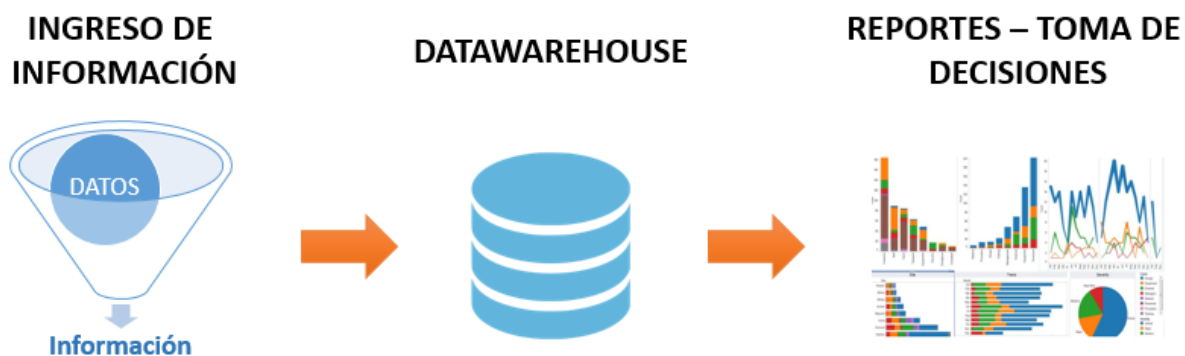


Figura 4. Diseño de la Arquitectura Técnica

3.1.4 Aplicación de Herramientas

En la Tabla 16 y Figura 5, que se muestran a continuación, se enumeran las herramientas seleccionadas para el desarrollo de este proyecto, tanto para la base de datos, el ambiente de desarrollo, la inteligencia de negocios y minería de datos.

Tabla 16*Selección e Instalación de Herramientas:*

TIPO	NOMBRE	PROPIETARIO
Base de Datos	Microsoft SQL Server 2017	Microsoft
Ambiente de desarrollo	Visual Studio 2017	Microsoft
Inteligencia de Negocios	Reporting Services	Microsoft
Inteligencia de Negocios	Power BI online	Microsoft
Minería de Datos	Rapid Miner	Microsoft
ETL	No aplica	No aplica

**Figura 5.** Herramientas utilizadas

- **Base de Datos**

Microsoft SQL Server: Almacena los datos resultados del proceso transaccional.

- **Modelado de Datos**

Visual Studio: Permite crear el modelo lógico de la base de datos.

- **Inteligencia de Negocios**

SQL Reporting Services / Power BI: Sirve para la explotación de los datos que se ha obtenido en el Data Warehouse a través de dashboards y reportes.

- **Minería de Datos**

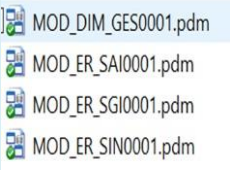
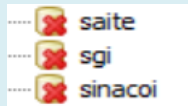
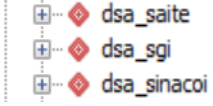
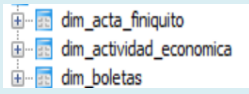
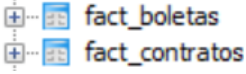
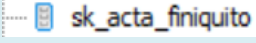
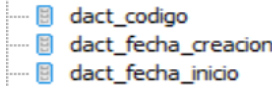
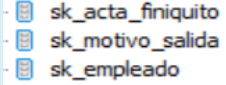
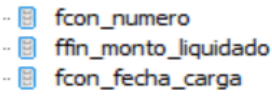
Rapid Miner: Permite la exploración de los datos, a fin de generar modelos predictivos, en base a la información almacenada.

3.1.5 Modelado Dimensional

La construcción dimensional de la base de datos, se dividió en secciones, para un mejor control y comprensión.

El estándar utilizado para la nomenclatura en nombres de variables, bases de datos, modelos, esquemas, tablas de hechos, dimensiones y campos, que conforman el data warehouse, se describe a continuación en la Tabla 17:

Tabla 17*Estándar de normalización de la base de datos:*

Esquema	# Caracteres	Estructura del estándar	Ejemplo	Datos actuales
Modelo entidad relación	30	MOD_ER + 3 letras iniciales del sistema + código secuencial de 4 dígitos	MOD_ER_SAI0001	
Modelo entidad dimensional	30	MOD_ER + 3 letras iniciales del sistema + código secuencial de 4 dígitos	MOD_DIM_GES0001	
Base de datos sistemas transaccionales	20	DB_ + Nombre representativo para la base de datos de sistemas transaccionales	DB_ARMY	
Esquemas de base de datos	3	Nombre representativo del estándar por default del esquema	dbo	
Tabla dimensiones	30	DIM_ + Nombre que describa la finalidad de la tabla	dim_institucion	
Tabla hechos	30	FACT_ + Nombre que describa la finalidad de la tabla	fact_contratos	
Campo de tablas dimensión llaves primarias	20	SK_ + Nombre de la tabla	sk_institucion	
Campos de tablas dimensión	30	D (dimensión) + 3 primeras letras del nombre de la tabla + "_" + nombre que describa el campo	dins_codigo	
Campo de tablas hechos llaves secundarias	20	SK_ + Nombre de la tabla	sk_contrato	
Campos de tablas hechos	30	F (hechos) + 3 primeras letras del nombre de la tabla + "_" + nombre que describa el campo	fcont_valor	

3.1.5.2 Tablas de Hechos y Dimensiones

El modelado de datos se realizó mediante la diagramación de las tablas de hechos y dimensiones.

3.1.5.2.1 Tablas de Dimensiones

Se consideraron tres dimensiones, que se describen a continuación:

- **Dimensión APERTURA_MISIÓN:** contiene información referente a la descripción de la misión a efectuar, descripción de la unidad militar que está realizando la operación y sus correspondientes unidades superiores.

Tabla 18

Dimensión APERTURA_MISIÓN:

APERTURA_MISIÓN					
Nombre	Tipo	Tamaño	Llave	Descripción	
APE_ID	Numeric	(18,0)	PK	Clave Primaria de la tabla con autoincremental automático	
FECHA	Datetime			Fecha y hora de la apertura	
FUERZA	Varchar	3		Código de la fuerza asignada	
DIVISION	Varchar	3		Código de la división asignada	
BRIGADA	Varchar	3		Código de la brigada asignada	
BATALLON	Varchar	3		Código del batallón asignada	
CONSTITUCIONAL	Varchar	3		Código del tipo constitucional	
ACCION ESTRATEGICA	Varchar	3		Código de la acción estrategia	
OPERACIONES	Varchar	3		Código de las operaciones	
ACCION TACTICA	Varchar	3		Código de la acción táctica	
TAREA TACTICA	Varchar	3		Código de tarea táctica	
ESTADO	Int			Estado activo o eliminado de la apertura de misión	
USUARIO	Varchar	20		Identificación del usuario que graba la información	
ZONA	Numeric	(18,0)	FK	Código de la zona asignada	
CODIGO	Varchar	15		Código compuesto de la misión	

- **Dimensión TIPO_DE_MISIÓN:** Es el enlace entre las dos acciones de apertura y cierre de la misión, es una tabla tipo árbol que contiene todas las jerarquías de tipos de información.

Tabla 19*Dimensión TIPO_DE_MISIÓN:*

TIPO_DE_MISIÓN				
Nombre	Tipo	Tamaño	Llave	Descripción
ID	Numeric	(18,0)	PK	Id clave primaria
PADRE	Numeric	(18,0)		Id padre para construcción de árbol
NOMBRE	Varchar	100		Nombre del tipo
CODIGO	Varchar	3		Código del tipo
DESCRIPCION	Varchar	500		Descripción o valor
ESTADO	Bit			Estado

- **Dimensión CIERRE_MISIÓN:** Permite conocer detalles del desarrollo de la misión, en cuanto a resultados y ejecución.

Tabla 20*Dimensión CIERRE_MISIÓN:*

CIERRE_MISIÓN				
Nombre	Tipo	Tamaño	Llave	Descripción
CIE_ID	Numeric	(18,0)	PK	Clave principal
APE_ID	Numeric	(18,0)	FK	Clave enlace de apertura
FECHA	Datetime			Fecha del cierre
KILOMETROS	Numeric	(18,0)		Numero de kilómetros recorridos
ESTADO	Int			Estado del cierre
DETALLES	Varchar	255		Observaciones
USUARIO	Varchar	20		Usuario que registra

3.1.5.2.2 Tablas de Hechos

- **Tabla de Hechos ZONA:** Brinda detalles de la ubicación geográfica del lugar en donde se efectuaron las operaciones, describiendo la ubicación de la provincia, cantón y la unidad que opera.

Tabla 21

Tabla de Hechos ZONA:

ZONA				
Tipo	Tipo	Tamaño	Llave	Descripción
ID	Numeric	(18,0)		Clave primaria
PROVINCIA	Numeric	(18,0)		Id de la provincia
CANTON	Numeric	(18,0)		Id del cantón
BATALLON	Numeric	(18,0)		Id del batallón
NOMBRE				Nombre personalizado de la zona por cada batallón
LAT_LNG	Varchar	MAX		Puntos de latitud y longitud de la zona

- **Tabla de Hechos USUARIO:** Proporciona los detalles de la persona encargada en cada unidad tipo batallón, del ingreso de la información en el sistema, a fin de determinar algún posible error o información incoherente.

Tabla 22*Tabla de Hechos USUARIO:*

USUARIO				
Tipo	Tipo	Tamaño	Llave	Descripción
ID	Numeric	(18,0)	PK	Clave primaria
IDENTIFICACION	Numeric	(18,0)		Número de cédula
NOMBRES	Varchar	200		Nombres completos
CORREO	Varchar	50		Cuenta de correo
CLAVE	Binary	50		Contraseña encriptada en bytes
FUERZA	Numeric	(18,0)		Código de fuerza
DIVISION	Numeric	(18,0)		Código de división
BRIGADA	Numeric	(18,0)		Código de brigada
BATALLON	Numeric	(18,0)		Código batallón asignado
ESTADO	Bit			Estado en el sistema
FECHA	Datetime			Fecha de registro

- **Tabla de Hechos APERTURA_MEDIOS:** Permite conocer los detalles sobre los medios empleados en vehículos, armamento, munición, aeronaves y embarcaciones.

Tabla 23*Tabla de Hechos APERTURA_MEDIOS:*

APERTURA_MEDIOS				
Campo	Tipo	Tamaño	Llave	Descripción
MED_ID	Numeric	(18,0)	PK	Clave primaria de la tabla de
APE_ID	Numeric	(18,0)	FK	Clave foránea de la tabla apertura
ARM_LETAL	Numeric	(18,0)		Código de arma letales
ARM_NOLETAL	Numeric	(18,0)		Código de Armas no letales
ARM_OTROS	Numeric	(18,0)		Código de otros tipo de armas
MUN_LETAL	Numeric	(18,0)		Código de municiones letales
MUN_NOLETAL	Numeric	(18,0)		Código de municiones no letales
MUN_OTROS	Numeric	(18,0)		Código de otras municiones
VEH_LIVIANO	Numeric	(18,0)		Código de vehículos livianos
VEH_PESADO	Numeric	(18,0)		Código de vehículos pesados
VEH_OTROS	Numeric	(18,0)		Código de otro tipo de vehículos
AER_COM_ALAFIJA	Numeric	(18,0)		Código de aeronaves de combate con ala fija
AER_COM_ALAROTATIVA	Numeric	(18,0)		Código de aeronaves de combate con ala rotativa
AER_LOG_ALAFIJA	Numeric	(18,0)		Código de aeronaves logísticas con ala fija
AER_LOG_ALAROTATIVA	Numeric	(18,0)		Código de aeronaves logística con ala rotativa
EMB_COM_CORBETA	Numeric	(18,0)		Código de embarcaciones de combate con corbeta
EMB_COM_FRAGATA	Numeric	(18,0)		Código de embarcaciones de combate con fragata
EMB_COM_NAVIO	Numeric	(18,0)		Código de embarcaciones de combate con navío
EMB_COM_SUBMARINO	Numeric	(18,0)		embarcaciones
EMB_LOG_CORBETA	Numeric	(18,0)		Código de embarcación de logística de corbeta
EMB_LOG_FRAGATA	Numeric	(18,0)		Código de embarcación de logística de tipo fragata
EMB_LOG_NAVIO	Numeric	(18,0)		Código de embarcación de logística tipo navío
FECHA	Datetime			Fecha de registro el campo
ESTADO	Int			Estado del registro.

- **Tabla de Hechos APERTURA_PERSONAL:** Permite conocer los detalles sobre el personal de oficiales y tropa, empleados en la ejecución de la misión.

Tabla 24

Tabla de Hechos APERTURA_PERSONAL:

APERTURA_PERSONAL					
Tipo	Tipo	Tamaño	Llave	Descripción	
PER_ID	Numeric	(18,0)	PK	Clave principal	
APE_ID	Numeric	(18,0)	FK	Clave foránea de enlace apertura	
OPERATIVO_OFICIAL	Numeric	(18,0)		Cantidad de oficiales	
OPERATIVO_TROPA	Numeric	(18,0)		Cantidad tropa	
ADMINISTRATIVO_OFICIAL	Numeric	(18,0)		Cantidad oficial	
ADMINISTRATIVO_TROPA	Numeric	(18,0)		Cantidad tropa	
OTROS	Numeric	(18,0)		Cantidad de otros	

- **Tabla de Hechos CIERRE_HALLAZGO:** Permite conocer resultados de la operación efectuada por efectivos militares, en cuanto al hallazgo de armas, municiones, explosivos, sustancias sujetas a fiscalización o contrabando.

Tabla 25*Tabla de Hechos CIERRE_HALLAZGO:*

CIERRE_HALLAZGO				
Tipo	Tipo	Tamaño	Llave	Descripción
HAL_ID	Numeric	(18,0)	PK	Clave primaria
CIE_ID	Numeric	(18,0)	FK	Clave enlace del cierre
ARM_BLANCA	Numeric	(18,0)		Número de armas blancas
ARM_FUEGO	Numeric	(18,0)		Número de armas de fuego
ARM_CIRCUNSTANCIA	Numeric	(18,0)		Número de armas circunstancia
ARM_MUNICION	Numeric	(18,0)		Número municiones de armas
ARM_EXPLOSIVO	Numeric	(18,0)		Número de explosivo
ARM_OTROS	Numeric	(18,0)		Número de otras armas
DRO_COCAINA	Numeric	(18,0)		Número en kilos de cocaína
DRO_MARIHUANA	Numeric	(18,0)		Número en kilos de marihuana
DRO_PRECURSOR	Numeric	(18,0)		Número en kilos de precursor
DRO_OTROS	Numeric	(18,0)		Número en kilos de otro tipo de drogas
COM_GASOLINA	Numeric	(18,0)		Número de combustible gasolina en galones
COM_DIESEL	Numeric	(18,0)		Número de combustible diésel en galones
COM_OTRO	Numeric	(18,0)		Número de combustible de otros tipo en galones
CON_ARTICULO	Numeric	(18,0)		Número de unidades de artículos
CON_VARIOS	Numeric	(18,0)		Número de unidades de otros

- **Tabla de Hechos CIERRE_INSTALACION_SUPERVISADA:** Permite conocer resultados de las instalaciones y vehículos que durante una operación fueron registrados.

Tabla 26

Tabla de Hechos CIERRE_INSTALACION_SUPERVISADA:

CIERRE_INSTALACION_SUPERVISADA				
Tipo	Tipo	Tamaño	Llave	Descripción
RET_ID	Numeric	(18,0)	PK	Clave primaria
CIE_ID	Numeric	(18,0)	FK	Clave enlace del cierre
INMUEBLES	Numeric	(18,0)		Número de inmuebles
VEHICULOS	Numeric	(18,0)		Número de vehículos
EMBARCACIONES	Numeric	(18,0)		Número de embarcaciones
OTROS	Numeric	(18,0)		Numero de otros no considerados

- **Tabla de Hechos CIERRE_PERSONA_REGISTRADA:** Determina el número de personas nacionales y extranjeras, tanto hombres como mujeres y no definidos que fueron registrados durante el desarrollo de las operaciones.

Tabla 27

Tabla de Hechos CIERRE_PERSONA_REGISTRADA:

CIERRE_PERSONA_REGISTRADA				
Tipo	Tipo	Tamaño	Llave	Descripción
RET_ID	Numeric	(18,0)	PK	Clave primaria
CIE_ID	Numeric	(18,0)	FK	Clave enlace del cierre
NAC_HOMBRE	Numeric	(18,0)		Número de hombre nacionales
NAC_MUJER	Numeric	(18,0)		Número de mujeres nacionales
NAC_OTRO	Numeric	(18,0)		Número de otros nacionales
EXT_HOMBRE	Numeric	(18,0)		Número de extranjeros hombre
EXT_MUJER	Numeric	(18,0)		Número de extranjeros mujeres
EXT_OTRO	Numeric	(18,0)		Número de extranjeros otros

- **Tabla de Hechos CIERRE_RETENCION:** Permite ubicar el número de personas, vehículos que por diferentes causas y motivos debieron ser retenidos para su entrega a la autoridad competente y proceder a judicializar el procedimiento.

Tabla 28

Tabla de Hechos CIERRE_RETENCION:

CIERRE_RETENCION				
Tipo	Tipo	Tamaño	Llave	Descripción
RET_ID	Numeric	(18,0)	PK	Clave primaria
CIE_ID	Numeric	(18,0)	FK	Clave enlace del cierre
VEHICULO	Numeric	(18,0)		Número de unidades de vehículos
VEHICULO_DETALLE		(18,0)		Detalles
PERSONA	Numeric	(18,0)		Número de personas
PERSONA_DETALLE	Varchar	255		Detalles importantes
OTRO	Numeric	(18,0)		Número de otros tipos no considerados
OTRO_DETALLE	Varchar	255		Detalles importantes

3.1.5.2.3 Contexto y Universo

El modelado de datos se efectuó con la herramienta Visual Studio 2017, que facilita la identificación de las tablas de dimensiones y las tablas de hechos. Los contextos ayudan a visualizar la lógica que tiene el Data Warehouse y la forma de explotar la información, teniendo como eje fundamental las tablas de hechos y dimensiones.

El universo del Data Warehouse, se establece en la relación total de las tablas de hechos y dimensiones, tal como se muestra a continuación.

Se seleccionó la herramienta de Power BI, debido a que de acuerdo con el reporte del Cuadrante Mágico de Gartner (Gartner, 2019), en lo que refiere a las soluciones de analítica de datos e inteligencia de negocios, esta herramienta se encuentra en el cuadrante de líderes, lo que genera confianza y respaldo en el trabajo que se desarrolla con el presente proyecto, tal como se muestra en la figura 8.



Figura 8. Cuadrante mágico de Gartner Plataforma de analítica de datos e Inteligencia de negocios
Fuente: (Gartner, 2019)

3.1.7 Diseño Físico

El diseño físico nos ayuda a dar soporte a las estructuras que se encuentran en el diseño lógico, se evalúan diferentes elementos:

- **Establecer el tamaño de la base de datos para el Data Warehouse:** Para la adecuación de la base de datos, se consideró una interfaz única para el ingreso de datos, que sea amigable y permita a los operadores hacerlo de manera consistente. El tamaño de la data, y la necesidad de una extracción ágil y óptima, para el presente proyecto se han establecido 50 GB, que puede ser escalable en el tiempo, considerando que de acuerdo a la política de mantenimiento de la información, expedida por el gobierno central, mantiene un promedio de cinco años.
- **Configuración del sistema:** Para el presente proyecto, se estableció una interfaz para la apertura y cierre de las misiones, además una opción para la generación de reportes, que se muestra en la Figura 9.



Aperturas

Cierres

Reportes

Figura 9. Interfaz para administración del SIGEOPS para el CC.FF.AA

- **Servidores y memoria a utilizar:** El data Warehouse no se almacena en un servidor, actualmente se almacena en nube, por el tamaño de la base de datos se necesita 5 GB de memoria RAM. En el caso de que el Comando Conjunto considere la aplicación del presente proyecto, se deberá configurar el sistema en la actual base de datos que opera en el C3I2.
- **Espacio en equipos de trabajo:** Al momento no son necesarios ya que para el desarrollo y ejecución del presente proyecto, se ha trabajado con una estructura en nube.
- **Modelo físico en la base de datos:** Se crea la base de datos, para luego crear las tablas con las claves primarias y demás campos, la base de datos se puede visualizar como se muestra en la Figura 10.

Base de datos SQL Server

Servidor ⓘ

Base de datos (opcional)

Modo Conectividad de datos ⓘ
 Importar
 DirectQuery

▲ Opciones avanzadas
 Tiempo de espera del comando en minutos (opcional)

Instrucción SQL (opcional, requiere una base de datos)

```
SELECT APE.APE_ID,
APE.CODIGO,
CONVERT(VARCHAR(10),APE.FECHA,103) AS [INICIO MISION],
FUERZA.TIP_DESCRIPCION AS FUERZA,
DIVISION.TIP_DESCRIPCION AS DIVISION,
BRIGADA.TIP_DESCRIPCION AS BRIGADA,
BATALLON.TIP_DESCRIPCION AS BATALLON,
CONSTITUCIONAL.TIP_DESCRIPCION AS CONSTITUCIONAL,
ACCION_ESTRATEGICA.TIP_DESCRIPCION AS ACCION_ESTRATEGICA,
OPERACIONES.TIP_DESCRIPCION AS OPERACIONES,
ACCION_TACTICA.TIP_DESCRIPCION AS ACCION_TACTICA,
TAREA_TACTICA.TIP_DESCRIPCION AS TAREA_TACTICA,
PROVINCIA.NOMBRE AS PROVINCIA,
```

Incluir columnas de relación
 Navegar usando la jerarquía completa
 Habilitar la compatibilidad con la conmutación por error de SQL Server

Figura 10. Modelo Físico de Base de Datos

3.1.8 Exploración de herramientas de Business Intelligence

Con la finalidad de proporcionar nuevas herramientas para el análisis de datos e información en el Comando Conjunto de FF.AA, se exploró, explotó y visualizó los datos almacenados, con ayuda de Power BI online, cuya configuración se muestra en el Capítulo 4.

3.1.9 Mantenimiento y Crecimiento del Data Warehouse

La base de datos y el modelo lógico del Data Warehouse actualmente con los datos ingresados, para el análisis de seis unidades de un Comando Operacional, se encuentra ocupando 11 MB, sin embargo, considerando el registro de todos los comandos operacionales, al 100%, se tendría un tamaño aproximado de 110 MB para cubrir dos meses de información y al año este tamaño llegaría a ser aproximadamente de 12 GB. No obstante, en el caso de activar toda la capacidad para almacenar 5 años de información, se requerirán al menos 60 GB.

Este tamaño permitirá que la base de datos pueda incrementarse en campos con nuevas dimensiones y tablas de hechos, siempre y cuando puedan ser relacionadas a las operaciones militares.

El mantenimiento se lo efectuará de forma periódica cada mes, a fin de que el espacio pueda ser condensado y debido al análisis a través de Reporting Services o Power BI, la exploración, explotación y visualización de los reportes será de forma directa a través del enlace con la base de datos. Es recomendable que cada 7 días se realice un respaldo de la información. En el caso de requerir la implementación completa y la activación de todo el sistema, será decisión absoluta del Comando Conjunto de FF.AA y sus autoridades.

3.2 Minería de Datos en base a la metodología CRISP-DM

En la construcción del modelo para efectuar la minería de datos se empleó la metodología CRIPS-DM con sus respectivas fases.

Esta metodología fue seleccionada debido a la revisión bibliográfica y matriz de comparación efectuada en el Capítulo I, selección efectuada por las cualidades, versatilidad, proyección de crecimiento y adaptabilidad de CRISP-DM.

3.2.1 Comprensión de las Operaciones Militares

Como primera fase se establecieron los objetivos y requerimientos del proyecto, en base a las necesidades de los clientes internos y a la dinámica de las operaciones desarrolladas por el CC.FF.AA., además de la información necesaria para la adecuada toma de decisiones en cada uno de los niveles del mando.

3.2.1.1 Objetivos de las Operaciones Militares

El objetivo primordial de la articulación del presente proyecto es efectuar proyecciones fiables, con la nueva estructuración de los datos, que permitan obtener información relevante sobre el desarrollo de las operaciones militares efectuadas por cada una de las unidades; de modo que se pueda determinar la efectividad, eficacia y eficiencia de la operación.

Por otro lado se viabilizará la posibilidad de generar reportes y con los datos obtenidos efectuar análisis que permitan al mando militar, tener los insumos necesarios

para la planificación de nuevas operaciones, a fin de obtener mejores resultados y de esta forma cumplir su misión constitucional de mejor manera.

Además, se obtendrá reglas de asociación para determinar la tendencia que sigue la planificación y ejecución de las operaciones militares en referencia a múltiples factores, como localización geográfica, personal y medios empleados, entre otros.

Contexto

Para la ejecución del presente trabajo, se cuenta con un almacén de datos que se articuló en virtud de las necesidades de información del CC.FF.AA; con la información obtenida se realizó un estudio del comportamiento de las operaciones en virtud de su ejecución, y la relación obtenida en cuanto a ubicación geográfica, jurisdicción, medios empleados, horas de operación y resultados obtenidos.

Objetivos de las operaciones

El propósito fundamental es la predicción de datos, para una planificación óptima de las diferentes operaciones militares en las unidades. Se busca la posibilidad de efectuar una predicción fiable, partiendo de los datos obtenidos y registrados por anteriores operaciones militares efectuadas; permitiendo generar relaciones que brinden mejores insumos para la planificación en los diferentes niveles de mando. Por lo tanto se definieron los siguientes objetivos:

- Determinar un modelo de decisión para la ejecución de las operaciones militares.

- Determinar lugares críticos donde se han obtenido resultados relevantes de las operaciones militares.
- Determinar el tipo de operación que tiene mejores resultados.

Criterios de éxito del negocio

Se consideran como criterios de éxito:

- Predecir si los patrones de las operaciones militares brindan mejores resultados, con una alta fiabilidad.
- Detectar patrones de comportamiento en cuanto a la relación de la provincia donde se ejecutan las operaciones y los resultados obtenidos, con la finalidad de apoyar a la planificación de nuevas operaciones.
- Conocer los patrones relacionados al tipo de operación, que brindan mejores resultados.

3.2.1.2 Evaluación de la situación

Se tiene un data warehouse, con información detallada de las operaciones militares efectuadas por las diferentes fuerzas, efectuadas en forma diaria durante dos meses, por lo que se puede aseverar que se dispone de una cantidad suficiente de datos para encontrar el modelo y resolver el problema planteado.

Inventario de recursos

El software que se dispone para efectuar la minería de datos será Rapidminer, que brinda un entorno visual, integra diferentes módulos para el aprendizaje automático y tareas de minería de datos. Se trabajará en inicio con una BDD estática en formato csv.

El hardware con el que contamos para la ejecución del proyecto son dos computadores portátiles con las siguientes características:

Tabla 29

Características de Hardware:

Características	Computador Portátil 1	Computador Portátil 2
Marca	HP	HP
Modelo	Split X2	UX-303
Procesador	INTEL CORE I5 1,6 GHZ	INTEL CORE I7 6500U HQ 2.5GHZ
Memoria Ram	4GB	12 GB
Disco Duro	512GB	512GB
Sistema Operativo	WINDOWS 8	WINDOWS 10

Los datos que se han incluido para efectuar la minería son registros de seis unidades militares tipo batallón, registradas durante los meses de mayo y junio de 2019.

El recurso humano con el que se desarrolló el presente proyecto fue el siguiente:

Tabla 30*Detalle del Recurso Humano:*

Cargo	Recurso Humano
Expertos en BI	Mayo. Jaime Mayorga
Expertos en el Negocio	Crnl. Carlos Cano Dirección de Operaciones del CC.FF.AA Tcrn. Galo Cevallos Director de C3I2
Técnico Desarrollador	Tec. Marco Ayala

Requisitos, supuestos y restricciones

- Los datos fueron restringidos por cuestiones de seguridad, en vista que son datos sensibles de las operaciones militares.
- La información obtenida fue segmentada a dos meses, para poder efectuar las pruebas correspondientes del sistema, base de datos, reportería y minería.

Costes y beneficios

La información registrada en el presente sistema no ocasiona costes adicionales al Comando Conjunto de FF.AA, ya que es parte de la información generada por cada una de las unidades militares y que pasa a ser parte de C3I2 desde su ingreso transaccional.

Este proyecto no genera un rédito económico palpable al Comando Conjunto de FF.AA, pero con las proyecciones que se generarán a partir de los modelos de minería y la información a través de reportes, se mejorará la toma de decisiones, se optimizarán

los recursos para obtener mejores resultados y finalmente se podrán gestionar la asignación de recursos por parte del gobierno central.

3.2.1.3 Determinar los objetivos de la Minería de Datos

Los objetivos de la minería de datos son:

- Predecir patrones de la ejecución de las operaciones militares, que brindan mejores resultados.
- Detectar patrones de comportamiento en cuanto a ubicación geográfica y resultados de las operaciones.

Criterio de éxito de la minería de datos

Para la minería se consideran como criterios de éxito:

- Realizar predicciones sobre la ubicación geográfica en donde efectuar cierto tipo de operación militar y obtener resultados positivos; se determina que el porcentaje óptimo será el de 75%. La fiabilidad la determinarán los algoritmos que se empleen para definir el modelo de la minería.
- Obtener reglas de asociación relevantes para las autoridades de la Dirección de Operaciones del Comando Conjunto de FF.AA y los Jefes y Oficiales de Operaciones en los distintos niveles de mando.

3.2.1.4 Generación del plan del proyecto

A continuación se muestra el plan del proyecto, estableciendo el tiempo estimado para cada fase de la metodología CRIPS-DM:

Tabla 31*Plan del Proyecto de Minería de Datos:*

ORD.	FASE	DÍAS
1	Comprensión del Negocio	5
2	Comprensión de los datos	5
3	Preparación de los datos	5
4	Modelado	5
5	Evaluación	5
6	Implementación o Despliegue	5
TOTAL		30

Evaluación inicial de las herramientas y técnicas

Para la selección de la herramienta para minería de datos, se estableció como parámetro fundamental el Cuadrante mágico de Gartner (Gartner, 2019), enfocado a las plataformas de Ciencia y Datos para aprendizaje automático, según estudios actualizados a enero 2019, donde se analizaron 17 herramientas, RAPIDMINER se encuentra en el cuadrante de líderes, como se muestra en la Figura 11:



Figura 11. Cuadrante mágico de Gartner Plataforma de plataformas de Ciencia y Datos para aprendizaje automático
Fuente: (Gartner, 2019)

Las principales ventajas que ofrece esta herramienta son:

- Enfoque de código abierto que facilita a los usuarios minimizar los costes por concepto de licencias, sin disminuir su calidad.
- Fácil integración con otras herramientas y plataformas.
- Gran cantidad de algoritmos de apoyo, para principiantes o expertos en minería.
- Automatiza, crea e implementa modelos, con el uso de la metodología CRISP-DM.

- Permite determinar rápidamente la calidad de los datos y la generación de sus características.
- Permite reutilizar modelos y es factible la automatización de los análisis de datos en tiempo real.

Las técnicas de minería de datos seleccionadas para encontrar el modelo predictivo son técnicas de clasificación, que emplean registros históricos para la generación de un modelo de minería de datos, que puede predecir el comportamiento futuro. En este caso, las técnicas de clasificación de minería de datos se adaptan a los datos recopilados; el tiempo de respuesta de las técnicas seleccionadas es aceptable para el volumen de datos que estamos manejando; las técnicas seleccionadas son:

- Regresión Linear
- Árboles de Decisión
- Naive Bayes

Se estableció una tabla comparativa para evaluar y analizar los diferentes métodos de predicción y minería de datos, en virtud de los estudios realizados y se muestran a continuación:

Tabla 32

Matriz de comparación entre técnicas de minería de datos:

Criterio	Regresión Lineal	Árboles de Decisión	Naive Bayes
Fácil comprensión	Si	Si	Si
Uso de la técnica	Amplio	Amplio	Mediano
Preparación de datos	Poca	Poca	Media
Tipos de Variables de entrada	Binaria	Numéricos y Categóricos	Numéricos y Categóricos
Limite en el número de variables de entrada	No	No	Si
Manejo del ruido y datos faltantes	Si	Si	Si
Manejo de grandes volúmenes de datos	Si	Si	Si
Coste y Tiempo de Procesamiento	Depende de los datos	Depende de los datos	Alto
Precisión del clasificador	Depende de los datos	Alta	Alto
Facilidad de Interpretación	Baja	Baja	Media

Fuente: (Rivadera, 2010)

3.2.2 Comprensión de los datos

En esta etapa se recolectará los datos a fin de poseer una idea inicial del problema, familiarizarnos con los ellos y determinar su calidad. Posteriormente se identificará las relaciones existentes para obtener las primeras suposiciones.

3.2.2.1 Recolección de datos

Los datos recolectados corresponden a seis unidades, pertenecientes a dos brigadas de un mismo comando operacional, donde se han incluido todas las variables

necesarias para establecer un registro adecuado de cada unidad y su tipo de accionar militar.

El almacén de datos construido y en donde se ha recolectado información, es la única fuente desde donde se procederá a construir los modelos en virtud de los objetivos planteados.

Existe una interfaz para la autenticación del ingreso de los usuarios al sistema que se muestra en la Figura 12; y para objeto del presente estudio, se habilitó seis usuarios para registrar y recolectar la información.

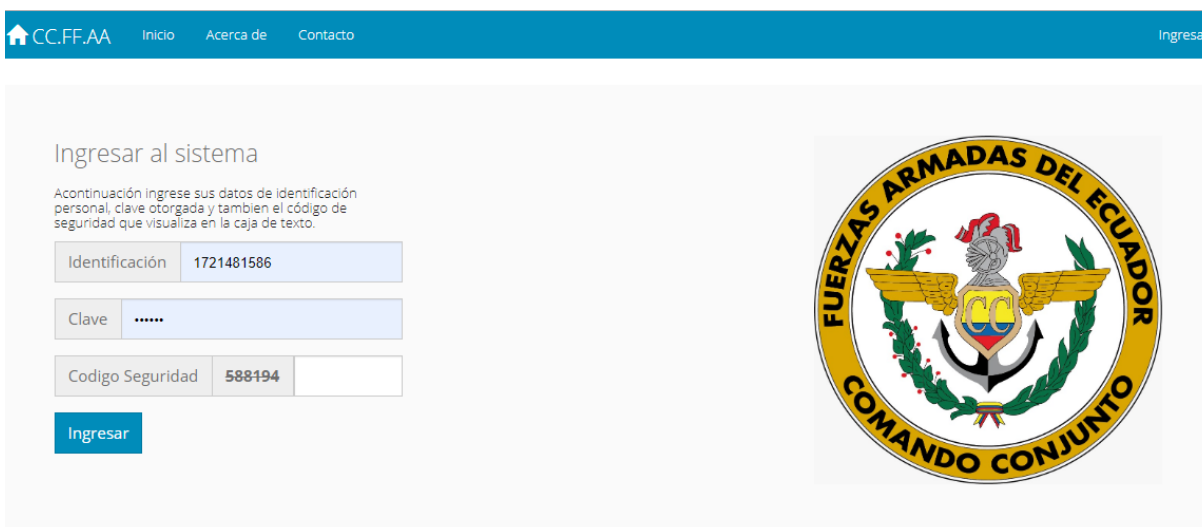


Figura 12. Autenticación de Seguridad

En la pestaña de apertura, se genera la información sobre la identificación de la unidad, el tipo de misión, y los medios empleados, tanto en personal, armamento y vehículos, embarcaciones o aeronaves empleadas para la ejecución de la misión, como se muestra en la Figura 13:

Figura 13. Interfaz ingreso de información para la apertura de una misión

Una vez que se apertura una misión, se crea un registro único, como se muestra en la Figura 14 y que deberá ser cerrado una vez que se ha concluido la misión.

Ver	Cierre	ID	CODIGO	FECHA	UBICACION	CODIGO	DIVISION	BRIGADA	BATALLON	ESTADO
		1972	2019-G.C.B 36-ORDOP-0328	08/10/2019	S.Z 36-11	EJERCITO	CO1	31 B.I	G.C.B 36	ABIERTA
		1971	2019-G.C.B 36-ORDOP-0327	08/10/2019	S.Z 36-11	EJERCITO	CO1	31 B.I	G.C.B 36	ABIERTA
		1970	2019-G.C.B 36-ORDOP-0326	08/11/2019	S.Z 36-11	EJERCITO	CO1	31 B.I	G.C.B 36	ABIERTA
		1969	2019-G.C.B 36-ORDOP-0325	08/11/2019	S.Z 36-11	EJERCITO	CO1	31 B.I	G.C.B 36	ABIERTA
		324	2019-G.C.B 36-ORDOP-0324	30/06/2019	S.Z 36-1	EJERCITO	CO1	31 B.I	G.C.B 36	CERRADA
		323	2019-G.C.B 36-ORDOP-0323	30/06/2019	S.Z 36-20	EJERCITO	CO1	31 B.I	G.C.B 36	CERRADA

Figura 14. Administración de las misiones, ejecutadas y en ejecución

Cuando termina la misión impuesta a través de una Orden de Operaciones generada por el sistema, Figura 15; se procede al cierre de la misión, generando un parte de novedades, con datos relevantes para futuros análisis, como se muestra en la Figura 16.

ORDEN DE OPERACIÓN					
Fecha	30/05/2019 00:00:00	Código	2019-G.C.B.36-ORDOP-0324		
Ubicación	S.Z.36-1	Estado	CERRADA		
Identificación de la Unidad					
Fuerza	División	Brigada	Batallón		
EJERCITO	CO1	31 B.I	G.C.B.36		
Tipo Misión					
Constitucional	DEFENSA DE LA SOBERANÍA E INTEGRIDAD TERRITORIAL				
Acción Estratégica	VIGILANCIA Y CONTROL DEL LOS ESPACIOS TERRESTRE, MARÍTIMOS, AEREO Y CIBERESPACIO				
Operaciones	VIGILANCIA, EXPLORACIÓN, RECONOCIMIENTO TERRESTRE.				
Acciones Tácticas	RECONOCIMIENTO TERRESTRE				
Tareas Tácticas	RECONOCIMIENTO DE ÁREA				
Personal					
OPERATIVO (Unidades)			ADMINISTRATIVO (Unidades)		
Oficiales	2	Oficiales	0		
Tropa	20	Tropa	0		
Medios					
ARMAMENTOS	Letal	22	NO Letal	10	Otros 0
MUNICIONES	Letal	1320	NO Letal	50	Otros 0
VEHICULOS	Liviano	2	Pesado	2	Otros 0
AERONAVES					
Combate	Ala Fija	0	Ala Rotativa	0	
Logística	Ala Fija	0	Ala Rotativa	0	
EMBARCACIONES					
Combate	Corbeta	0	Fragata	0	Navío 0 Submarino 0
Logística	Corbeta	0	Fragata	0	Navío 0
COMANDANTE UNIDAD					
Firma:	_____				
Nombre:	admin				

Figura 15. Orden de Operaciones generada por el SIGEOPS

CC.FF.AA Inicio Misiones Reportes Usuarios Acerca de Contacto Salir

Cierre de Misiones

Fecha Apertura 08/11/2019 Número Apertura 1969 Resumen de Apertura

Resultados

Fecha Cierre 11/08/2019 Hora 11:40 Kilometros Recorridos 4

Instalaciones Supervisadas

Inmuebles 1 Vehiculos 10 Embarcaciones 1 Otros 1

Personas Registradas

Nacionales

Hombres 3 Mujeres 6 Otros 0

Extranjeros

Hombres 10 Mujeres 5 Otros 1

Figura 16. Registro de Cierre de Operación

3.2.2.2 Descripción de los datos

Los datos en virtud de las tablas organizadas y requeridas para el ingreso de la información corresponden al modelo diseñado en la sección 3.1.5 del presente capítulo y que se enlistan a continuación:

- Dimensión APERTURA_MISIÓN
- Dimensión TIPO_DE_MISIÓN
- Dimensión CIERRE_MISIÓN
- Hechos ZONA
- Hechos USUARIO
- Hechos APERTURA_MEDIOS
- Hechos APERTURA_PERSONAL
- Hechos CIERRE_HALLAZGO

- Hechos CIERRE_INSTALACION_SUPERVISADA
- Hechos CIERRE_PERSONA_REGISTRADA
- Hechos CIERRE_RETENCIÓN

3.2.2.3 Exploración de los datos

Efectuar una exploración inicial de los datos nos permitirá determinar la consistencia de la información que ha sido ingresada al sistema.

Las unidades han efectuado un número total de misiones durante los dos meses en los que se ha establecido el ingreso de información, el B.I.MOT 13 es la unidad que más misiones ha efectuado, con un total de 352 misiones; seguida del B.S 56 con 334, mientras que el B.S 55 con 299 ha sido la unidad menor cantidad de misiones efectuadas, como se muestra en la Figura 17:

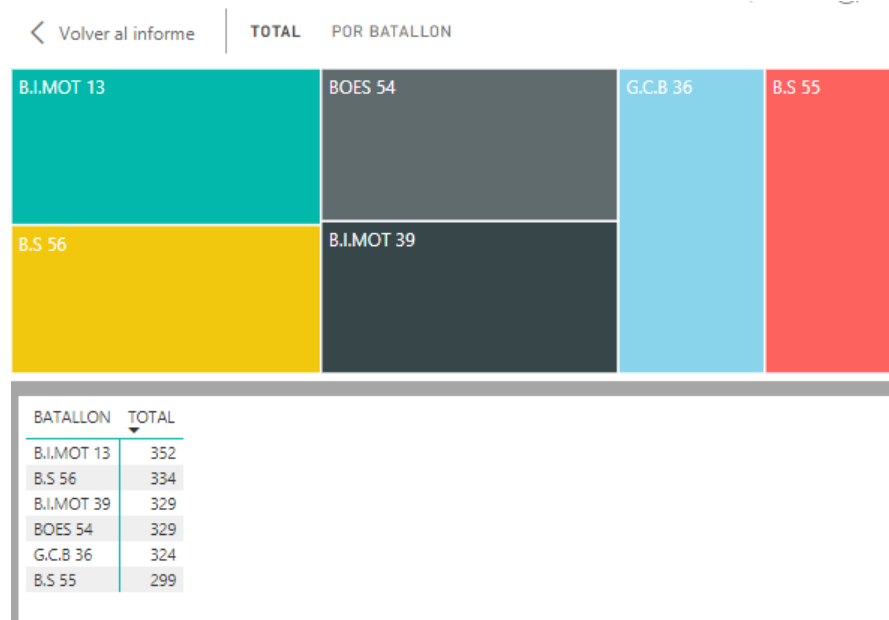


Figura 17. Misiones efectuadas por cada unidad

El G.C.B 36 tiene el promedio diario más alto de cantidad de personal empleado en el cumplimiento de misiones, como se muestra en la Figura 18.

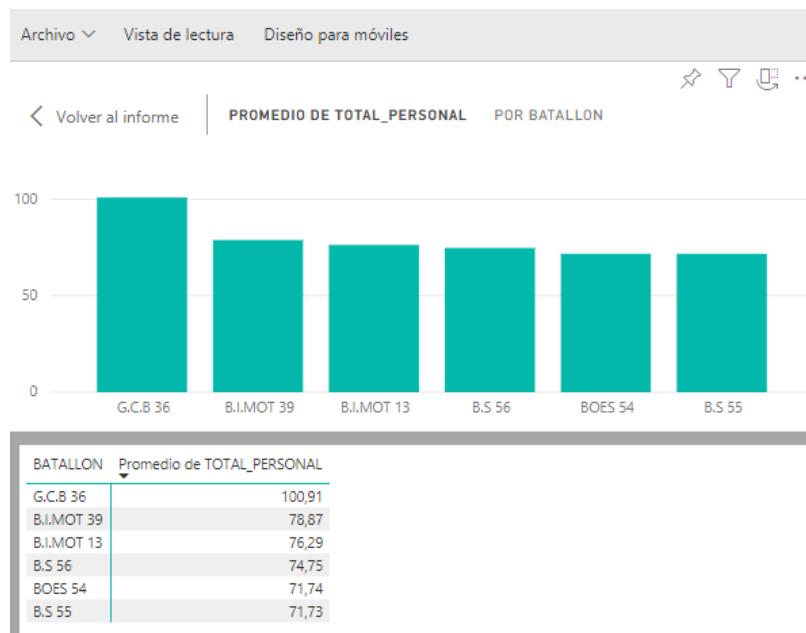


Figura 18. Promedio de personal empleado por cada unidad en cumplimiento de misiones

La provincia de Sucumbíos es la que más cantidad de operaciones militares tiene en su jurisdicción con un total de 962 misiones, debido a que tres unidades militares tienen competencia en esta provincia, como se muestra en la Figura 19:

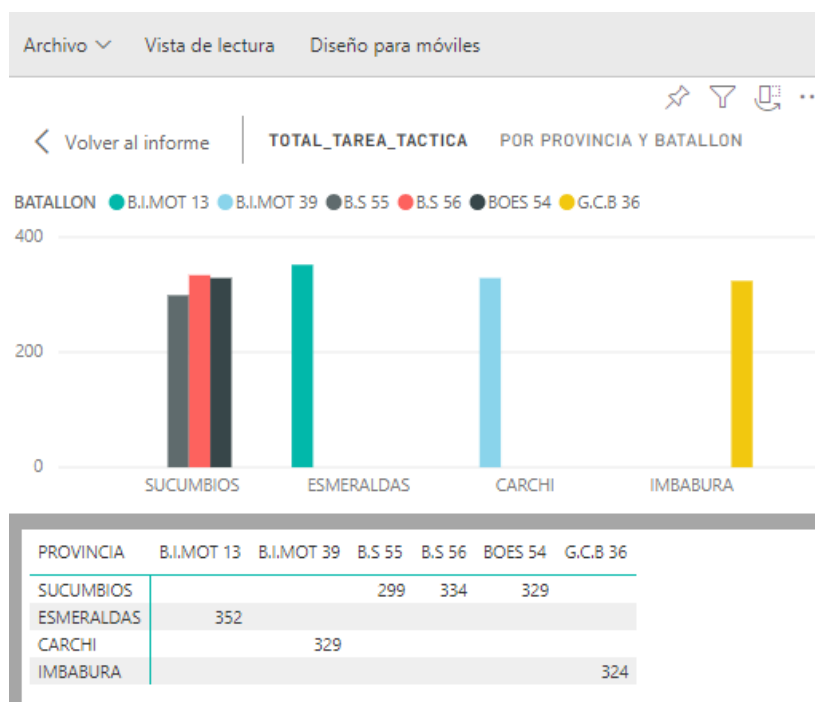


Figura 19. Cantidad de Operaciones Militares por unidad y por provincia

El cantón Lago Agrio es en donde mayor cantidad de armas de fuego se han localizado a través de las diferentes misiones, con un total de 64 armas. Así mismo, los 6 cantones con mayor incidencia de tráfico de armas están en el límite fronterizo, como se evidencia en la Figura 20:

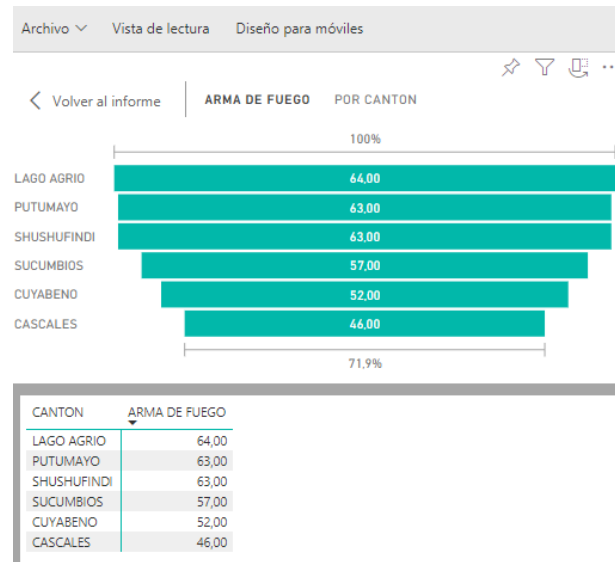


Figura 20. Cantidad de armamento localizado por cantón

En Imbabura se puede determinar la existencia de la mayor cantidad de personal empleado en promedio por cada misión. Mientras que en Sucumbíos, se tiene el menor promedio de empleo de oficiales y tropa por cada una de las misiones, como se muestra en la Figura 21:

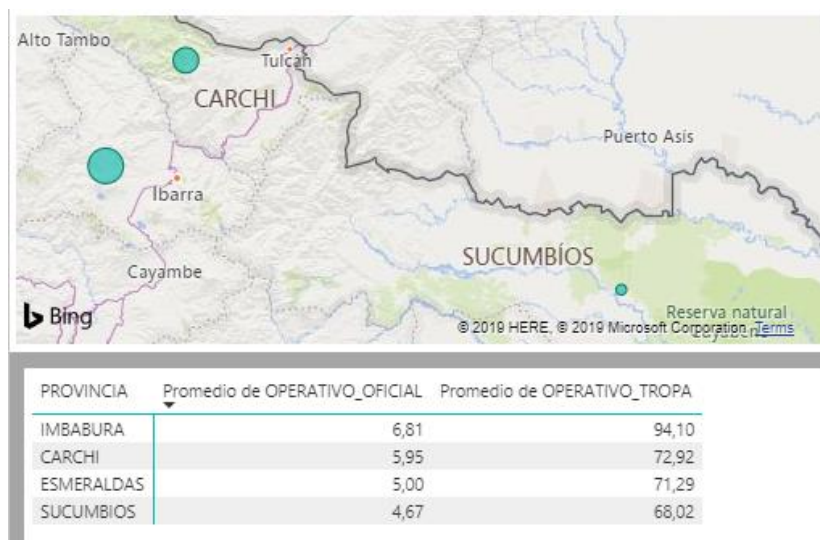


Figura 21. Promedio de personal empleado en cada misión por provincia

Dentro de las operaciones militares efectuadas en las provincias, se desprende que Sucumbíos mantiene el nivel más alto de hallazgos de armas, como se muestra en la Figura 22:

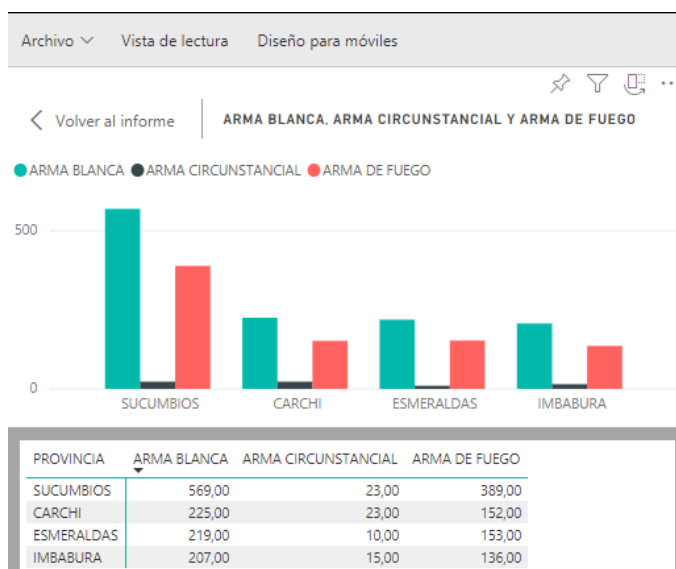


Figura 22. Cantidad de armas localizadas por provincia

Las operaciones militares que más frecuencia tienen en las unidades, son el Control de armas, municiones y explosivos (CAMEX) y el patrullaje anti delincencial, como se muestra en la Figura 23:

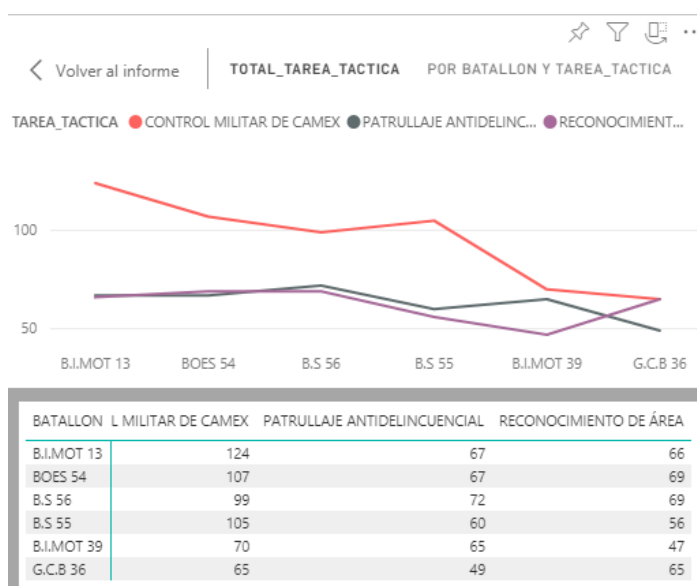


Figura 23. Cantidad de operaciones efectuadas por unidad.

3.2.2.4 Verificar la calidad de los datos

Con la exploración de los datos, se ha podido confirmar que los datos son consistentes y permitirán lograr los objetivos planteados en el presente proyecto. Los datos almacenados son de calidad por las siguientes razones:

- Los datos no contienen errores, ni datos en blanco o nulos, puesto que se ha establecido un formulario de ingreso de la información con una interfaz amigable y de fácil interacción mostrado en la Figura 13 de este capítulo.
- Los datos al ser ingresados cuentan con validaciones a fin de evitar el registro de datos erróneos, eliminando definitivamente el ruido en los conjuntos de datos.
- Los valores nulos se asignan automáticamente un valor de cero, como parte de las propiedades del Datawarehouse.
- El modelo cumple con las reglas de normalización, como se ha anotado en la Tabla 17 de la sección 3.1.5 del presente capítulo.

3.2.3 Preparación de los datos

Nos permite dar formato a los datos que se emplearán en las técnicas de minería antes anotadas.

Inicialmente validamos la información para generar los reportes, a través de sentencias SQL, para transformarlas a lenguaje natural, por ejemplo, los códigos de meses en letras, de modo que los informes puedan ser fácilmente legibles y comprensibles.

The screenshot shows a SQL query window with the following query:

```

FUERZA.TIP_DESCRIPCION AS FUERZA,
COUNT(FUERZA.TIP_DESCRIPCION) AS TOTAL_FUERZA,
DIVISION.TIP_DESCRIPCION AS DIVISION,
COUNT(DIVISION.TIP_DESCRIPCION) AS TOTAL_DIVISION,
BRIGADA.TIP_DESCRIPCION AS BRIGADA,
COUNT(BRIGADA.TIP_DESCRIPCION) AS TOTAL_BRIGADA,
BATALLON.TIP_DESCRIPCION AS BATALLON,
COUNT(BATALLON.TIP_DESCRIPCION) AS TOTAL_BATALLON,
SUM(ISNULL(CIE.KILOMETROS,0)) AS KILOMETROS,
COUNT(ISNULL(CIE.CIE_ID,0)) AS MISIONES,
CONSTITUCIONAL.TIP_DESCRIPCION AS CONSTITUCIONAL,
COUNT(CONSTITUCIONAL.TIP_DESCRIPCION) AS TOTAL_CONSTITUCIONAL,
ACCION_ESTRATEGICA.TIP_DESCRIPCION AS ACCION_ESTRATEGICA,
COUNT(ACCION_ESTRATEGICA.TIP_DESCRIPCION) AS TOTAL_ACCION_ESTRATEGICA,
OPERACIONES.TIP_DESCRIPCION AS OPERACIONES,
COUNT(OPERACIONES.TIP_DESCRIPCION) AS TOTAL_OPERACIONES,

```

The results table is as follows:

RANGO	FUERZA	TOTAL_FUERZA	DIVISION	TOTAL_DIVISION	BRIGADA	TOTAL_BRIGADA	BATALLON	TOTAL_BATALLON	KILOMETROS	MISIONES	CO
1	MAYO EJERCITO	1	CO1	1	31 B.I	1	B.I.MOT 13	1	30	1	AP
2	MAYO EJERCITO	6	CO1	6	31 B.I	6	B.I.MOT 13	6	180	6	AP
3	MAYO EJERCITO	2	CO1	2	31 B.I	2	B.I.MOT 13	2	60	2	AP
4	MAYO EJERCITO	2	CO1	2	31 B.I	2	B.I.MOT 13	2	60	2	AP
5	MAYO EJERCITO	3	CO1	3	31 B.I	3	B.I.MOT 13	3	90	3	AP
6	MAYO EJERCITO	2	CO1	2	31 B.I	2	B.I.MOT 13	2	60	2	AP
7	MAYO EJERCITO	7	CO1	7	31 B.I	7	B.I.MOT 13	7	210	7	AP
8	MAYO EJERCITO	3	CO1	3	31 B.I	3	B.I.MOT 13	3	90	3	AP
9	MAYO EJERCITO	5	CO1	5	31 B.I	5	B.I.MOT 13	5	125	5	AP
10	MAYO EJERCITO	8	CO1	8	31 B.I	8	B.I.MOT 13	8	240	8	AP

Figura 24. Transformación de las sentencias

3.2.3.1 Selección de los datos

Seleccionamos el origen de los datos, teniendo en consideración que los datos a seleccionar nos permitan construir los modelos necesarios para el análisis de los objetivos planteados. Los campos escogidos del Datawarehouse son los siguientes:

- Dimensión APERTURA_MISIÓN
 - BATALLON
 - TAREA_TACTICA
 - CODIGO
- Dimensión TIPO_DE_MISIÓN:
 - NOMBRE
 - CODIGO

- Dimensión CIERRE_MISIÓN:
 - KILOMETROS
 - ESTADO
- Hechos ZONA:
 - PROVINCIA
 - CANTON
 - LAT-LNG
- Hechos USUARIO:
 - IDENTIFICACION
 - CLAVE
- Hechos APERTURA_MEDIOS
 - ARM_LETAL
 - ARM_NOLETAL
- Hechos APERTURA_PERSONAL
 - OPERATIVO_OFICIAL
 - OPERATIVO_TROPA
- Hechos CIERRE_HALLAZGO
 - ARM_BLANCA
 - ARM_FUEGO
 - ARM_MUNICION
 - ARM_EXPLOSIVO
 - DRO_COCAINA
 - DRO_MARIHUANA

- COM_GASOLINA
 - COM_DIESEL
- Hechos CIERRE_INSTALACION_SUPERVISADA
 - INMUEBLES
 - VEHÍCULOS

Los datos seleccionados, son los que tienen relación con los objetivos de la minería de datos planteados para el presente proyecto.

3.2.3.2 Limpieza de los datos

Los datos a emplearse en la minería de datos, se encuentran limpios, ya que en la sección 3.2.2.1, se describió el proceso de entrada de la información en el Data Warehouse.

3.2.3.3 Construcción de los datos

Como parte de la herramienta Rapidminer, se establecieron las relaciones para la construcción de los diferentes modelos a emplearse para la minería de datos. Para una adecuada comprensión de la información, se estableció una transformación a fin de que los datos permitan generar análisis objetivos. En la tabla 33, se muestra las transformaciones efectuadas con el componente de Rapidminer para transformar Numeral a binomial (Numeral to Binomial) que se muestra en la Figura

Tabla 33*Matriz de transformación de campos:*

Campo	Transformación	Tipo de Dato
BATALLON	Descripción de la unidad que efectúa una operación	Polinomial
PROVINCIA	Ubicación geográfica de la provincia	Polinomial
CANTON	Ubicación geográfica del cantón donde se efectúa la operación	Polinomial
ARM_BLANCA	Cantidad de hallazgos de armas blancas registrados en una operación	Binomial
ARM_FUEGO	Cantidad de hallazgos de armas de fuego registrados en una operación	Binomial
ARM_CIRCUNSTANCIA	Cantidad de hallazgos de armas de circunstancia registrados en una operación	Binomial
ARM_MUNICION	Cantidad de hallazgos de munición registrados en una operación	Binomial
ARM_EXPLOSIVO	Cantidad de hallazgos de explosivos registrados en una operación	Binomial
DRO_COCAINA	Cantidad de hallazgos de cocaína registrados en una operación	Binomial
DRO_MARIHUANA	Cantidad de hallazgos de marihuana registrados en una operación	Binomial
COM_GASOLINA	Cantidad de hallazgos de gasolina registrados en una operación	Binomial
COM_DIESEL	Cantidad de hallazgos de diésel registrados en una operación	Binomial
COM_ARTICULOS	Cantidad de hallazgos de artículos de contrabando registrados en una operación	Binomial

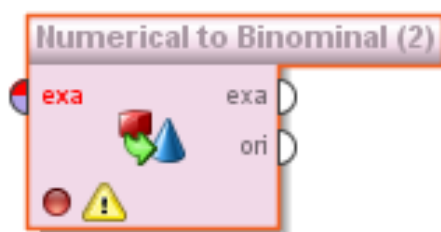


Figura 25. Operador para transformación de datos de numeral a binomial.

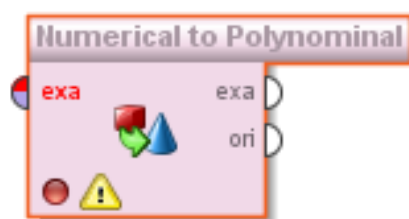


Figura 26. Operador para transformación de datos de numeral a polinomial.

3.2.3.4 Integración de los datos

Debido a la existencia directa de un almacén de datos donde se ha recopilado la información de las operaciones, tanto para abrir un registro, como para cerrarlo, no es necesario contar con integración de datos, puesto que en el mismo sistema tenemos toda la información necesaria y desde donde se harán las extracciones para emplear la minería de datos.

3.2.3.5 Carga de datos

Los datos se extraerán de forma automática y periódica desde el almacén los días domingo en la noche, a fin de que cada lunes, el C3I2 disponga de la información necesaria para el reporte semanal.

3.2.4 Modelado

Como parte de la metodología empleada para efectuar la minería de datos, se realizará el modelado empleando las técnicas que permitan cumplir los objetivos propuestos; luego se evaluará el modelo para verificar si se apega a los criterios de éxito anotados.

3.2.4.1 Selección de las Técnicas de Modelado

En la sección 3.2.1.4 del presente capítulo, en la Tabla 32, a través de una matriz de comparación se estableció el empleo de las siguientes técnicas para minería de datos:

- Regresión Linear
- Árboles de decisión
- Naive Bayes

3.2.4.2 Generación del diseño de pruebas

En este paso, se verificará que el modelo generado sea válido, para ello se empleará una entrada, un proceso de prueba y la salida de los resultados que se muestran a continuación:

Entrada:

Con la finalidad de realizar pruebas se creó una base de datos en formato Excel, de forma que los tiempos de generación de los análisis sean mucho más cortos. Siendo así, el primer operador empleado fue el de Read Excel que se muestra en la Figura 27:

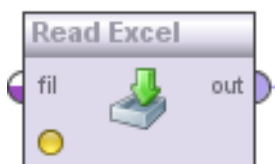


Figura 27. Operador para lectura de una base de datos en Excel.

Proceso:

Se empleó un operador de Validación Dividida (Split Validation) que se muestra en la Figura 28, y que ejecuta una validación simple, es decir, divide aleatoriamente el conjunto de ejemplos en un conjunto de entrenamiento y un conjunto de prueba y evalúa el modelo. Este operador realiza una validación dividida para estimar el rendimiento de un operador de aprendizaje a fin de determinar con qué precisión un modelo (aprendido por un operador de aprendizaje particular) se desempeñará en la práctica. En el caso de nuestro estudio, permitirá determinar la eficiencia del modelo generado.

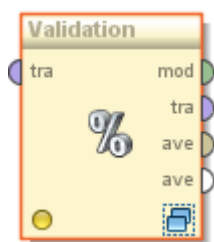


Figura 28. Operador para validación dividida de un conjunto de datos.

Para el caso de este estudio, se empleó una configuración del modelo de 70/30, en donde el 70% de los datos se emplean para entrenamiento y el 30% para validar la exactitud del modelo.

Al interior del operador de validación se configuró la técnica de minería de datos, tanto para árboles de decisión, regresión lineal y Naive Bayes.

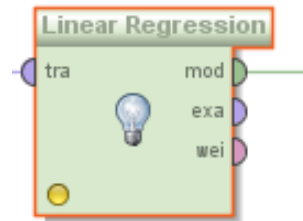


Figura 29. Operador para minería de datos con Regresión Linear



Figura 30. Operador para minería de datos con Árboles de decisión



Figura 31. Operador para minería de datos con Naive Bayes

Salida:

Adicionalmente, como parte de la construcción del modelo se emplearon los operadores Apply Model (Figura 32) para la aplicación del modelo en relación a los

segmentos de datos para pruebas y Performance (Figura 33), para generar una evaluación del rendimiento estadístico del modelo en base a las pruebas efectuadas.

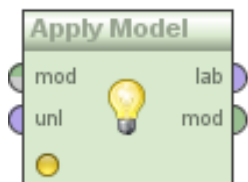


Figura 32. Operador para aplicación del modelo de minería en entornos de prueba

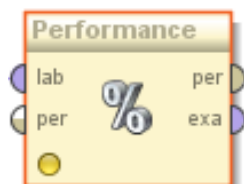


Figura 33. Operador para evaluar el rendimiento estadístico

3.2.4.3 Construcción del modelo

Se construyeron varios modelos con la finalidad de validar la información obtenida en virtud de las variables generadas con la recolección de los datos y llegar a los objetivos planteados, especialmente para conocer el tipo de operación militar que tiene mejores resultados y la provincia que debe ser mayormente controlada debido a la incidencia de hallazgos en lo que a armas refiere.

La construcción de los modelos se efectuó en base a las variables más relevantes, iniciando con cada una de las técnicas seleccionadas, regresión lineal, árboles de decisión y Naive Bayes.

- **Regresión lineal**

Permite identificar un modelo lineal para la predicción de una variable dependiente en virtud de una variable independiente. Para el presente estudio se realizó modelos en virtud de la provincia y los hallazgos de armas, municiones y explosivos efectuados en dicha jurisdicción, a fin de poder predecir el número de hallazgos que puedan generarse.

En torno a este estudio, se realizaron la construcción de dos modelos, a fin de determinar el tipo de operación y la jurisdicción en relación a los resultados positivos de hallazgos de armas de fuego y otro para determinar la relación con el hallazgo de municiones, como se muestra en las figuras 34 y 35.

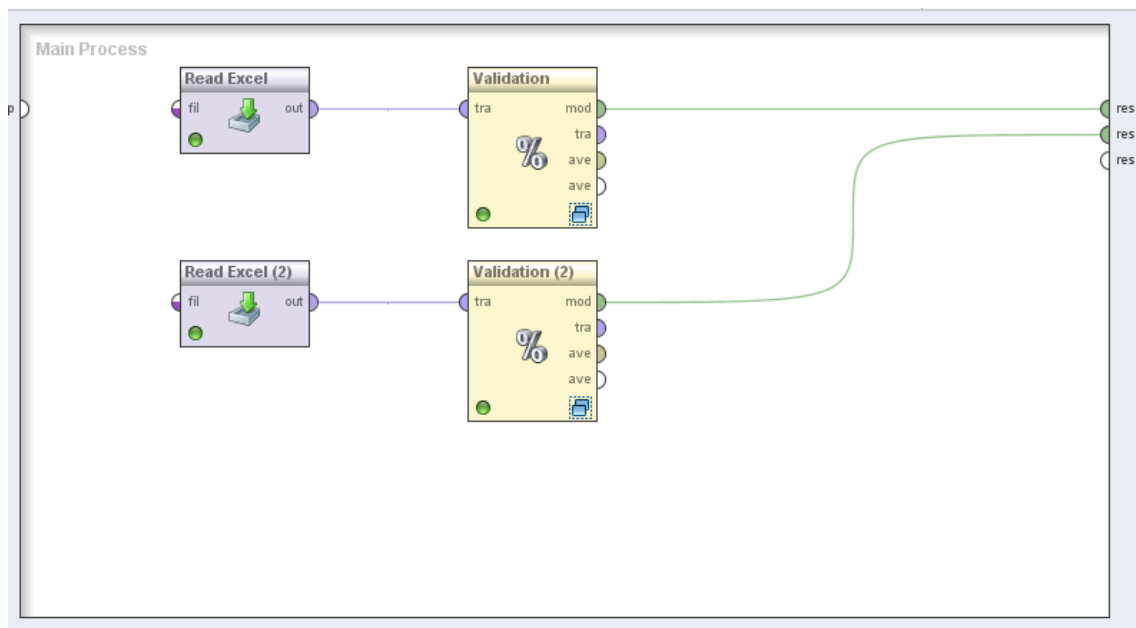


Figura 34. Diagrama para análisis de Regresión Lineal

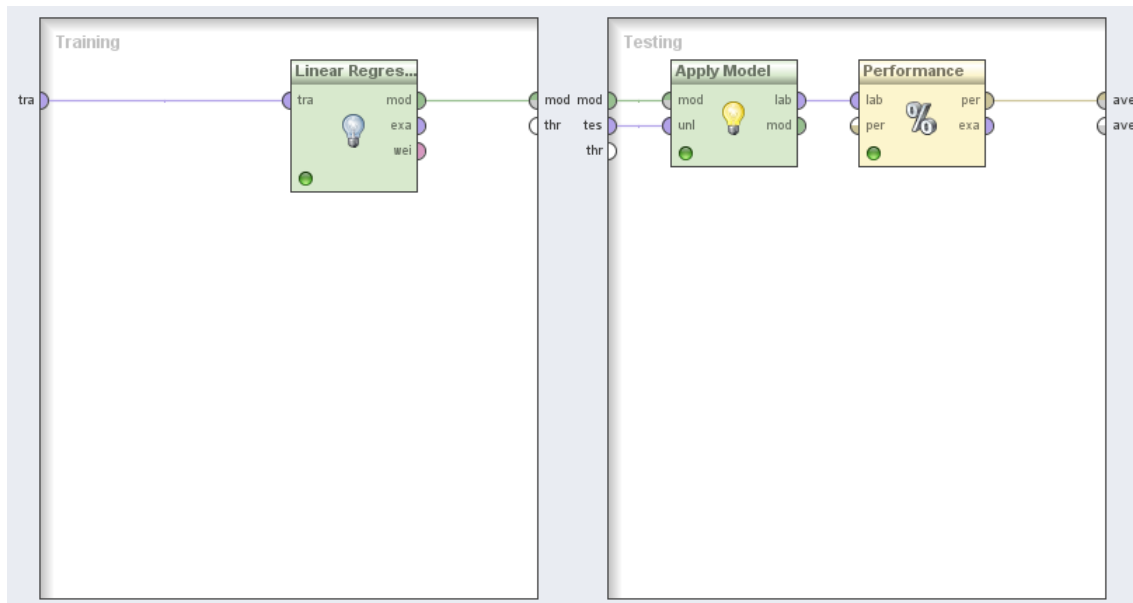


Figura 35. Diagrama interior de validación para análisis de Regresión Linear

- **Árboles de decisión**

Aplicando esta técnica, podemos mejorar la planificación y ejecución de las operaciones militares, en virtud de su jurisdicción, tipo de operación y resultados a obtener, considerando que los resultados pueden ser positivos o negativos.

De esta forma se ha construido un modelo de análisis para determinar el tipo de operación, resultados en relación a la provincia donde se efectúan las operaciones. El modelo general se muestra en la figura 36, mientras que en la figura 37 se muestra los componentes internos del operador de validación del modelo.

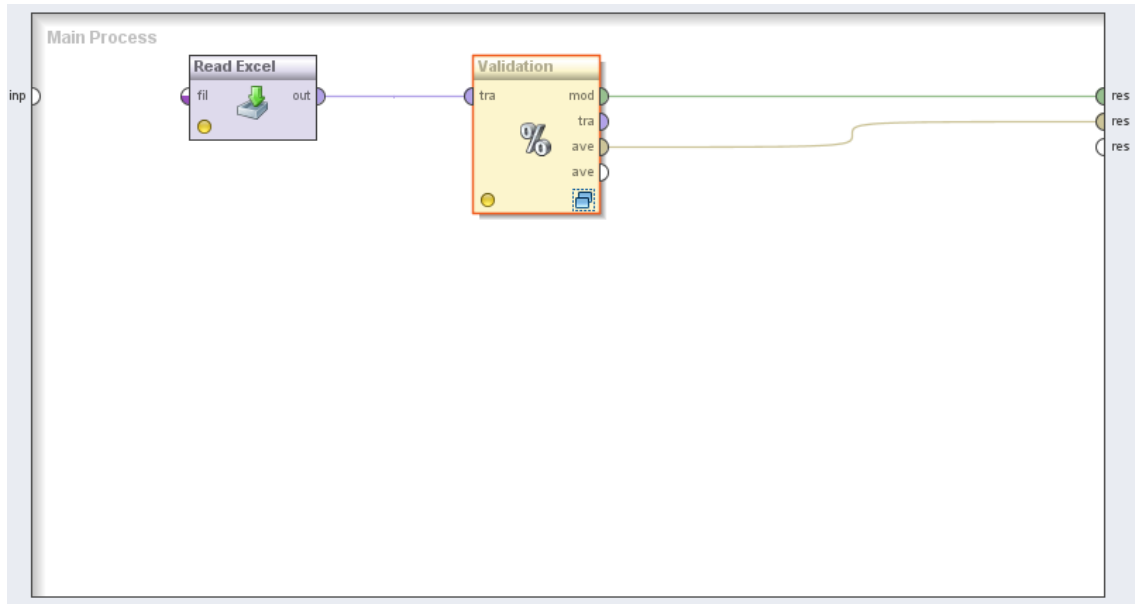


Figura 36. Diagrama general para Árboles de decisión

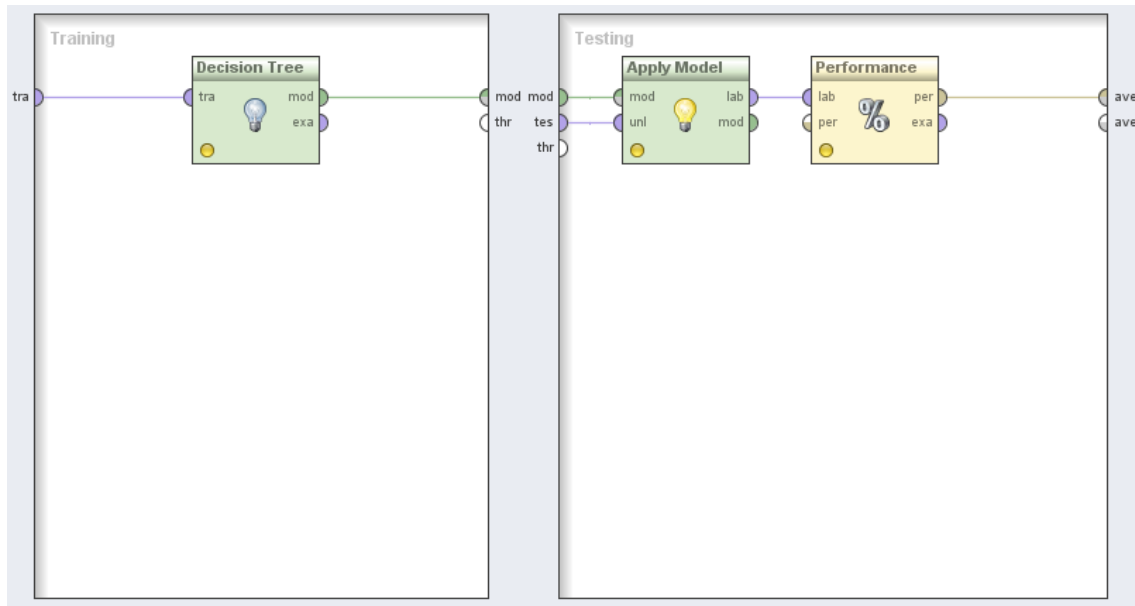


Figura 37. Diagrama interior del Operador de validación para Árboles de decisión

- **Naive Bayes**

A través de esta técnica de minería de datos, se podrá conocer y determinar en torno a una unidad militar, el tipo de operación que tiene mejores resultados para la obtención de hallazgos en lo que compete a armas, municiones y explosivos.

Para ello se han determinado la organización del operador en virtud del análisis de variables de provincia y resultados obtenidos, como se muestra en la Figura 38 la organización del operador de validación y la Figura 39 la configuración del operador Naive Bayes.

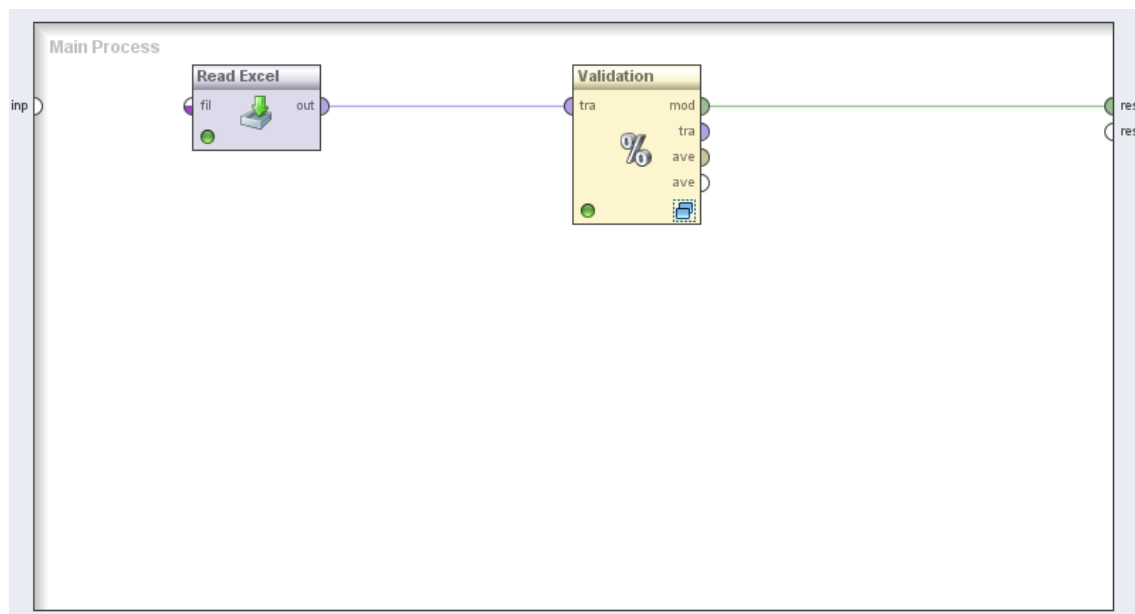


Figura 38. Diagrama interior del Operador de validación para Árboles de decisión

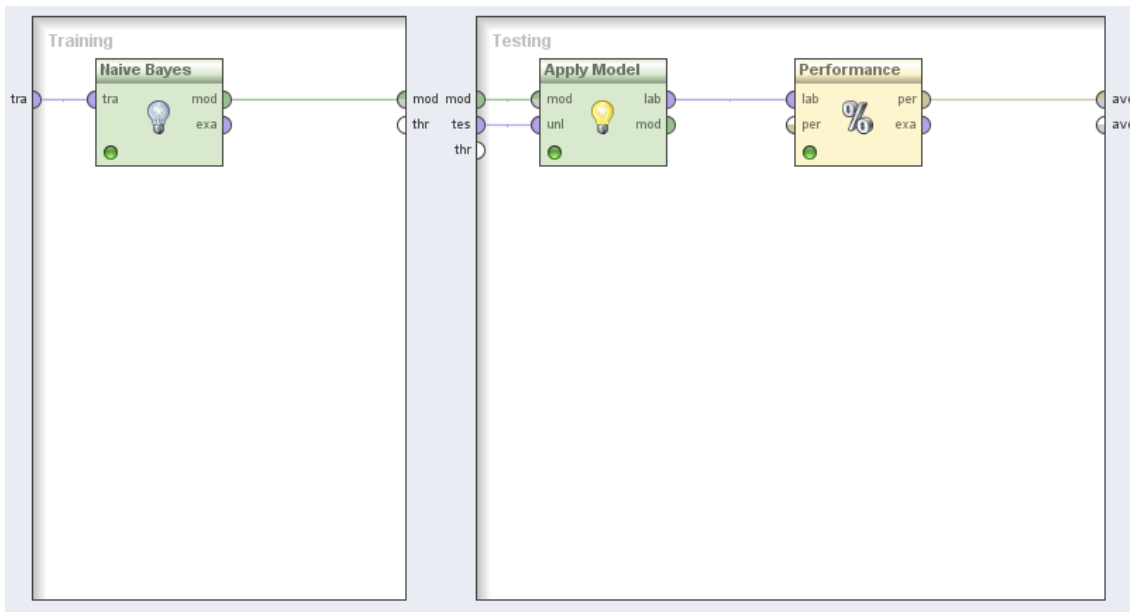


Figura 39. Diagrama interior del Operador de validación para Naive Bayes

3.2.5 Evaluación del modelo

Como parte del procedimiento, se debe evaluar los modelos diseñados, a fin de determinar si cumplen los objetivos establecidos para evaluar las operaciones militares, como los objetivos de minería de datos han sido cumplidos antes de efectuar la fase de despliegue.

3.2.5.1 Evaluación de resultados

En la tabla 34 se muestra el cumplimiento de los objetivos de las operaciones militares y los resultados una vez aplicadas las técnicas de minería de datos seleccionadas.

Tabla 34*Cumplimiento de los objetivos de las operaciones militares:*

Objetivos de las operaciones militares	Regresión Linear	Árboles de Decisión	Naive Bayes
Determinar un modelo de decisión para la ejecución de las operaciones militares	No	Si	Si
Determinar lugares críticos donde se han obtenido resultados relevantes en las operaciones militares	Si	Si	Si
Determinar el tipo de operación que tiene mejores resultados	Si	Si	Si

En la tabla 35 se muestra el cumplimiento de los objetivos establecidos para efectuar la minería de datos:

Tabla 35*Cumplimiento de los objetivos de minería de datos:*

Objetivos de minería de datos	Regresión Linear	Árboles de Decisión	Naive Bayes
Detectar patrones de comportamiento en cuanto a la ubicación geográfica de las operaciones y resultados obtenidos	No	Si	Si
Predecir patrones de Operaciones militares que tienen mejores resultados	No	Si	No

En virtud de la tabla de cumplimiento de los objetivos de las operaciones militares y en concordancia con la tabla de cumplimiento de los objetivos de la minería de datos, se tiene que la técnica de árboles de decisión es la que cumple en forma total con los objetivos del negocio, mientras que las otras dos técnicas cumplen en forma parcial con estos parámetros.

3.2.6 Implantación

Es la última fase de la metodología CRIPS-DM, en esta fase se anota las recomendaciones necesarias para que la Dirección de Operaciones del Comando Conjunto a través del C3I2, implemente este modelo de minería de datos, conforme a los resultados obtenidos a fin de que las autoridades militares en todos los niveles puedan interpretar adecuadamente los modelos.

3.2.6.1 Plan de Despliegue

Para implementar adecuadamente la minería de datos, es necesario realizar las siguientes actividades:

- Acceso a la base de datos generada para este proyecto.
- Instalación de la herramienta RAPIDMINER versión 6.0 o posteriores
- Memoria RAM mínimo de 5GB.

Con los pasos anteriores cumplidos se puede:

- Actualizar la base de datos periódicamente para las conexiones con la herramienta Rapidminer y según las necesidades de la organización.
- Ejecutar los modelos generados.
- Establecer controles periódicos para determinar la variación que van experimentando los modelos con los nuevos ingresos de información.

3.2.6.2 Plan de monitoreo y mantenimiento

Para efectuar un mantenimiento adecuado, se debe considerar el establecimiento de las fechas de carga y actualización permanente de la información, inicialmente se propondrá una carga semanal, previa a las reuniones con los Comandos Operacionales de los días lunes, posteriormente se propondrá la actualización diaria, dependiendo de los flujos de información que se generen.

El proceso de minería es recomendable efectuarlo de modo semanal y mensual, a fin de que los modelos puedan tener mayor cantidad de información para generar reportes y predicciones con mucha mayor efectividad. Sin embargo, también podrán ejecutarse dependiendo de las necesidades de los mandos militares.

3.2.6.3 Informe final

Se presentará en virtud de los resultados obtenidos y que impliquen relevante importancia tanto para el presente proyecto, como para la Dirección de Operaciones del Comando Conjunto de las FF.AA., los mismos que serán presentados en el Capítulo 4 del presente estudio.

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

En el presente capítulo se hará una presentación de los resultados obtenidos en esta investigación, a través de los modelos generados en la minería de datos; los mismos que se evaluarán en forma conjunta con los expertos de la Dirección de Operaciones del Comando Conjunto.

Para obtener un modelo que se ajuste a los objetivos de las operaciones y de la minería de datos, se efectuaron varias pruebas, las mismas que tuvieron diferentes parámetros, tanto en el modelado como en la información ingresada. A continuación se presentarán los resultados de cada modelo.

4.1 Provincia e incidencia de hallazgos

Para determinar la ubicación geográfica en relación a los hallazgos obtenidos en las operaciones militares, se evaluó cada uno de los modelos.

4.1.1 Regresión Linear

Los resultados obtenidos, muestran una relación negativa entre el hallazgo de armas de fuego, con el hallazgo de otras armas, explosivos y municiones:

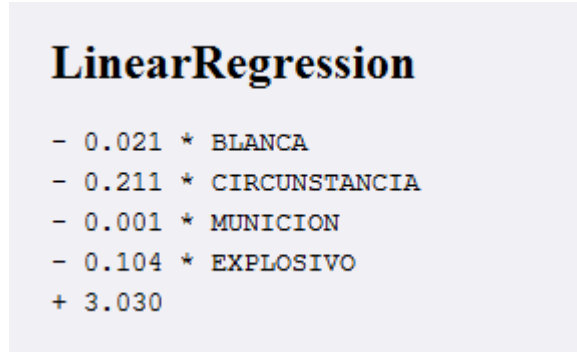


Figura 40. Resultados de Regresión Linear para armas de fuego y otras armas según la provincia

Como se muestra en la Figura 40, cuando existe un hallazgo de arma de fuego, existe una mayor probabilidad de encontrar armas de circunstancia y menor probabilidad de encontrar municiones de cualquier calibre.

En el mismo modelo de análisis, se interpuso otra variable, en este caso la influencia de la unidad, considerando que existen provincias en las que operan dos o más unidades, en este caso, los factores de relación tienden a reducirse, al igual que la efectividad de todo el modelo, como se muestra en la Figura 41:

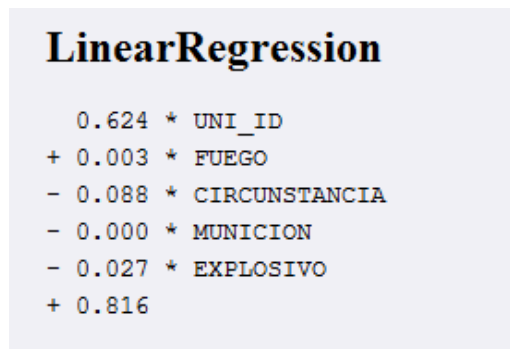


Figura 41. Resultados de Regresión Linear para armas de fuego y otras armas en interacción con la unidad

4.1.2 Árbol de decisión

Para este modelo, se empleó las variables de provincia en relación a armas de fuego, a fin de determinar el tipo de hallazgos obtenidos según la ubicación geográfica en donde se efectuaron las operaciones que tuvieron éxito. Es menester anotar que se efectuó una transformación de la base de datos y se estableció una parametrización a fin de determinar el éxito o no de una operación, es así que en el caso de existir cualquier tipo de hallazgo, resulta ser una operación exitosa, y se dará el valor de 1, mientras que de no ser exitosa se evaluará con 0, como se muestra en la Tabla 36:

Tabla 36

Parametrización de éxito de una operación:

Criterio de éxito	Exitosa	Sin resultados
Hallazgos de Armas de Fuego	1	0
Hallazgos de otras armas, municiones y explosivos	1	0

Bajo este criterio de valoración, se procedió a aplicar el modelo, teniendo el resultado que se muestra en la Figura 42:

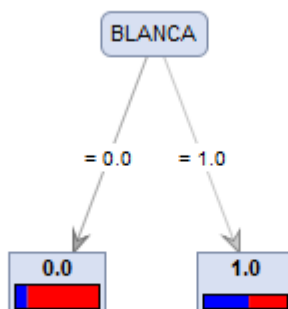
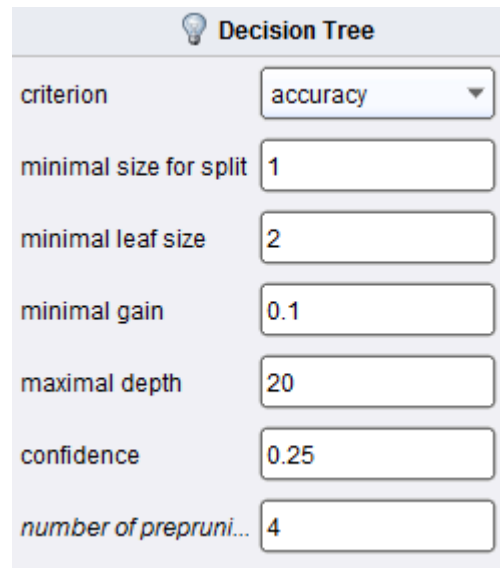


Figura 42. Resultados de árboles de decisión para armas de fuego y otras armas en interacción con la unidad

El modelo anteriormente presentado, dificulta apreciar un parámetro de decisión factible o aplicable a la minería de datos que se está efectuando, por lo que se procedió a ajustar el modelo, en los parámetros de análisis, como se muestra en la Figura 43:



Decision Tree	
criterion	accuracy
minimal size for split	1
minimal leaf size	2
minimal gain	0.1
maximal depth	20
confidence	0.25
number of prepruni...	4

Figura 43. Ajuste de parámetros para análisis de árboles de decisión

Conforme estos ajustes, se muestra en la figura 44, la matriz de confusión, que genera una exactitud del 83,22%, que es un porcentaje aceptable en virtud de los objetivos planteados.

accuracy: 83.22%			
	true 1.0	true 0.0	class precision
pred. 1.0	141	73	65.89%
pred. 0.0	26	350	93.09%
class recall	84.43%	82.74%	

Figura 44. Matriz de confusión para árboles de decisión

La predicción de un total de 214 operaciones que se puedan efectuar, 141 tendrán resultados positivos, mientras que 73 no tendrán resultados positivos, generando un nivel de precisión de 65,89%. Sin embargo, en la realidad, este porcentaje aumenta a un 84,43%, generando una predicción mucho más efectiva, siempre y cuando la planificación se establezca en virtud del modelo de árbol de decisión que se muestra en la Figura 45:

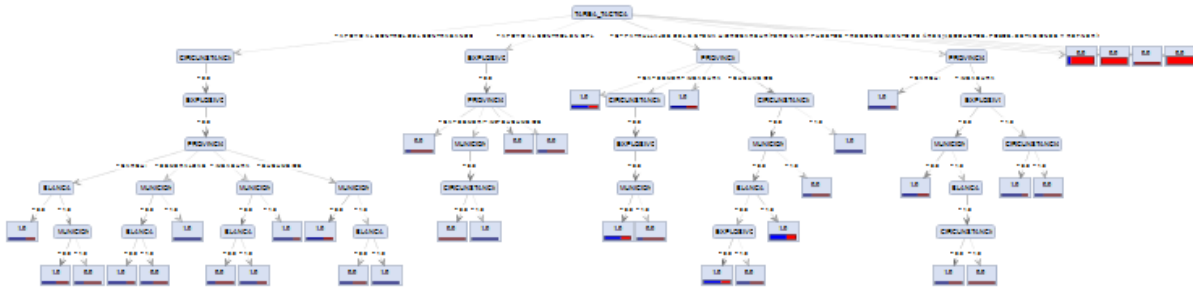


Figura 45. Árbol de Decisión para obtener resultados positivos en operaciones militares

El nodo raíz del presente árbol, genera el tipo de operación militar que deberá efectuarse, por ejemplo, para efectuar una operación militar de CAMEX, y que esta tenga éxito dependerá exclusivamente de la provincia en donde se vaya a operar, de las cuatro provincias analizadas en este estudio, la que mejores resultados tendrá será la de Sucumbíos, seguida de Esmeraldas, como se muestra en la Figura 46:

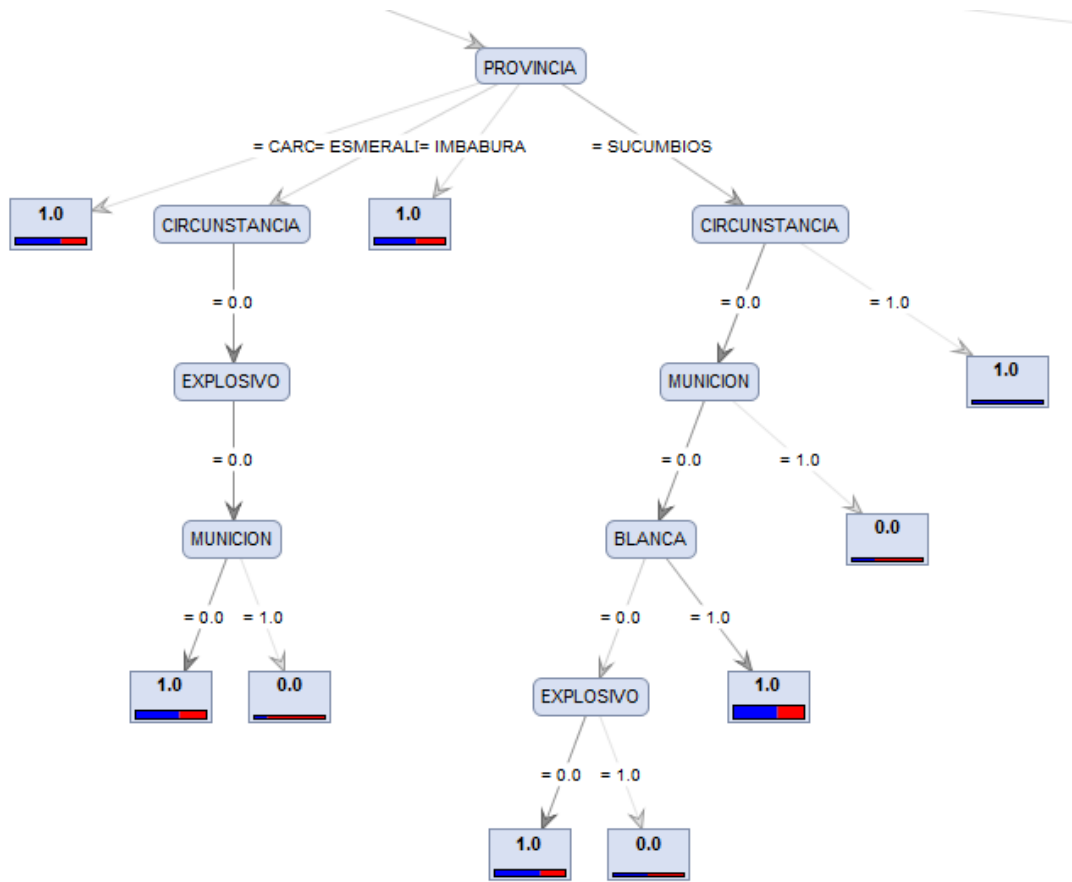


Figura 46. Nodo de decisión para efectuar Operaciones Militares de CAMEX

4.1.3 Naive Bayes

La estructuración del presente modelo, se efectuó entorno a la ubicación de la provincia con mayor incidencia de hallazgos, realizando una distribución simple, en donde se muestra el porcentaje de incidencia en la Figura 47:

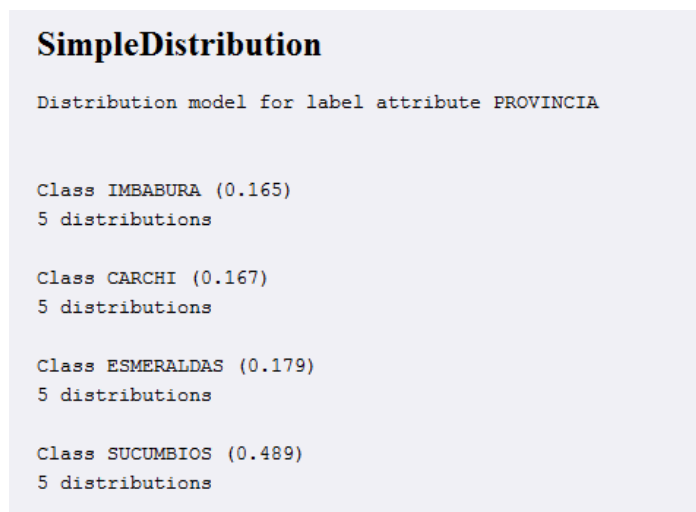


Figura 47. Distribución simple de Naive Bayes en relación a Provincia

El modelo arroja el gráfico de densidad en donde la provincia de Sucumbíos presenta la mayor incidencia de hallazgos de armas de fuego, como se muestra en la Figura 48:

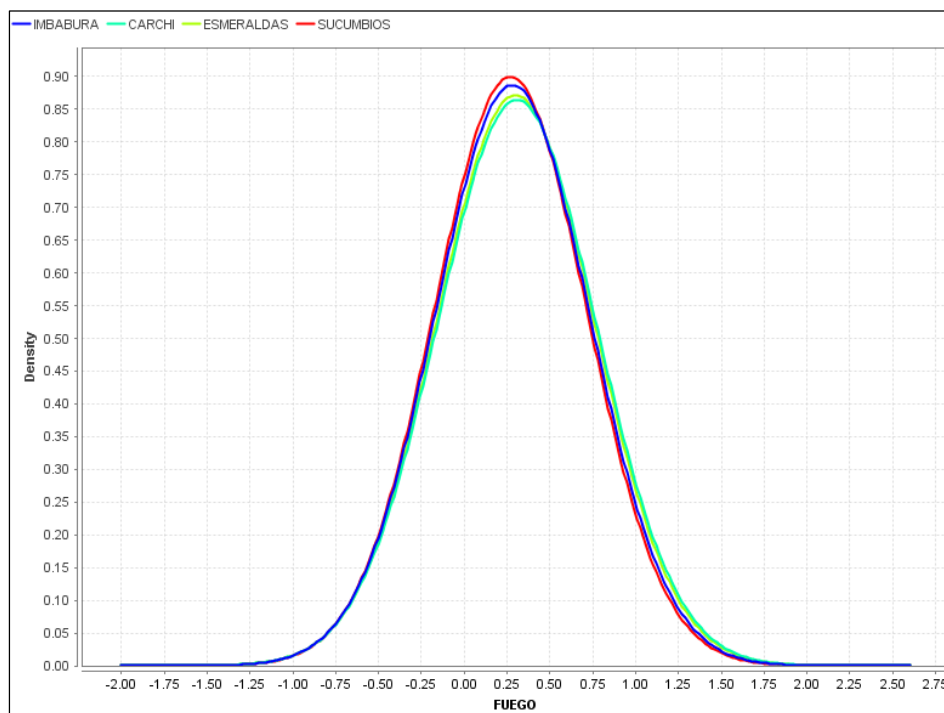


Figura 48. Gráfico de Distribución simple de Naive Bayes en relación a Provincia y Armas de Fuego

Finalmente se puede establecer la incidencia del tipo de hallazgos en cada provincia en la tabla que genera el modelo y que se muestra en la Figura 49:

Attribute	Parameter	IMBABURA	CARCHI	ESMERALD...	SUCUMBIOS
BLANCA	mean	0.340	0.359	0.330	0.294
BLANCA	standard dev	0.474	0.480	0.471	0.456
FUEGO	mean	0.281	0.307	0.298	0.269
FUEGO	standard dev	0.450	0.462	0.458	0.444
CIRCUNSTA	mean	0.037	0.052	0.017	0.014
CIRCUNSTA	standard dev	0.189	0.222	0.130	0.116
MUNICION	mean	0.062	0.040	0.026	0.014
MUNICION	standard dev	0.241	0.195	0.158	0.116
EXPLOSIVO	mean	0.056	0.033	0.011	0.017
EXPLOSIVO	standard dev	0.229	0.180	0.106	0.128

Figura 49. Matriz de Distribución simple de Naive Bayes en relación a Provincia y Hallazgos

4.2 Operación Militar e incidencia de hallazgos

Para determinar el tipo de operación militar que mejores resultados ofrece en cuanto a hallazgos, se realizó una nueva valoración en cada uno de los modelos.

4.2.1 Regresión Linear

Los resultados obtenidos, muestran una relación positiva entre el hallazgo de armas de blancas con armas de fuego, armas de circunstancia y municiones:

LinearRegression

$$\begin{aligned}
 &0.372 * \text{BLANCA} \\
 &+ 0.411 * \text{FUEGO} \\
 &+ 0.882 * \text{CIRCUNSTANCIA} \\
 &+ 0.002 * \text{MUNICION} \\
 &+ 4.016
 \end{aligned}$$

Figura 50. Resultados de Regresión Linear para armas blancas y otras armas en virtud de las operaciones militares efectuadas

Como se muestra en la Figura 50, cuando existe un hallazgo de arma blanca, existe una mayor probabilidad de encontrar además armas de fuego, armas de circunstancia y municiones de cualquier calibre.

4.2.2 Árbol de decisión

Para este modelo, se empleó las variables de tarea táctica y su relación a los hallazgos, a fin de determinar el tipo de operación más exitosa o con mejores resultados.

Bajo este criterio de valoración, se procedió a aplicar el modelo, obteniendo el resultado que se muestra en la Figura 51:

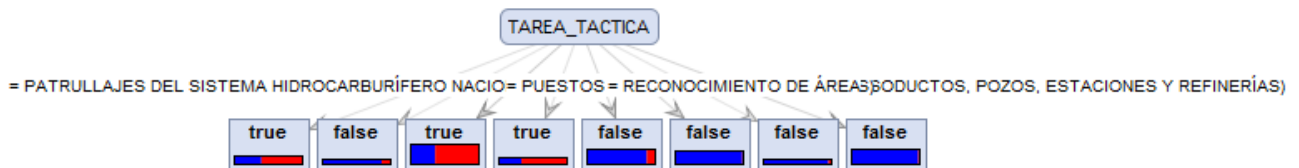
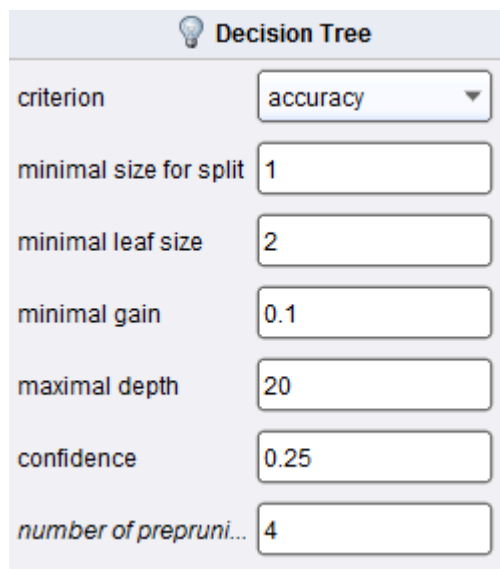


Figura 51. Resultados de árboles de decisión para armas de fuego y otras armas en interacción con el tipo de misión

El modelo anteriormente presentado, no muestra ningún parámetro de decisión factible o aplicable a la minería de datos que se está efectuando, sin embargo, permite determinar que el control militar de CAMEX es la operación en la que mejores resultados se obtiene. No obstante para mejorar este árbol de decisión, se efectuó un ajuste a los parámetros de análisis como se muestra en la Figura 52:



Decision Tree	
criterion	accuracy
minimal size for split	1
minimal leaf size	2
minimal gain	0.1
maximal depth	20
confidence	0.25
number of prepruni...	4

Figura 52. Ajuste de parámetros para análisis de árboles de decisión

Conforme estos ajustes, se muestra en la figura 53, la matriz de confusión, que genera una exactitud del 49,83%, que es un porcentaje que no brinda mayor confianza y exactitud en este análisis.

accuracy: 49.83%					
	true IMBABURA	true CARCHI	true ESMERALDAS	true SUCUMBIOS	class precisi
pred. IMBABURA	18	8	0	0	69.23%
pred. CARCHI	10	11	13	22	19.64%
pred. ESMERALDAS	0	0	0	0	0.00%
pred. SUCUMBIOS	55	83	105	265	52.17%
class recall	21.69%	10.78%	0.00%	92.33%	

Figura 53. Matriz de confusión para árboles de decisión

La predicción de un total de 26 operaciones que se puedan efectuar en la provincia de Imbabura, 18 tendrán resultados positivos, mientras que 8 no tendrán resultados positivos, generando un nivel de precisión de 69,23%. Sin embargo, en la realidad, este porcentaje disminuye a 21,69%, generando una predicción menos

efectiva. En la Figura 54 se muestra el modelo de árbol de decisión planteado en este análisis:

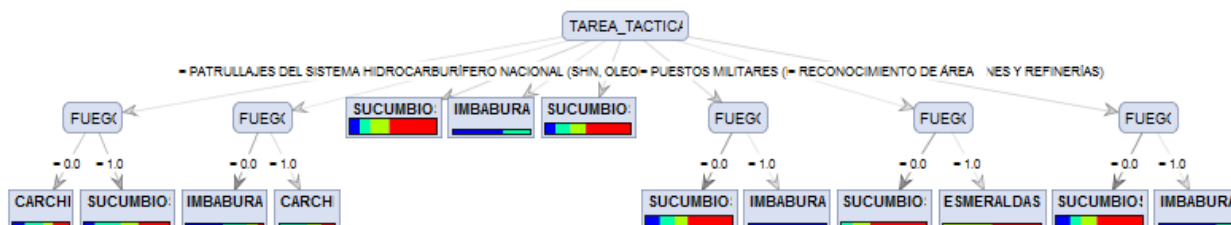


Figura 54. Árbol de Decisión para elección del tipo de operación militar por provincia

El nodo raíz del presente árbol, genera el tipo de operación militar y se describe el criterio de elección en virtud de la provincia y el resultado que se pretende obtener, por ejemplo, en Sucumbíos, la operación militar de CAMEX, es la que mejores resultados ofrece, como se muestra en la Figura 55:

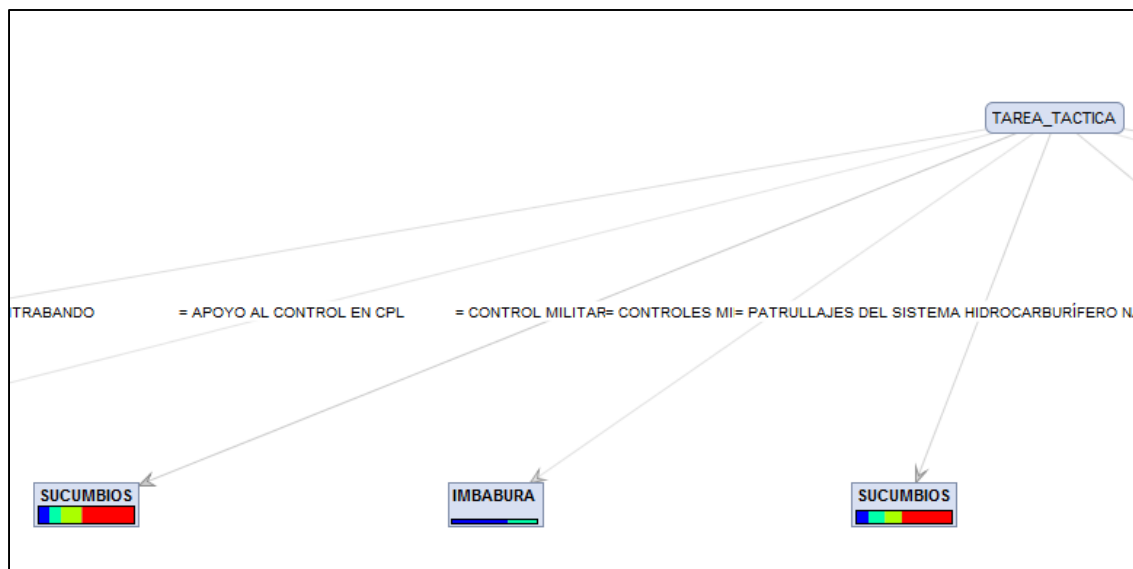


Figura 55. Nodo de decisión para efectuar Operaciones Militares de CAMEX según la provincia

4.2.3 Naive Bayes

La estructuración del presente modelo, se efectuó entorno a la operación militar con mayor incidencia de hallazgos, realizando una distribución simple, en donde se muestra el porcentaje de incidencia en la Figura 56:

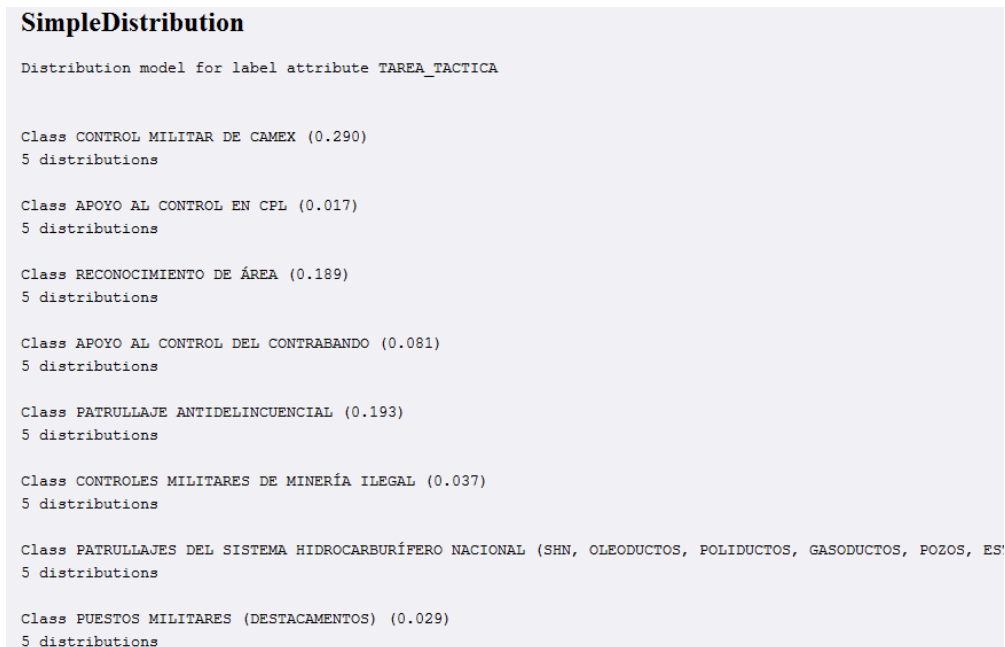


Figura 56. Distribución simple de Naive Bayes en relación a Tipo de Operación

El modelo arroja el gráfico de densidad en donde la operación militar de CAMEX presenta la mayor incidencia de hallazgos de armas de fuego, en relación a otras misiones, como se muestra en la Figura 57:

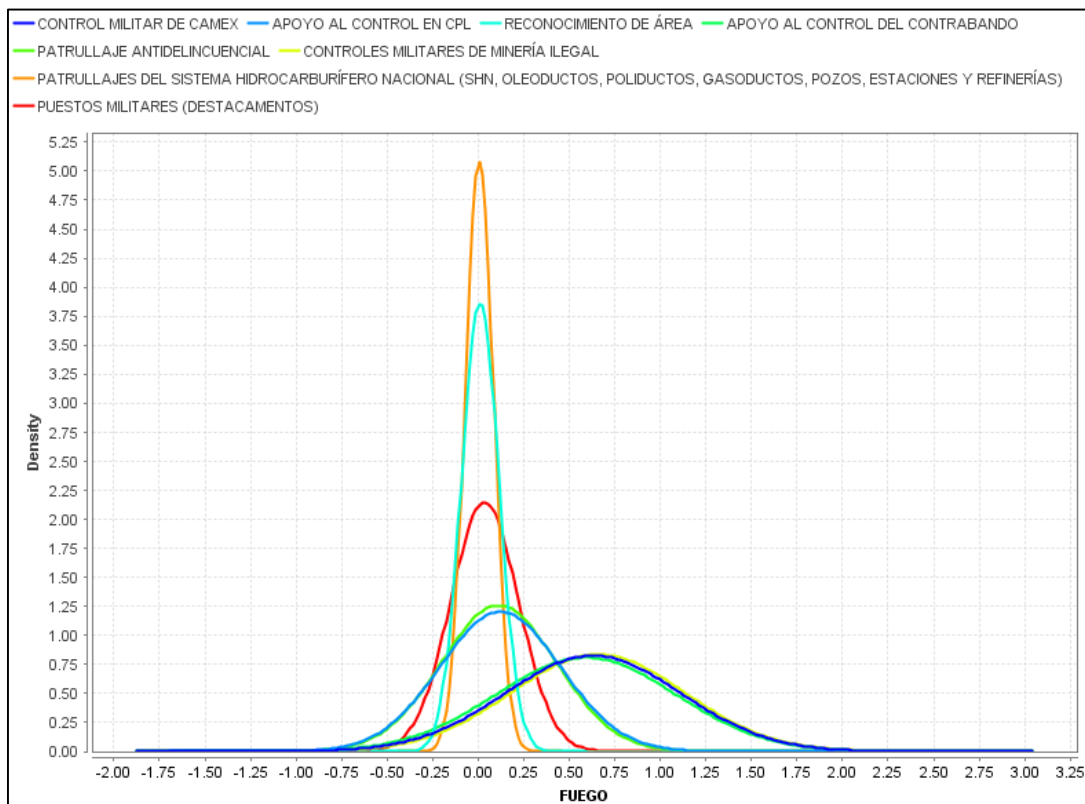


Figura 57. Gráfico de Distribución simple de Naive Bayes en relación a Tipo de Operación y Armas de Fuego encontradas

Luego de analizar los datos obtenidos y en virtud de los requerimientos establecidos para la minería de datos, se presenta un resumen de los resultados en la tabla 37:

Tabla 37*Asertividad de los modelos:*

Objetivos de minería de datos	Regresión Linear	Árboles de Decisión	Naive Bayes
Detectar patrones de comportamiento en cuanto a la ubicación geográfica de las operaciones y resultados obtenidos	0%	84,43%	48,9%
Predecir patrones de Operaciones militares que tienen mejores resultados	0%	49,83%	29%

Se puede determinar, que el modelo que mayor asertividad ofrece a la predicción es el árbol de decisiones.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- En el caso del sistema C3I2 que está a cargo de la Dirección de Operaciones del Comando Conjunto, no presenta un modelo de base de datos que permita articular eficientemente la información tanto como repositorio como para el análisis, puesto que genera gran cantidad de datos que producen ruido para el análisis.
- La construcción de un almacén de datos permite mejorar la gestión de la información, mucho más si los datos son parametrizados, limpios e integrados, lo que permite explotar de mejor forma las utilidades que brindan los sistemas para el análisis e inteligencia de negocios e incluso los sistemas de soporte a la decisión. En el caso del Comando Conjunto, en la actualidad no dispone de un sistema que le permita reportear la información y presentarla de forma óptima a los niveles de decisión.
- El implementar un modelo de minería de datos, permite contar con mejores análisis de la información obtenida, de modo que las decisiones a futuro, se pueden solventar de una forma más técnica y apoyada en información relevante, que al momento carecen las unidades operativas, e incluso los niveles de decisión operativa y estratégica.
- El caso del presente estudio demuestra la factibilidad de la aplicación de técnicas de minería de datos en la administración integral de la información originada en las operaciones que desarrolla el Comando Conjunto y este a su vez con los

Comandos, Unidades y Elementos Operacionales a lo largo y ancho del territorio nacional, con la finalidad de mejorar el rendimiento y efectividad del empleo de personal, material y medios.

- De acuerdo a los resultados de los indicadores, se tiene que la técnica de minería que mejor clasifica la información para nuestro caso de estudio es la técnica de Árboles de Decisión.
- La presente investigación se apoyó en información existente, sobre los sistemas de soporte a la decisión ya implementados en otros países. En el Ecuador este trabajo, constituye el pionero en este tipo de investigaciones.

5.2 Recomendaciones

- Para el manejo adecuado de la información en el Comando Conjunto a través del sistema C3I2, es recomendable la construcción y adecuación de un nuevo almacén de datos; si bien es cierto existe gran cantidad de información que podría ser utilizada, pero los costos de efectuar un proceso de ETL, tanto en tiempo como en recursos, resultarían infructuosos en comparación a la construcción de un nuevo almacén de datos, de similares características al aquí propuesto.
- El empleo de recursos de código abierto, así como también de almacenaje en nube, reducirán los costes de implementación.
- Es necesario que para trabajar en un almacén propio de la institución o hacerlo en nube, se implementen las medidas de seguridad necesarias para proteger la información.

- Resulta indispensable la implementación de herramientas de inteligencia de negocios, a fin de generar reportes dinámicos, que optimicen el análisis de la información generada en las operaciones militares, y a su vez, esta información permita en el corto y mediano plazo, tomar decisiones óptimas y oportunas.
- El contar con modelos de minería de datos, sin duda, mejorará la percepción para efectuar la planificación de las operaciones militares, y a su vez, permitirá mejorar el rendimiento operacional que hoy por hoy mantienen las Fuerzas Armadas ecuatorianas.

BIBLIOGRAFÍA:

- Asamblea Nacional del Ecuador. (2009). *Ley Orgánica de la Defensa Nacional*. Quito: Asamblea Nacional.
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2014). *Ley de Seguridad Pública y del Estado*. Quito: Asamblea Nacional.
- Asamblea Nacional Ecuador. (2008). *Constitución Política* . Quito: Asamblea Nacional.
- Brizuela, E. I. (2013). Metodologías para desarrollar Almacén de Datos. . *Revista de arquitectura e Ingeniería, 7(3)* , , 1-12.
- Camana, R. G. (2016). Potenciales aplicaciones de la minería de datos en Ecuador. . *Revista Tecnológica-ESPOL, 29(1)*.
- Castillo-Rojas, W. Q. (2018). Una Metodología para Procesos Data WareHousing Basada en la Experiencia. . *RISTI-Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação, (26)*, 83-103.
- CC.FF.AA, D. d. (2019). *Operaciones Militares*. Quito: Dirección de Operaciones del CC.FF.AA.
- Chmielewski M., F. D. (2018). Military and Crisis Management Decision Support Tools for situation awareness development using sensor data fusion. *International Conference on Information Systems Architecture and Technology*, 15-25.
- Comando Conjunto de las FF.AA . (06 de Marzo de 2019). <https://www.ccffaa.mil.ec>.
Obtenido de <https://www.ccffaa.mil.ec/2016/08/16/mision-vision-valores-institucionales/>

- Esparza, G. G. (2017). Un modelo basado en el Clasificador Naïve Bayes para la evaluación del desempeño docente. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 20(2)*, 293-313.
- Fernández, D. B.-M. (2016). Uso de la metodología CRISP-DM para guiar el proceso de minería de datos en LMS. *Tecnología, innovación e investigación en los procesos de enseñanza-aprendizaje*, 2385-2393.
- Gallardo, J. (2009). *Metodología para la definición de requisitos en proyectos de data mining*. Madrid: UPM.
- García S., L. J. (2015). Data Sets and Proper Statistical Analysis of Data Mining Techniques. *Data Preprocessing in Data Mining*, 19-38.
- Gartner. (2019). *Gartner Magic Quadrant for Analytics and BI Platforms*. Stamford - USA: Gartner (R) .
- Gartner. (2019). *Magic cuadrante for Data Science and machine learning platforms*. Stamford - USA: Gartner (R).
- González, J. &. (2015). Minería de datos. *Lp Magazine - Base de datos*.
- Goztepe, K. (2015). New Directions in Military and Security Studies: Artificial Intelligence and Military Decision Making Process. . *International Journal of Information Security Science, 4(2)*, , 69-80.
- Gutiérrez, J. A. (2015). Identificación de técnicas de minería de datos para apoyar la toma de decisiones en la solución de problemas empresariales. *Revista Ontare 3(2)*, 33-51.
- Hernandez, A. S. (2017). Mission engineering and analysis: Innovations in the Military Decision Making Process. *Proceedings of the American Society for Engineering*

- Management (ASEM) 2017 International Annual Conference: Reimagining Systems Engineering and Management* , pp. 521-530.
- Hersey P., U. B. (2015). Adaptable mission analysis and decision system. *10th System of Systems Engineering Conference (SoSE)*, 20-25.
- Hershey, P. C. (2018). Analytics and Simulation for Decision Support: Good Results Achieved by Teaming the Two. . *IEEE Systems, Man, and Cybernetics Magazine*, 4(1), , 32-40.
- Kimball, R. R. (2008). *The data warehouse lifecycle toolkit*. John Wiley & Sons.
- Kun, W. T. (2019). Application of Big Data Technology in Scientific Research Data Management of Military Enterprises. . *Procedia computer science*, 147,, 556-561.
- Lee, H. K. (2017). Assimilation of military group decision support systems in Korea: The mediating role of structural appropriation. . *Information Development*, 33(1),, 14-28.
- Lobaina, E. R. (2018). Resultados obtenidos en un proceso de minería de datos aplicado a una base de datos que contiene información bibliográfica referida a cuatro segmentos de la ciencia. . *JISTEM-Journal of Information Systems and Technology*, 15.
- Ministerio de Defensa Nacional. (2019). *Libro Blanco de la Defensa*. Quito: MIDENA.
- Moine, J. M. (2011). Estudio comparativo de metodologías para minería de datos. *XIII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación.*, 1-4.
- Moreno Salazar, Á. V. (2016). Aprendizaje basado en árboles de decisión: un estudio crítico desde Weka, RapidMiner y SPSS Modeler. *XXVI Simposio Internacional de Estadística*.

- Pazmiño, R. C.-P. (2018). Minería de datos para descubrir tendencias en la clasificación de los trabajos de titulación. *Research Group in InterAction and eLearning of the University of Salamanca*, 125-128.
- Pérez, C., & Santín, D. (2008). *Minería de Datos Técnicas y Herramientas*. Madrid: Thomson.
- Porcel, E. D. (2009). Modelos predictivos y técnicas de minería de datos para la identificación de factores asociados al rendimiento académico de alumnos universitarios. . *XI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*.
- Rivadera, G. (2010). La metodología de Kimball para el diseño de almacenes de datos (Data warehouses). . *Universidad Católica de Salta*, 56-71.
- Russell, S. &. (2018). The Internet of Battlefield Things: The Next Generation of Command, Control, Communications and Intelligence (C3I) Decision-Making. *MILCOM 2018-2018 IEEE Military Communications Conference (MILCOM)*, (pp. 737-742).
- Schab, E. R. (2018). Minería de datos y visualización de información. *XX Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2018, Universidad Nacional del Nordeste)*..
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, Senplades. (2017). *Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021 - Toda una Vida*. Quito: Senplades.
- Smallegnage A., B. H. (2017). Big Data and Artificial Intelligence for Decision Making. *Dutch Position Paper NATO-OTAN*, 15-25.