

UNIVERSIDAD SALESIANA DE BOLIVIA

INGENIERÍA DE SISTEMAS

TESIS DE GRADO



**Para obtener el Grado Académico de
Licenciatura en Ingeniería de Sistemas**

**MONITOREO DE CARGA MARÍTIMA PARA TRANSPORTE
INTERNACIONAL APLICANDO MULTIAGENTES CASO:
VICEMINISTERIO DE COMERCIO EXTERIOR E INTEGRACIÓN**

Postulante: Neddy Etman Choque Flores

Docente Guía: Ing. Adrian Eusebio Quisbert Vilela

La Paz – Bolivia

2022

Dedicatoria:

A mis padres, porque siempre me están guiando desde el cielo y por haberme enseñado con su ejemplo responsabilidad y honestidad.

A mi compañera de vida y amiga Mayra, por su apoyo incondicional y estar conmigo en aquellos momentos en el que el estudio y el trabajo ocuparon de mi tiempo y espacio.

A todos mis seres queridos, por su inquebrantable confianza y constante apoyo.

A la Universidad Salesiana por haberme acogido en sus aulas y haberme brindando crecimiento intelectual y personal. A mi tutor Ing. Adrian Quisbert V. por guiar la presente investigación y compartir sus conocimientos.

ÍNDICE

Capítulo I. Introducción	1
1.1. Antecedentes	2
1.2. Justificación	4
1.2.1. Justificación Técnica	4
1.2.2. Justificación Económica	4
1.2.3. Justificación Social	5
1.3. Planteamiento y formulación del problema	5
1.4. Objetivos	5
1.4.1. Objetivo general	5
1.4.2. Objetivos específicos	6
1.5. Hipótesis	6
1.5.1. Definición de Variables	6
1.5.2. Operacionalización de variables	7
Capítulo II Marco Teórico	8
2.1. Inteligencia Artificial (IA)	8
2.1.1. Aplicaciones de la inteligencia artificial	8
2.1.2. Técnicas de la Inteligencia Artificial	9
2.2. Agentes inteligentes	9
2.2.1. Propiedades de los agentes	11
2.2.2. Clasificación de Agentes	13
2.2.3. Metodología Prometheus	16
2.2.4. Sistema Multiagente	22
2.2.4.1. Aplicación de Sistemas Multiagente	22
2.2.5. Extensión UML para agentes: Agent UML de visualización	24
2.2.5.1. Representación del protocolo en varios niveles	25
2.2.5.2. Representación del protocolo en varios niveles	26
2.2.5.3. Diagrama de actividad	27
2.2.5.4. Procesamiento interno de los agentes	27
2.2.6. Ciclo de vida de un agente	27

2.2.7.	Base de datos	28
2.2.7.1.	Base de datos relacional	29
2.3.	Estadística.....	29
2.3.1.	Regresión	29
2.4.	Logística y transporte internacional	31
2.5.	Comercio Internacional.....	32
2.6.	Nomenclatura arancelaria.....	33
2.6.1.	Nomenclatura arancelaria NANDINA	34
2.7.	Transporte terrestre y marítimo	35
2.7.1.	Camiones y tipos de camiones en el transporte internacional.....	36
2.7.2.	El buque y el transporte marítimo.....	38
2.7.3.	Puertos marítimos	38
2.7.4.	La relevancia de la información para la toma de decisiones ante la globalización.....	39
2.7.4.1.	Naturaleza de la Información	40
2.7.4.2.	Modelo para la toma de decisiones a corto plazo.....	42
2.7.5.	Escala de Likert	44
2.7.5.1.	Construcción de una escala Likert	45
2.8.	Marco Institucional	46
2.8.1.	Antecedentes de la institución.....	46
2.8.1.1.	Misión	47
2.8.1.2.	Visión	47
2.8.1.3.	Objetivos Estratégicos Institucionales.....	47
2.8.1.4.	Estructura orgánica.....	48
2.8.1.5.	Flujo de trabajo de la Dirección General de Promoción de Exportaciones, Acuerdos Comerciales e Inversión.	49
2.8.1.6.	Datos utilizados por la Unidad de Análisis e Integración Comercial.	52
Capítulo III Diseño Metodológico		56
3.1.	Delimitación temporal y espacial	56
3.2.	Materiales.....	56
3.3.	Metodología.....	57

3.4.	Planteamiento del estudio	59
3.4.1.	Tipo de estudio	59
3.4.2.	Población y muestra.....	59
3.4.3.	Técnicas de recolección de datos	61
3.5.	Parámetros de evaluación	61
Capítulo IV Resultados Y Discusiones		62
4.1.	Desarrollo de los agentes inteligentes.	62
4.1.1.	Información General del Sistema.....	62
4.1.2.	Metodología de desarrollo Prometehus.....	63
4.1.2.1.	Especificaciones del sistema.....	63
4.1.2.2.	Diseño de la arquitectura	71
4.1.2.3.	Propiedades de los agentes inteligentes.	82
4.1.2.4.	Diseño detallado.....	82
4.1.3.	Diagrama de acoplamiento de datos	88
4.1.4.	Construcción del agente revisor	88
4.1.5.	Construcción del agente monitoreo	90
4.1.5.1.	Representación de los datos	91
4.1.5.2.	Reglas de Inferencia	92
4.1.6.	Implementación del prototipo.....	93
4.1.6.1.	Proceso de implementación (jade).....	93
4.1.7.	Pantallas del prototipo	95
4.2.	Evaluación de resultados.....	99
4.2.1.	Prueba de hipótesis.....	99
4.2.2.	Prueba de hipótesis de correlación.....	99
4.2.2.1.	Test de Normalidad	100
Capítulo V Conclusiones		104
Capítulo VI Recomendaciones		106
Bibliografía.....		107

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Agente Inteligente	10
Figura 2 Propiedades de los agentes	15
Figura 3 Arquitectura de los agentes inteligentes	18
Figura 4 Ejemplo AUML	25
Figura 6 Dispersión A.....	30
Figura 7 Dispersión A.....	31
Figura 8 Organigrama 1	49
Figura 9 Organigrama 2	49
Figura 10 Flujograma	51
Figura 11 Captura de pantalla COMEX	53
Figura 12 Captura de pantalla Base de datos ANB	54
Figura 13 Captura de pantalla Penta - transaction	55
Figura 14 Propuesta metodológica.....	58
Figura 15 Diagrama general de objetivos.....	63
Figura 16 Sistema de Monitoreo	64
Figura 17 Sistema Administración BD	64
Figura 18 Proceso Estadístico	65
Figura 19 Representación de funcionalidades.....	66
Figura 20 Ingresos BDs	66
Figura 21 Consultas	67
Figura 22 Pronostico de sistema.....	68
Figura 23 Representación de datos	69
Figura 24 Desarrollo de perceptores	70
Figura 25 Identificación de agentes.....	72
Figura 26 Agente revisor	72
Figura 27 Agente monitor	73
Figura 28 Interacción de diagramas	74
Figura 29 Escenario 1	81
Figura 30 Escenario 2	83
Figura 31 Escenario 3	86

Figura 32 Diagrama general de sistema.....	86
Figura 33 Diagrama de capacidades.....	87
Figura 34 Especificación de procesos.....	87
Figura 35 Diagrama de acoplamiento de datos	88
Figura 36 Agente revisor	90
Figura 37 Agente monitor	90
Figura 38 Árbol de decisión.....	92
Figura 39 Captura pantalla JADE.....	93
Figura 40 Pantalla 1	95
Figura 41 Pantalla 2	96
Figura 42 Pantalla 3	96
Figura 43 Pantalla 4	97
Figura 44 Pantalla 5	97
Figura 45 Pantalla 6	98
Figura 46 Pantalla 7	99

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables.....	7
Tabla 2 Materiales	56
Tabla 3 Usos de sistema por año.....	59
Tabla 4 Información general del sistema.....	62
Tabla 5 Escenario 1	75
Tabla 6 Escenario 2	76
Tabla 7 Escenario 3	79
Tabla 8 Capacidades interfaz de sistema.....	83
Tabla 9 Capacidad administración BD	84
Tabla 10 Capacidad de proceso estadístico.....	84
Tabla 11 Capacidad administración BD 2	91
Tabla 12 Test de normalidad.....	100
Tabla 13 Correlación paramétrica	102

Resumen

El desarrollo tecnológico en la manipulación y manejo de datos obliga a las instituciones públicas y privadas hacer uso de estos avances en todos sus procesos, es por eso que la presente investigación hace uso de agentes inteligentes en una solución que lleva a cabo el monitoreo de carga marítima para la unidad de análisis e inteligencia comercial del ministerio de Relaciones Exteriores de Bolivia.

El enfoque de la investigación es de tipo mixto, el método que se utilizó es el tecnológico cuasi experimental y el estudio es correlacional. Para el desarrollo del prototipo y de los agentes se utilizó la metodología Prometheus.

La presente investigación desarrolla un sistema multiagente, que realiza un monitoreo constante dentro de las bases de datos buscando cambios abruptos y lanza alertas al usuario cuando se detectan incrementos altos o descensos bruscos en cantidades y precios tomando como insumos las bases de datos de la Aduana Nacional de Bolivia, el Instituto Nacional de Estadística y Penta Transaction.

Los resultados de la investigación fueron obtenidos del comportamiento del sistema prototipo, que fue evaluado a través de la comparación con el sistema tradicional por medio de la conformación de grupos.

Para alcanzar los resultados se utilizó la prueba de hipótesis de correlación de Spearman, que demostró que el sistema de monitoreo es un sistema que logra la automatización de los procesos y entrega insumos de gran valor a los tomadores de decisiones del Ministerio de Relaciones Exteriores de Bolivia.

Capítulo I. Introducción

Actualmente las instituciones públicas y privadas aprovechan los avances de la tecnología en campos como: la inteligencia artificial, el big data y los sistemas de información. El desarrollo de estas herramientas agiliza los procesos complejos y coadyuvan en la toma de decisiones.

De acuerdo con Rodríguez Rodríguez & Daureo Campillo (2003), los sistemas de información son: “un conjunto de procedimientos, manuales y automatizados, y de funciones dirigidas a la recogida, elaboración, evaluación, almacenamiento, recuperación, condensación y distribución de informaciones dentro de una organización”. Su importancia radica en la eficiencia y la correlación de una gran cantidad de datos ingresados a través de procesos diseñados para cada área con el objetivo de producir información válida para la posterior toma de decisiones.

Un sistema de información puede contener a uno o varios agentes inteligentes, de acuerdo con Wooldridge & Jennings, (1995) se dice que “un agente inteligente es una entidad software que, basándose en su propio conocimiento, realiza un conjunto de operaciones para satisfacer las necesidades de un usuario o de otro programa, bien por iniciativa propia o porque alguno de éstos lo requiere”. Los agentes inteligentes en sí mismos pueden ser considerados como entidades individuales, partes de programa que tienen control sobre sus propias vidas y movimiento, que continuamente están realizando procesos que les indican qué hacer y cómo. También se pueden comunicar con otros agentes para resolver de forma adecuada su trabajo.

Teniendo en cuenta esta disciplina que es parte de la ciencia de la computación y con la intención de aplicar estos conocimientos a la realidad boliviana se busca que la Unidad de Análisis e Inteligencia Comercial dependiente de la Dirección General de

Promoción de Exportaciones, Acuerdos Comerciales y de inversión del Viceministerio de Comercio Exterior e integración del Ministerio de Relaciones Exteriores automatice sus procesos utilizando las herramientas ya descritas.

La Unidad de Análisis e Inteligencia Comercial es la responsable de procesar y analizar los datos que obtiene de bases de datos abiertas, privadas y cerradas, como las bases de datos de comercio exterior del Instituto Nacional de Estadística de Bolivia, la base de datos del movimiento de mercaderías de Aduana Nacional y las bases de datos internacionales como las del Banco Mundial o privadas como Penta - Transaction. La información que esta unidad maneja está relacionada con el movimiento de carga marítima, aérea y terrestres entre el resto de los países con Bolivia.

El manejo de esta información sirve como insumo importante para la toma de decisiones por parte de las autoridades del Ministerio de Relaciones Exteriores, las que son encargadas de negociar los acuerdos en materia comercial con terceros países y organismos internacionales como la Comunidad Andina, Mercosur, ALADI entre otros.

El presente trabajo busca la automatización de estas tareas con el uso de agentes inteligentes que monitoricen en tiempo real todos los datos entregados por las diferentes instituciones. Se pretende probar que el uso de la inteligencia artificial permitirá una explotación de los datos significativamente mayor a la realizada actualmente, la misma que es realizada de forma manual; Esta automatización lograría aumentar la productividad de la unidad citada.

1.1. Antecedentes

“La Inteligencia Artificial está formada por un conjunto de algoritmos que utilizan la información -principalmente en forma de datos- para tomar decisiones y llevar a cabo

tareas, como lo haría un humano.” (Bulut, 2018). Las últimas décadas han sido testigos de un gran avance dentro del campo de la inteligencia artificial en especial en el desarrollo del paradigma relacionado a los agentes inteligentes, los que se centran en la creación de entidades que puedan actuar de forma autónoma y razonada.

Los agentes inteligentes nos permiten abordar de una manera apropiada la construcción de soluciones inteligentes, los campos donde más se ha aprovechado estas ventajas están relacionados con empresas del área financiera, el comercio electrónico, la seguridad informática y el comercio exterior.

En nuestro país, las investigaciones previas que se han encontrado relacionadas al presente trabajo son:

- En la Universidad Mayor de San Andrés, en la Facultad de Ciencias Puras y Naturales se propone la tesis de maestría realizada por (Mollinedo, 2020) titulada “Modelo multiagente para la gestión integral de riesgo operativo de instituciones financieras de desarrollo en la ciudad de El Alto”. Que propone la aplicación de agentes inteligentes para realizar procesos de control, diseñando modelos ontológicos para representar el dominio y un sistema de pizarra para el almacén de la información que se genera durante el diseño y ejecución del proceso de gestión de riesgo operativo involucrando a la estructura organizativa dotada de especialistas e infraestructura de sistema en las Instituciones Financieras de Desarrollo.
- Guerrero (Guerrero, 2013) en la tesis “Seguridad en Bases de Datos distribuidas utilizando Agentes Inteligentes” investiga la seguridad de sistemas con bases de datos distribuidas donde se propone la elaboración de un programa que emule la

inteligencia de un ser humano que sea capaz de tomar decisiones racionales para proteger de ataques informáticos, además de poder aprender a través de los sucesos que ocurran.

- Ramirez (Ramirez R. Q., 2015) en la investigación titulada “Sistema multiagente para el control y seguimiento de proyectos” desarrolla el uso de agentes inteligentes en el campo de la gestión de proyectos, mencionando que el uso de soluciones digitales ayuda a gestionar tareas para automatizar el seguimiento y control de proyectos.

1.2. Justificación

1.2.1. Justificación Técnica

Se justifica técnicamente, porque se optimizaron los procesos de monitoreo utilizando la tecnología y la aplicación de la IA mediante los agentes inteligentes. Los cuales fueron capaces de percibir su entorno, procesar tales percepciones y responder de manera racional mostrando los resultados de su análisis en la base de datos en tiempo real.

1.2.2. Justificación Económica

La presente investigación tiene justificación económica por que automatiza los procesos de detección de cambios en las bases de datos generando insumos de calidad en el proceso de toma de decisiones, logrando ahorrar tiempo y recursos de los funcionarios públicos.

Por otro lado, puesto que las autoridades del viceministerio son las encargadas de negociar los acuerdos de Bolivia en materia de Comercio Exterior y éstas podrán hacer uso de los resultados de esta solución informática, la presente tesis también contribuye

en el logro acuerdos y convenios internacionales convenientes y beneficiosos para el país.

1.2.3. Justificación Social

La presente investigación tiene un alto impacto social puesto que sirve como herramienta en la gestión de información, el sistema es de utilidad tanto a los funcionarios responsables como a los jefes de unidad, directores y viceministros. Sin embargo, el impacto más grande es el indirecto, puesto que ayuda en la consecución de acuerdos comerciales ventajosos para el país que benefician a toda la población boliviana.

1.3. Planteamiento y formulación del problema

La Dirección de Acuerdos Comerciales es el lugar dentro del Viceministerio de Comercio Exterior donde se analizan los datos estadísticos relacionados a la carga marítima en tránsito a Bolivia. Sin embargo, el sistema utilizado no se encuentra automatizado lo que ocasiona que la manipulación de las bases de datos sea ineficiente perjudicando a los tomadores de decisiones con información imprecisa y retrasada. Esta situación influye negativamente en las negociaciones que tiene el país con otros Estados; Por lo tanto, se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo se puede optimizar el sistema manual de monitoreo de carga del transporte marítimo que opera el Viceministerio de Comercio Exterior?

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Desarrollar un sistema multiagente para el eficiente monitoreo del transporte internacional de carga marítima para la unidad de Análisis e Inteligencia Comercial del Viceministerio de Comercio Exterior.

1.4.2. Objetivos específicos

Para lograr el objetivo general es necesario el logro de los objetivos específicos por lo que a continuación se mencionan los mismo:

- Definir los componentes del sistema multiagente para el eficiente monitoreo de carga marítima para el transporte internacional.
- Diseñar un modelo para el control de eventos excepcionales en la base de datos que interviene el agente inteligente de monitoreo.
- Desarrollar una interfaz gráfica amigable con el usuario mediante el uso de lenguajes de programación que permita al agente inteligente interactuar con los funcionarios públicos.

1.5. Hipótesis

La aplicación de un sistema multiagente permite el eficiente monitoreo de carga marítima en la unidad de Inteligencia Comercial del Viceministerio de Comercio Exterior.

1.5.1. Definición de Variables

- **Variable Independiente**

Sistema multiagente

- **Variable Dependiente**

Monitoreo de carga marítima

- **Unidad de Observación**

Unidad de Inteligencia Comercial del Viceministerio de Comercio Exterior

1.5.2. Operacionalización de variables

El siguiente cuadro muestran las variables de la investigación y las operacionaliza.

Tabla 1

Operacionalización de Variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida	Escala	Instrumentos
Sistema multiagente	Un sistema estructurado como un conjunto de agentes autónomos capaces de adoptar su comportamiento de forma flexible a los cambios en las condiciones de funcionamiento (Weyns, 2010).	Estudia la coordinación de la conducta inteligente entre un conjunto de agentes inteligentes autónomos. (Wooldridge & Jennings, 1995)	Usabilidad	Interfaz gráfica	Escala de Likert	0 = Deficiente = 0.5 1 = Regular = 1.5 2 = Bien = 2 3 = Excelente = 3.3	Encuesta
			Funcionalidad	Funciones	Escala de Likert		
Monitoreo de carga marítima	Seguimiento del traslado de carga de un lugar situado en un país hasta otro lugar situado en un país distinto por medio del mar. (Anaya Tejero, 2009).	Rastreo del transporte marítimo de personas o cosas por mar de un punto geográfico a otro a bordo de un buque. (Romero Serano, 2002)	Resultados	Tiempo	Minutos	71 - 80 Demasiado 61 - 70 Mucho 51 - 60 Neutral 41 - 50 Aceptable 20 - 40 Muy aceptable	Comparación

Nota: Esta tabla muestra la operacionalización de variables

Capítulo II Marco Teórico

El presente capítulo explica y define los conceptos desarrollados en el trabajo de tesis, donde se investigan diferentes modelos de agentes inteligentes y se aplican al área de comercio internacional.

2.1. Inteligencia Artificial (IA)

McCarthy, (1956), inventor de la denominación IA, establece que “The goal of AI is to develop machines that behave as though they were intelligent”. [la IA es el desarrollo de Sistemas Informáticos con comportamientos inteligentes]; Y los objetivos de la investigación de esta ciencia de acuerdo con Miquel Garcia, (2002) son “El estudio de los procesos cognoscitivos, el razonamiento y la toma de decisiones, la comprensión y la utilización del lenguaje natural”.

2.1.1. Aplicaciones de la inteligencia artificial.

Algunas aplicaciones importantes son:

Sistemas Expertos. Eje central de una nueva actividad informática conocida como Ingeniería del Conocimiento (IC). Con el cual se persigue la construcción de programas que reproducen de forma correcta el comportamiento de un experto humano.

Sistemas de Lenguaje Natural. El lenguaje que se usa, se ha etiquetado como “lenguaje natural”, en contraposición con los “lenguajes artificiales”, diseñados para las computadoras. La comprensión del lenguaje natural es muy difícil, ya que existen expresiones con más de un significado, su tratamiento es uno de los temas importantes de la IA, tanto por el objetivo del estudio, como por la posibilidad de acceder en un futuro a las computadoras

utilizando el mismo lenguaje natural que utilizan los seres humanos. (Garcia, 2002, p 50).

2.1.2. Técnicas de la Inteligencia Artificial

De acuerdo con Miquel Garcia son:

Técnicas de base de la IA, de igual forma que la informática tradicional se compone de algoritmos que operan sobre determinadas estructuras de datos, la técnica propia de la IA tiene una adecuada representación simbólica del conocimiento. También es posible aplicar tanto los mecanismos de la inferencia simbólica, propios del razonamiento deductivo, como los mecanismos de tipo empírico que forman la base de la búsqueda heurística de soluciones.

Inferencia simbólica, los mecanismos de deducción típicos de la inferencia simbólica incluyen la deducción también llamada a veces inferencia lógicamente correcta, amparada en las diversas reglas de la inferencia lógica:

La heurística, se define como el conjunto de criterios, métodos o principios que se utilizan para encontrar, entre varios caminos posibles, cuál o cuáles son los más efectivos para obtener un objetivo determinado (García, 2010, p53).

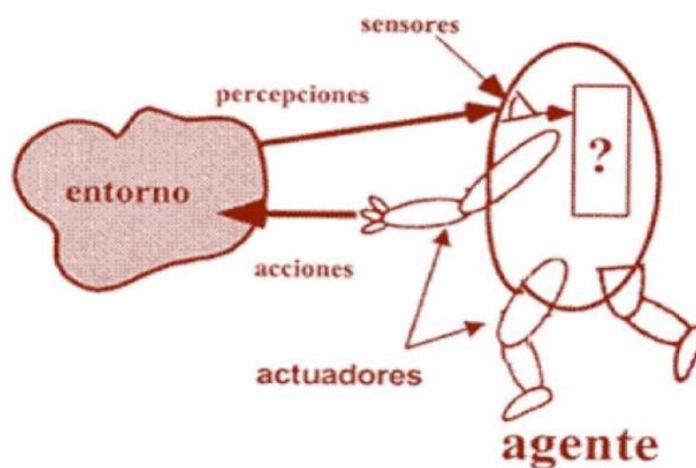
2.2. Agentes inteligentes

Aún no existe una definición universalmente aceptada, pero entre las que podemos resaltar se encuentran: Shoham, (2002): “Usualmente, cuando la gente usa el termino agente se refiere a una entidad que funciona continua y autónomamente, en un entorno en el cual otros procesos ocurren y existen otros agentes”. Para Franklin y Gasser (2015): “Un agente autónomo es un sistema

situado en, y como parte de, un entorno, que detecta dicho entorno y actúa en él, en búsqueda de sus propios objetivos”. Para Russell & Norvig (2021), un agente es “An agent is anything that can be viewed as perceiving its environment through sensors and acting upon that environment through actuators”. [Un agente es cualquier cosa que pueda verse como que percibe su entorno a través de sensores y actúa sobre ese entorno a través de actuadores.] (p. 96). como se muestra en la figura 1.

Figura 1

Agente Inteligente



Nota. Tomado de Franklin & Gasser, 2015

La base de la Ingeniería Artificial se da con el diseño de un programa agente, el que tiene que implementar un mapeo con sus percepciones y sus acciones. La estructura de un agente inteligente es el siguiente:

$$\text{Agente} = \text{Programa agente} + \text{Arquitectura}$$

Donde:

- **Programa agente** será una función que implementará la transformación (mapping) de secuencias de percepciones en acciones.

- **Arquitectura** será un ordenador que se ocupa de que las percepciones lleguen al programa y las acciones lleguen a los efectores.
- **Programa Inteligente** existe una gran variedad de diseños de programas de agentes, que varían en eficiencia, solidez y flexibilidad, y que reflejan el tipo de información que se hace explícita y se utiliza en el proceso de decisión. Por ello, el diseño apropiado del programa del agente depende en gran parte de la naturaleza del medio.

2.2.1. Propiedades de los agentes

De acuerdo con el artículo científico titulado Intelligent Agents: Theory and Practice, un agente, para ser considerado como tal, debe tener una combinación del siguiente conjunto de propiedades:

- **Reactividad:** Un sistema reactivo es aquel que mantiene interacción constante con su entorno, y responde a los cambios que ocurren en éste. La reactividad en los agentes posibilita acciones rápidas, cruciales en sistemas de tiempo real, que no ameritan aplicar reglas complejas.
- **Proactividad:** Uno de los principales objetivos de los sistemas basados en agentes es que éstos actúen por nosotros, sus comportamientos, en algunos casos, deben estar basado en objetivos. En ese sentido, los agentes deben procurar tomar las acciones que permitan alcanzar las metas u objetivos del sistema.
- **Comunicación:** Es la capacidad de cada agente de conversar, intercambiar información, con otros agentes. La comunicación puede ser directa que requiere de un lenguaje basado en ontologías (conjunto de

conceptos, predicados, y relaciones entre ellos, que son entendibles por una comunidad de agentes) o indirecta se basa en el uso de un espacio compartido por todos los agentes del ambiente (pizarra, cartelera), donde se deposita y se recupera la información.

- Sociabilidad: Es la capacidad de obrar y cooperar recíprocamente con otros agentes (y posiblemente seres humanos), a través de un lenguaje de comunicación de agentes.
- Movilidad: Es la habilidad del agente de moverse en el ambiente. Los agentes pueden migrar, trasladarse en una red de nodos de procesamiento, para ejecutar tareas específicas.
- Autonomía: Según ciertos autores, la autonomía es la capacidad de los agentes para actuar sin la intervención humana ni de otros sistemas externos; esto le permite tener un comportamiento propio, y reaccionar a los estímulos externos basándose en sus estados internos.
- Veracidad: En una comunidad de agentes se supone que todos los agentes proveen el resultado veraz de su actuación.
- Benevolencia: Siempre que no entre en conflicto con sus propios objetivos, los agentes ayudan a otros agentes a través de la prestación de servicios específicos.
- Racionalidad: Un agente actúa racionalmente en el sentido que no ejecuta acción si éstas no lo llevan a cumplir sus objetivos. La decisión de cual acción seguir, y en qué momento hacerlo, es hecha según el principio de racionalidad.

- **Inteligencia:** Debido a que un agente debe analizar, ordenar ideas y conocimiento sobre el entorno, para llegar a una conclusión, y tomar una acción de forma autónoma, es necesario esta propiedad. Ella con su capacidad de acumular conocimiento (aprender) y de usarlo adecuadamente (razonar a partir de él).
- **Adaptativo:** Un agente es capaz de cambiar su comportamiento basado en las experiencias previas y las percepciones que ha hecho de su entorno. De esta manera, puede irse auto-reconfigurarse para adaptarse a su entorno.
- **Asincronismo:** Un agente puede ejecutar acciones sin estar acoplado a un usuario o a otros agentes, es decir, sus acciones pueden llevarse a cabo por la ocurrencia de algún evento particular (Wooldridge & Jennings, 1995 p, 116).

2.2.2. Clasificación de Agentes

De acuerdo con Aguilar (2010), se establece algunas dimensiones generales que incluyen:

Movilidad Agentes Móviles y Agentes Estáticos. Como se mencionó antes, un agente móvil es capaz de mover su código y su estado de un nodo a otro en una red. Un agente podría ser temporalmente móvil, y resto del tiempo estático.

Proactividad Proactivos y Reactivos. Cabe destacar que el comportamiento de un agente podría variar a través del tiempo. Incluso, bajo

unas mismas condiciones de operación, un agente podría ser a veces reactivo y en otras proactivo.

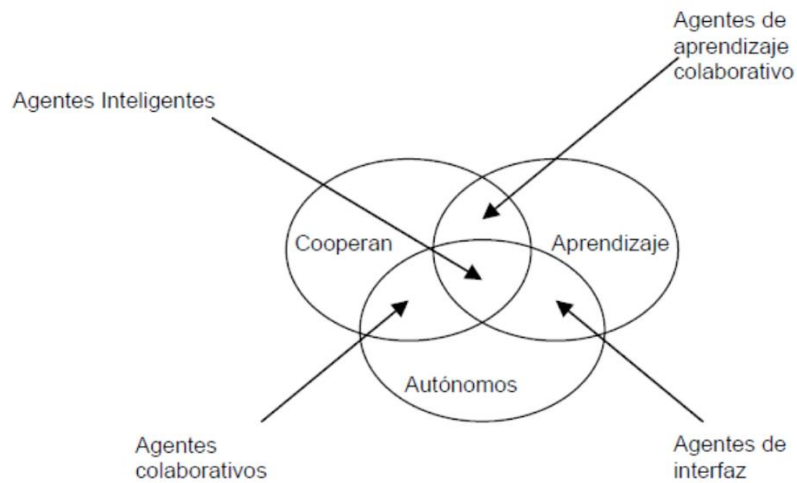
Propiedades Mínimas (Autonomía, Aprendizaje y Cooperación). Basado en estas tres propiedades, se propone un esquema de intersección de propiedades que permite tipificar a los agentes de acuerdo a la existencia de ellas en él. La figura, ilustra a los agentes que se producen: agentes inteligentes, agente interfaz, agentes colaborativos y agente colaborativo con aprendizaje. Esta tipología no contempla otra propiedad de los agentes. Ahora bien, esta clasificación deja claro que para que un agente se considere “inteligente” debe poseer al menos: autonomía, colaboración y aprendizaje. Aguilar (2010) propone una clasificación de acuerdo a diversos aspectos: Relación entre Percepción y Acciones.

Agentes de Reflejo Simple. Cada percepción activa una regla simple, que se corresponde con la situación actual, y se efectúa la acción que está asociada a esa regla.

Agentes Bien Informados. Con la ocurrencia de cada evento se produce una actualización que permite comparar los estados del “entorno” y su evolución. Además, el agente registra la manera en que sus propias acciones están afectando este entorno; de esta forma puede acceder a variables de entorno.

Figura 2

Propiedades de los agentes



Nota. Tomado de Aguilar, 2010

Agente Basados en Metas. Es cuando con una acción se alcanza la meta deseada. Sin embargo, el agente debe ser flexible con respecto a la posibilidad de alcanzar diferentes metas, ya que al marcar una nueva meta se crea en el agente una nueva conducta.

Agente Basado en Utilidad. La utilidad puede ser medida con alguna métrica que correlacione los estados del agente con algún valor cuantificable que caracterice su grado de satisfacción.

De acuerdo con el tipo de Aplicación:

Agentes de Interfaz o Usuario. Puede verse como un asistente personal, y está basado en la autonomía y el aprendizaje. Es un mediador entre algún subsistema, basado en agentes o no, y el usuario.

Agentes de Búsqueda. Puede almacenar e interpretar patrones de búsqueda. Además, deben ser capaces de crear información de utilidad para el usuario en cuanto a la búsqueda de la información, objetos, y otros.

Agente de Monitoreo. Estos agentes son “guardianes” que constantemente revisan parcial o totalmente, las variables de un entorno, y toman algunas acciones según los valores de estas variables: almacenamiento, envío para despliegue, alarma, y otros.

Agente de Filtrado. Trabaja en base a algún perfil predefinido. Interactúan con otros agentes, como el de monitoreo, para detectar cambios significativos en el entorno y tomar las acciones necesarias para manejar dichos aspectos (Aguilar, 2010, p 90).

2.2.3. Metodología Prometheus

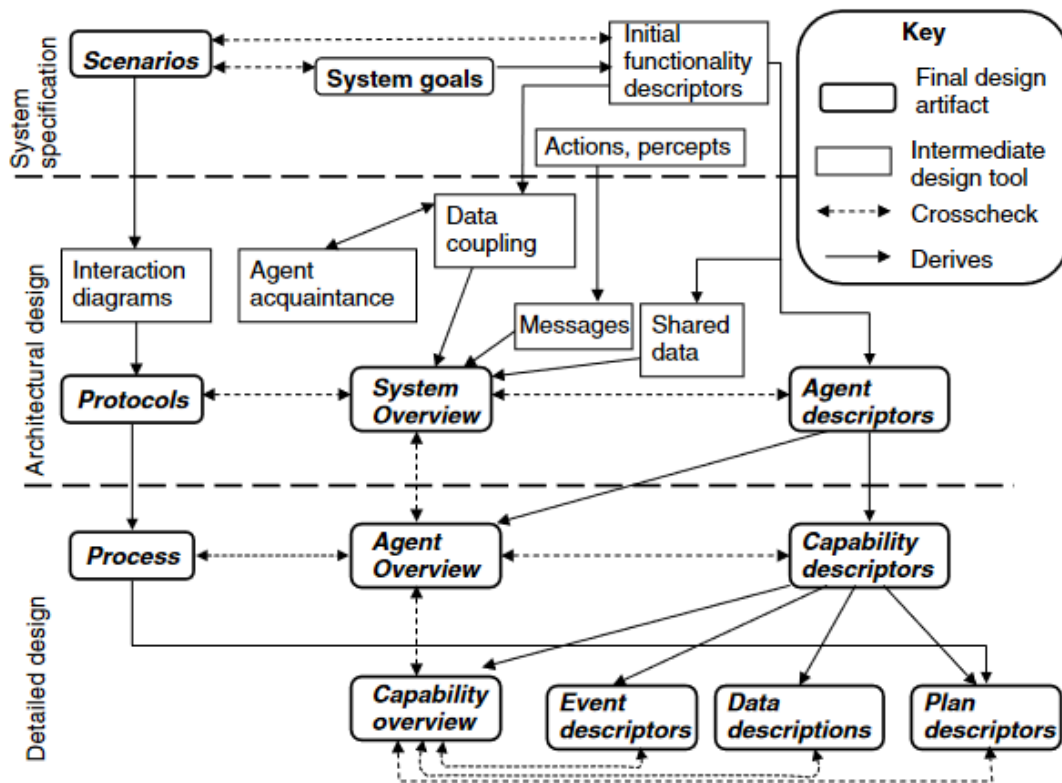
Prometheus es una metodología para desarrollar sistemas de software orientados a agentes. De acuerdo con Bergenti, Gleizes, & Zambonelli, (2004) este método incluye tres fases:

- La fase de especificación del sistema se centra en (i) identificar la interfaz del sistema, que, dado que se trata de agentes situados, consiste en percepciones (información del entorno) y acciones; y (ii) determinar los objetivos, las funcionalidades y los escenarios de casos de uso del sistema, junto con cualquier dato compartido importante. Los resultados de esta fase son un conjunto de descripciones de funcionalidades, descripciones de percepciones y acciones, objetivos del sistema y escenarios de casos de uso.

- La fase de diseño arquitectónico utiliza los resultados de la fase anterior para determinar qué agentes contendrá el sistema, cómo interactuarán y qué eventos significativos se producen en el entorno. Los resultados de esta fase son un diagrama general del sistema, descripciones de los agentes, protocolos de interacción de los agentes y una lista de eventos y mensajes significativos entre los agentes.
- En la fase de diseño detallado se estudian los aspectos internos de cada agente y cómo realizará sus tareas dentro del sistema global. Los resultados de esta fase son diagramas detallados que muestran la funcionalidad interna de cada agente y sus capacidades, diagramas de procesos que muestran el procesamiento interno del agente, así como descripciones de las estructuras de datos utilizadas por el agente, planes y subtareas y los detalles de los activadores del plan. (p. 2018)

Figura 3

Arquitectura de Agentes Inteligentes



Nota: Tomado de Padgham & Winikoff, 2004, p32

2.2.3.1. Especificaciones del sistema

De acuerdo con el libro The Prometheus Methodology, las especificaciones del sistema se pueden expresar en cuatro:

- Identificación de los objetivos del sistema
- Desarrollo de escenarios de casos de uso que ilustren el funcionamiento del sistema
- Identificación de las funcionalidades básicas del sistema
- Especificar la interfaz ente el sistema y su entorno en términos de acciones y percepciones.

Estos cuatro pasos no proceden en secuencia, sino que se pasa de uno a otro. Por ejemplo, después de añadir un objetivo, podríamos añadir un escenario de caso de uso que ilustre cómo se logra este objetivo. El escenario puede incluir nuevos objetivos y/o funcionalidades. Los objetivos del sistema son útiles para captar, a alto nivel, lo que el sistema debe ser capaz de hacer. Dado que los objetivos son una descripción de alto nivel, es menos probable que cambien que las funcionalidades. La identificación de los objetivos da lugar a una colección de objetivos, cada uno con un nombre y una descripción. Además, se recoge la relación entre los objetivos y los subobjetivos y los subobjetivos. Por lo tanto, los casos de usos son vitales en la aplicación de esta metodología. (Padgham y Winikoff, 2004). Citando textualmente parte del tercer capítulo The Prometheus Methodology:

Los escenarios de casos de uso son ejemplos del funcionamiento del sistema. Son útiles porque son más específicos y concretos que los objetivos, por lo que suelen ser más accesibles y fáciles de visualizar. Sin embargo, no cuentan toda la historia. A grandes rasgos, un escenario de caso de uso consiste en una secuencia de pasos que se producen durante el funcionamiento del sistema, junto con una descripción del contexto en el que esta secuencia de pasos podría ocurrir. Los escenarios de casos de uso están tomados del diseño orientado a objetos; sin embargo, los detalles difieren. Las funcionalidades son trozos de comportamiento formados por la agrupación de objetivos relacionados, junto con datos, percepciones y acciones relacionadas. Por ejemplo, al definir una librería electrónica podemos incluir funcionalidades como "Funcionalidad de gestión de entregas" o "Funcionalidad de compra de existencias". Estas funcionalidades

deben ser lo suficientemente específicas como para que puedan describirse adecuadamente en una o dos frases. También especificamos el entorno en el que se situarán los agentes. Esto se define en términos de acciones (formas en que los agentes afectan al entorno), y percepciones (información entrante del entorno). (Padgham y Winikoff, 2004, p. 24-35)

2.2.3.2. Arquitectura de un agente inteligente

Para Padgham y Winikoff (2004) el diseño arquitectónico define qué agentes van a formar parte del sistema y cómo estos agentes interactúan entre sí para cumplir con la funcionalidad requerida del sistema. Esto define la interfaz del sistema con el entorno externo, y también las interfaces de los agentes individuales dentro del sistema.

Diseño de tipos de agentes

Para Bass, (2010) en su libro *Architecture-Based Design of Multi-Agent Systems* dice:

La decisión más importante en el diseño de la arquitectura es qué agentes incluirá el sistema. Las diferentes opciones se evalúan utilizando los criterios de acoplamiento y cohesión. Cada agente debe ser cohesivo, en el sentido de que pueda ser descrito de forma sensata con un título corto. El sistema de agentes debe estar lo menos acoplado posible. Es preferible tener un sistema en el que cada agente necesite conocer sólo un número limitado de otros agentes dentro del sistema. Los pasos que seguimos en esta parte del proceso son:

- Agrupar las funcionalidades en agentes considerando agrupaciones alternativas.

- Revisar el acoplamiento (mediante diagramas de conocimiento de los agentes) y decidir la agrupación preferida.
- Desarrollar los descriptores de los agentes (p.23).

2.2.3.3. Detalles de diseño

Una vez decididos los tipos de agentes, el siguiente aspecto del diseño arquitectónico es especificar la interacción entre los agentes, capturando los aspectos dinámicos del sistema. Esto se basa tanto en los tipos de agentes como en los descriptores del escenario de la fase de especificación del sistema.

Interacción de diagramas de escenarios

Lo que nos dice Giunchiglia, Odell, & Weib, (2002) sobre la interacción de diagramas es: Los diagramas de interacción están tomados directamente del diseño orientado a objetos, pero muestran la interacción entre los agentes en lugar de los objetos. El proceso para desarrollar diagramas de interacción consiste en tomar los escenarios desarrollados en la fase de especificación y construir los correspondientes diagramas de interacción. Esto implica (a) sustituir cada funcionalidad por el agente que la incluye; (b) insertar una comunicación entre agentes donde sea necesaria y luego (c) expresar el resultado como un diagrama de interacción. (p, 112).

Una vez se han decidido los tipos de agentes, el siguiente aspecto del diseño arquitectónico es especificar la interacción entre los agentes, capturando los aspectos dinámicos del sistema. De acuerdo con Padgam y Winikoff el desarrollo de la especificación de la interacción entre agentes tiene las siguientes etapas:

- Desarrollar los diagramas de interacción a partir de los escenarios de casos de uso.
- Generalizar los diagramas de interacción a los protocolos de interacción.
- Desarrollar descriptores de protocolos y mensajes.

Al igual que los escenarios de casos de uso, los diagramas de interacción describen sólo un ejemplo del comportamiento del sistema. Los protocolos de interacción completamente especificados se desarrollan a partir de los mismos y constituyen el artefacto de diseño final.

2.2.4. Sistema Multiagente

Para (Romero Terner, 2010) “El sistema multiagente (MAS) es un conjunto de agentes autónomos, generalmente heterogéneos y potencialmente independientes, que trabajan en común resolviendo el problema. Las características de estos agentes están vinculadas con la noción de agente inteligente” (p. 9).

2.2.4.1. Aplicación de Sistemas Multiagente

De acuerdo con (Bellifemine, Caire, & Greenwood, 2007):

Los sistemas multiagente se utilizan en una variedad cada vez más amplia de aplicaciones, que van desde sistemas comparativamente pequeños para la asistencia personal hasta sistemas abiertos, complejos y de misión crítica para aplicaciones industriales (Jennings y Wooldridge, 1998). Las aplicaciones industriales son muy importantes para los sistemas multiagente porque en ellas las primeras técnicas de sistemas multiagente se experimentaron y demostraron su potencial inicial. potencial inicial.

Los ejemplos de aplicación de los sistemas multiagente en el ámbito industrial incluyen el control de procesos control de procesos (Jennings, 1994), diagnóstico de sistemas (Albert et al., 2003), fabricación (Parunak, 1987) la logística del transporte (Neagu et al., 2006) y la gestión de redes (Greenwood et al., 2006).

Uno de los campos de aplicación más importantes de los sistemas multiagente es la gestión de la información (Decker y Sycara, 1997). En particular, Internet se ha mostrado como un dominio ideal para sistemas multiagente debido a su naturaleza intrínsecamente distribuida y al enorme volumen de información disponible. Los agentes pueden utilizarse, por ejemplo, para buscar y filtrar esta masa de información (Klusch, 2001). Internet también ha impulsado el uso de las tecnologías de agentes en los ámbitos del comercio y la gestión de procesos empresariales. De hecho, antes de que se extendiera el comercio por Internet, la gestión de los procesos de procesos empresariales se basaba casi exclusivamente en las interacciones humanas: los humanos decidían cuándo comprar productos, cuánto estaban dispuestos a pagar, etc. Ahora, el comercio electrónico y los procesos empresariales automatizados están asumiendo cada vez más un papel fundamental en muchas organizaciones porque ofrecen oportunidades para mejorar significativamente la forma en que interactúan las diferentes entidades que intervienen en el proceso empresarial. En este escenario, los sistemas multiagente han demostrado ser adecuados para el modelado y el diseño de sistemas de gestión de procesos empresariales (Camarinha-Matos

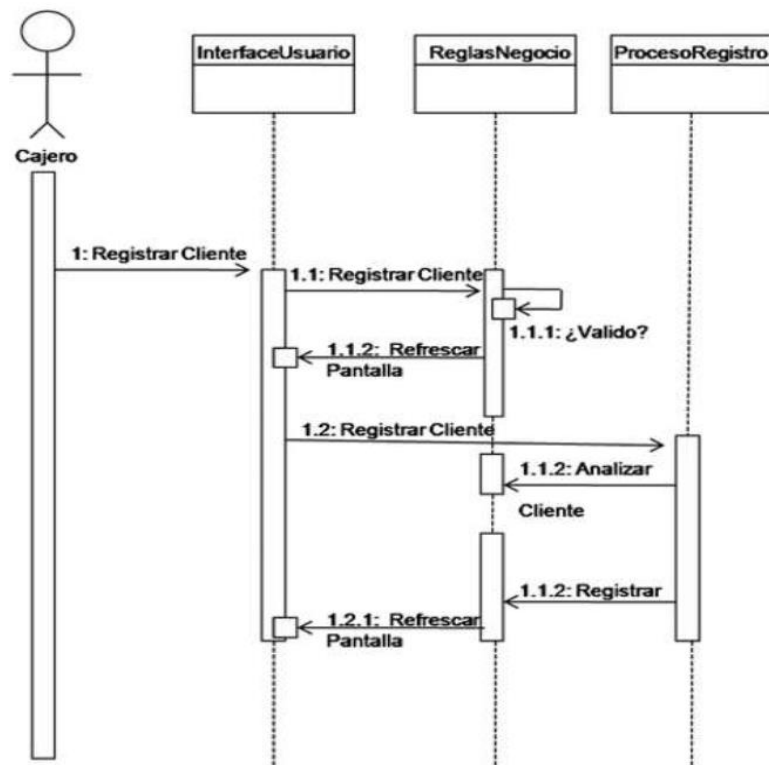
y Afsarmanesh, 2001) y como componentes clave para la automatización de algunos o todos los pasos de estos procesos (Jennings et al., 1996).

2.2.5. Extensión UML para agentes: Agent UML de visualización

Para Krishna & Hitesh Bhambhani (2005), la extensión de UML para agentes inteligentes es la reutilización de UML con ciertas variaciones en algunos diagramas. UML es el Lenguaje de Modelado Unificado utilizado en la metodología orientado a objetos. La notación de AUML es una extensión del diagrama de interacción. Por lo tanto, un diagrama de secuencia AUML tiene líneas de vida para cada agente con mensajes descritos por flechas entre las líneas de vida y con el incremento de tiempo cuando uno se mueve hacia abajo, como se puede ver la siguiente ilustración. (p. 14).

Figura 4

Ejemplo AUML



Nota: Tomado de (Krishna & Hitesh Bhambhani, 2005)

2.2.5.1. Representación del protocolo en varios niveles

De acuerdo con (Abushark & Thangarajah, 2013):

Los diagramas de interacción son los patrones estructurales para representar interacción entre objetos. Como extensiones de UML para representar estos se tienen:

- Diagramas de secuencia y de colaboración: Presentan la misma información, pero los diagramas de secuencia enfatizan la secuencia cronológica de comunicaciones, mientras que los diagramas de colaboración enfatizan la asociación entre los agentes. Estos

representarían el primer nivel de diagramas en el protocolo de interacción, pues lo muestran de manera general.

- Diagramas de Actividad y de Estados: Capturan el flujo de procesamiento en la comunidad de agentes. Estos se consideran en el segundo nivel de diagramas a ser utilizados en el protocolo, dado que presentan de manera más específica la manera en que se dan las interacciones y comunicaciones entre los agentes.

2.2.5.2. Representación del protocolo en varios niveles

Así mismo, sobre el tema (Abushark & Thangarajah, 2013) también indica:

En este diagrama se puede representar las comunicaciones entre agentes y entre conjuntos de agentes que desempeñan un rol. La sintaxis utilizada en estos casos para indicar quienes son los participantes en una comunicación es

Nombre-agente/rol:class. Que indica el nombre del agente, el rol que desempeña y de Nombre-agente/rol:class. Que indica el nombre del agente, el rol que desempeña y de que clase es.

Rol:class. Se utiliza para indicar que un grupo de agentes está participando en la comunicación, y de que clase son.

El otro uso que se le puede dar a este tipo de diagrama al estar representando una comunicación, es el de soportar múltiples hilos de interacción (comunicación concurrente). Existen tres tipos de representación:

- Para indicar que todos los hilos son enviados concurrentemente.

- Para indicar que se puede decidir cual o cuales de los hilos será enviado. En el caso de ser más de uno será concurrente.
- Para indicar que sólo un hilo puede ser enviado.

2.2.5.3. Diagrama de actividad

Muestran el procesamiento de los hilos de control específicos que se activan cuando ocurre una comunicación entre agentes. Cada hilo corresponde a un agente y en el diagrama se muestra específicamente la manera en la que cada uno de ellos lleva a cabo sus actividades, mientras esta interactuando y comunicándose con los demás. Su naturaleza es similar a las redes y se caracterizan porque:

- Presentan facilidad visual, lo que ayuda en el diseño y comunicación de los modelos de comportamiento.
- Permite representar concurrencia, procesamiento asíncrono.
- Pueden representar comunicaciones simultáneas.

2.2.5.4. Procesamiento interno de los agentes

En el nivel más bajo, el tercero, se debe detallar el procesamiento interno de los agentes cuando desean implementar el protocolo de interacciones. Para ello se utilizan diagramas de actividad y de estados.

2.2.6. Ciclo de vida de un agente

De acuerdo con la Foundation for Intelligent Physical Agents , (2007) el ciclo de vida de un agente es:

- **Iniciado:** El objeto Agente está creado, pero todavía no se ha registrado y no tiene nombre ni dirección y tampoco se puede comunicar con otros agentes.
- **Activo:** El Agente está registrado en el AMS, tiene un nombre, una dirección y puede acceder a todas las opciones de JADE.
- **Suspendido:** El Agente está parado. Su hilo de ejecución está detenido y no ejecuta ningún Comportamiento.
- **En espera:** El Agente está bloqueado esperando por algo. Su hilo de ejecución está dormido en un monitor de java y se despertará cuando se cumpla una cierta condición (cuando reciba un mensaje).
- **Desconocido:** El Agente ha sido eliminado. El hilo de ejecución ha terminado y se ha eliminado del registro

2.2.7. Base de datos

La investigación hace uso de las bases de datos y toma la siguiente definición del libro Fundamentos de informática y programación de Llanos Ferraris, (2010) “Una base de datos es un conjunto de datos pertenecientes a un mismo contexto y almacenados sistemáticamente para su posterior uso. En este sentido; una biblioteca puede considerarse una base de datos compuesta en su mayoría por documentos y textos impresos en papel e indexados para su consulta. Actualmente, y debido al desarrollo tecnológico de campos como la informática y la electrónica, la mayoría de las bases de datos están en formato digital, siendo este un componente electrónico, por tanto, se ha desarrollado y se ofrece un amplio rango de soluciones al problema del almacenamiento de datos” (p. 23).

2.2.7.1. Base de datos relacional

La base de datos relacional, de acuerdo con la Association Computing Machinery, (2021), es un tipo de base de datos que cumple con el modelo relacional postulado en 1970 por Edgar Frank Codd. El cual sirve para el modelado y la gestión de bases de datos, es un modelo de datos basado en la lógica de predicados y en la teoría de conjuntos.

2.3. Estadística

La investigación hace uso de la ciencia de la estadística, puesto que los agentes inteligentes utilizaran sus técnicas para poder procesar los datos y obtener resultados. Se usan regresiones para poder inferir resultados futuros, los tipos de regresiones a usarse son las regresiones no lineales y las lineales.

2.3.1. Regresión

De acuerdo con Frías Domínguez, Fernández Fernández, & Sordo, (2018) se dice que la regresión es:

una técnica estadística que permite construir modelos que representan la dependencia entre variables o hacer predicciones de una variable Y en función de las observaciones de otras ($X_1, \dots, X_p$).

$$y = f(x_1, \dots, x_p) + \epsilon$$

Donde: Y es la variable respuesta o dependiente

$X_1, \dots, X_p$, son las variables predictoras, dependientes o covariables

ϵ es el término de error que se supone con media cero y varianza constante.

Las ecuaciones más comunes que se utilizan para expresar estas relaciones son:

Lineal: $Y = a + bX + \epsilon$

Cuadrática: $Y = a + bX + cX^2 + \epsilon$

Polinómica: $Y = a_0 + a_1X + \dots + a_pX^p + \epsilon$

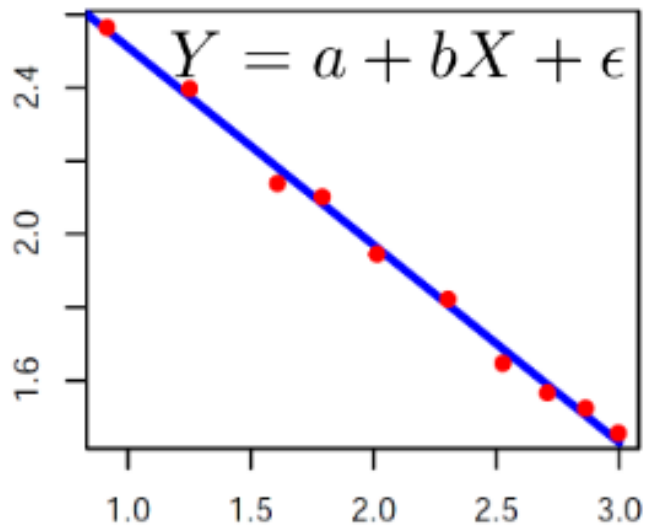
Logarítmica: $Y = a + b \ln X + \epsilon$

Exponencial: $Y = a e^{bX} + \epsilon$

Potencial: $Y = aX^b + \epsilon$

Figura 5

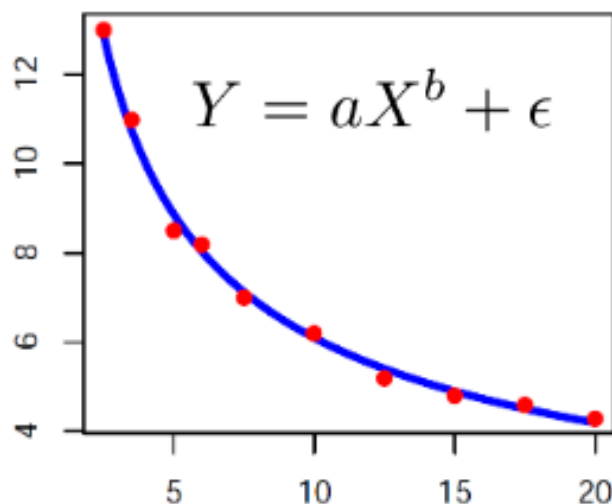
Dispersión A



Nota: Tomado de (Frías Domínguez, Fernández Fernández, & Sordo, 2018)

Figura 6

Dispersión B



Nota: Tomado de (Frías Domínguez, Fernández Fernández, & Sordo, 2018)

El diagrama de dispersión puede servir de gran ayuda a la hora de determinar la relación entre las variables. (p, 9 -1 0).

2.4. Logística y transporte internacional

En materia de logística se utiliza la definición dada por Council of Supply Chain Management Professionals (2013) que afirma: “Logística es la parte del proceso de la cadena de suministro que planifica, implementa, controla el flujo y almacenamiento eficiente y efectivo de productos, servicios e información entre el punto de origen y el punto de consumo para cumplir con los requisitos del cliente”, p.1.

Las actividades logísticas conforman un sistema que es el enlace entre la producción y los mercados que están separados por el tiempo y la distancia. La logística empresarial, por medio de la administración logística y de la cadena de

suministros, cubre la gestión y la planificación de las actividades de los departamentos de compras, producción, transporte, almacenaje, manutención y distribución.

Andrés Castellanos Ramírez, en su libro Manual de la gestión del transporte y distribución de mercancías (2013) nos dice: “La importancia de la logística radica en la necesidad de mejorar el servicio a un cliente, optimizando la fase de mercadeo y transporte al menor costo posible”.

2.5. Comercio Internacional

Según Ohlin (1991) es:

El intercambio de bienes o servicios a lo largo de las fronteras internacionales. Este tipo de comercio permite una mayor competencia y precios más competitivos en el mercado. La competencia resulta en productos más asequibles para el consumidor. El intercambio de bienes también afecta a la economía del mundo según lo dictado por la oferta y la demanda, lo que hace que se puedan obtener bienes y servicios que de otra manera no podrían estar disponibles para los consumidores a nivel mundial (p.49).

Con referencia a la “carga” término muy utilizado en el transporte marítimo y terrestre se tiene que:

La carga es “el conjunto de bienes o mercancías protegidas por un embalaje apropiado que facilita su rápida movilización” Su clasificación de acuerdo a su tipo es:

- Carga General: Son productos que se transportan en cantidades más pequeñas. Esta carga la conforman productos individuales, cuya preparación determina su tipo, y pueden ser suelta convencional y no unitarizada.
- Carga Suelta: Son productos sueltos o individuales, manipulados y cargados como unidades separadas, tales como fardos, secos, cajas, barriles, atados, etc.
- Carga Unitarizada: Esta carga se compone de artículos individuales, como cajas, paquetes, otros elementos desunidos o carga suelta, agrupados en unidades como paletas y contenedores, los cuales están listos para ser transportados. La preparación de la carga permite una manipulación segura y evita el saqueo, los daños y las pérdidas y la protege de la degradación térmica y biológica, el manejo brusco o la lluvia, el agua salada, etc.
- Carga a granel líquida o sólida: Se almacena, por lo general, en tanques o silos y son transportados a través de bandas mecanizadas o por medio de ductos o tuberías; ambas se movilizan por bombeo o succión, cucharones y otros elementos mecánicos. (Reyes, 8, 2013).

2.6. Nomenclatura arancelaria

Bolivia como parte miembro de la Comunidad Andina adoptan los conceptos y definiciones de los firmados en los tratados correspondientes, es así que la decisión 416 dice: Adoptar normas especiales para la calificación y certificación del origen del universo de las mercancías comprendidas en la NANDINA, aplicables al

comercio en el mercado ampliado de los Países Miembros del Acuerdo de Cartagena (2002, p17).

2.6.1. Nomenclatura arancelaria NANDINA

La nomenclatura común NANDINA facilita la identificación y clasificación de las mercancías, las estadísticas de comercio exterior y otras medidas de política comercial de la Comunidad Andina relacionadas con la importación y exportación de mercancías. Uno de los instrumentos armonizados de comercio exterior más importantes que dispone la Comunidad Andina es la Nomenclatura Común NANDINA, basada en el Sistema Armonizado de Designación y Codificación de Mercancías (Sistema Armonizado) del Consejo de Cooperación Aduanera (1997).

Este sistema se basa en el “sistema armonizado” dado por la Organización Mundial de Aduanas, que utiliza un “lenguaje” aduanero común, aceptado y reconocido a nivel mundial, permite simplificar la tarea de los importadores, exportadores, productores, transportistas y administradores de aduanas. En la actualidad, la NANDINA se encuentra armonizada a nivel de 8 dígitos.

Mediante la decisión 812, vigente desde enero de 2017, y su modificatoria, Decisión 821 se aprueba el Texto Único de la Nomenclatura Común de Designación y Codificación de Mercancías de los Países Miembros de la Comunidad Andina denominada “NANDINA”, incorporando la Sexta Enmienda del Sistema Armonizado, con la finalidad de facilitar la identificación y clasificación de las mercancías, las estadísticas de comercio exterior y otras medidas de política comercial de la Comunidad Andina relacionadas con la importación y exportación

de mercancías. Desde 1991, la NANDINA ha sido modificada de acuerdo a las necesidades de los países.

El estudio maneja datos que están clasificados bajo la Clasificación Uniforme para el Comercio Internacional en su variante 2D. De acuerdo al departamento de Asuntos Económicos y Sociales de la Secretaría de las Naciones Unidas nos dice que CUCI clasifica los productos según su fase de producción y sirve de base para un análisis sistemático del comercio mundial y para el suministro de estadísticas comerciales a los organismos especializados, que facilita la comparabilidad internacional de los datos. Se agrupan en 67 capítulos y 10 secciones.

- Capítulo: Corresponde a los dos primeros dígitos del código CUCI
- Sección: Corresponde al primer dígito del código CUCI.

2.7. Transporte terrestre y marítimo

El marco normativo que regula el transporte internacional terrestre lo componen: el Acuerdo de Transporte Internacional Terrestre suscrito bajo el ámbito de la ALADI y las Decisiones 398 “Transporte Internacional de Pasajeros por Carretera” y 399 “Transporte Internacional de Mercancías por Carretera”, ambos adoptado en el marco de la CAN.

El ATIT en su capítulo 2 sobre el transporte terrestre con tráfico bilateral a través de frontera común dice que es “el tráfico realizado entre dos países signatarios limítrofes” y acerca el transporte terrestre con tráfico bilateral, con tránsito por terceros países signatarios dice “el realizado entre dos países signatarios con tránsito por terceros países signatarios, sin efectuar en éstos

tráfico local alguno, permitiéndose solamente las operaciones de trasbordo en estaciones de transferencias, expresamente autorizadas por los países signatarios.

Uno de los documentos más importantes en esta materia es la carta de porte que “es un comprobante fiscal digital de traslado en el que constan las mercancías que se transportan por vía terrestre, la importancia de la carta de porte radica en que, a través de este documento se tiene conocimiento de la mercancía que se transporta” (Sáenz de Miera: 2013: 132). Generalmente, muestra los nombres del consignador y el consignatario, el punto de origen, el destino, la ruta y el método de envío y el importe cobrado por la entrega.

La carta de porte es el título legal del contrato entre el transportista y el expedidor o usuario que contrata el servicio por cuyo contenido se decidirán las cuestiones que ocurran sobre su ejecución y cumplimiento, será el instrumento comprobatorio de la recepción o entrega de las mercancías, de su legal posesión, traslado o transporte en el servicio de carga del autotransporte federal y que el transportista está obligado a emitir cubriendo los requisitos de la legislación de esta materia

2.7.1. Camiones y tipos de camiones en el transporte internacional

(Sáenz de Miera: 2013) El camión es un “vehículo automóvil grande y potente, que está constituido por una cabina en la que va el conductor y una gran caja o depósito y que está destinado al transporte de carga pesada por carretera” p,137).

En el libro *Transporte internacional de mercancías* se da la siguiente clasificación de camiones de transporte internacional.

El camión articulado es un medio de transporte que une dos o más estructuras a través de un punto, dentro de esta categoría existen el tráiler y el tractocamión, normalmente de grandes dimensiones.

El camión de contenedor de carga es el más utilizado en el transporte internacional. Está concebido para transportar contenedores que mantengan la mercancía seca en perfectas condiciones, según las certificaciones y normas ISO.

El camión tanque es el que se utiliza para transportar todo tipo de sustancias líquidas, como puede ser combustible o leche, y consiste en una cabina con una cisterna detrás.

El tren de carretera es un conjunto de vehículos unidos entre sí. La condición es que la parte delantera es un camión que puede, o no, estar unido con las otras cajas que se añaden detrás y se utiliza para transportar grandes cantidades.

El camión plataforma cada vez es menos común, dado que carece de plataformas laterales. Se utiliza para transportar determinadas mercancías de gran volumen y peso.

El camión blindado es un vehículo que se utiliza para el transporte de dinero o bienes de gran valor, y lo utilizan empresas de seguridad privada. Consta de una caja cerrada que está blindada para evitar ataques.

El camión frigorífico está concebido para el transporte de mercancías refrigeradas o congeladas, y se compone de una cabina y una caja isotérmica con capacidad de regularse a una determinada temperatura.

El camión cisterna está destinado al transporte de líquidos o gases. (2013: 18:21).

2.7.2. El buque y el transporte marítimo

El transporte marítimo es parte de un tema bastante más amplio: la navegación marítima, actividad que incluye, además del transporte otros temas de derecho marítimo como la seguridad de la vida en el mar, los riesgos de la navegación, el abanderamiento de naves, las dotaciones, el medioambiente marino, etc. De acuerdo con Romero y Esteve

“El transporte marítimo es la acción de trasladar personas o cosas por mar desde un punto geográfico a otro a bordo de un buque. Asimismo, puede considerarse como el modo de transporte que utiliza el buque como medio de transporte en el segmento principal de la cadena de transporte.” (2017: 9)

2.7.3. Puertos marítimos

Por lo expuesto entonces es necesario tener clara las definiciones y clasificaciones de los puertos marítimos. El puerto es, “por extensión, aquel espacio destinado y orientado especialmente al flujo de mercancías, personas e información a dar abrigo y seguridad a aquellas embarcaciones o naves encargadas de llevar a cabo dichas tareas” (Fontestad: 2016:10). Dentro de los puertos marítimos se pueden distinguir aquellos orientados a la carga y descarga de contenedores; de mercancías de distinto tipo, especialmente pesqueros; al depósito de

embarcaciones de recreo u otros. Los puertos así mismo se clasifican dentro de otras categorías, según su uso civil o militar, el calado del que dispongan, puertos de aguas profundas.

2.7.4. La relevancia de la información para la toma de decisiones ante la globalización

De acuerdo con (Ramírez D. P., 2008):

En un mundo competitivo, es impostergable un cambio de actitud en el uso de la información por parte de quien toma decisiones. Durante muchos años, debido a las fronteras cerradas y a un proteccionismo exagerado, los precios eran altos, los productos de baja calidad y no había competencia. Actualmente, todos los países están obligados a acelerar el cambio tecnológico para lograr un crecimiento sostenido, ya que el nuevo entorno ofrece muchos retos y oportunidades, y el éxito económico se logrará sólo en la medida en que se incremente la competitividad, como lo han hecho Taiwán, Corea, Malasia, Singapur, Chile, y en últimas fechas, India y China.

Para competir es preciso tener excelentes sistemas de telecomunicación y buenos sistemas de información, que sean oportunos, relevantes y confiables, condiciones vitales para tomar decisiones operativas y estratégicas. Por esta razón ha adquirido gran importancia la tecnología de contabilidad administrativa, por ejemplo, el costeo por actividades. No hay que olvidar que para ser competitivo se requiere escuchar al cliente y eliminar en forma continua lo que no agrega valor para él. La clave es administrar las actividades y el trabajo que se realiza y que proporciona valor y consume recursos.

Las compañías que administran el valor y los desperdicios verán subir sus utilidades, como se ha comentado en los capítulos 3 y 4. El fin de la contabilidad de costos no es el control de éstos per se; la clave del éxito o, mejor dicho, el recurso estratégico al que se debe recurrir si se quiere ser exitoso, es la creación del valor que la empresa debe proporcionar constantemente a sus clientes actuales y potenciales, aunado a una cultura de creatividad permanente (p, 329).

2.7.4.1. Naturaleza de la Información

Al respecto, (Ramírez D. P., 2008) dice:

Todas las organizaciones se ven comprometidas a realizar un constante cuestionamiento para aprovechar mejor sus insumos a corto y a largo plazos. Este cuestionamiento obliga a los ejecutivos a tomar decisiones sobre nuevas circunstancias, buscando siempre la solución que maximice el valor de la empresa. Tales decisiones, sin embargo, no serían las mejores si no estuvieran basadas en la información que genera la contabilidad, específicamente la contabilidad administrativa.

Es necesario, por tanto, identificar el lugar de la contabilidad en la toma de decisiones. Lamentablemente, muchos ejecutivos la utilizan aún en forma tradicional, es decir, sólo como herramienta para evaluar el progreso de la compañía y ejercer el control de los costos, olvidándose de la importancia que tiene como fuente de información para facilitar la toma de decisiones.

Actualmente, la misión de la contabilidad es modificar el comportamiento humano en aras de crear valor para los clientes y para los accionistas. Sin embargo, los contadores han encarado la tarea de demostrar

cuál es la verdadera función de su profesión en la toma de decisiones, a través de diferentes investigaciones, por ejemplo, las de Moontiz, las del Grupo de la Universidad de Illinois, Littleton, las del Consejo Mexicano para la Investigación y Desarrollo de Normas de Información Financiera (CINIF), etc. En dichos estudios se demuestra que la contabilidad participa en el proceso de toma de decisiones por medio de la preparación de información cuantitativa, es decir, provee información y a la vez diseña la interpretación de los datos para usarlos en el momento oportuno.

La administración enfrenta generalmente dos tipos de decisiones: a corto plazo (operación normal de la empresa) y a largo plazo (inversiones de capital). Las decisiones a corto plazo se pueden realizar y luego efectuar sobre ellas acciones retroactivas si no se está obteniendo lo esperado; en cambio, en las decisiones a largo plazo no se acepta marcha atrás: son rígidas, pues normalmente comprometen muchos recursos.

Las decisiones a corto plazo pueden afectar todas las áreas de una organización: ventas, finanzas, producción, recursos humanos, etc. Por ejemplo, cambiar o reducir el precio de alguna de las líneas elaboradas, modificar las condiciones de crédito o los descuentos, eliminar alguna línea, sustituir alguna materia prima, cerrar temporalmente una sección originando despidos o desplazamientos de recursos humanos, etc. Existe una amplia gama de decisiones en las que se puede ver comprometida la empresa a corto plazo y que por su naturaleza admiten ser modificadas.

Para esta clase de decisiones el administrador necesita información adecuada, entenderla y usarla correctamente, así como examinar las

opciones que pueden resolver los problemas. La información generada por la contabilidad es de suma importancia, pero no es la única que debe tomarse en cuenta. Hay que considerar muchos factores, cuantitativos y cualitativos, antes de tomar una decisión final. Por ejemplo, si una empresa tiene exceso de demanda y esta situación la ha obligado a trabajar horas extra, tal vez será conveniente implantar un segundo turno. Pero para tomar esta decisión no sólo hay que determinar los ingresos de las ventas incrementales y los costos incrementales, hay que considerar también aspectos como la curva de aprendizaje de los operarios que se contratarán para el segundo turno, el mayor grado de supervisión que se requerirá mientras se normalizan las operaciones del segundo turno, el impacto que tendrá en la planta actual de empleados la eliminación del pago de horas extras puesto que ahora existirá el segundo turno de trabajo, etcétera (p, 330).

2.7.4.2. Modelo para la toma de decisiones a corto plazo

A continuación, se presenta un modelo para la toma de decisiones tácticas. Los seis pasos de los que consta este modelo son:

1. Reconocer y definir el problema.
2. Identificar alternativas como posibles soluciones al problema; eliminar alternativas que no son factibles.
3. Identificar los costos y beneficios de cada una de las alternativas factibles. Clasificar los costos y beneficios como relevantes o irrelevantes y eliminar estos últimos para el análisis de las alternativas.
4. Obtener el total de costos relevantes y los beneficios que atrae cada alternativa.

5. Considerar factores cualitativos.
6. Seleccionar la alternativa con que ofrezca el mayor beneficio.

Estos seis pasos definen un modelo simple de decisiones. Un modelo de decisión es un conjunto de procesos que, si son seguidos consistentemente, llevarán a la toma de una decisión. En el siguiente cuadro se desglosa la secuencia de los pasos a seguir:

Paso 1	Definir el problema	Incrementar la capacidad del almacén y de la producción.
Paso 2	Identificar alternativas	1. Construir una nueva planta. 2. Rentar una planta más grande y arrendar la actual. 3. Rentar una planta adicional. 4. Rentar un almacén adicional. 5. Comercializar productos ya manufacturados en lugar de continuar produciéndolos.
Paso 3	Identificar los costos y beneficios relacionados con cada una de las alternativas factibles	Alternativa 4. Costos de producción \$350 000 Renta de almacén \$130 000 Alternativa 5 Precio del producto \$460 000
Paso 4	Totalizar los costos relevantes y los beneficios para	

	cada una de las alternativas factibles	
Paso 5	Considerar factores cualitativos	1. Calidad del proveedor. 2. Confiabilidad en el proveedor. 3. Estabilidad de los precios. 4. Relaciones laborales e imagen ante la comunidad.
Paso 6	Tomar una decisión	Continuar con la producción, y rentar un almacén adicional.

2.7.5. Escala de Likert

De acuerdo con (García, Aguilera , & Castillo, 2011) :

Las escalas de Likert, en las cuales haremos un énfasis un poco mayor, están formadas por un conjunto de preguntas referentes a actitudes, cada una de ellas de igual valor. Los sujetos responden indicando acuerdo o desacuerdo. Se establecen generalmente cinco rangos, pero pueden ser tres, siete, o más. El sujeto señala con una cruz o un círculo la categoría elegida para cada persona. A la Escala de Likert también se le llama escala aditiva, ya que cada sujeto obtiene como puntuación global la suma de los rangos otorgados a cada elemento (p, 3).

Existen tres formas de estas escalas:

Descriptivas: muy de acuerdo, de acuerdo, indiferente, en desacuerdo, muy en desacuerdo.

Numéricas: 1 2 3 4 5

Gráficas:



2.7.5.1. Construcción de una escala Likert

La escala de Likert está destinada a medir actitudes; predisposiciones individuales a actuar de cierta manera en contextos sociales específicos o bien a actuar a favor o en contra de personas, organizaciones, objetos, etc.

Los pasos que se siguen en la construcción de una escala de Likert, son:

- 1.- Descripción de la actitud o variable que se va a medir.
- 2.- Construcción de una serie de ítems relevantes a la actitud que se quiere medir. Este paso se conoce también con el término de “operacionalización de la variable”.
- 3.- Administración de los ítems a una muestra de sujetos que van a actuar como jueces, para que les asignen puntajes, según su sentido positivo o negativo.
- 4.- Se asignan los puntajes totales a los sujetos de acuerdo al tipo de respuesta en cada ítem (la suma es algebraica).
- 5.- Aplicación de la escala provisoria a una muestra apropiada. Cálculo de los puntajes escalares individuales.
- 6.- Análisis de los ítems utilizados para eliminar los que resulten inadecuados.
- 7.- Construcción de la escala final, con base en los ítems seleccionados.

- 8.- Categorización jerárquica de la escala.
- 9.- Cálculo de la confiabilidad y validez de la escala (p, 3-5)

2.8. Marco Institucional

2.8.1. Antecedentes de la institución

De acuerdo con el portal del (Ministerio de Relaciones Exteriores de Bolivia, 2022), a partir de la creación de la República y durante casi 70 años, el área de relaciones exteriores formó parte del Ministerio del Interior que contaba con un Departamento de Relaciones Exteriores. Posteriormente, adoptó la denominación de Ministerio de Instrucción y Relaciones Exteriores.

En 1884 fue creado el Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto durante la presidencia de Gregorio Pacheco, siendo su primer ministro titular el Dr. Jorge Oblitas. La sede de sus funciones fue la capital de la República, Sucre. El 15 de enero de 1885, mediante Decreto Supremo, se precisaron las funciones del nuevo Ministerio que inicialmente contaba con seis funcionarios.

En 1900 luego de la Guerra Federal, el Ministerio de Relaciones Exteriores, junto al Gobierno Central, trasladó la sede de sus funciones a la ciudad de La Paz. En 1910, se dictó un nuevo Reglamento Diplomático, que modernizó las prácticas de la Cancillería y dos años más tarde entró en vigencia el Reglamento de ceremonial del Estado. En 1975 se creó la Academia Diplomática Boliviana "Rafael Bustillo" para la formación del personal diplomático boliviano, con el fin de establecer una carrera diplomática permanente. El reglamento de esta Academia fue aprobado mediante Resolución Suprema 505166 de 17 de octubre de 1988.

El 11 de julio de 1989 fue aprobado el Estatuto del Servicio de Relaciones Exteriores mediante Decreto Supremo 22242. Asimismo, mediante Decreto

Supremo 22243 se aprobaron los Reglamentos General, del Escalafón Diplomático Nacional, Consular y de Ceremonial Diplomático. El 15 de febrero de 1993 el Congreso Nacional sanciona la Ley N°1444 del Servicio de Relaciones Exteriores promulgada como Ley de la República el 9 de marzo de 1993.

2.8.1.1. Misión

El Ministerio de Relaciones Exteriores constituye la entidad rectora de las relaciones internacionales del Estado Plurinacional de Bolivia que desarrolla la gestión de la Política Exterior para la defensa de su soberanía, independencia e intereses del Estado, mediante la aplicación de la Diplomacia de los Pueblos por la Vida, en beneficio de las y los bolivianos.

2.8.1.2. Visión

El Ministerio de Relaciones Exteriores, bajo la filosofía del Vivir Bien, posiciona la Diplomacia de los Pueblos por la Vida, establece con soberanía, respeto y complementariedad relaciones internacionales, procesos de integración y consolida los derechos de las y los bolivianos en el exterior.

2.8.1.3. Objetivos Estratégicos Institucionales

- OEI-01 Posicionar la política exterior del Estado Plurinacional de Bolivia
- OEI-02 Profundizar las relaciones bilaterales y multilaterales del Estado Plurinacional de Bolivia; coadyuvar en la protección de límites, fronteras y sus recursos hídricos, así como apoyar las gestiones relacionadas a la reivindicación marítima
- OEI-03 Posicionar la política comercial de Bolivia con una visión de integración que permita buscar mejores condiciones de infraestructura y

comercio, respetando los principios de cooperación, justicia y complementariedad.

- OEI-04 Profundizar el fortalecimiento y modernización de la gestión institucional
- OEI-05 Garantizar la política de protección y asistencia consular para bolivianas y bolivianos en el exterior, así como el servicio de legalizaciones.

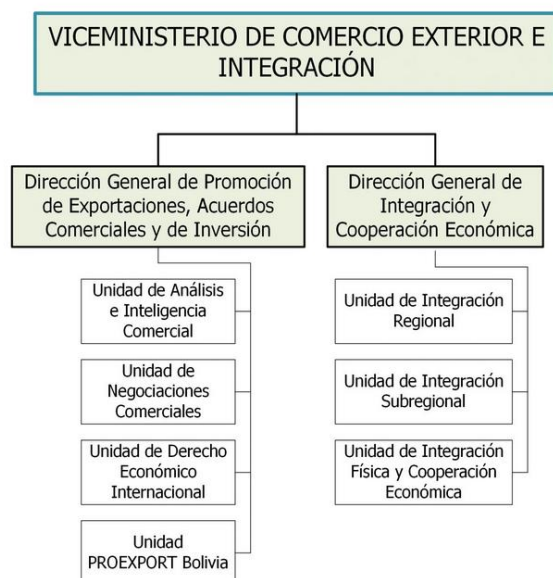
La presente investigación busca apoyar al OEI-03, puesto que los resultados irán en beneficio a mejorar las condiciones de integración en el comercio.

2.8.1.4. Estructura orgánica

El ministerio de Relaciones Exteriores está conformado por tres Viceministerios, por orden de importancia son: el de relaciones exteriores, el de comercio exterior e integración y el de gestión institucional y consular, ver figuras 7 y 8. Por otro lado, también está dividido administrativamente en el servicio central y servicio exterior.

Figura 7

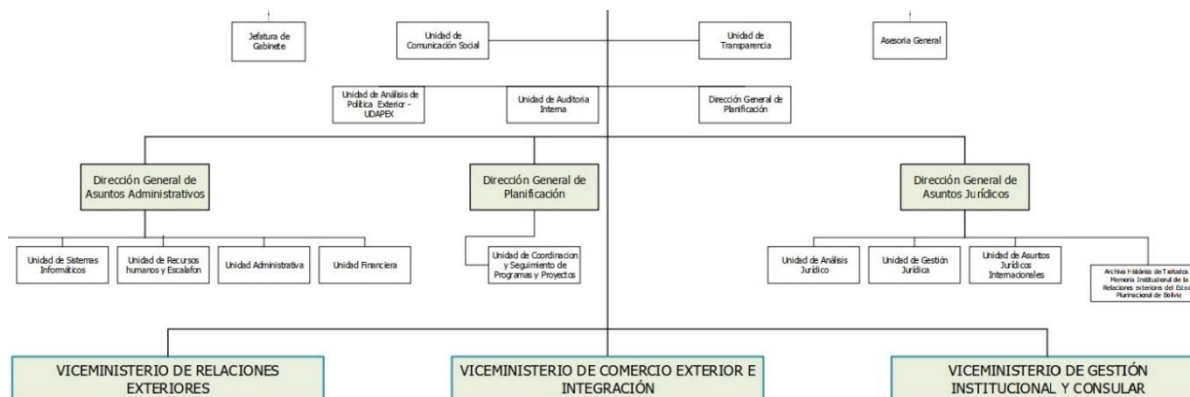
Organigrama 1 ministerio de RREE



Nota: Tomado del portal del ministerio de RREE

Figura 8

Organigrama 2 ministerio de RREE



Nota: Tomado del portal del ministerio de RREE

2.8.1.5. Flujo de trabajo de la Dirección General de Promoción de Exportaciones, Acuerdos Comerciales e Inversión.

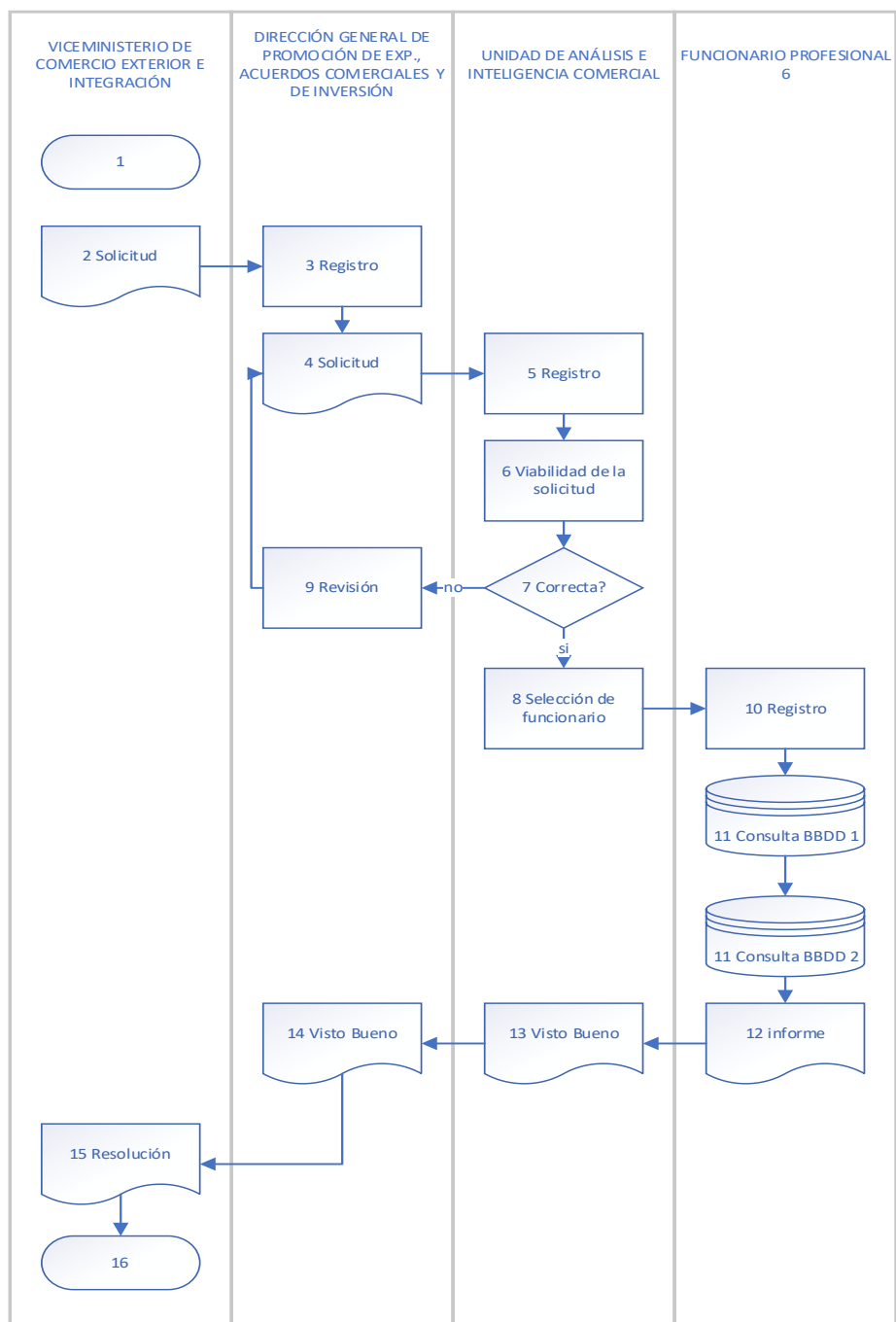
El presente trabajo tiene como escenario de trabajo a la Unidad de Análisis e Inteligencia Comercial que es dependiente de la Dirección General de Exportaciones, Acuerdos Comerciales y de Inversión y a su vez es dependiente del Viceministerio de Comercio Exterior e Integración.

La unidad de Análisis e Integración Comercial está encargada de procesar la información que posteriormente servirá como insumo en la toma de decisiones de los directores generales y viceministros en las negociaciones que el Estado Plurinacional de Bolivia tenga con otros Estados u Organismos Internacionales en materia de comercio exterior.

Los datos que procesa esta unidad provienen de diferentes bases de datos, entre los más importantes están: las bases de datos de Aduana Nacional de Bolivia, del Instituto de Estadística y de diferentes organismos internacionales como el Banco Mundial. La siguiente ilustración muestra el flujo de procesos de esta Unidad.

Figura 9

Flujograma de la unidad de análisis e inteligencia comercial



Nota: Elaboración propia con datos del ministerio de RREE

2.8.1.6. Datos utilizados por la Unidad de Análisis e Integración Comercial.

Esta unidad recibe tres grandes bases de datos los cuales se detallan a continuación:

- **Base de datos del Instituto Nacional de Estadística**, la que es de uso público y se accede mediante su portal electrónico (<https://www.ine.gob.bo/comex/>) en la sección sistema de comercio exterior con datos, esta base es actualizada mensualmente y contiene variables temporales como mes y año, de valoración (FOB, CIF, peso bruto y peso neto), de identificación de productos objeto de transacciones (código arancelario), de clasificación de producto (CIIU, CUCI, GCE, CUODE, TNT y actividad económica) y otras de interés (medio de transporte, país de origen/destino, vía de ingreso, aduana de trámite y departamento).

Figura 10

Captura de pantalla COMEX

COMERCIO EXTERIOR
BASES DE DATOS

ACUERDO DE COMPROMISO

El Artículo 24° de la mencionada Ley establece que: Todos los Archivos Banco de Datos Estadísticos que sean generados por Sistemas de Computación, deberán contener Sistemas de Seguridad y protección de la información contenida y no podrán ser dados a conocer ni utilizados sin la aprobación del Instituto Nacional de Estadística.

La transparencia es uno de los principios y valores de nuestro Estado Plurinacional y específicamente de la conducta que rige al servidor público en la Administración Pública, establecidos en la Constitución Política (Artículos 8 y 232)

El Artículo 5° del Decreto Supremo 23318-A, señala que el desempeño transparente de la Función Pública involucra difundir información antes, durante y después de la ejecución de sus actos a fin de procurar una comprensión básica por parte de la sociedad respecto a lo esencial de la asignación, uso de recursos resultados y factores de significación que influyen en los mismos.

Es en ese marco Constitucional y legal el INE debe facilitar la información estadística en igualdad de condiciones a todas las ciudadanas y ciudadanos, tomando los recaudos para garantizar la seguridad de la información y la confidencialidad de la misma.

El objetivo de este registro que debe llenar previamente el usuario es comprometerlo a hacer un uso responsable de la información estadística facilitada, pero además, sistematizar la información generada en este sistema, elaborando directorios de usuarios, documentos, para poder interactuar con ellos, enlaces

☐ Acepto

Tipo de Archivo : Bases de Datos ▼

Seleccionar: Exportaciones a Diciembre 2015 ▼

Nombre:

Sexo: ☒ Masculino ☐ Femenino

Edad:

Ocupación:

Nacionalidad:

Entidad/Organización donde trabaja:

Tipo de organización: Entidad pública / gubernamental ▼

E - Mail:

Finalidad, uso o destino de la Base de Datos:

Descargar Base de Datos

Nota: Tomado del portal electrónico del Instituto Nacional de Estadística de Bolivia (<https://www.ine.gob.bo/comex/>)

- **Base de datos de Aduana Nacional de Bolivia**, esta base de datos es de uso privado y exclusivo del Viceministerio de Comercio Exterior, puesto tiene información que se encuentra protegida dentro de ley general de aduanas, es entregada de forma protegida y es actualizada mensualmente. La siguiente captura de pantalla corresponde a una versión de trabajo con datos desactualizados y solo con fines de investigación.

Figura 11

Base de datos Aduana Nacional de Bolivia

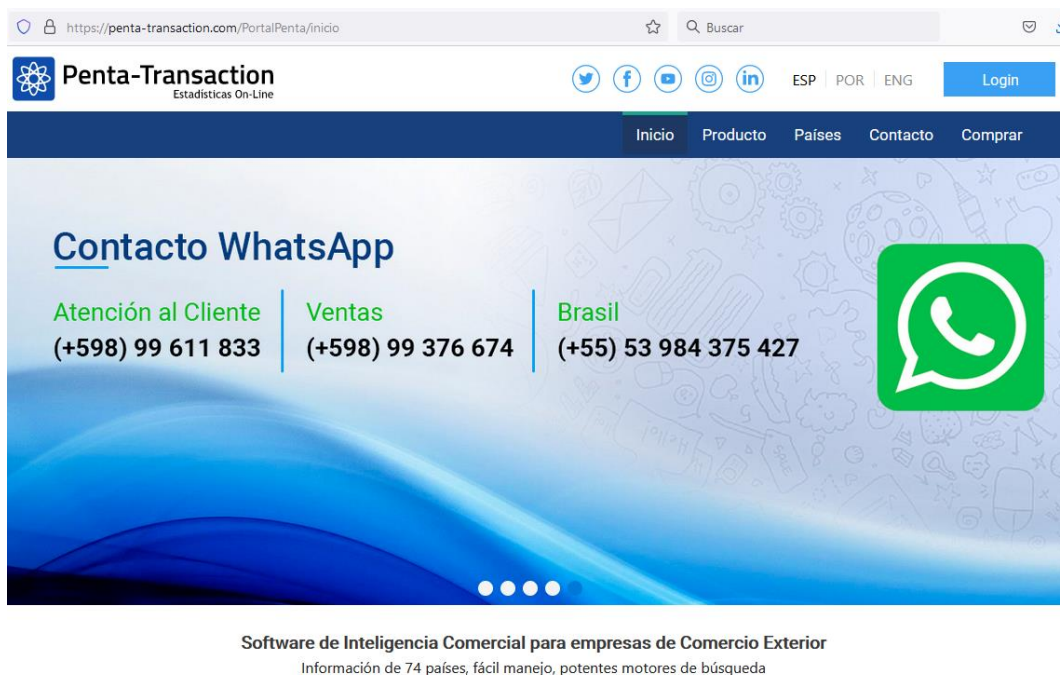
	GESTION	MES	ADUANA	DEPTO	VA	MEDIO	PAIS	NADRONA	KIOS	FRO	FOB	ADU	PAG	CHURJ	CUERJ	IDENT	CUODE	VOT	VOT
1	1992	1	101	1	2	1	23 310200000	220	20993.00	14840.00	6036.00	15799.00	5680.00	2412	4621		4.00	423	
2	1992	1	101	1	2	1	23 401010000	420	2226.00	16640.00	10330.00	6268.00	6267.00	2519	6292		4.00	830	
3	1992	1	101	1	2	1	23 405200000	220	367.00	3083.00	2730.00	11933.00	1193.00	2699	6632		4.00	533	
4	1992	1	101	1	2	1	105 711020000	220	333.00	3002.00	3104.00	12040.00	1204.00	2099	6962		4.00	533	
5	1992	1	101	1	3	2	764 070600000	530	16999.00	25611.00	21055.00	96046.00	4802.00	3410	7861		4.00	920	
6	1992	1	101	1	3	9	399 070300000	510	2030.00	17024.00	10399.00	64010.00	.00	3410	7812		4.00	260	
7	1992	1	101	1	4	8	105 070220000	510	800.00	690.00	545.00	2906.00	293.00	3410	7812		4.00	260	
8	1992	1	101	1	8	8	43 404200000	220	19999.00	101197.00	10209.00	57896.00	57896.00	2411	6414		4.00	523	
9	1992	1	101	1	9	5	23 041000000	420	10.00	2144.00	2109.00	8065.00	807.00	2919	7414		4.00	840	
10	1992	1	101	1	9	5	211 050410000	410	71.00	221.00	177.00	834.00	83.00	3110	7712		4.00	840	
11	1992	1	101	1	9	5	211 053030000	220	30.00	121.00	37.00	458.00	46.00	3166	7762		4.00	220	
12	1992	1	101	1	9	5	240 100300000	111	323.00	442.00	250.00	1665.00	166.00	0111	2231		4.00	521	
13	1992	1	101	1	9	5	249 042230000	410	1615.00	34325.00	33099.00	130971.00	6548.00	2919	7452		4.00	840	
14	1992	1	101	1	9	5	249 042700000	410	77.00	609.00	544.00	2478.00	248.00	2925	7271		4.00	840	
15	1992	1	101	1	9	6	489 042330000	220	813.00	1902.00	822.00	4109.00	411.00	2410	6617		4.00	562	
16	1992	1	101	1	14	9	399 070320000	510	3890.00	8101.00	7548.00	30445.00	3045.00	3410	7812		4.00	260	
17	1992	1	201	2	2	1	756 7615102000	620	5276.00	14648.00	9665.00	54933.00	5493.00	2899	6974		4.00	210	
18	1992	1	201	2	2	8	211 042300000	220	40780.00	57882.00	57862.00	217664.00	21767.00	2109	6429		4.00	523	
19	1992	1	201	2	3	1	23 100400000	210	120900.00	78171.00	57064.00	288891.00	.00	0111	0452		4.00	411	
20	1992	1	201	2	3	1	23 2805110000	220	8.00	52.00	41.00	198.00	20.00	2411	5222		4.00	562	
21	1992	1	201	2	3	1	23 302000000	220	179.00	5074.00	4854.00	19025.00	1903.00	2429	5986		4.00	562	
22	1992	1	201	2	3	1	169 761600000	220	386.00	2796.00	2530.00	10487.00	1049.00	2899	6997		4.00	533	
23	1992	1	201	2	3	1	149 0535300000	420	1176.00	42229.00	41067.00	158359.00	15836.00	3120	7724		4.00	860	
24	1992	1	201	2	3	1	169 761400000	220	16105.00	34004.00	30605.00	127864.00	12786.00	2899	6931		4.00	533	
25	1992	1	201	2	3	1	169 054451000	220	3961.00	8426.00	7504.00	31683.00	2535.00	3130	7721		4.00	533	
26	1992	1	201	2	3	1	169 054450000	220	5748.00	12072.00	10865.00	45391.00	3631.00	3130	7721		4.00	830	
27	1992	1	201	2	3	1	190 1903200000	220	1013.00	1073.00	848.00	4093.00	400.00	1729	6673		4.00	523	
28	1992	1	201	2	3	1	207 0516020000	630	691.00	2356.00	1963.00	8079.00	884.00	2519	6209		4.00	220	
29	1992	1	201	2	3	1	211 110720000	121	446169.00	193961.00	157939.00	729264.00	72929.00	1563	0482		4.00	512	
30	1992	1	201	2	3	1	215 0301100000	220	578.00	3366.00	2835.00	12622.00	1262.00	2893	6991		4.00	613	
31	1992	1	201	2	3	1	216 0301300000	220	322.00	1871.00	1680.00	7038.00	704.00	2893	6991		4.00	613	
32	1992	1	201	2	3	1	246 0910100000	630	836.00	5201.00	972.00	4406.00	95.00	2211	8921		4.00	196	
33	1992	1	201	2	3	1	249 100100000	111	1090527.00	2309960.00	1992719.00	8085464.00	.00	0111	0411		4.00	511	
34	1992	1	201	2	3	1	249 210802000	122	587.00	1200.00	1000.00	4513.00	451.00	1649	0989		4.00	113	
35	1992	1	201	2	3	1	249 261200000	210	2297.00	5000.00	3997.00	19102.00	1911.00	1429	2772		4.00	531	
36	1992	1	301	2	3	1	249 280903000	220	315.00	666.00	646.00	3463.00	347.00	3411	6721		4.00	562	

Nota: Tomado de Aduana Nacional de Bolivia

- Base de datos de Penta – Transaction**, esta base de datos privada y para acceder a esta se tiene que pagar, el ministerio tiene una membresía activa anualmente y se actualiza mensualmente contiene información de transacciones comerciales entre 74 diferentes países.

Figura 12

Captura de pantalla Penta – transaction



Nota: Tomado del Portal Penta-Transaction

(<https://pentatransaction.com/PortalPenta/inicio>)

Capítulo III Diseño Metodológico

3.1. Delimitación temporal y espacial

La investigación utilizó datos comprendidos en el periodo de agosto 2017 a noviembre de 2021 y realizó proyecciones para la construcción de escenarios para el periodo de octubre de 2021 a octubre del 2022.

El trabajo se realizó en la unidad de análisis e inteligencia comercial, dependiente de la dirección general de promoción de exportaciones, acuerdos comerciales y de inversión del Viceministerio de Comercio Exterior e Integración del ministerio de Relaciones Exteriores del Estado Plurinacional de Bolivia. Los datos analizados son a nivel nacional e internacional y fueron proporcionados por el portal del Instituto Nacional de Estadística, por la base de datos cerrada de la Aduana de Bolivia, y por datos pagados de diferentes bases de datos a nivel internacional como Banco Mundial y Penta Transaction.

3.2. Materiales

Los materiales que han utilizado para el presente trabajo son:

Tabla 2

Materiales

Descripción	Detalle
Computadoras	Dos portátiles con procesadores Intel i3 de 7th generación, 500 Gigas de memoria en disco duro, 12 Gb. memoria RAM y con sistema operativo Windows 10 y OS X Mavericks respectivamente.
Impresora	
Material de Escritorio	Hojas, bolígrafos, engrampadores,

Software de ofimática	Microsoft Office 2019, Adobe Read X, Microsoft Power BI.
Software estadístico	SPSS 21
IDE (Integrated Development Environment)	NetBeans 8, Eclipse IDE for java developers 2021
Framework	JADE (Java Agent Development Framework)
Sistema de gestión de base de datos	XAMPP, MySQL

Nota: Elaboración propia

3.3. Metodología

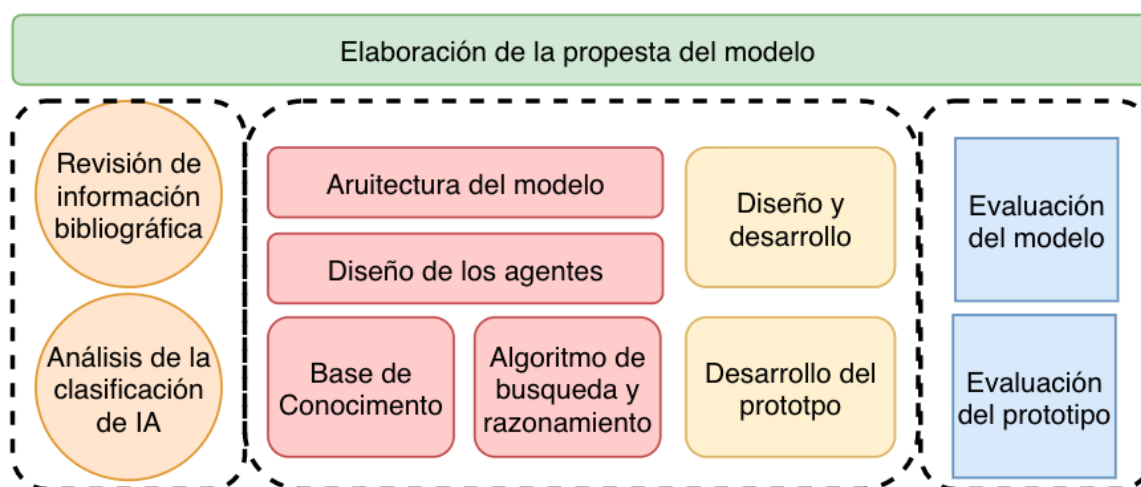
La investigación está elaborada con métodos que serán de utilidad para la recolección de datos y que servirán para el análisis, diseño y posterior implementación del sistema. Dicho procedimiento toma en consideración los siguientes puntos:

- El enfoque de la investigación está apoyado en el método mixto, que de acuerdo a (Barrentes, 2013) “es un proceso que recolecta, analiza y vierte datos cuantitativos y cualitativos, en un mismo estudio” (p, 100). Por otro lado, (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014) indica que “constituye el mayor nivel de integración entre los enfoques cualitativo y cuantitativo, donde ambos se combinan durante todo el proceso de investigación” (p, 22).
- Para la implementación y el desarrollo de los agentes inteligentes se utilizó la metodología Prometheus.

Las fases metodológicas que se utilizarán en el desarrollo de la tesis se detallan en la figura 14.

Figura 13

Propuesta Metodológica



Nota: Elaboración propia

Fase I: Análisis y descripción: se hace un análisis detallado de los tipos de los datos, su comportamiento y sus características. Con toda esta información se desarrolla un modelo aplicando agentes inteligentes.

Fase II. Desarrollo del modelo: Una vez realizado todo el análisis, el siguiente paso será el desarrollar un modelo, con todo este análisis se establecerá una base de conocimiento el cual interactúa con el motor de inferencia y los algoritmos de búsqueda y razonamiento conjuntamente con los agentes inteligente y para validar el modelo se desarrollará un prototipo.

Fase III. Verificación de la valides del modelo. En esta fase se realiza la respectiva validación del modelo con diferentes pruebas.

3.4. Planteamiento del estudio

La unidad de análisis e inteligencia comercial, dependiente de la dirección general de promoción de exportaciones acuerdos comerciales y de inversión, cuenta con un sistema manual de análisis de información de transporte de mercaderías por vía marítima, aérea y terrestre. Este sistema es poco eficiente y no logra maximizar los recursos en los funcionarios responsables y sobre todo no analiza a detalle los datos obtenidos. Esto ocasiona que la información, que es un insumo para la toma de decisiones, no sea de calidad y los datos no estén completamente explotados.

3.4.1. Tipo de estudio

La presente investigación utiliza el método tecnológico o investigación tecnológica y cuasi experimental, puesto que manejo procedimientos que buscan cuantificar los datos y en general aplicar formas de análisis estadística usando magnitudes numéricas. Es también un estudio correlacional, puesto que experimento con dos variables y se midió la relación entre ambas.

3.4.2. Población y muestra

El universo está compuesto por la cantidad de usos del sistema en un año, de acuerdo con los datos obtenidos es de 1200, de acuerdo al siguiente detalle:

Tabla 3

Usos de sistema por año

Tiempo	Usuario 1	Usuario 2	Usuario3	Total
Día (5 días)	2	2	1	5
Mes	40	40	20	100

Año	480	480	240	1200
-----	-----	-----	-----	------

Nota: Elaboración propia

Donde los usuarios 1 y 2 son funcionarios con responsabilidades similares y el funcionario 3 es el jefe de unidad con funciones de supervisión.

Por lo tanto, se utiliza el marco muestral de tipo probabilístico de la sub clase muestreo aleatorio simple. De acuerdo con (Bencardino, 2019) el muestreo aleatorio simple o muestreo aleatorio irrestricto, en el cual se da igual oportunidad de selección a cada elemento o unidad dentro de la población” (p, 275).

El objetivo es seleccionar una muestra que sea accesibles en un corto periodo de tiempo que sirva para evaluar el sistema y el criterio está determinado por la disponibilidad de tiempo y equipos de los funcionarios de la Unidad de inteligencia de Negocios.

Con el fin de obtener la variancia se realizó una encuesta piloto de 10 casos en donde se obtuvo 29.14(s) y al tratarse de un universo finito con una variable cuantitativa, otra cualitativa se aplica la siguiente formula:

$$n = \frac{N * Z^2 * S^2}{(N-1) * E^2 + Z^2 * S^2} \quad n = \frac{1200 * 1.96^2 * 29.14^2}{(1200-1) * 9^2 + 1.96^2 * 29.14^2} = 39$$

Donde

N = 1200 usos del sistema

n = Tamaño de muestra

Z = 1.96

E = 9 (s)

$$S = 29.14 (s)$$

$$S^2 = 849.3 (s)$$

Obteniéndose una muestra de 39 usos de sistema.

3.4.3. Técnicas de recolección de datos

Para la recolección de datos se utilizó herramientas como: encuestas, entrevistas y grupos focales. Se analizó los archivos históricos del INE y del Viceministerios de Exportaciones para la obtención de datos que permitieron el diseño del agente inteligente.

3.5. Parámetros de evaluación

Para la evaluación se utilizó el método de prueba de hipótesis de correlación de Pearson o Rho Spearman, que de acuerdo a (Bencardino, 2019) nos ayuda a determinar la existencia del grado de asociación entre dos variables utilizando para ello una escala ordinal (p. 460).

3.5.1. Procesamiento y análisis de datos

Los funcionarios de la dirección dirección general de promoción de exportaciones, acuerdos comerciales y de inversión manifiestan que el desarrollo de un sistema de monitoreo ayuda al procesamiento de información de forma ágil y completa.

Capítulo IV Resultados Y Discusiones

4.1. Desarrollo de los agentes inteligentes.

El trabajo de investigación utiliza el método Prometheus que de acuerdo con Padgham & Winikoff (2004), es una metodología iterativa que cubre el proceso completo de ingeniería de software y está orientada a ser práctica y de proposito general en sistemas multi agentes.

Son dos las principales características que distinguen a los agentes inteligentes del desarrollo de software tradicional y estas son:

La dimensión de inteligencia se refiere al grado en el cual la aplicación utiliza razonamiento, aprendizaje y otras técnicas para interpretar la información o conocimiento al cual tiene acceso. La otra característica es la agencia, que es el grado en el cual el agente puede percibir su entorno y actuar en el.

4.1.1. Información General del Sistema

Tabla 4

Información General

Actores: Los actores son los usuarios con los que el sistema interactúa, existen dos tipos de perfiles los administradores y los usuarios.

Nombre: Sistema de monitoreo de carga marítima

Descripción: Desarrollo de un sistema de monitoreo de base de datos; Este sistema deberá: obtener los datos, clasificar los datos por parámetros de sistema de nomenclatura andina, responder a las consultas del usuario, hacer análisis y predicciones estadísticas, imprimir informes. El sistema deberá tener un ambiente amigable con el usuario.

Autor: Neddy Etman Choque Flores

Versión: 1

Nota: Elaboración Propia

4.1.2. Metodología de desarrollo Prometehus

Como se muestra en la figura 2, este método tiene tres principales etapas, la especificación de sistemas, el diseño arquitectónico y el diseño detallado. Los que son desarrollados a continuación:

4.1.2.1. Especificaciones del sistema

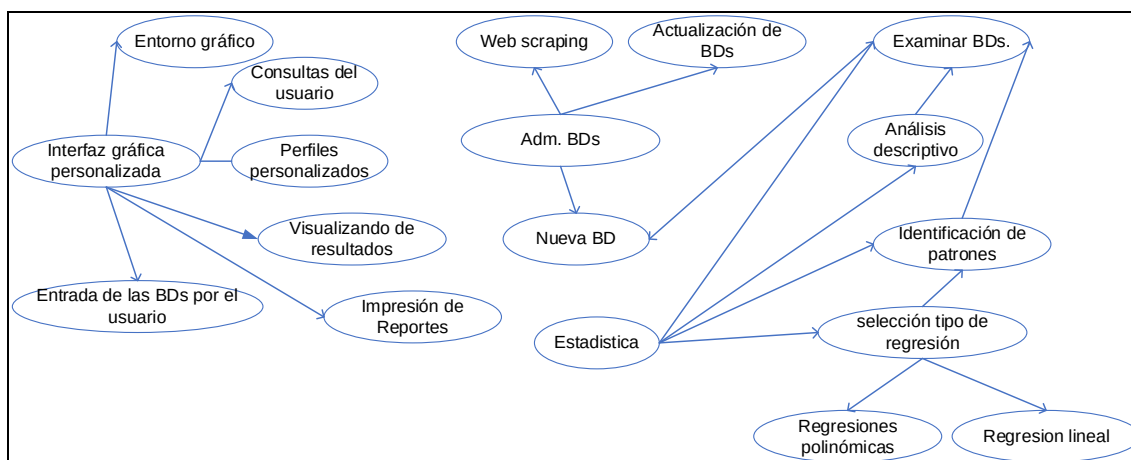
Las especificaciones del sistema están compuestas por las especificaciones de los objetivos, diagrama de funcionalidades (roles), desarrollo de escenarios y sus descriptores.

a) Especificaciones de Objetivos

Este diagrama relaciona los diferentes objetivos del sistema, la elaboración de los objetivos en detalle se puede ver en la sección Anexos del presente documento.

Figura 14

Diagrama General de Objetivos



Nota: Elaboración propia

b) Especificaciones de las Funcionalidad (Roles)

Se pueden identificar 3 funcionalidades para el diseño del sistema

Figura 15

Sistema de Monitoreo

Sistema de monitoreo: Caso de Estudio
Interfaz de sistema
Descripción: Esta funcionalidad permite la interacción del usuario con el sistema
Objetivos: Entrada de BDs, entorno gráfico, impresión de reportes, consultas, perfiles, visualización de resultados.
Acción: Presentar información
Desencadenantes:
Consulta del usuario, ingreso de datos del usuario
Información utilizada:
Bases de datos Aduana de Bolivia, Instituto de Estadística.
Información producida:
Requerimientos, consultas.

Nota: Elaboración propia

Figura 16

Sistema Administración BD

Sistema de monitoreo: Caso de Estudio
Administración de BDs

Descripción: Esta funcionalidad permite la administración de las bases de datos

Objetivos: Actualización de BDs, Creación de nueva BD.

Acción: Envío de insumos

Desencadenantes: análisis descriptivo, identificación de patrones, regresión lineal, regresión polinómica, análisis descriptivo

Información utilizada: Entrada de BDs,

Información producida: Base de datos para consultas

Nota: Elaboración propia

Figura 17

Proceso estadístico

Sistema de monitoreo: Caso de Estudio

Proceso estadístico

Descripción: Esta funcionalidad permite el procesamiento estadístico de las bases de datos

Objetivos: Examinar BD, análisis descriptivo, regresiones polinómicas, regresión lineal, identificación de patrones.

Acción: Mostrar información

Desencadenantes: Impresión de reportes, Visualización de resultados

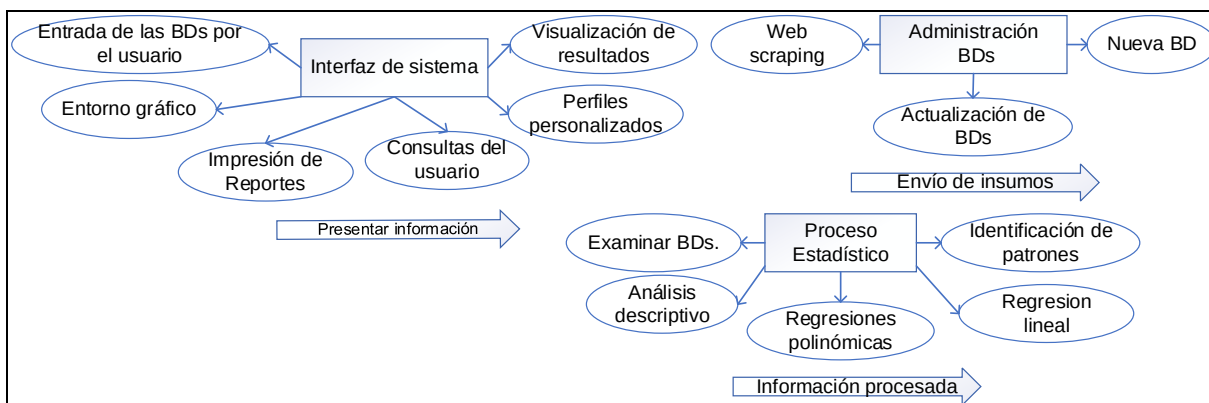
Información utilizada: Nueva BD.

Información producida: Visualización de resultados

Nota: Elaboración propia

Figura 18

Representación de las funcionalidades (roles)



Nota: Elaboración propia

c) Desarrollo de escenarios

Los escenarios desarrollados para el sistema son:

Figura 19

Ingresos BDs.

Nombre: Ingreso de BDs.				
Descripción: Las bases de datos son cargadas al sistema por el usuario				
Desencadenantes: Actualización de BDs, nueva BD.				
Pasos:				
#	Tipo	Nombre	Funcionalidad	Dato
1	Objetivo	Entrada de las BDs. p/u	Interacción con el sistema	
2	Perceptor	Entrada de usuario	Interacción con el sistema	

3	Objetivo	Actualización de las BDs.	Administración de las BDs.	
4	Acción	Información mostrada	Interacción con el sistema	

Nota: Elaboración propia

Figura 20

Consultas

Nombre: Consultas

Descripción: El usuario consulta al sistema

Desencadenantes: Impresión de reportes, visualización de resultados.

Pasos:

#	Tipo	Nombre	Funcionalidad	Dato
1	Objetivo	Consultas del usuario	Interacción con el sistema	
2	Perceptor	Entrada de usuario	Interacción con el sistema	
3	Objetivo	Análisis descriptivo	Proceso estadístico	
4	Objetivo	Regresiones polinómicas	Proceso estadístico	

	5	Acción	Información procesada	Proceso estadístico		
--	---	--------	--------------------------	------------------------	--	--

Nota: Elaboración propia

Figura 21

Pronóstico de sistema

Nombre: Pronósticos del sistema

Descripción: El sistema entrega pronósticos al usuario

Desencadenantes: Impresión de reportes, visualización de resultados.

Pasos:

#	Tipo	Nombre	Funcionalidad	Dato
1	Objetivo	Consultas del usuario	Interacción con el sistema	
2	Perceptor	Entrada de usuario	Interacción con el sistema	
3	Objetivo	Examinar BDs.	Proceso estadístico	
4	Objetivo	Identificación de patrones	Proceso estadístico	
5	Objetivo	Regresiones polinómicas	Proceso estadístico	
6	Objetivo	Regresión lineal	Proceso estadístico	

7	Acción	Información procesada	Proceso estadístico	
---	--------	--------------------------	------------------------	--

Nota: Elaboración propia

Figura 22

Representación de datos

Nombre: Representación de datos

Descripción: El sistema muestra los datos que el usuario consulto

Desencadenantes: Impresión de reportes, visualización de resultados.

Pasos:

#	Tipo	Nombre	Funcionalidad	Dato
1	Objetivo	Consultas del usuario	Interacción con el sistema	
2	Perceptor	Entrada de usuario	Interacción con el sistema	
3	Objetivo	Análisis descriptivo	Proceso estadístico	
4	Acción	Información procesada	Proceso estadístico	
5	Objetivo	Entorno gráfico	Interacción con el sistema	

6	Objetivo	Impresión de reportes	Interacción con el sistema	
7	Objetivo	Visualización de resultados	Interacción con el sistema	
8	Acción	Información mostrada	Interacción con el sistema	

Nota: Elaboración propia

d) Desarrollo de Perceptores (Entradas)

Figura 23

Desarrollo de perceptores

Nombre: Ingreso de base de datos Descripción: El usuario ingresa las bases de datos externos Descripción: El sistema busca los datos con la técnica del raspado web, es una técnica utilizada mediante programas de software para extraer información de sitios web. Acciones (Salidas) Nombre: Información mostrada Descripción: El sistema envía la información para ser visualizada por el usuario Nombre: Envío de insumos
--

Descripción: Las bases de datos son enviadas a los agentes para su procesamiento y sirven como insumos
Nombre: Información procesada
Descripción: La información ya procesada es enviada a la interfaz de usuario para ser mostrada.

Nota: Elaboración propia

4.1.2.2. Diseño de la arquitectura

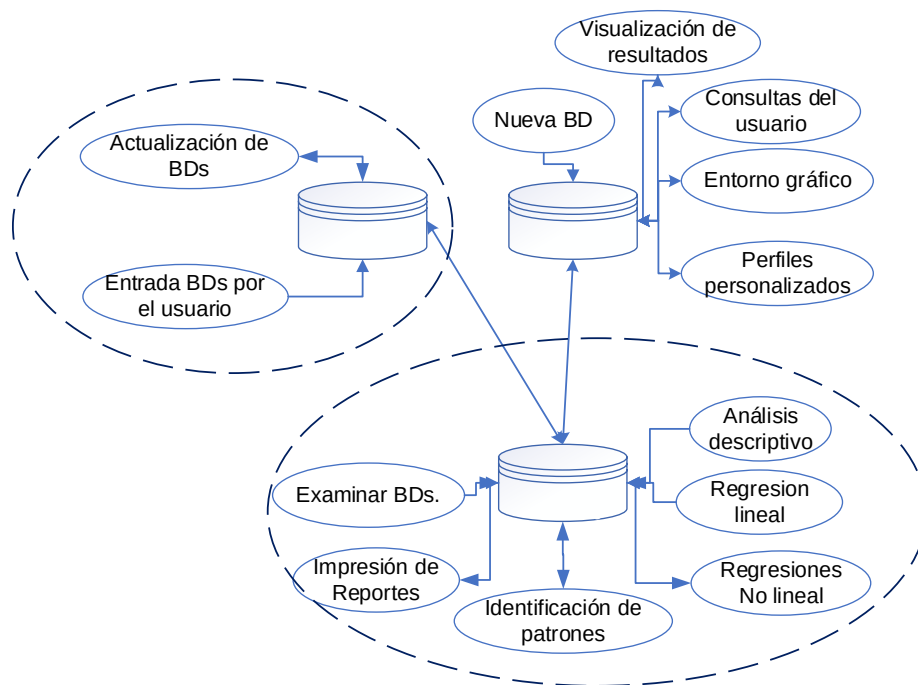
Esta etapa cubre tres aspectos la determinación de agentes del sistema, la interacción entre los agentes y el diseño de la estructura total del sistema.

a) Identificación de los agentes

Como se observa en la figura siguiente se pueden identificar 2 agentes: Agente revisor y agente monitor.

Figura 24

Identificación de agentes



Nota: Elaboración propia

b) Desarrollo de agentes descriptores

Figura 25

Agente revisor

Nombre: Agente revisor

Descripción: El agente recibe las nuevas bases de datos ingresadas por el usuario y busca la fecha de creación.

Cardinalidad: uno/usuario

Tiempo de vida: Empieza cuando el usuario ingresa datos hasta el momento que el sistema entrega alertas al usuario.

Inicialización: Entrada de BDs. por usuario.

Expiración: Alerta al usuario

Funcionalidades incluidas: Administración de BDs., interacción con el sistema.

Usos de datos: Bases de datos INE, ANB, Penta Transaction.

Creación de datos: Base de datos

Objetivos: Actualización de base de datos, entrada de BDs por el usuario.

Perceptores: Ingreso de datos

Acciones: Revisión de fechas en BDs.

Protocolos e interacciones:

Entrada de BDs. Por usuario, actualización de base de datos.

Nota: Elaboración propia

Figura 26

Agente monitor

Nombre: Agente monitor

Descripción: El agente recibe información del agente revisor y examina las bases de datos.

Cardinalidad: Uno/usuario

Tiempo de vida: Desde el ingreso de la nueva base de datos hasta la alerta enviada al usuario.

Inicialización: Nueva base de datos

Expiración: Información procesada

Funcionalidades incluidas: Proceso estadístico, interacción con el sistema

Usos de datos: Nueva base de datos

Creación de datos: Datos procesados

Metas: Examinar BDs, identificación de patrones, regresiones polinómicas, regresión lineal, análisis descriptivo.

Perceptores: Nueva base de datos

Acciones: Procesamiento de la información

Protocolos e interacciones:

Bases datos SQL

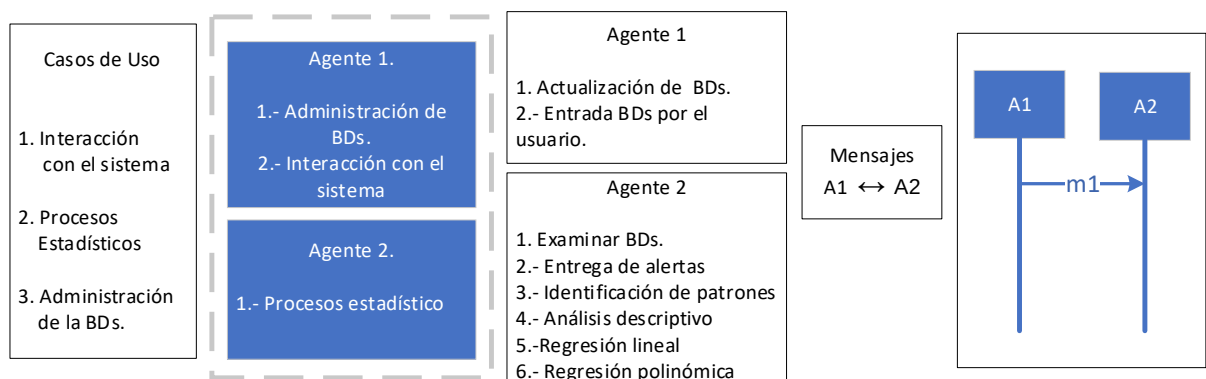
Nota: Elaboración propia

c) Interacción entre los agentes

Los diagramas de interacción están tomados directamente del diseño orientado a objetos, pero muestran la interacción entre agentes en lugar de objetos. La siguiente figura muestra un resumen del proceso.

Figura 27

Interacción de diagramas uso de casos de escenario



Nota: Elaboración Propia

d) Descriptores

Tabla 5

Escenario 1

Nombre: Ingreso de BDs.

Descripción: Las bases de datos son cargadas al sistema por el usuario

Desencadenantes: Actualización de BDs, nueva BD.

Key funcionalidades

- Interacción con el sistema: IS
- Administración de las BDs: AB

Pasos:

#	Tipo	Nombre	Funcionalidad	Dato
1	Objetivo	Entrada de las BDs. p/u	Interacción con el sistema	Base datos SQL
2	Perceptor	Entrada de usuario	Interacción con el sistema	
3	Objetivo	Actualización de las BDs.	Administración de las BDs.	
4	Acción	Presentar información	Interacción con el sistema	Nueva BDs.

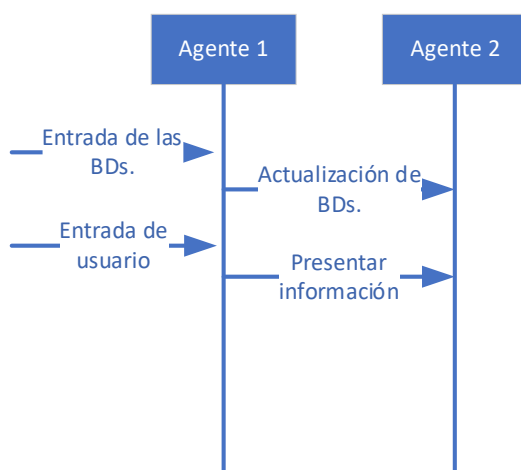
Reemplazando las funcionalidades con los agentes

Key funcionalidades

Agente 1: Agente revisor

Agente 2: Agente monitor

#	Tipo	Nombre	Agente
1	Perceptor	Entrada de las BDs. p/u	Agente revisor
2	Perceptor	User input	Agente revisor
3	Objetivo	Actualización de las BDs.	Agente revisor
4	Acción	Presentar información	Agente monitor



Nota: Elaboración Propia

Tabla 6

Escenario 2

Nombre: Consultas

Descripción: El usuario consulta al sistema

Desencadenantes: Impresión de reportes, visualización de resultados.

Pasos:

#	Tipo	Nombre	Funcionalidad	Dato
1	Objetivo	Consultas del usuario	Interacción con el sistema	Consulta
2	Perceptor	Entrada de usuario	Interacción con el sistema	
3	Acción	Envío de insumos	Administración de BDs.	BDs.
4	Objetivo	Análisis descriptivo	Proceso estadístico	
5	Objetivo	Regresiones polinómicas	Proceso estadístico	
6	Objetivo	Regresión lineal	Proceso estadístico	
7	Objetivo	Identificación de patrones	Proceso estadístico	
8	Acción	Información procesada	Proceso estadístico	Nueva BDs.
9	Perceptor	Visualización de datos	Interacción con el sistema	

10	Objetivo	Entorno gráfico	Interacción con el sistema	
11	Objetivo	Impresión de reportes	Interacción con el sistema	

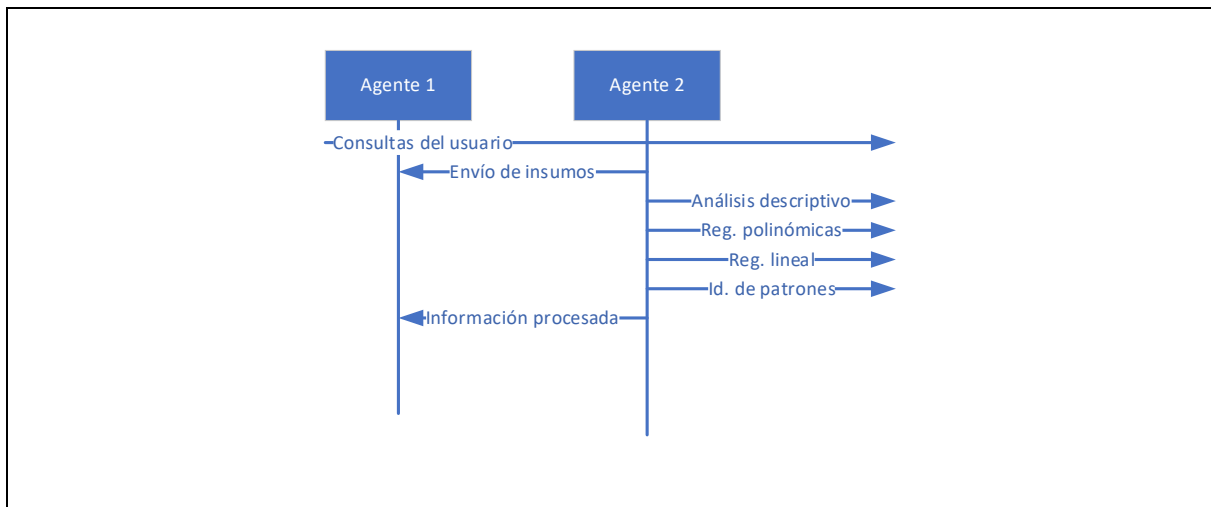
Reemplazando las funcionalidades con los agentes

Key funcionalidades

Agente 1: agente revisor

Agente 2: agente monitor

#	Tipo	Nombre	Agente
1	Objetivo	Consultas del usuario	
2	Perceptor	Entrada de usuario	
3	Acción	Envío de insumos	Agente revisor
4	Objetivo	Análisis descriptivo	agente monitor
5	Objetivo	Regresiones polinómicas	agente monitor
6	Objetivo	Regresión lineal	agente monitor
7	Objetivo	Identificación de patrones	agente monitor
8	Acción	Información procesada	agente monitor
9	Perceptor	Visualización de datos	
10	Objetivo	Entorno gráfico	
11	Objetivo	Impresión de reportes	



Nota: elaboración Propia

Tabla 7

Escenario 3

Nombre: Representación de datos

Descripción: El sistema muestra los datos que el usuario consulto

Desencadenantes: Impresión de reportes, visualización de resultados.

Pasos:

#	Tipo	Nombre	Funcionalidad	Dato
1	Objetivo	Consultas del usuario	Interacción con el sistema	
2	Objetivo	Análisis estadístico	Proceso estadístico	
3	Acción	Información procesada	Proceso estadístico	

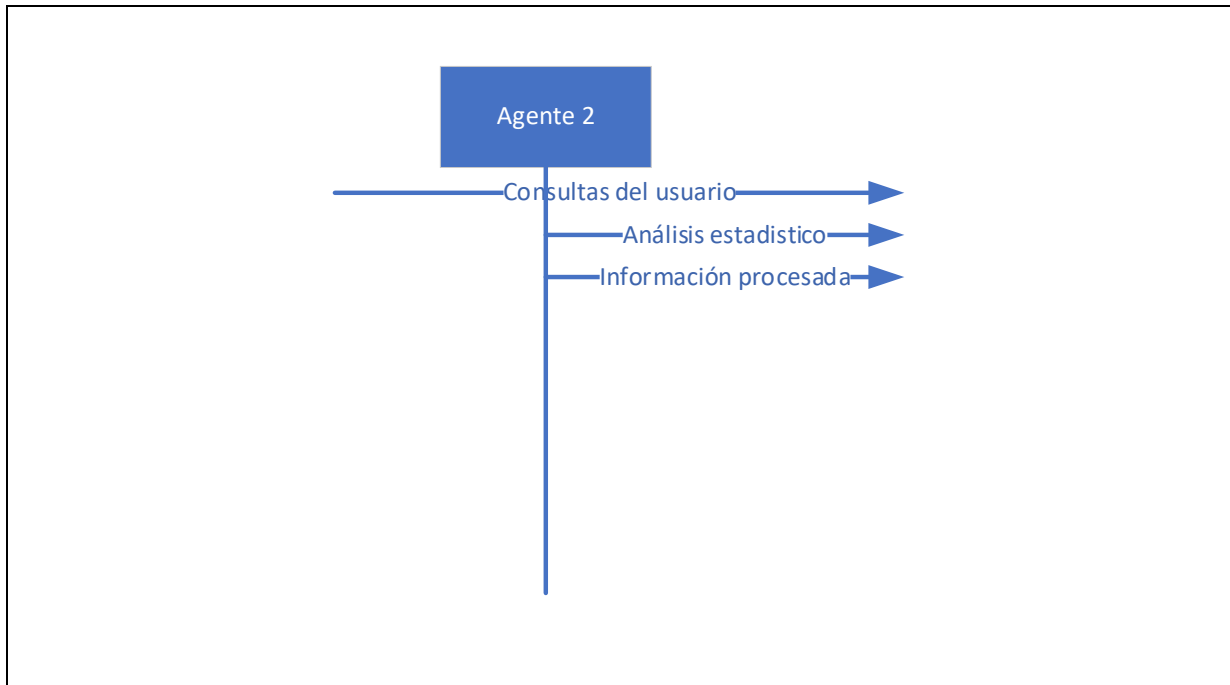
4	Objetivo	Entorno gráfico	Interacción con el sistema	
5	Objetivo	Impresión de reportes	Interacción con el sistema	
6	Objetivo	Visualización de resultados	Interacción con el sistema	

Key funcionalidades

Agente 1: agente revisor

Agente 2: agente monitor

#	Tipo	Nombre	Agente
1	Objetivo	Consultas del usuario	
2	Objetivo	Análisis estadístico	agente monitor
3	Acción	Información procesada	
4	Objetivo	Entorno gráfico	
5	Objetivo	Impresión de reportes	
6	Objetivo	Visualización de resultados	



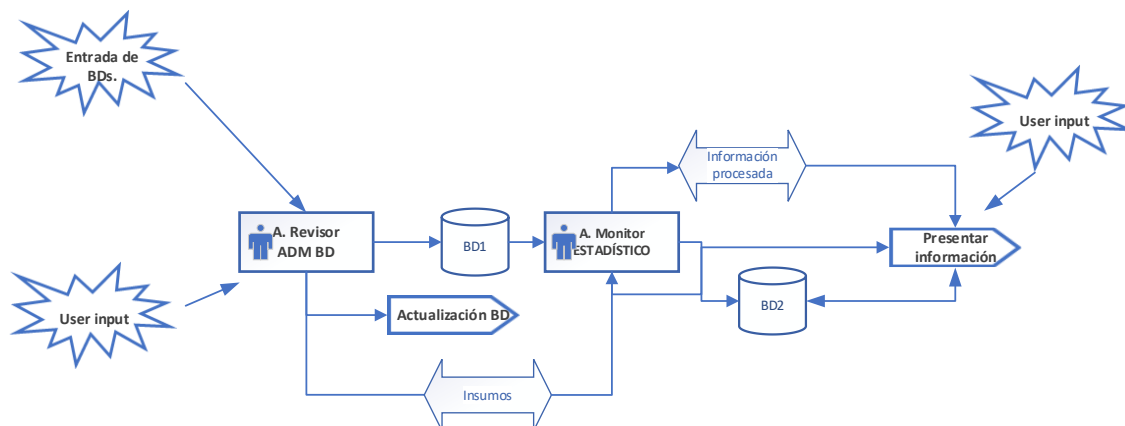
Nota: elaboración Propia

e) Diseño general del sistema

Terminado la estructura del sistema se puede representar en un diagrama la visión total, ya que este es el artefacto más importante de la fase de diseño.

Figura 28

Diagrama general del sistema



Nota: elaboración propia

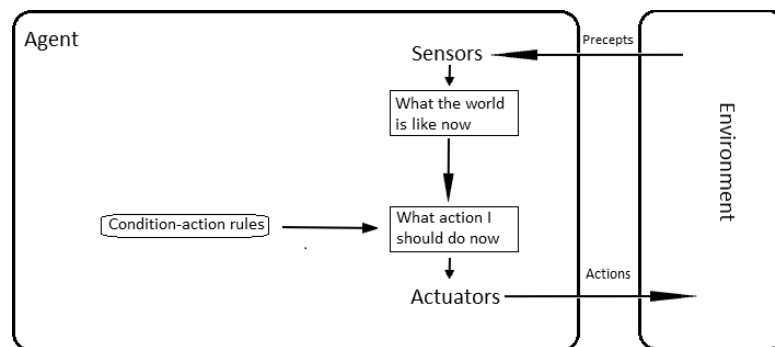
4.1.2.3. Propiedades de los agentes inteligentes.

Los agentes inteligentes desarrollados son de tipo reactivos puesto que mantienen interacción constante con su entorno, y responde a los cambios que ocurren en éste. La reactividad en los agentes posibilita acciones rápidas, cruciales en sistemas de tiempo real, que no ameritan aplicar reglas complejas.

Por otro lado, el agente de monitoreo tiene un comportamiento de tipo cíclico, por lo tanto, este se ejecuta constantemente mientras la aplicación este activa, mientras que el agente revisor tiene un comportamiento OneShotBehaviour, es decir que solo se ejecuta una vez al iniciar el programa.

Figura 29

Comportamiento de los agentes



Nota: Tomado de (Weiss, 2013)

4.1.2.4. Diseño detallado

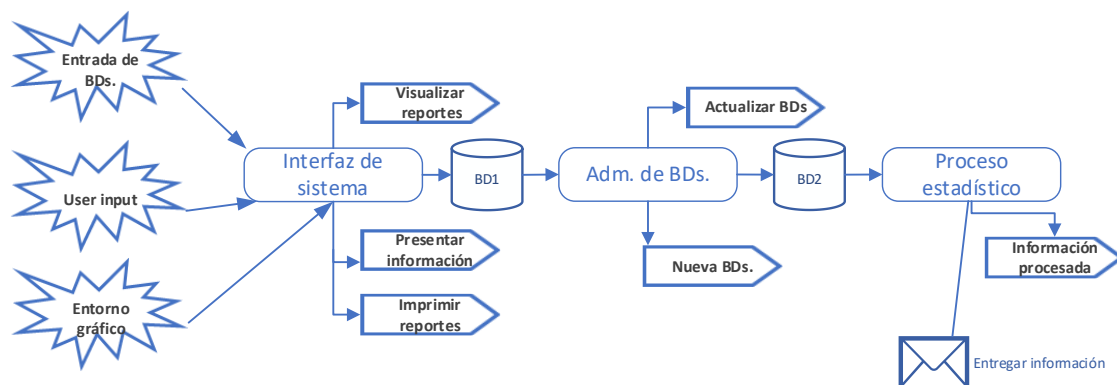
En esta fase se tratan las características del agente como un todo con el sistema, así se usa un modelo jerárquico para representar las capacidades de los agentes, esta fase consiste en: desarrollar las capacidades internas de los agentes, desarrollar los diagramas de procesos a partir de los protocolos de interacción y desarrollar en detalle las capacidades en términos de eventos, planes y datos.

a) Capacidades

En esta etapa se especifican las capacidades de los agentes, a continuación, se describen estas.

Figura 30

Diagrama de capacidades



Nota: Elaboración propia

De acuerdo con la figura 19 el detalle de las capacidades es el siguiente:

Tabla 8

Capacidad interfaz de Sistema

Nombre: Interfaz de Sistema C
Descripción: Interacción del usuario con el sistema
Objetivos: Entorno gráfico, impresión de reportes, Consultas de usuario, Entrada de BDs.
Mensajes Entrantes: Consultas del usuario
Mensajes Salientes: Insumos para agente 2
Mensajes Internos: Actualización de BDs.
Percepciones: Input usuario

Acciones: Envío de mensajes

Datos usados: Bases de datos

Datos Producidos: Base de datos

Datos Internos: Consultas

Capacidades Incluidas: Capacidad de crear perfiles e ingresar BDs.

Nota: Elaboración propia

Tabla 9

Capacidad administración BD

Nombre: Administración BDs.

Descripción: Administración de Base de datos

Objetivos: actualización BDs, Creación de nueva BDs,

Mensajes Entrantes: Solicitud

Mensajes Salientes: Nueva BD

Mensajes Internos:

Percepciones:

Acciones: Envío de insumos

Datos usados: Base de datos ANB, INE

Capacidades Incluidas: Capacidad de entregar base de datos normalizada

Nota: Elaboración propia

Tabla 10

Capacidad proceso estadístico

Nombre: Proceso estadístico

Descripción: Procesamiento estadístico

Objetivos: Examinar BD, análisis descriptivo, regresiones polinómicas, regresión lineal, identificación de patrones.

Protocolos:

Mensajes Entrantes: solicitud, consultas, insumos

Mensajes Salientes: Datos procesados

Mensajes Internos: Selección de procesos

Percepciones:

Acciones: Procesamiento de datos

Datos usados: Nueva BDs.

Datos Producidos: Datos procesados

Capacidades Incluidas: Capacidad de hacer proyecciones

Nota: Elaboración propia

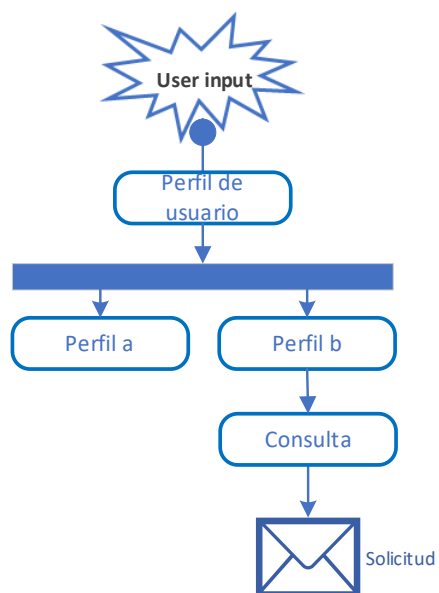
b) Interacción de procesos

Durante la especificación del sistema, los procesos de alto nivel se especifican mediante escenarios, que luego se refinaron y se especificaron más completamente mediante diagramas de interacción y protocolos durante el diseño arquitectónico. En el diseño detallado, también se especifican los procesos además de la estructura. Para ello, se utilizó una ligera variante de los diagramas de actividad UML.

Las siguientes figuras ilustran los conceptos y la notación de la variante ampliada de los diagramas de actividad.

Figura 31

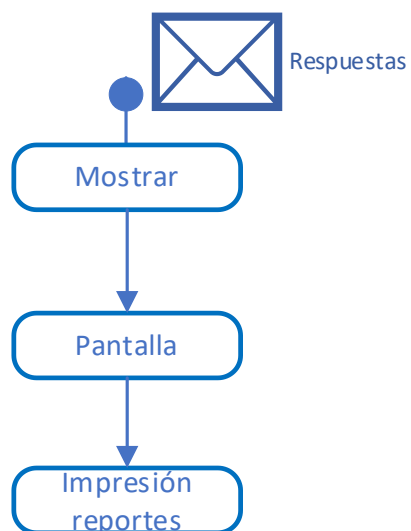
Especificación de procesos 1



Nota: Elaboración propia

Figura 32

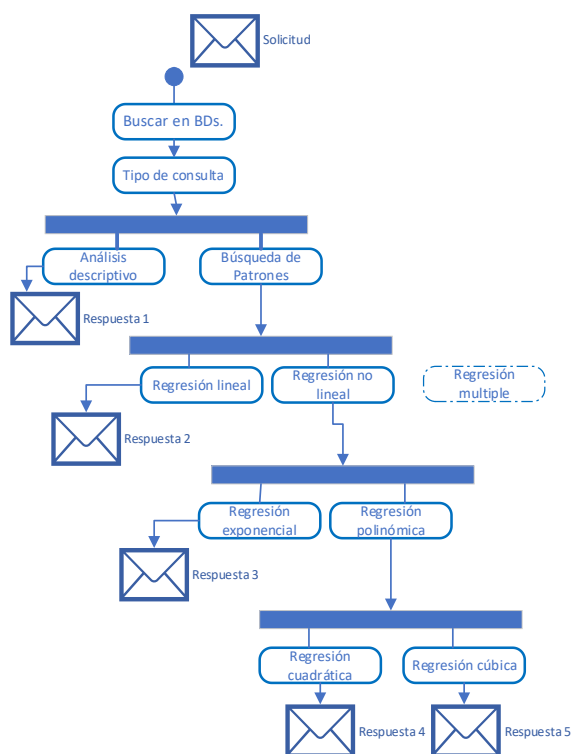
Especificación de procesos 2



Nota: Elaboración propia

Figura 33

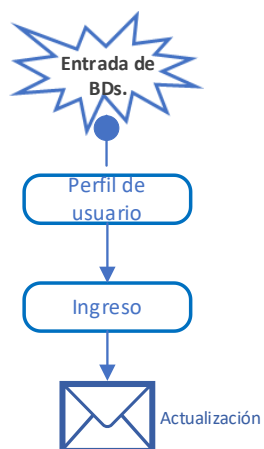
Especificación de procesos 3



Nota: Elaboración propia

Figura 34

Especificación de procesos 4



Nota: Elaboración propia

c) Descriptor de los diagramas de procesos

De acuerdo con las figuras anteriores se realiza la descripción de la interacción de procesos:

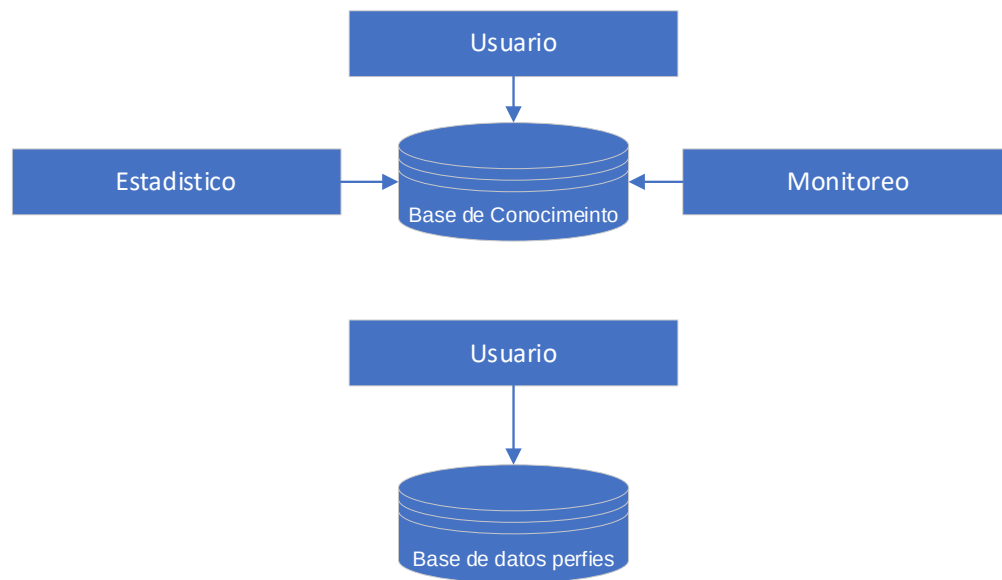
4.1.3. Diagrama de acoplamiento de datos

Se identifica dos fuentes de datos (Base de conocimiento y base de datos general)

- Se asigna los roles a las fuentes de datos indicando en qué dirección de entrada o salida va la relación
- No tienen por qué corresponder a fuentes de datos físicamente separadas
- Tampoco una fuente de datos tiene porque corresponder a una fuente común entre todos los roles

Figura 35

Diagrama de acoplamiento de datos



Nota: Elaboración propia

4.1.4. Construcción del agente revisor

Tomando como base lo que plantea (Crovetto. 2005) el proceso básico es:

a) Definición del problema del agente

El objetivo fundamental que tiene, es de revisar las fechas de carga en sistema de las bases de datos.

b) Adquisición y representación del conocimiento

Antes el diseño de un programa agente, es necesario contar con una idea precisa de percepciones, acciones, metas y ambientes del agente:

Tipo de agente: Agente revisor

Percepciones: Sistema

Acciones: Revisar el sistema constantemente

Metas: Revisar la fecha de ingreso de las bases de datos

Ambiente: usuario

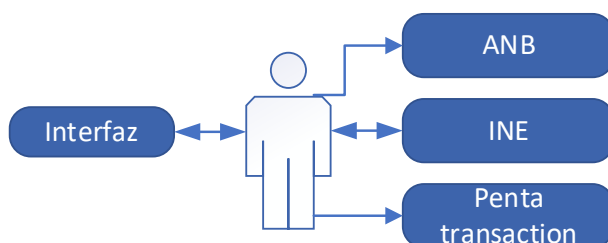
Para el diseño de agente se considera lo siguiente:

- a) Análisis para la construcción de base de conocimientos.
- b) Se define el dominio de aplicación, que necesita alguna información de cómo evoluciona el mundo independiente del agente, construyendo el conocimiento estático del Dominio
- c) Traducción en un lenguaje de representación de conocimiento, se convierte las percepciones recibidas por el agente pedagógico con una lista de categorías, utilizando un motor de inferencia

El agente revisor tiene la siguiente estructura

Figura 36

Agente revisor



Nota: Elaboración propia

Como se ve en la figura el agente revisor tiene por objeto el de revisar el ingreso de las bases de datos al sistema. El algoritmo para la representación de conocimiento es.

4.1.5. Construcción del agente monitoreo

Es necesario contar con las precepciones, acciones, metas y ambiente del agente:

Tipo de agente: Agente monitoreo

Percepciones: Sistema

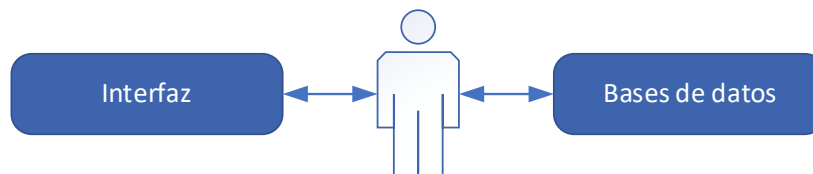
Acciones: monitorizar las bases de datos

Ambiente: usuario

El agente revisor tiene la siguiente estructura

Figura 37

Agente Monitor



Nota: Elaboración propia

Como se ve en la figura el agente revisor tiene por objeto el de monitorizar la base de datos al sistema. El algoritmo para la representación de conocimiento es.

4.1.5.1. Representación de los datos

Se procede a identificar las variables que se requieren para un análisis, en las siguientes tablas se observan *los* datos del sistema.

Tabla 11

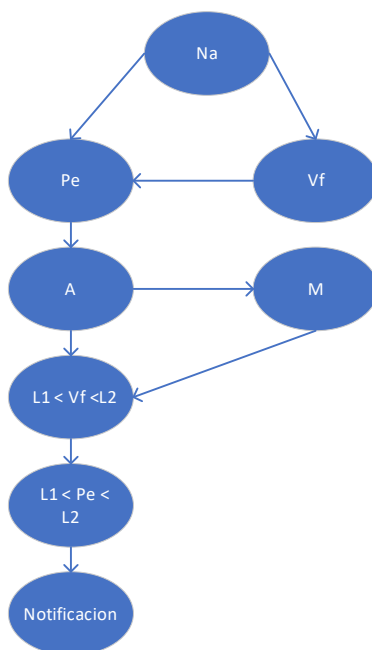
Capacidad administración BD2

Variables	Descripción
A1	Límite inferior de tolerancia
A2	Límite superior de tolerancia
Na	Código Arancelario
Pe	Peso
Vf	Valor FOB
M	Mes
A	Año

Nota: Elaboración propia

Figura 38

Árbol de decisión



Nota: Elaboración propia

4.1.5.2. Reglas de Inferencia

Las reglas de inferencia muestran límites en las variables peso y valor FOB que servirán para mostrar notificaciones al hacer un monitoreo de las bases de datos

Regla 1: Los cambios de la variable Peso (Pe) en un mes (M) deberá estar entre un 10 % por arriba y por abajo con relación al mes actual.

Entonces: Lanzar notificación

Regla 2: Los cambios de la variable Valor (Vf) en un mes (M) deberá estar entre un 20 % por arriba y por abajo con relación al mes actual.

Entonces: Lanzar notificación

4.1.6. Implementación del prototipo

La implementación del prototipo se describe con la idea de un sistema cumpla con las características requeridas para su desarrollo.

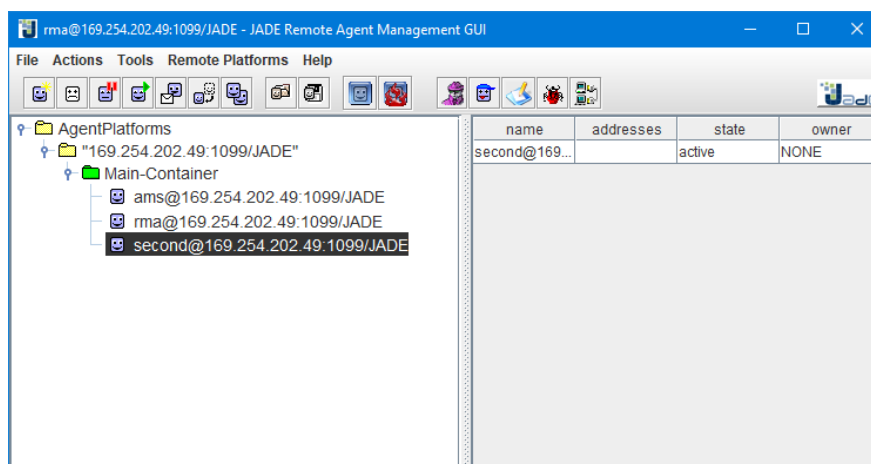
4.1.6.1. Proceso de implementación (jade)

Jade es un framework de Java que soporta la coordinación de múltiples agentes proporciona una implementación estándar del lenguaje de comunicación FIPA-ACL, que facilita la comunicación entre agentes y permite la detección de servicios que se proporcionan en el sistema.

La presente investigación, utiliza agentes inteligentes dentro del sistema de monitoreo. Para el desarrollo de los agentes se utilizó Jade en su desarrollo y comunicación.

Figura 39

Captura de pantalla JADE



Nota: Captura de pantalla framework JADE

El agente monitor, como todos los agentes extiende de la clase Agent, e implementa un comportamiento cíclico. A continuación, se muestra parte del código.

```

Public class MonitorAgent extends Agent{

    @Override

    protected void setup() {

        System.out.println("El nombre es " +
getAID().getLocalName());

        System.out.println("El GUID es " + getAID().getName());

        System.out.println("Mi dirección es: ");

        Iterator it = getAID().getAllAddresses();

        While (it.hasNext()) {

            System.out.println("- " + it.next());

        }

        addBehaviour(new PacketPrinterBehaviour());

    }

}

```

El comportamiento del agente revisor, introduce la capacidad de capturar datos de las bases de datos a través del objeto captor.

```

Override

public void action() {

    Bd packetReceived = captor.getPacket();

    if (packetReceived != null) {

        System.out.println(packetReceived);

        if (listaBDActual.size() == MIN _ NUM _ PACKETS) {

```

```
BDPaquetesAnterior = listaBDActual;

listaBDActual = new ArrayList<Packet>(MIN _ NUM _
PACKETS);

    }
    else {
        listaBDActual.add(packetReceived);
    }
}
}
}
```

4.1.7. Pantallas del prototipo

La primera pantalla es la de bienvenida al sistema y está dirigida al usuario que es funcionario público:

Figura 40

Pantalla 1



Nota: Elaboración propia

La siguiente pantalla muestra el ingreso de los usuarios al sistema.

Figura 41

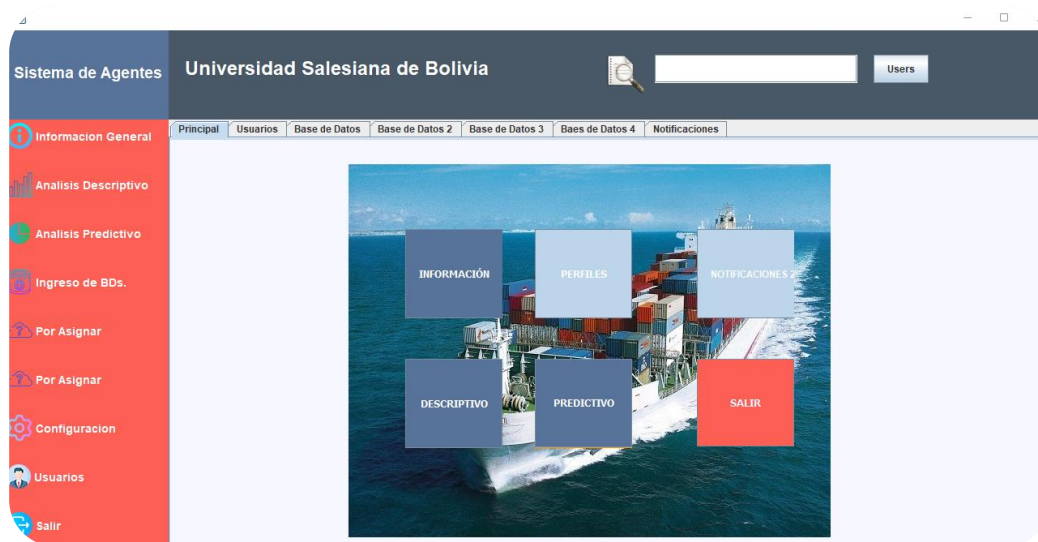
Pantalla 2

Nota: Elaboración propia

La pantalla general muestra las diferentes opciones del sistema, para un usuario con todos los accesos:

Figura 42

Pantalla 3



Nota: Elaboración propia

La pantalla de información general es la siguiente:

Figura 43

Pantalla 4

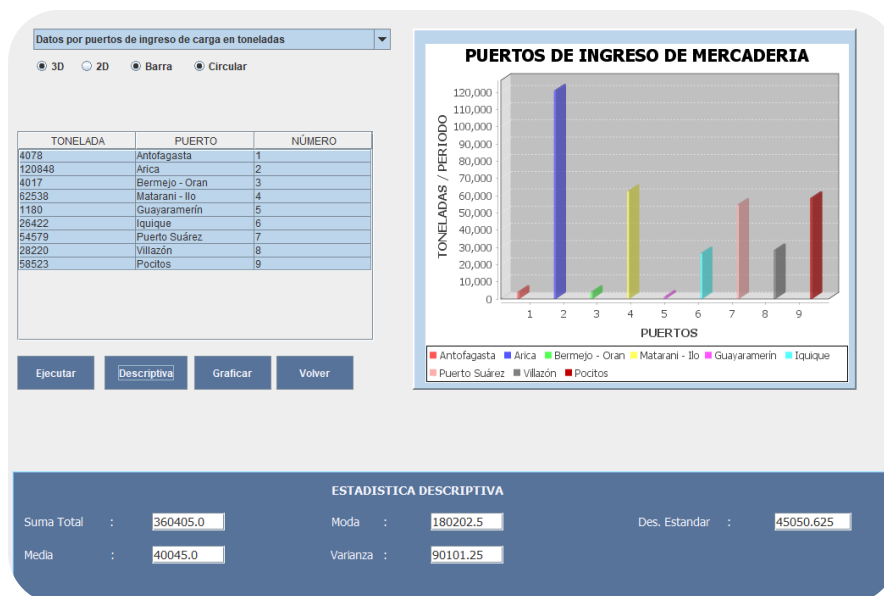
Principal Usuarios Base de Datos Base de Datos 2 Base de Datos 3 Baes de Datos 4 Notificaciones															
Bases de Datos Aduana ...															
Id	Gest	Mes	Aduana	Depto	Via	Medio	Pais	Nandina	Kilos	Fob	Adu	CUSI	Ident		
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
250	2016	1	201	2	3	9	169	2147483647	541	1780	13767	6661	4		
251	2016	1	201	2	3	9	169	2147483647	2859	19200	136008	7434	4		
252	2016	1	201	2	3	9	190	2147483647	5	90	650	8462	4		
253	2016	1	201	2	3	9	190	2147483647	12	50	374	6954	4		
254	2016	1	201	2	3	9	190	2147483647	94	1000	7494	7434	4		
255	2016	1	201	2	3	9	190	2147483647	7187	11459	83616	7751	4		
256	2016	1	201	2	3	9	190	2147483647	3981	7570	56384	7247	4		
257	2016	1	201	2	3	9	190	2147483647	38224	53911	399739	7781	4		
258	2016	1	201	2	3	9	211	1905909000	663	550	4097	484	4		
259	2016	1	201	2	3	9	211	2101300000	250	250	1893	713	4		
249	2016	1	201	2	3	9	169	2147483647	59	2556	18913	8415	4		
248	2016	1	201	2	3	9	169	2147483647	2	30	214	8928	4		
239	2016	1	201	2	3	9	169	2147483647	27	101	719	8928	4		
239	2016	1	201	2	3	9	169	2147483647	6	99	705	6589	4		
240	2016	1	201	2	3	9	169	2147483647	3657	3669	27469	6652	4		
241	2016	1	201	2	3	9	169	2147483647	2	110	779	6973	4		
242	2016	1	201	2	3	9	169	2147483647	492	4740	33753	6996	4		
243	2016	1	201	2	3	9	169	2147483647	591	6071	46127	6991	4		
244	2016	1	201	2	3	9	169	2147483647	18745	75955	552897	7752	4		
245	2016	1	201	2	3	9	169	2147483647	1984	9160	64888	7758	4		
246	2016	1	201	2	3	9	169	2147483647	262	3009	21427	7543	4		
247	2016	1	201	2	3	9	169	2147483647	1480	1072	29165	6421	4		
260	2016	1	201	2	3	9	211	2103909000	1324	3006	22934	984	4		
261	2016	1	201	2	3	9	211	2104101000	297	100	768	985	4		

Nota: Elaboración propia

La pantalla de análisis descriptivo es la siguiente:

Figura 44

Pantalla 5

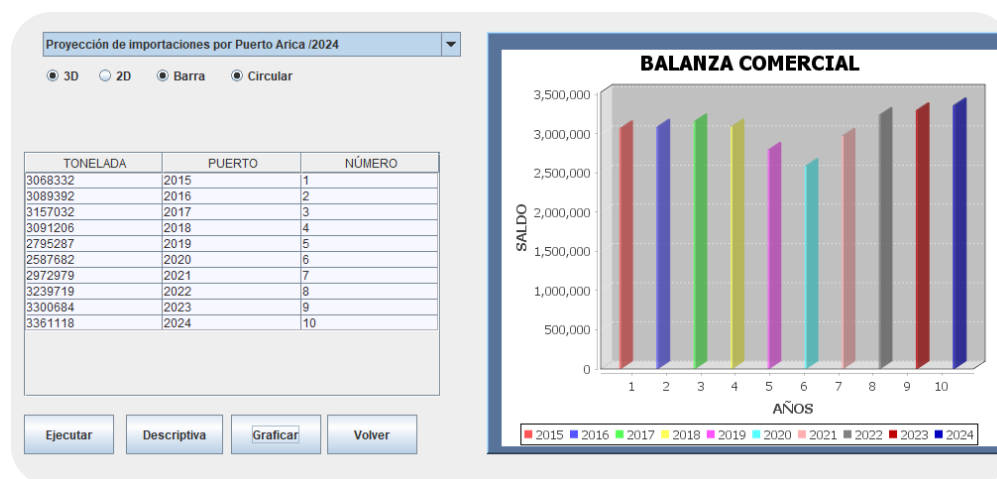


Nota: Elaboración propia

La primera pantalla del análisis predictivo es:

Figura 45

Pantalla 6



Nota: Elaboración propia

La segunda pantalla muestra al segundo agente:

Figura 46

Pantalla 7

PRODUCTOS QUE SUFRIERON IMPORTANTES CAMBIOS			
Id	Nandina	Resultado	Comentarios
2	2147483647	40	
3	2147483647	74	
4	2147483647	317	
5	2147483647	309	
6	2147483647	9085	
7	2147483647	445	
8	2147483647	1	
9	2147483647	69	

Cerrar

Los cambios mas importantes desde la última actualización de las bases de datos fueron



Nota: Elaboración propia

4.2. Evaluación de resultados

Este apartado efectúa una evaluación del sistema de monitoreo de carga marítima, y para estimar la validez del sistema en el presente trabajo de realiza una prueba de hipótesis de correlación con Rho de Spearman tomando en cuenta una muestra de 39 estudios.

4.2.1. Prueba de hipótesis

Después del desarrollo del prototipo, se procede a la fase experimental de la investigación, que consiste en obtener información para alcanzar los objetivos de estudio. Para estimar la validez del sistema, se tomó en cuenta una muestra de 39 casos de uso del sistema los cuales son el resultado de un muestreo aleatorio simple sobre la base de un universo de 1200 usos al año.

La hipótesis planteada en capítulos anteriores fue: **“La aplicación de un sistema multiagente permite el eficiente monitoreo de la carga marítima en la unidad de Análisis e Inteligencia Comercial”**.

4.2.2. Prueba de hipótesis de correlación

La prueba de correlación mide la relación y el grado de intensidad de las variables, existen varios tipos de coeficientes de correlación como R de Pearson, Ro de Spearman, Chi cuadrado entre otros. Para utilizar uno de los coeficientes se debe hacer pruebas previas como la prueba de normalidad buscando encontrar si los datos son paramétricos o no paramétricos.

4.2.2.1. Test de Normalidad

Paso 1: Plantear hipótesis de correlación

- H_0 : No existe correlación entre las variables
- H_1 : Existe correlación entre las variables

Paso 2: Nivel de significancia

- $NC = 0.95$
- $\alpha = 0.05$ (margen de error)

Paso 3: Test de normalidad

- Si $n > 50$ se aplica Kolmogorov – Smirnov
- Si $n < 50$ se aplica Shapiro – Wilk

Paso 4: Criterios de decisión

- Si $p\text{-valor} < 0.05$ se rechaza H_0
- Si $p\text{-valor} > 0.05$ se acepta H_0 y se rechaza la H_1

Paso 5: Resultados y Conclusión

Tabla 12

Test de Normalidad

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Funcionarios	.219	39	.000	.810	39	.000
Tiempo	.126	39	.119	.945	39	.056

a. Lilliefors Significance Correction

Nota: Elaboración propia (spss)

La tabla 11, es el resultado de la prueba de normalidad, para su interpretación se seleccionó entre los métodos de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk, para ello se observó el grado de libertad o tamaño de muestra. Donde para tamaños de muestra mayores a 50 se utiliza Kolmogorov-Smirnov, caso contrario Shapiro-Wilk.

El presente trabajo utiliza Shapiro-Wilk puesto que los datos que corresponde a la fila funcionarios son menores a 5%, que es el valor de α . Esto significa que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna puesto que los datos no siguen una distribución normal. La variable tiempo de uso el p-valor es 0.56, y es mayor al 5% por lo tanto esta variable sigue una distribución normal lo que significa que se rechaza el coeficiente de Pearson puesto que para esta prueba se necesita que ambas variables sean aceptadas.

Los resultados preliminares indican que la muestra tiene un enfoque no paramétrico y que por sus características se utilizara Spearman, puesto que las variables utilizadas son mixtas, una categórica y otra no categórica.

Prueba de hipótesis de correlación - Spearman

Paso 1:

H_0 : funcionarios de la UAI

H_1 : tiempo de uso del sistema de monitoreo

Paso 2: Nivel de significancia

- $NC = 0.95$
- $\alpha = 0.05$ (margen de error)

Paso 3: Prueba de correlación

- No Paramétrica Spearman

Paso 4: Criterios de decisión

- Si p-valor < 0.05 se rechaza la H_0
- Si p-valor > 0.05 se acepta la H_0

Paso 5: Resultados y Conclusión

Tabla 13

Tabla Correlación paramétrica

Nonparametric Correlations

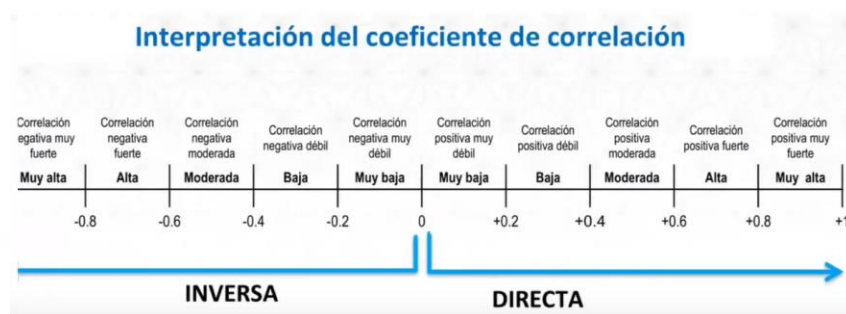
		Correlations		
Spearman's rho	Funcionarios		Funcionarios	Tiempo
		Correlation Coefficient	1.000	.270
		Sig. (2-tailed)	.	.097
		N	39	39
	Tiempo	Correlation Coefficient	.270	1.000
		Sig. (2-tailed)	.097	.
		N	39	39

Nota: Elaboración propia (spss)

Para ambas variables el p-valor es < a 5% lo que significa que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, es decir existe relación. Por otro lado, para medir la fuerza de la correlación se utiliza el siguiente cuadro.

Figura 47

Interpretación del coeficiente de correlación



Nota: Elaboración propia (spss)

Por lo tanto, los datos se encuentran en con una correlación directa baja a moderada lo que significa que existe una relación directa entre el eficiente monitoreo de carga desplazada por el transporte internacional marítimo y el uso del sistema con agente inteligente.

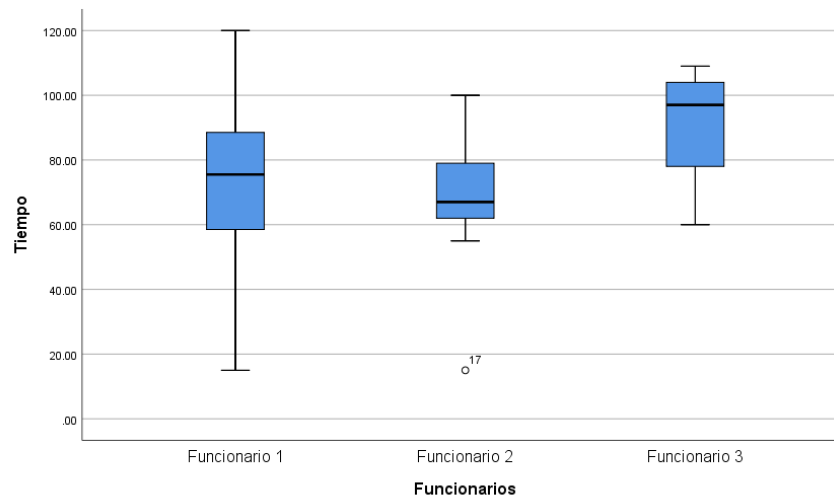
Figura 48

Gráfico de correlación

Funcionarios

Case Processing Summary							
		Valid		Cases Missing		Total	
	Funcionarios	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Tiempo	Funcionario 1	12	100.0%	0	0.0%	12	100.0%
	Funcionario 2	17	100.0%	0	0.0%	17	100.0%
	Funcionario 3	10	100.0%	0	0.0%	10	100.0%

Tiempo



Nota: Elaboración propia (spss)

El cuadro 47, muestra la correlación entre la variable sistema multiagente y monitoreo de carga marítima, confirmando los resultados anteriores, por lo tanto, se puede concluir que existe una correlación entre las variables de eficiencia y el uso del sistema de monitoreo, finalmente se acepta la hipótesis de la investigación la cual es que la aplicación de un agente inteligente permite el eficiente monitoreo de la carga marítima en el Viceministerio de Relaciones Exteriores de Bolivia.

Capítulo V Conclusiones

El presente trabajo diseño y desarrollo una solución de monitoreo de carga marítima utilizando agentes inteligentes que se encarga de verificar las fluctuaciones en los datos relacionados con los precios y las cantidades de los productos de exportación e importación del conjunto de datos proporcionados por el Viceministerio de Comercio Exterior. De esta manera se respondió a la pregunta de investigación que se planteó en el primer capítulo.

Los objetivos específicos de la investigación fueron logrados satisfactoriamente puesto que se logró definir los componentes del sistema multiagente para el eficiente monitoreo de carga marítima para el transporte internacional con la utilización de la metodología Prometheus y con su programación en lenguaje Java (cap.4, pag. 71). Se diseñó un modelo para el control de eventos excepcionales en la base de datos donde intervienen los agentes inteligentes de monitoreo y revisor utilizando comportamientos cíclico y oneshotbehaviour respectivamente (cap. 4, pag. 76), finalmente se desarrolló una interfaz gráfica amigable con el usuario con la programación de un entorno gráfico que permite la fácil interacción con el sistema (cap. 4, pag. 82).

La hipótesis planteada fue “La aplicación de un sistema multiagente permite el eficiente monitoreo de carga marítima en la unidad de Análisis e Inteligencia Comercial del Viceministerio de Comercio Exterior.”, esta afirmación fue demostrada utilizando la prueba de hipótesis por correlación de Spearman como se puede observar a detalle en la figura 46 y la tabla 11 en el capítulo 4.

El sistema tradicional utiliza herramientas ofimáticas y estadísticas como Microsoft Excel y SPSS para encontrar cambios importantes en el comportamiento

de cantidades y precios a través del tiempo en las operaciones de comercio internacional por vía marítima, además de responder a consultas puntuales realizadas por las principales autoridades. Debido a la gran cantidad de datos a procesar y analizar el sistema tradicional no cumple a cabalidad con su objetivo. La solución de monitoreo desarrollada utiliza agentes inteligentes automatizando los procesos de comprobación y detectando cambios irregulares, además de tener herramientas estadísticas que ayudan a los funcionarios a obtener reportes y responder a los requerimientos de las autoridades principales de forma eficiente.

Capítulo VI Recomendaciones

La presente investigación recomienda:

La implementación de la solución de monitoreo de carga marítima propuesta y lograr de esta forma automatizar los procesos en la unidad de análisis e Inteligencia comercial del Viceministerio de Comercio Exterior de la Cancillería de Bolivia.

Se recomienda ampliar la propuesta con el desarrollo de un sistema con agentes inteligentes de manejo de tareas en la dirección general de promoción de exportaciones, acuerdos comerciales e inversión y comunicarla con el sistema de monitoreo desarrollado, de esta forma se podría automatizar gran parte de las tareas de la dirección general.

La implementación de agentes inteligentes en los sistemas informáticos en los tres Viceministerios del ministerio de Relaciones Exteriores de Bolivia y en el servicio central y servicio exterior.

Bibliografía

- Abushark, Y., & Thangarajah, J. (2013). AUMML Protocols: Specification to Detailed Design. *Proceedings of the 12th International Joint Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems (AAMAS-2013)*.
- Anaya Tejero, J. J. (2009). *El transporte de mercancías*. Madrid: ESIC.
- Bachman, C. (1993). *The programmer as Navigator*. New York: Association for Computing Machinery.
- Barrentes, R. E. (2013). *Investigación: un camino al conocimiento* (Vol. 10). (UNED, Ed.)
- Barrón de Olivares, V., & DAquino, M. (2020). *Metodología de la investigación científica*. Buenos Aires, Argentina: Maipue. doi:9789879493342
- Bass, L. (2010). *Architecture-Based Design of Multi-Agent Systems*. Bruselas: Katholieke Universiteit Leuven.
- Bellifemine, F., Caire, G., & Greenwood, D. (2007). *Developing multi-agent systems with JADE*. Liverpool, England: Liverpool University.
- Bencardino, C. M. (2019). *Estadística y Muestreo*. Ecoe Ediciones.
- Bergenti, F., Gleizes, M.-P., & Zambonelli, F. (2004). *Methodologies and software engineering for agent systems*. Kluwer Academic Publishers: New York.
- Bulut, Y. E. (2018). *AI for Data Science*. Chicago: Technics Publications.
- Council of Supply Chain Management Professionals. (22 de 02 de 2021). *CSCMP*.
Obtenido de CSCMP: <https://cscmp.org/>
- Foundation for Intelligent Physical Agents . (2007). *El estándar IEEE-FIPA Sistemas Multi-Agente y Sistemas Autónomos*.

- Frías Domínguez, M., Fernández Fernández, J., & Sordo, C. (2018). *Universidad de Cantabria*. Madrid.
- García, S., A. T., & Castillo, R. (2011). Guía técnica para la construcción de escalas de actitud. *Odiseo, revista electrónica de pedagogía*, 3 - 5.
- Giunchiglia, F., Odell, J., & Weib, G. (2002). *Agent-Oriented Software Engineering III*.
- Gomez, A. (2007). *Sistemas de información* . Pearson.
- Guerrero, G. S. (2013). *Seguridad en Base de Datos distribuida utilizando Agentes Inteligentes*. La Paz: Universidad MAYor de San Andres.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. Mexico D.F.: McGraw-Hill.
- Instituto Nacional de Estadística de Bolivia. (s.f.). *Portal web del INE*. Recuperado el 24 de Agosto de 2021, de <https://www.ine.gob.bo/comex>
- Krishna, K., & Hitesh Bhambhani, D. (2005). *Extending UML for Modeling and Design of Multi-Agent Systems*.
- Llanos Ferraris, D. (2010). *Fundamentos de informática y programación en C*. Madrid.
- Machinery, A. f. (25 de 01 de 2021). *ACM*. Obtenido de Advance Computing as a Science & Profession: <https://www.acm.org/classics/nov95/toc.html>
- McCarthy, J. (1956). Conferencia de Dartmouth. *Dartmouth College*. Dartmouth.
- Ministerio de Relaciones Exteriores de Bolivia. (2022). *Portal Ministerio de Relaciones Exteriores*. Recuperado el 22 de Mayo de 2022, de <https://cancilleria.gob.bo/webmre/>

- Miquel, B. (2002). *Inteligencia artificial (Spanish Edition)*. Catalunya: Universidad Oberta.
- Mollinedo, C. L. (2020). *Modelo multiagente para la gestión integral de riesgo operativo de instituciones financieras de desarrollo de la ciudad de El Alto*. La Paz, Bolivia: Univerisdad Mayor de San Andres. Obtenido de <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/28896/TM-3824.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Padgham, L., & Winikoff, M. (2004). *Developing Intelligent Agent System A practical guide*. Australia: RMIT University.
- Penta-Transaction. (s.f.). *Portal Penta-Transaction*. (Penta-Transaction) Recuperado el 23 de julio de 2021, de Estadísticas: <https://penta-transaction.com/PortalPenta/inicio>
- Perez, L., Perez, R., & Seca, M. (2020). *Metodología de la investigación científica*. Buenos Aires, Argentina: Maipue. doi:Metodología de la investigación científica
- Ramirez , D. P. (2008). *Contabilidad Administrativa*. Mexico D.F.: McGraw-Hill.
- Ramirez, R. Q. (2015). *Sistema multiagente para el control y seguimiento de proyectos*. La Paz: Universidad Mayor de San Andres.
- Rodríguez Rodríguez, J. M., & Daureo Campillo, M. J. (2003). *Sistemas de información: Aspectos Técnicos y Legales*. Almería.
- Romero Serano, R. (2002). *El transporte marítimo*. Barcelona: Marge Books.
- Romero Ternerero, M. (2010). *Sistemas MultiAgente (MAS)*. Sevilla.
- Russell, S., & Norvig, P. (2021). *Artificial Intelligence a Modern Approach*. Pearson.

Weiss, G. (2013). *Multiagent systems*. Cambridge: MIT Press.

Weyns, D. (2010). *Architecture-Based Design of Multi-Agent Systems*. Springer.

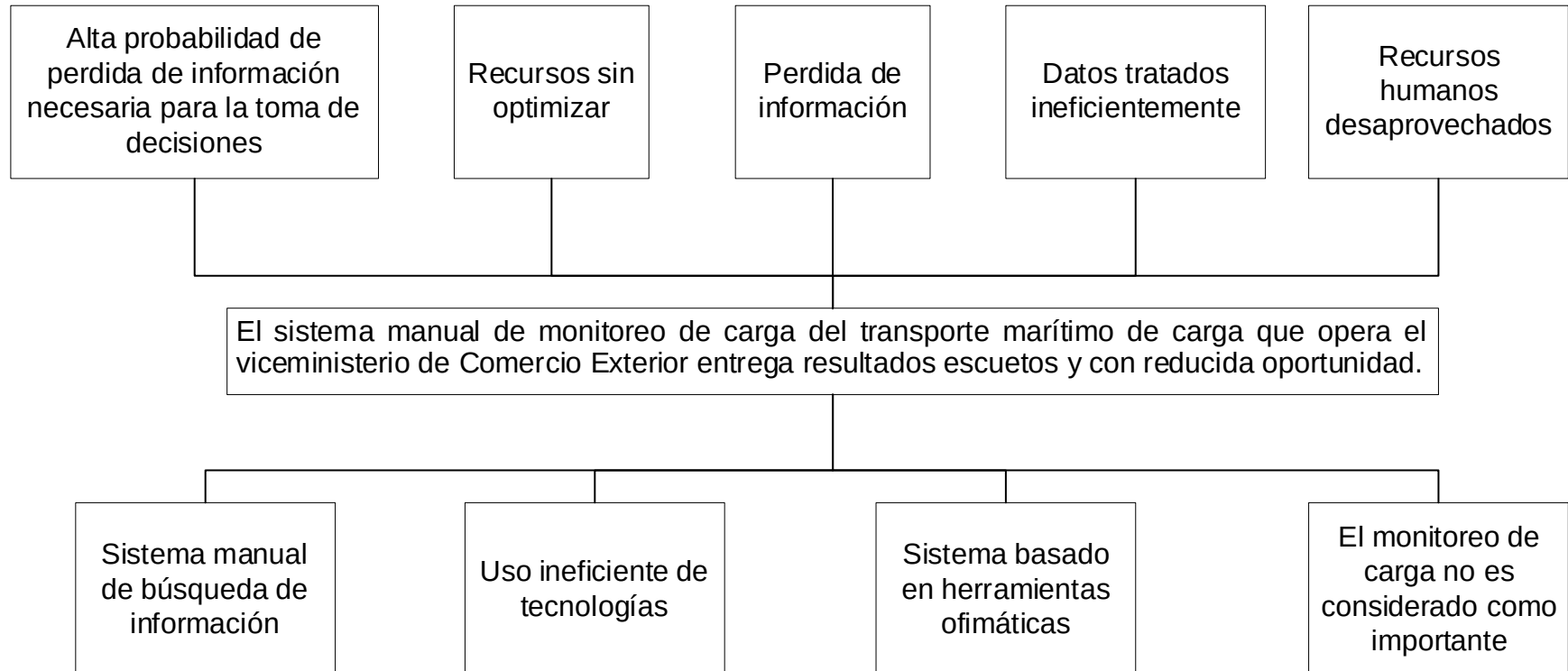
doi:10.1007/978-3-642-01064-4

Wooldridge, & Jennings. (1995). *Intelligent agents: Theory and practice*. *The Knowledge Engineering Review*.

Wooldridge, M., Wiley, J., & Sons. (2002). *Introduction to MultiAgent*.

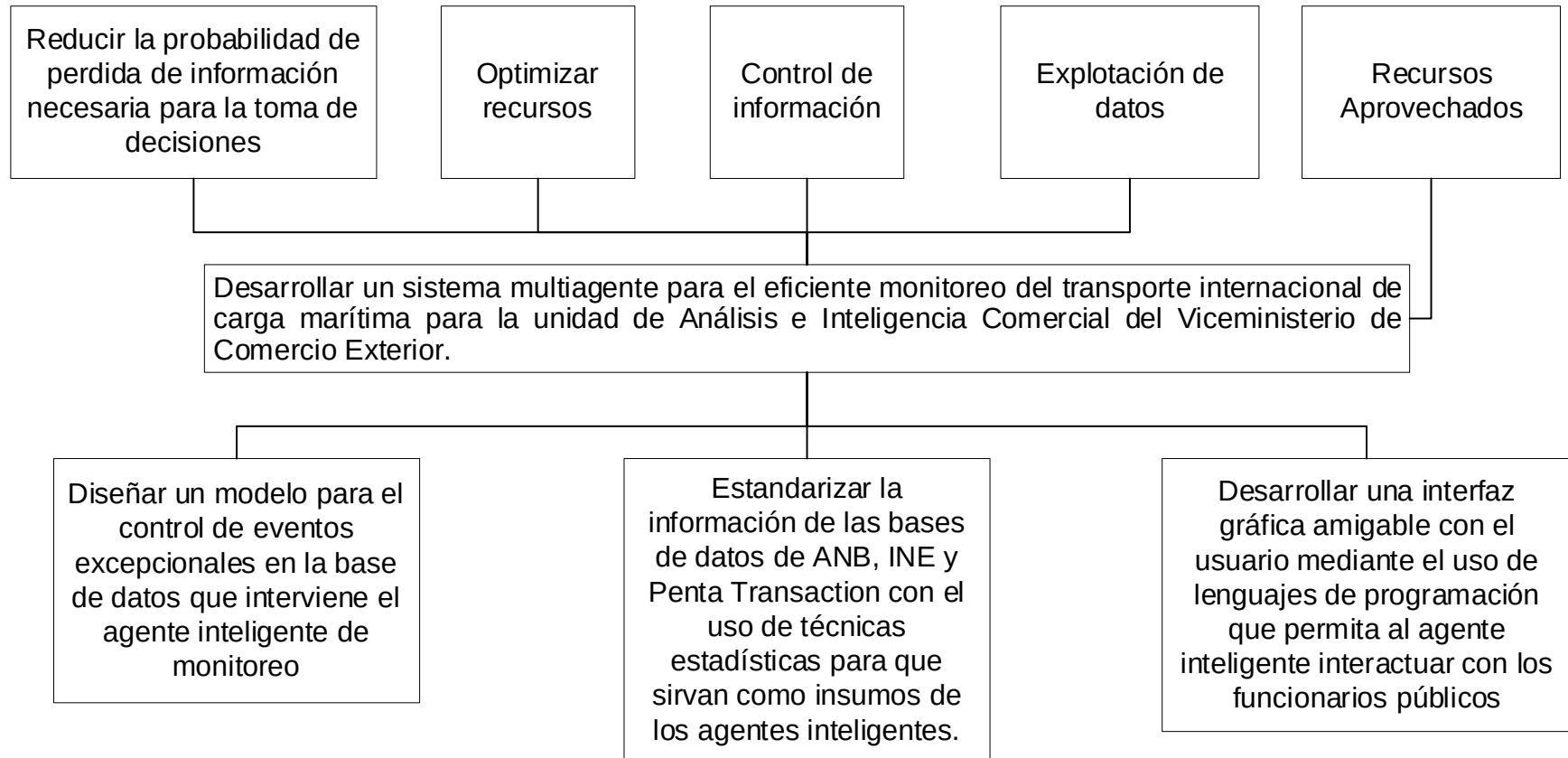
Wright, J. (2020). *The Complete Guide to the Agile Project Management Framework that Helps the Software Development Lean Team to Efficiently Structure and Simplify the Work Solve Problems in Half the Time*.

ANEXO A
ÁRBOL DE PROBLEMAS



ANEXO B

ÁRBOL DE OBJETIVOS



ANEXO C
HOJA: RESUMEN DE RESULTADOS

USO	OPERADOR	TIEMPO /SEG.	CONSULTA
1	Funcionario 1	80	Revisión general de carga
2	Funcionario 2	78	Consulta de carga en puerto de Arica
3	Funcionario 3	85	Consulta de estadísticas de país
4	Funcionario 1	98	Revisión general de carga
5	Funcionario 1	100	Consulta de estadísticas de país
6	Funcionario 1	15	Consulta puerto de Iquique
7	Funcionario 1	60	Consulta puerto de Iquique
8	Funcionario 1	55	Revisión general de carga
9	Funcionario 2	120	Consulta de estadísticas de país
10	Funcionario 2	89	Consulta de estadísticas de país
11	Funcionario 2	55	Consulta puerto de Iquique
12	Funcionario 2	65	Consulta de estadísticas de país
13	Funcionario 3	55	Revisión general de carga
14	Funcionario 1	61	Consulta de estadísticas de país
15	Funcionario 1	90	Consulta de estadísticas de importación
16	Funcionario 3	65	Consulta de estadísticas de importación
17	Funcionario 1	15	Consulta de estadísticas de importación
18	Funcionario 1	62	Consulta de estadísticas de exportación
19	Funcionario 1	75	Revisión general de carga
20	Funcionario 1	95	Consulta de estadísticas de exportación
21	Funcionario 3	64	Consulta de estadísticas de exportación
22	Funcionario 1	72	Consulta de estadísticas de exportación
23	Funcionario 1	67	Consulta de estadísticas de importación
24	Funcionario 1	91	Consulta de estadísticas de importación
25	Funcionario 2	83	Consulta de estadísticas de exportación

26	Funcionario 2	103	Revisión general de carga
27	Funcionario 3	78	Consulta puerto de Matarani
28	Funcionario 2	83	Revisión general de carga
29	Funcionario 3	87	Consulta de carga en puerto de Arica
30	Funcionario 2	78	Consulta puerto de Matarani
31	Funcionario 2	64	Revisión general de carga
32	Funcionario 3	99	Revisión general de carga
33	Funcionario 2	101	Revisión general de carga
34	Funcionario 2	83	Consulta puerto de Matarani
35	Funcionario 2	87	Consulta de carga en puerto de Arica
36	Funcionario 3	67	Consulta puerto de Matarani
37	Funcionario 2	87	Revisión general de carga
38	Funcionario 3	57	Consulta de carga en puerto de Arica
39	Funcionario 2	71	Revisión general de carga

HOJA DE CONTROL
EVALUACIÓN DEL SISTEMA MULTIAGENTE PARA EL MONITOREO DE
CARGA MARÍTIMA

TURNO:	
NOMBRE DEL OPERADOR:	
CONSULTA REALIZADA:	
TIEMPO DE EJECUCIÓN:	

ANEXOS D

Elaboración de objetivos y subobjetivos

Objetivos y subobjetivos del sistema

Obtención de datos

Solicitud semanal de ingreso de base de datos al usuario.

Búsqueda de actualizaciones en la base de datos.

Clasificación de datos

Nueva base de datos

Responder consultas

Ingreso de consultas del usuario

Buscar respuestas en base de datos

Hacer análisis estadísticos

Recopilar datos

Descubrir patrones y tendencias

Análisis estadístico inferencial

Análisis estadístico descriptivo

Hacer proyecciones

Selección de regresiones

Regresiones cuadráticas

Regresiones cubicas

Regresiones logarítmicas

Regresiones exponenciales

Imprimir informes

Mostrando información de forma gráfica

Visualizando información procesada

Entorno grafico amigable

Entorno amigable

Perfiles de usuario

Refinamiento del objetivo

Solicitud semanal de ingreso de base de datos al usuario

Ingreso de consultas del usuario

Impresión de Reportes

Usuario

Búsqueda de actualizaciones en la base de datos

Nueva base de datos

Buscar respuestas en base de datos

Base de Datos

Recopilar datos

Obtención de Datos

Descubrir patrones y tendencias

Análisis estadístico inferencial

Selección de regresiones

Regresiones cuadráticas

Regresiones cubicas

Regresiones logarítmicas

Regresiones exponenciales

Estadística Inferencial

Análisis estadístico descriptivo

Estadística Descriptiva

Mostrar información gráfica

Visualizando información procesada

Entorno gráfico amigable

Perfiles de usuario

Salidas

Segundo refinamiento del sistema

Usuario

Ingreso de las BDs por el usuario

Consultas del usuario

Impresión de Reportes

Base De Datos

Actualización de BDs

Nueva BD.

Examinar BDs.

Obtención de Datos

Ingreso de las BDs por el usuario

Estadística Inferencial

patrones

selección de regresión

Regresión lineal

Regresión logarítmica

Regresión cuadrática

Regresión exponencial

Estadística Descriptiva

Análisis descriptivo

Salida

Visualizando de resultados

Entorno gráfico

Perfiles personalizados

ANEXOS E

Estimación de Costos

Estimación de esfuerzo de desarrollo

Con el fin de lograr la estimación de esfuerzo y tiempo del desarrollo del prototipo se utilizó el modelo COCOMO II, el mismo tiene tres submodelos los cuales son: modelo de composición de aplicaciones, modelo post arquitectura y modelo anticipado. La investigación utilizó el modelo de diseño anticipado.

Estimación puntos de fusión

Para calcular los puntos de fusión (PF), se utiliza la siguiente formula:

$$PF = \text{Cuenta total} \times [0.65 + 0.01 \times \sum (Fi)]$$

Donde la cuenta total es la suma de las entradas PF de la tabla 1:

Tabla 1

Medidas de puntos de fusión

Parámetro	Valor Asignado	Factor de peso	Total
Entrada de usuario	11	4	44
Salida de usuario	10	4	40
Consultas de usuario	9	5	45
Archivos	14	2	28
Interfaces externas	-	-	-
TOTAL			157

Nota: Elaboración Propia

Tabla 2*Nivel de influencia para las 14 características*

Características Generales del Sistema	Nivel de Influencia
1.- Comunicación de datos	3
2.- Procesamiento distribuido	0
3.- Performance (desempeño)	3
4.- Configuración del equipamiento	2
5.- Volumen de transacciones	2
6.- Entrada de datos on line	0
7.- Interface con el usuario	2
8.- Actualización on-line	0
9.- Procesamiento complejo	2
10.- Reusabilidad	3
11.- Factibilidad de implementación	2
12.- Factibilidad de operación	2
13.- Múltiples locales	2
14.- Factibilidad de cambios	3
Nivel de influencia	24

Nota: Elaboración Propia

Luego de haber obtenido la medida de puntos de función y el nivel de influencia se reemplaza los valores en la formula PF:

$$PF=157 \times [0.65 + 0.01 \times 24] = 139.73$$

Para transformar los puntos de fusión se utiliza el valor correspondiente al lenguaje que el método asigna a JAVA que es de 53.

$$\text{SLOC} = 139.73 \text{ PF} * 53 = 7406.68$$

SLOC = Es la línea de código fuente.

El esfuerzo nominal para la investigación expresado en meses / persona es:

$$\text{MM} = A * (\text{Size})^B$$

Donde:

A= Es una constante que se usa para los efectos multiplicativos, el estimado es 2.45

B= Es variable (ahorro y gasto software de escala)

Size = 4.51

$$\text{MM} = 2.45 * (4.51)^{1.0927}$$

Ajuste mediante drivers de coste

Los drivers de coste se usan para capturar características del desarrollo del software que influyen en el esfuerzo para complementar el proyecto.

Los multiplicados de esfuerzo EM, se usan para ajustar el esfuerzo meses – persona nominal existe 7 multiplicadores de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 3

Valores de multiplicadores de esfuerzo

Driver de coste	Nivel	Valor
RCPX	Normal	1.00
RUSE	Nominal	1.00
PDIF	Bajo	0.87

PERS	Nominal	1.00
PREX	Alto	0.87
FCIL	Nominal	1.00
SCED	Bajo	1.14

Nota: Elaboración Propia

Aplicando los valores de la tabla anterior se tiene

$$nEMj = 1 \times 1 \times 0.87 \times 1 \times 0.87 \times 1 \times 1.14 = 0.86$$

$$MM = [2.45 * (4.51) * 1.0927] * 0.86 = 11 \text{ personas}$$

Tiempo de desarrollo

Aplicando la siguiente formula

$$TDEV = [3.67 * PM ^ (0.28 + 0.2 * (B - 1.01))] * SLED \% 100$$

$$TDEV = [3.67 * 11 ^ (0.28 + 0.2 * (1.0927 - 1.01))] = 7 \text{ meses}$$

Costo de Desarrollo

Calculando el costo de desarrollo de acuerdo a la siguiente formula:

$$CD = T * SM$$

NP = Número de personas estando

CD = Costo de desarrollo

T = Tiempo

SM = Salario mensual promedio del equipo

Donde el salario promedio en la ciudad de La Paz para un programador es 400

\$us. Esto de acuerdo al portal (glassdoor, 2022):

$$CD = NP * T * SM$$

$$CD = 11 * 7 * 400 = 30800$$

$$CD = 1 * 7 * 400 = 2800$$

Costo de implementación

El costo de implementación se describe en la siguiente tabla:

Tabla 4

Costo de software y hardware

Descripción	Detalle
Computadoras	Dos portátiles con procesadores Intel i3 de 7th generación, 500 Gigas de memoria en disco duro, 12 Gb. memoria RAM y con sistema operativo Windows 10 y OS X Mavericks respectivamente. 2000 \$us.
Impresora	300 \$us.
Software	Gestor de base de datos MySQL, JAVA, Sistema Operativo Windows 200 \$us
TOTAL	2400 \$us.

Nota: Elaboración Propia

El costo de implementación total es de 2400 \$us.

Costo total

Tabla 5

Costo total

Descripción	Detalle
Costo de desarrollo	2800 \$us.

Costo de software y hardware	2400 \$us.
Capacitación	200 \$us
TOTAL	5400 \$us.

Nota: Elaboración Propia

El costo total del proyecto es de 5400 \$us.

ANEXO F

Cartas Avaless

**UNIVERSIDAD SALESIANA DE BOLIVIA**

**Instituciones Salesianas de Educación Superior**

R-0408

La Paz, 11 de octubre de 2022
CITE: USB/IDS/C-INT/178/22

Señora
Abog. Susan Mabel Vargas Salazar
VICERRECTORA ACADÉMICA Y DE INVESTIGACIÓN
UNIVERSIDAD SALESIANA DE BOLIVIA
Presente.-

Ref.: Aval de conformidad del Trabajo Final de Grado

De mi consideración:

Mediante la presente, tengo a bien poner en conocimiento que, habiendo revisado el **Trabajo Final de Grado** del Universitario **NEDDY ETMAN CHOQUE FLORES**, cuyo tema es: **MONITOREO DE CARGA MARITIMA PARA TRANSPORTE INTERNACIONAL APLICANDO MULTIAGENTES, CASO: VICEMINISTERIO DE COMERCIO EXTERIOR E INTEGRACION**, como Director de la Carrera de Ingeniería de Sistemas doy mi Aval de Conformidad para efectuar los empastados, la programación de fecha y hora para su Defensa Final ante el tribunal respectivo.

Sin otro particular, saludo a usted con las consideraciones más distinguidas.


Lic. Jesús Juan Rocha Vera
DIRECTOR DE LA CARRERA
INGENIERÍA DE SISTEMAS
UNIVERSIDAD SALESIANA DE BOLIVIA



JR/no
c.c. Arch.

Av. Chacaltaya N° 1258 Plaza Don Bosco - Zona Achachicala Telf.: (591) (2) 2305210 - 2305252 - 2305844 - 2305861 - 2306039 - 2305004
Fax: (591) (2) 2305111 • Casilla 13102 • Web: www.usalesiana.edu.bo
La Paz - Bolivia

UNIVERSIDAD SALESIANA DE BOLIVIA

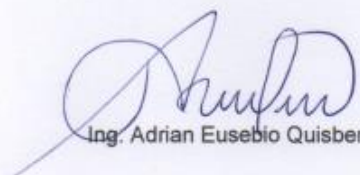
CARRERA INGENIERIA DE SISTEMAS

GESTIÓN: II/2022

**AVAL DEL DOCENTE GUÍA PARA HABILITACIÓN
A DEFENSA FINAL DE TESIS**

Yo Adrian Eusebio Quisbert Vilela, docente guía del universitario: **Neddy Etman Choque Flores** con RU 38941, comunico que el proyecto de grado, titulado: **"MONITOREO DE CARGA MARITIMA PARA TRANSPORTE INTERNACIONAL APLICANDO MULTIAGENTES CASO: VICEMINISTERIO DE COMERCIO EXTERIOR E INTEGRACION"** fue revisado y corregido, razón por lo cual considero que reúne los requisitos suficientes para la defensa final.

La Paz 10 de octubre de 2022



Ing. Adrian Eusebio Quisbert Vilela

UNIVERSIDAD SALESIANA DE BOLIVIA
CARRERA INGENIERIA DE SISTEMAS
GESTIÓN: II/2022

AVAL DEL DOCENTE RELATOR PARA HABILITACIÓN
A DEFENSA FINAL DE TESIS

Yo Carmen Rosa Mollinedo Laura, docente relator del universitario: **Neddy Etman Choque Flores** con RU 38941, comunico que el proyecto de grado, titulado: **"MONITOREO DE CARGA MARITIMA PARA TRANSPORTE INTERNACIONAL APLICANDO MULTIAGENTES CASO: VICEMINISTERIO DE COMERCIO EXTERIOR E INTEGRACION"** fue revisado y corregido, razón por lo cual considero que reúne los requisitos suficientes para la defensa final.

En este sentido solicito se asigne fecha y hora para la sustentación.

La Paz 10 de octubre de 2022



MSc. Carmen Rosa Mollinedo Laura