



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y  
URBANISMO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS**

**TESIS**

**Desarrollo de una solución de inteligencia de negocios  
basado en código abierto para el análisis de datos de  
producción minera.**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO DE SISTEMAS**

**Autor (es)**

**Bach. Olarte Nuñez Aldo Edwen**

**ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1554-074X>**

**Asesor(a)**

**Mg. Mejia Cabrera Heber Ivan**

**ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0007-0928>**

**Línea de Investigación  
Infraestructura, Tecnología y Medio  
Ambiente**

**Pimentel – Perú  
2023**

**DESARROLLO DE UNA SOLUCIÓN DE INTELIGENCIA DE NEGOCIOS  
BASADO EN CÓDIGO ABIERTO PARA EL ANÁLISIS DE DATOS DE  
PRODUCCIÓN MINERA.**

**Aprobación del jurado**

**MG. MEJIA CABRERA HEBER IVAN  
Presidente del Jurado de Tesis**

**MG. BRAVO RUIZ JAIME ARTURO  
Secretario del Jurado de Tesis**

**MG. GUERRERO MILLONES ANA MARIA  
Vocal del Jurado de Tesis**

**DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD**

Quien suscribe la **DECLARACIÓN JURADA**, soy Aldo Edwen Olarte Nuñez del Programa de Estudios de La escuela de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaro bajo juramento que soy autor del trabajo titulado:

**DESARROLLO DE UNA SOLUCIÓN DE INTELIGENCIA DE NEGOCIOS BASADO EN CÓDIGO ABIERTO PARA EL ANÁLISIS DE DATOS DE PRODUCCIÓN MINERA.**

El texto de mi trabajo de investigación responde y respeta lo indicado en el Código de Ética del Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Señor de Sipán, conforme a los principios y lineamientos detallados en dicho documento, en relación con las citas y referencias bibliográficas, respetando al derecho de propiedad intelectual, por lo cual informo que la investigación cumple con ser inédito, original y autentico.

En virtud de lo antes mencionado, firmo:

Olarte Nuñez Aldo Edwen	DNI: 10526654	 
-------------------------	---------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Pimentel, 14 de octubre de 2023.

## **Dedicatoria**

Mi familia fue el mayor empuje desde que escogí estudiar la carrera de ingeniería de sistemas. Le dedico este trabajo a mi querida esposa, Marilú Navarro Tantalean y a mis padres, Porfirio Olarte Velásquez y Carmen Nuñez Flores, por animarme y darme el aliento permanente durante todo este tiempo.

## **Agradecimiento**

A todos mis seres queridos que de una u otra manera me ayudaron y dieron el apoyo para poder materializar mis objetivos, retos y objetivos laborales y profesionales. Y un especial agradecimiento A la MSc. Ana María Guerrero Millones, por su paciencia, tiempo, enseñanzas y con su importante experiencia metodológicas, sus críticas que me ayudaron a mejorar y el total apoyo en la revisión exhaustiva y esclarecimiento de las diferentes etapas para la finalización de mi trabajo de Tesis.

## INDICE

Dedicatoria.....	iv
Agradecimiento.....	v
Índice de Tablas y Figuras.....	vii
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	11
1.1 Realidad problemática.....	12
1.2 Formulación del Problema.....	35
1.3 Hipótesis.....	35
1.4 Objetivos.....	36
1.5 Teorías relacionadas al tema.....	36
II. MATERIAL Y MÉTODOS.....	62
2.1 Tipo y Diseño de Investigación.....	62
2.2 Variables, Operacionalización.....	63
2.3 Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección.....	64
2.4 Procedimiento de análisis de datos.....	67
2.5 Criterios éticos.....	68
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	70
3.1 Resultados.....	70
3.2 Discusión.....	94
3.3 Aporte a la investigación.....	95
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	151
4.1 Conclusiones.....	151
4.2 Recomendaciones.....	153
REFERENCIAS.....	154
ANEXOS.....	157

## Índice de Tablas y Figuras

<b>Tabla 1</b>	Actividades del ciclo de transporte .....	22
<b>Tabla 2</b>	Datos de indicadores actuales. ....	24
<b>Tabla 4</b>	Matriz de operacionalización de variables.....	63
<b>Tabla 3</b>	Población muestral del estudio.....	65
<b>Tabla 5</b>	Datos de Estadísticas de escala para cuestionario. ....	67
<b>Tabla 6</b>	Estadísticas de fiabilidad para cuestionario. ....	67
<b>Tabla 7</b>	Análisis descriptivo pre test del nivel de satisfacción de usuario .....	70
<b>Tabla 8</b>	Análisis descriptivo post test del nivel de satisfacción de usuario .....	72
<b>Tabla 9</b>	Análisis descriptivo del tiempo usado en proceso central de carga de datos.....	73
<b>Tabla 10</b>	Análisis descriptivo del tiempo usado en la preparación y generación de reportes de carguío y transporte .....	75
<b>Tabla 11</b>	Análisis descriptivo del tiempo que usa el usuario final para análisis de información .....	76
<b>Tabla 12</b>	Análisis descriptivo pre test del nivel de disponibilidad de información .....	77
<b>Tabla 13</b>	Análisis descriptivo post test del nivel de disponibilidad de información .....	79
<b>Tabla 14</b>	Análisis descriptivo pre test del nivel de satisfacción de usuarios sobre reportes generados .....	80
<b>Tabla 15</b>	Análisis descriptivo post test del nivel de satisfacción de usuarios sobre reportes generados .....	81
<b>Tabla 16</b>	Regla básica de decisión prueba de normalidad. ....	83
<b>Tabla 17</b>	Prueba de normalidad del nivel de satisfacción de usuario .....	83
<b>Tabla 18</b>	Prueba de Wilcoxon del nivel de satisfacción de usuario .....	84
<b>Tabla 19</b>	Prueba de normalidad del tiempo usado en proceso central de carga de datos .....	85
<b>Tabla 20</b>	Prueba t de student para el tiempo usado en proceso central de carga de datos.....	86
<b>Tabla 21</b>	Prueba de normalidad del tiempo usado en la preparación y generación de reportes de carguío y transporte .....	87
<b>Tabla 22</b>	Prueba t de Student para el tiempo usado en la preparación y generación de reportes de carguío y transporte .....	88
<b>Tabla 23</b>	Prueba de normalidad del tiempo que usa el usuario final para análisis de información .....	89
<b>Tabla 24</b>	Prueba t de Student para el tiempo que usa el usuario final para análisis de información ..	90
<b>Tabla 25</b>	Prueba de normalidad del nivel de disponibilidad de información .....	91
<b>Tabla 26</b>	Prueba de Wilcoxon para el nivel de disponibilidad de información .....	92
<b>Tabla 27</b>	Prueba de normalidad del nivel de satisfacción de usuarios sobre reportes generados.....	92
<b>Tabla 28</b>	Prueba de Wilcoxon para el nivel de satisfacción de usuarios sobre reportes generados...	93
<b>Tabla 29</b>	Puntuación obtenida según criterios de evaluación. ....	96
<b>Tabla 30</b>	Análisis técnico de herramientas BI. ....	96
<b>Tabla 31</b>	Criterios de ponderación. ....	99
<b>Tabla 32</b>	Rating de satisfacción de la herramienta. ....	99
<b>Tabla 33</b>	Cálculo de ponderación final. ....	100
<b>Tabla 34</b>	Stakeholders del proyecto. ....	103
<b>Tabla 35</b>	Tipos de riesgos del proyecto.....	104
<b>Tabla 36</b>	Atributos o Dimensiones.....	123
<b>Tabla 37</b>	Atributos Zona de Carga. ....	123
<b>Tabla 38</b>	Atributos Zona de Descarga.....	123
<b>Tabla 39</b>	Atributos Polígonos.....	124
<b>Tabla 40</b>	Atributos Operador de Camión. ....	124
<b>Tabla 41</b>	Atributos Turno de Trabajo.....	125
<b>Tabla 42</b>	Atributos Equipos de Carga.....	125
<b>Tabla 43</b>	Atributos Equipos de Transporte.....	126
<b>Tabla 44</b>	Atributos Equipos de Transporte.....	126
<b>Tabla 45</b>	Atributos Dimensión Tiempo. ....	126
<b>Tabla 46</b>	Atributos o Dimensiones.....	127
<b>Tabla 47</b>	Atributos Dimensión Tiempo. ....	127
<b>Tabla 48</b>	Mediciones de la tabla de hechos Operaciones.....	128
<b>Tabla 49</b>	Atributos Dimensión Tiempo. ....	129
<b>Tabla 50</b>	Atributos Zona de Carga. ....	130
<b>Tabla 51</b>	Atributos Zona de Descarga.....	130
<b>Tabla 52</b>	Atributos Polígonos.....	130

<b>Tabla 53</b> Atributos Operador de Camión.....	130
<b>Tabla 54</b> Atributos Turno de Trabajo.....	131
<b>Tabla 55</b> Atributos Equipos de Carga.....	131
<b>Tabla 56</b> Atributos Equipos de Transporte.....	131
<b>Tabla 57</b> Atributos Equipos de Transporte.....	131
<b>Tabla 58</b> Atributos Dimensión Tiempo.....	132
<b>Tabla 59</b> Mediciones de la tabla de hechos Operaciones.....	132
<b>Tabla 60</b> Atributos Equipos de Transporte.....	136
<b>Tabla 61</b> Consumo de recursos de servidor por Superset.....	142
<b>Tabla 62</b> Consumo % de CPU por Superset.....	143
<b>Tabla 63</b> Tiempo de Respuesta tiempo real vs histórico.....	144
<b>Tabla 64</b> Concurrencia de servidor por Superset.....	144
<b>Tabla 65</b> Satisfacción según su rango.....	150
<b>Tabla 66</b> Tiempo de Respuesta.....	150

Figura 1. Detección del ciclo automático.....	20
Figura 2. Detección del ciclo de transporte.....	21
Figura 3. Pirámide de la Sabiduría.....	37
Figura 4. Modelo Integral de una Solución BI.....	38
Figura 5. Fases de un Proyecto BI.....	40
Figura 6. Enfoque Kimball.....	41
Figura 7. Enfoque Inmon.....	42
<i>Figura 8.</i> Elementos básicos de BPMN.....	46
Figura 9. Cuadrante mágico de tecnologías BI 2017.....	49
Figura 10. Divisiones ISO/IEC 25000.....	55
Figura 11. Modelo de calidad del producto definido por la ISO/IEC 25010.....	56
Figura 12. Evolución Inteligencia de Negocios.....	58
Figura 13. Distribución de frecuencia pretest del nivel de satisfacción de usuario.....	71
Figura 14. Distribución de frecuencia post test del nivel de satisfacción de usuario.....	72
Figura 15. Distribución de frecuencia pre test del nivel de disponibilidad de información.....	78
Figura 16. Distribución de frecuencia post test del nivel de disponibilidad de información.....	79
Figura 17. Distribución de frecuencia pre test del nivel de satisfacción de usuarios sobre reportes generados.....	80
Figura 18. Distribución de frecuencia post test del nivel real de satisfacción de usuarios sobre reportes generados.....	81
Figura 19. Etapas de Metodología de Kimball.....	102
Figura 20. Proceso de Negocio: carguío y acarreo.....	114
Figura 21. Proceso de Carguío y Acarreo general.....	117
Figura 22. Proceso de análisis y generación de información Pretest.....	118
Figura 23. Proceso de análisis y generación de información Pretest.....	119
Figura 24. Esquema de servidores Superset.....	120
Figura 25. Datamart Arquitectura.....	122
Figura 26. Flujo ETL con BD.....	133
Figura 27. Flujo utilizado para la limpieza Temporal.....	134
Figura 28. Flujo de limpieza temporal.....	135
Figura 29. Ejemplo de interfaz Superset.....	139
Figura 30. Ejemplo de interfaz Superset.....	139
Figura 31. Ejemplo de interfaz Superset.....	140
Figura 32. Ejemplo de interfaz Superset.....	140
Figura 33. Consumo promedio de memoria RAM por petición de refresco de datos.....	143
Figura 34. Consumo promedio en% de CPU por intervalo de tiempo.....	143
Figura 35. Consumo Tiempo de Respuesta.....	144
Figura 36. Consumo Tiempo de Respuesta.....	145

## **Resumen**

El desarrollo tecnológico acerca de una solución de Inteligencia Empresarial (BI), es el foco central del presente trabajo de grado, basado en código abierto usando la herramienta analítica Superset, esta herramienta analítica hará que sea posible incrementar la eficiencia del proceso de análisis de datos de producción minera de carguío y transporte en el área de Operaciones de Mina en una empresa Minera.

El sistema actual de Gestión de Flota almacena diariamente gran volumen de información del proceso minero de carguío y transporte, pero a causa de que su sistema de reportes operativos y proceso de análisis de datos actual no está adecuado para administrar grandes volúmenes de información en dicha área se tiene la limitación de realizar análisis de datos adecuados.

El proceso actual de generación y obtención de los reportes y/o informes actuales es muy tardío y genera actualmente esfuerzo de muchas horas de trabajo de analistas, jefes de turno y planificadores para la obtención de los informes ejecutivos solicitados por la gerencia de Operaciones Mina.

En el párrafo anterior se plantea como alternativa de solución a la demora del proceso de análisis de datos actual desarrollar e implementar una solución de Inteligencia Empresarial (BI) usando la herramienta analítica llamada Superset, que ayudará aminorar los tiempos en el proceso de análisis de datos y a su vez disminuir el esfuerzo de muchas horas de esfuerzo del personal involucrado en dicho proceso.

En conclusión, la implementación de la solución de Inteligencia de Negocios nos mostrará una serie de reportes y cuadros de mando (Kpis), que permitirán al usuario visualizar y analizar información en tiempo real e histórica de producción minera específicamente de proceso minero de carguío y transporte, mejorando los tiempos de respuesta de generación de reportes. La presente investigación fue evaluada por expertos en tecnologías de la información, aplicando la metodología Delphi.

### **Palabras Claves**

minería, Inteligencia de negocios, código abierto, eficiencia de desempeño, análisis de datos

## **Abstract**

The present research work focuses on the technological development of a Business Intelligence (BI) solution based on open source using the Superset analytical tool, this analytical tool will allow us to improve the key process of analyzing production data of loading and hauling in the department of Mine Operations in a mining company.

The current Fleet Management system of the Mine Operations area stores a large volume of information on the loading and hauling process on a daily basis, but due to the fact that its current operational reporting system and data analysis process is not adequate to manage large volumes of information In this area, there is the limitation of performing adequate and reliable data analysis with all that volume of information that serves as support to speed up the analysis of mining production data for shift managers and management.

The current process of generating and obtaining dashboards and reports is very slow and currently generates many hours of work by analysts, shift managers and planners to obtain the reports requested by the Mine Operations management.

For what is mentioned in the previous paragraph, it is proposed as an good alternative solution to the delay of the current data analysis process to develop a Business Intelligence (BI) solution using the analytical tool called Superset, which will help and allow to reduce the times in the process. of data analysis and obtaining reports and in turn reduce the effort of many hours of effort of the personnel involved in said process.

In summary, the implementation of the Business Intelligence solution will show us a series of reports and dashboards (Kpis), which will allow the user to view and analyze real-time and historical information on mining production, specifically loading and hauling, and in Based on this, we will improve the response times for generating analytical reports.

This research was evaluated by experts in information technology (IT), applying the Delphi methodology.

### **Keywords:**

mining, business intelligence, open source, performance efficiency, information analytics.

## I. INTRODUCCIÓN

Durante mucho tiempo, la industria minera ha estado enfocada en mantener una alta productividad y generación de ganancias, pero la falta de innovación tecnológica ha llevado tomar decisiones tardías y a una reducción en la productividad de los minerales. A lo largo del tiempo, las grandes corporaciones mineras han evolucionado en la forma en que envían y procesan la información de producción hacia el repositorio central de datos. Al principio, la tecnología era obsoleta y la información se manejaba de manera radial o telefónica, lo que causó una falta de control en los datos. En la segunda etapa, se establecieron políticas internas y estándares para registrar el avance de producción a través de fax. En la tercera etapa, se desarrollaron soluciones robustas y escalables para permitir que la información esté a disponibilidad de todos los usuarios, pero a menudo esta información solo se almacenaba en islas de datos y no se analizaba adecuadamente. Las herramientas de inteligencia de negocios pueden ser una opción adecuada para investigar lo anterior o pasado, generar y simular posibles escenarios, pronosticar y entregar reportes analíticos, lo que podría traducirse en una ventaja competitiva en el rubro minero.

Este informe detallará minuciosamente el desarrollo de una solución de Inteligencia Empresarial de código abierto, centrándose en las fortalezas, debilidades y requisitos necesarios para su implementación en la unidad de negocios "Operaciones Mina" de una empresa minera. Se abordarán en profundidad los aspectos clave de esta solución y se proporcionarán recomendaciones para su implementación efectiva en este entorno empresarial.

Para la implementación de esta solución se detallará y explicará de una manera resumida al proceso minero de carguío y extracción de mineral de la empresa minera tomando como fuente de datos al Sistema Gestión de Flotas (SGF) con su base de datos transaccional que nos servirá para trabajar con la solución BI.

Finalmente, se realizará la evaluación y cumplimiento de la calidad del software donde se evaluarán los aspectos internos y externos que comprenden la eficiencia de desempeño de la herramienta Superset en base al estándar de calidad ISO/IEC 25010.

## **1.1 Realidad problemática.**

### **Realidad Internacional**

El consejo minero de Chile [1] afirma que la industria minera es una de las áreas productivas de energía que más contribuye al aumento del Producto Bruto Interno (PIB) de las naciones que dependen de la actividad minera, por citar cada año la minería en Chile produce cerca de 5,60 millones de toneladas de fino cobre, lo que equivale a casi a un tercio del total de la producción de cobre (Cu) a nivel mundial esto genera un producto bruto interno de Chile semejante al 9%, y genera aproximadamente más de US\$ 18.000 millones generando empleo directo e indirecto a aproximadamente 203 mil trabajadores del rubro mineros, es importante proporcionar nuevas innovaciones tecnológicas a nuestra industria minera para asegurar su competitividad. En este sentido, la minería 4.0 y el desarrollo de soluciones de inteligencia empresarial (BI) deben ser parte de la estratégica tecnológicas de las empresas mineras.

Esto refuerza lo mencionado por Guzmán [2] nos expresa que nivel mundial el rubro minero esta experimentado en menos de cien años una de las transformaciones tecnológicas más aceleradas y en este año 2022 en que se encuentra en el auge de la minería 4.0 que engloba todas las nuevas tecnologías para que las empresas mineras puedan ganar en eficiencia, automatización o tele operación, inteligencia artificial (IA), drones de escaneo, Inteligencia de Negocios, entre otros, han generado que el mercado de minera inteligente se haya valorado aproximadamente en US\$6,8 billones en el año 2019 y se estime que alcance los US\$20,31 billones para el año 2025.

A nivel mundial el mercado de software de análisis e inteligencia de negocios está ganando terreno rápidamente debido principalmente a la creciente competencia que obliga a las organizaciones a adoptar herramientas de optimización empresarial para mejorar sus operaciones. Estas herramientas tienen un papel sin precedentes de forma ubicua en todas las unidades funcionales de una empresa.

Sin embargo, las regiones emergentes como Europa, Asia-Pacífico (APAC), Medio Oriente y

África (MEA) y América Latina (LA) están invirtiendo rápidamente en estas herramientas para la toma de decisiones comerciales y estratégicas en cada etapa del proceso empresarial.

La comisión de Cobre de Chile [3] en su informe indica que el mercado también está segmentado por región en América del Norte (NA), Europa, Asia-Pacífico (APAC), Medio Oriente y África (MEA) y América Latina (LA). Entre todas las regiones, América del Norte tiene el tamaño máximo de mercado, mientras que APAC son las principales áreas de crecimiento. Se espera positivamente que el mercado global de herramientas y software de análisis e inteligencia de negocios crezca de \$ 17.90 mil millones en 2014 a \$ 26.78 mil millones en 2019, a un ritmo de crecimiento anual del 8,4%.

El portal de tecnología Computer Weekly [4] revela que en Brasil El mercado de Inteligencia de Negocios (BI) está atravesando un período muy positivo. Solo en 2010, el mercado creció un 20%, según un estudio realizado por Latin America Business Intelligence & Analytic Application, el área de BI crecerá un 17,8% anual durante los próximos 5 años. Solo en 2010, el mercado creció un 20%, y esto ya representa más del 50% del mercado de BI en Latinoamérica. Los especialistas afirman que la demanda ha ido en aumento debido a la necesidad de las empresas de tener un mayor conocimiento y control sobre sus acciones independientemente de la situación presente en la que se encuentre la compañía o empresa, ya que el sistema sirve tanto para reparar errores como para analizar oportunidades de crecimiento. Los ingresos del segmento de Inteligencia de Negocios alcanzaron los \$ 10.5 mil millones en 2010, un aumento del 13% con respecto al año anterior.

En el sector minero en México, se ha comprendido la relevancia de los datos que se obtendrá mediante la utilización de herramientas y productos tecnológicos, con el fin de tener una ventaja significativa frente a otras compañías del mismo rubro. Por lo tanto, las empresas mineras están optando por experimentar y emplear análisis de datos, como una estrategia para generar valor al negocio.

La utilización del análisis de datos es importante y útil para la toma de decisiones gerenciales en términos de identificar desviaciones y asignar los recursos de manera adecuada, así como también para mejorar la eficiencia de las operaciones mineras, supervisar los gastos operativos y reducirlos para optimizar los presupuestos y pronósticos y, en última instancia, aumentar la productividad.

Un informe de KPMG [5] , presentado en el evento Mining Indaba en febrero de 2017, señala que el 84% de las empresas del sector minero consideran la información minera y su análisis de gran importancia, pero el 60% de ellas cree que la gestión de esta información es inadecuada o informal debido a la falta de control y acción sobre ella. Adicionalmente, el análisis de datos mineros está siendo usada en las empresas del rubro minero en la siguiente proporción:

50%: mejoramiento de eficiencia operativa e incremento del rendimiento operativo.

25%: Mejorar la eficiencia en costos y procesos mineros.

12.5%: Mantenimiento de equipos.

12.5%: Soporte a los recursos humanos y la planificación de los lugares de trabajo.

La consultora Gartner [6] según su estudio indica que en la India Los ingresos del mercado de software de análisis e inteligencia de negocios se estima que alcance los \$ 304mn en 2018, un aumento anual del 18,1%, según firma de investigación Gartner, Inc. Las organizaciones indias se están moviendo cada vez más de reportes empresariales tradicionales a herramientas de análisis aumentadas que aceleran los datos preparación y limpieza de datos.

Como resultado, los ingresos del mercado de software de gestión de datos en la India están en camino de alcanzar US \$ 950 millones en 2018, un aumento del 13,2 por ciento, año tras año.

En Chile, Cristian Rodriguez [7] según el Estudio de Gestión e Innovación del CETIUC, a marzo del año 2019 y según lo informado por los directores de las principales empresas referente al uso masivo de las soluciones de inteligencia empresarial (BI) y análisis de negocios, a nivel gerentes o directores, un 14,3% usan las herramientas en forma constante; un 26,2%, lo usan en forma frecuente; un 27%, lo usan en forma ocasional, y 32,6% las usan en forma esporádica o casi nunca”.

“A nivel de especialistas y/o analistas de datos, estas cifras son 44,4% (lo usan constantemente); 27,4% (lo usan en forma frecuente); 14,5% (en forma ocasional) y 13,6% (lo usan en casi nunca o nunca).

Según el portal IT Consultors [8] El personal especializado en Business Intelligence de Coca-Cola en América del Norte se encarga de supervisar la generación y revisión de informes de todas las operaciones relacionadas con las compras, ventas y entregas de productos de la compañía. Gracias al desarrollo de una herramienta de Business Intelligence, este equipo pudo automatizar la generación de informes que antes se realizaba de manera semi manual, lo que permitió un ahorro estimado de más de 260 horas al año.

## **Realidad Nacional**

La minería en Perú representa una parte importante de su economía, generando aproximadamente el 10.5% del producto bruto interno y más del 52% de las divisas al extranjero. Además, aporta el 21% de la recaudación fiscal, según cifras del Instituto Peruano de Economía [9]. En comparación con otros rubros, el rubro minero es significativamente mayor en términos de generación de divisas al país, ya que se estima que genera alrededor de US\$20 mil millones, mientras que la agricultura, el rubro pesquero y el forestal generan alrededor de US\$5 mil millones y US\$3 mil millones cada uno, respectivamente.

En Lima, el diario Gestión [10] publicó un artículo en donde la consultora Ciclus Group realizó un estudio en el que entrevistó a 48 empresas peruanas con facturaciones anuales que van desde los US\$110 millones hasta los US\$5,500 millones. El estudio reveló que el 53% de las empresas encuestadas consideran que el uso de herramientas de inteligencia empresarial (BI) en Perú está en un nivel básico, mientras que el 43% considera que su uso es de nivel intermedio y solo el 5% lo usa en un nivel avanzado. Esto indica que aún hay una gran oportunidad ventajosa para que las empresas del rubro peruanas mejoren su uso de herramientas de BI y, por lo tanto, puedan mejorar su eficiencia y competitividad en el mercado.

En el Perú, un estudio realizado por la consultora Ciclus Group indica que un 53% de las empresas encuestadas utilizan herramientas de inteligencia de negocios en un nivel básico, mientras que el 43% las utilizan en un nivel intermedio y solo el 5% lo hace en un nivel avanzado. Estos resultados sugieren que aún hay un gran potencial para que las empresas peruanas adopten y aprovechen las herramientas de BI para mejorar su eficiencia y competitividad.

Es importante destacar que el uso adecuado de las herramientas de BI puede ayudar a las empresas mineras a tomar decisiones más oportunas y a gestionar sus operaciones de manera más eficiente, lo que a su vez puede generar mayores ingresos y reducir costos. Por lo tanto, es fundamental que las empresas peruanas se esfuercen por implementar herramientas de BI en su gestión diaria. Una posible solución para impulsar el uso de herramientas de BI en Perú podría ser la creación de sesiones de capacitación y soporte técnico por parte de organizaciones gubernamentales o privadas. Estos programas podrían ayudar a las empresas a comprender mejor el valor de las herramientas de BI y cómo implementarlas en sus operaciones. Además, se podrían ofrecer incentivos fiscales para las empresas que adopten herramientas de BI y muestren resultados significativos en términos de eficiencia y competitividad. En conclusión, el uso de herramientas de BI es crucial para el éxito empresarial en la actualidad. Las empresas peruanas tienen un gran potencial para

adoptar y aprovechar estas herramientas, y es muy importante que se tomen prontas medidas para fomentar su implementación y uso en el país.

En la ciudad de Trujillo en Perú, existen empresas que aplican inteligencia de negocios a sus procesos más importantes como ventas, logística, banca como por ejemplo las empresas: Caja Nor Perú, las del rubro retail del mercado nacional como son las chilenas Saga Falabella, BCP, RIPLEY, Mi banco.

Estas compañías desde que iniciaron a gestionar o dar valor a su información usando herramientas de inteligencia de negocios (BI) , obtuvieron como resultado que sus operaciones sean más rentables y eficientes, por ejemplo en el departamento de cobranzas y morosidad del acceso a la información en tiempo real de las transacciones en línea permite planificar de cómo gestionar a cada uno de sus cliente según su perfil y necesidades, mientras que el departamento de Marketing al tener la información clave, puede derivar campañas dirigidas a segmentos de clientes de diferente perfil.

En la ciudad de Arequipa, La Caja de Arequipa con el propósito de contar con información transaccional sobre cuentas de ahorros, cuentas plazos fijos, cotizaciones, entre otros tipos de productos, la caja de Arequipa implementó una estrategia comercial usando inteligencia empresarial (BI) que le permitió monitorear información de créditos de hasta 24 meses con monitoreo constante, también se pudo observar la evolución de las moras de los créditos de consumo por segmento de clientes, así como el tipo de crédito de consumo que causa el mayor desvío por el saldo de dinero por falta de pago oportuno.

La cantidad de información almacenada alcanzó aproximadamente los 90GB de datos aproximadamente. El uso de la Inteligencia empresarial (BI) también les permitió monitorear 195.000 transacciones bancarias diarias, incluyendo los créditos, ahorros y evaluaciones de créditos de nuevos clientes; en total se presentaron 190.400 créditos personales, los mismos que se generaron con tres años de antigüedad, pero que aún estas cuentas estaban vigentes.

A pesar del auge de las herramientas de inteligencias de negocios de código abierto, aun en el Perú existen grandes, medianas y pequeñas empresas a nivel nacional que necesitan automatizar y optimizar sus procesos de análisis de la información. Las empresas que ya están experimentando el uso de la inteligencia empresarial (BI) entienden que hacer uso de estas herramientas de forma correcta son las que toman decisiones más acertadas para beneficio de ellos mismos. Y justamente el mayor problema de ello es la administración de la información en forma correcta, de administrar grandes volúmenes de información, la cual nacen las siguientes preguntas: ¿De qué manera procesar los datos?, ¿Cómo organizar los datos de forma correcta?, ¿Cómo guardar y actualizar los datos estructurados y datos no estructurados en una base de datos transaccional o no relacional?, ¿Cómo analizar la información?, ¿Cómo hacer más dinámica el análisis de información? todas estas más preguntas se plantearán y discutirán en esta investigación.

## **Realidad Local**

La empresa minera en estudio cuenta con un software llamado Mine Operate Pro que es un sistema de gestión de flotas (SGF) en tiempo real diseñado para optimizar e incrementar la productividad de tonelaje de materia prima y la eficiencia del proceso de carguío y transporte de la mina. Esto se logra mediante la optimización de asignaciones para camiones entre palas y excavadoras y los puntos de descarga de la mina. El sistema de gestión de flota ha sido tecnológicamente diseñado para aprovechar las ventajas de utilizar las últimas tecnologías para superar los obstáculos que enfrentan los sistemas heredados. Con su tecnología patentada de replicación de bases de datos, el sistema Gestión de Flota proporciona más información útil en el campo y en el despacho que cualquier otro sistema. Todos los equipos se pueden ver en tiempo real tanto en el despacho como a través de las pantallas del operador en cualquier momento. Por ejemplo, los operadores pueden ver en cualquier momento todos los equipos estacionados y los equipos en movimiento en el sitio y ver dónde están en relación con ese equipo. Todos los equipos mineros tienen registro de ciclo automático que requiere un ingreso manual mínimo.

El sistema utiliza una serie de entradas tales como sistemas de sensores, GPS, y lógica de optimizador para capturar con precisión las fases del ciclo sin que se necesite la intervención manual del operador del equipo. El hardware o computador a bordo que está instalado en los equipos mineros también contiene un acelerómetro incorporado para proporcionar datos más precisos, como la capacidad de detectar cargas en equipos que no tienen un sistema de sensores del fabricante.

Todo el ciclo del camión es registrado automáticamente. (espera, aculando, cargando, acarreado, retrocediendo, descargando, viajando, vacío, inactivo) Esta información podrá ser utilizados para el análisis y el real porcentaje de mejora de la productividad del equipo de carguío.

El sensor acelerómetro patentado por el sistema de gestión de flota proporciona detección automática de ciclos incluso cuando no hay sensores disponibles del fabricante. Este avance único limita la necesidad de ingreso manual del conductor del equipo de carguío y proporciona una automatización para equipos más antiguos que no tienen sistemas informáticos modernos a bordo.

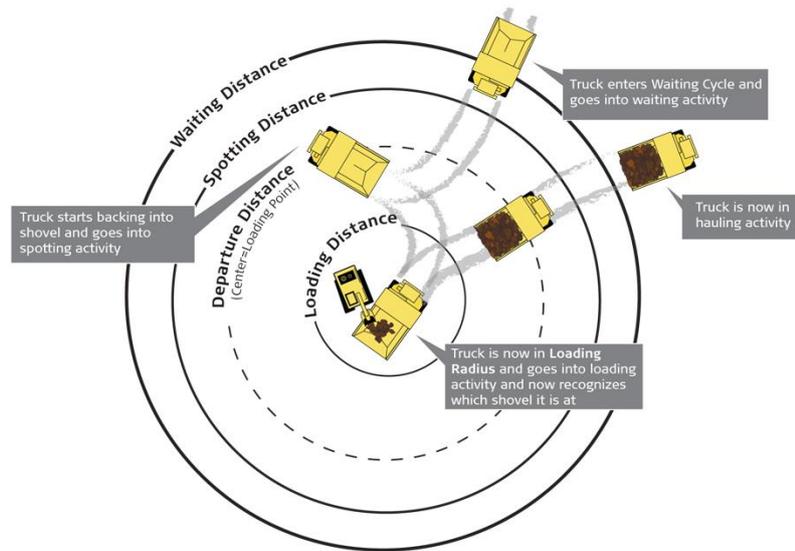
Los datos se muestran al operador como KPI.

Todo el ciclo de la unidad de carga se guarda automáticamente.

Esta información se puede utilizar para el análisis y el mejoramiento continuo de la producción de los equipos de acarreo o cargadores.

## DetECCIÓN DEL CICLO AUTOMÁTICO

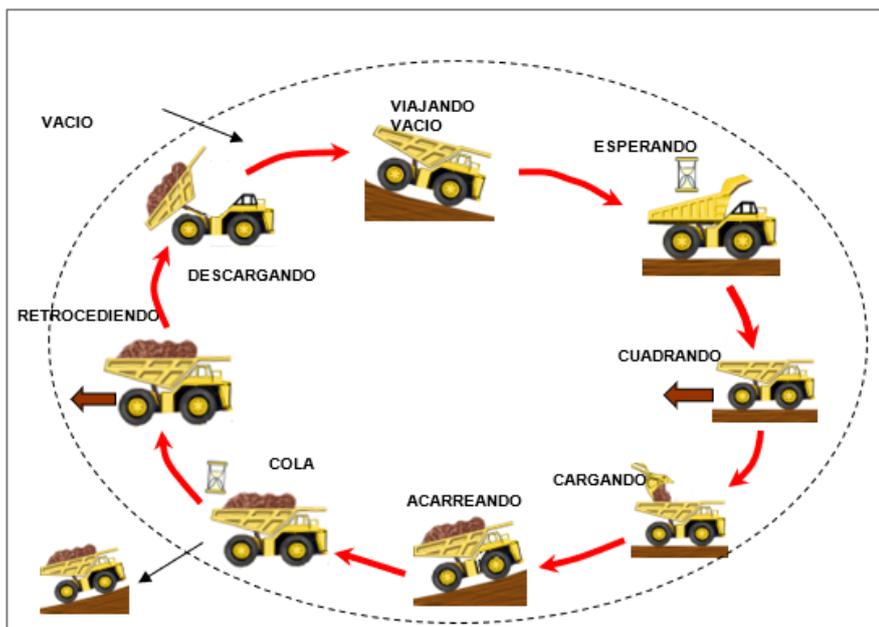
La lógica patentada del sistema de flotas (SGF) contiene el algoritmo matemático para la detección automática del ciclo de los camiones y palas tanto en el lugar de carga y descarga, adicionalmente esta lógica se basa en los movimientos o maniobras del equipo de carguío y transporte como se muestra en la imagen siguiente:



*Figura 1.* Detección del ciclo automático  
Fuente: Elaboración propia del Investigador.

## Lógica del ciclo de transporte del camión

El sistema de gestión de flota (SGF) divide la ruta del ciclo en múltiples secciones, lo que permite que la operación analice los datos del ciclo en su totalidad. Esta información puede ser utilizada para informes detallados y revisión del ciclo para identificar mejor las áreas de mejora operacional y donde se requiere capacitación del operador.



*Figura 2.* Detección del ciclo de transporte.  
Fuente: Elaboración propia del Investigador.

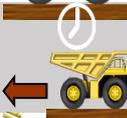
## Actividades del ciclo de transporte del camión

Cada ciclo de transporte se almacena o replica en la base de datos y es utilizado como parte de los algoritmos del optimizador del sistema de gestión de flotas. Además de registrar cada ciclo, el sistema también registra los componentes individuales de cada ciclo. Los datos de cada ciclo de producción como material, identificación del camión, identificador del cargador, peso, etc. también son registrados.

El ciclo de Transporte consiste en:

**Tabla 1**

*Actividades del ciclo de transporte*

	Viajando Vacío	Viajando vacío a la pala	Inicia cuando el camión comienza a viajar hacia una pala como resultado de una asignación.
	Esperando	Esperando en pala	Inicia cuando el camión se detiene en zona de carguío cerca a la pala.
	Retrocediendo	Retrocediendo en pala	Inicia cuando el camión comienza a retroceder en la pala
	Cargando	Cargando en pala	Inicia después de la primera baldada, o cuando la velocidad llega a 0 dentro del radio de la pala
	Transportando	Acarreando de la pala hacia el destino	Se inicia cuando la pala indica el final de la carga, se detecta la carga VIMS o el camión abandona el área de la pala.
	En Cola	Cola en destino	Comienza cuando el camión se detiene dentro del límite de una descarga o Stockpile.
	Retrocediendo	Retrocediendo en destino	Comienza cuando el camión retrocede en el área de descarga.
	Descargando	Descargando en destino	Comienza después de parar y después de retroceder en la descarga.

Fuente: Elaboración propia del Investigador.

Inca [11] en su investigación indica que las empresas mineras que no se arriesgan a invertir en soluciones de Inteligencia empresarial (BI) pueden apostar por el desarrollo de soluciones de código abierto para no ver incrementado sus gastos. Así mismo, para difundir la información del uso de estas herramientas de código abierto, las empresas mineras deberán conocer todos las ventajas y desventajas que genera las soluciones de inteligencia

empresarial (BI), esto para las empresas que hacen uso de estas no se podría considerar como un negocio no rentable sino como una inversión a futuro con retorno a corto plazo para la generación de utilidades para su negocio.

Como indica el Gerente de Operaciones de la empresa minera manifiesta: actualmente no contamos con una herramienta de inteligencia empresarial que nos permita analizar datos históricos de los tiempos de ciclos de los camiones, kilómetros recorridos, velocidad de transporte, tonelaje movido por flota, estado de tiempo de las flotas, Indicadores Operacionales que nos indiquen como se está gestionando la mina en el día a día.

Dentro de una empresa minera la toma de decisiones debe realizarse en forma continua e inmediata, debe considerar que, si realizamos estos procesos de forma manual, existirá una demora en tiempos de respuesta y entrega final de resultados, lo que va a ocasionar demoras en la toma de decisiones lo que ocasionaría pérdidas operativas.

En la actualidad, la empresa minera tiene limitaciones y demoras para gestionar o analizar la información del proceso de carguío y acarreo debido a que:

- a) Los reportes son muchas veces inconclusos y su procesamiento son de forma manual porque son parte de sistemas transaccionales tradicionales.
- b) El proceso de análisis de información se encuentra obsoleto, se necesita utilizar herramientas de inteligencia de negocios robustas, escalables y de enfoque analítico y que ayuden a mejorar el proceso minero.
- c) Los reportes de análisis de datos generados actualmente no muestran información clara y concisa sobre los reportes solicitados parte de la gerencia de Operaciones Mina.
- d) La generación de los reportes de análisis de información en la gerencia de Operaciones Mina para el análisis histórico de información, lo realizan con consultas SQL ejecutadas directamente en la base de datos transaccional del sistema de gestión de flota (SGF).

- e) Se visualizan gráficos tradicionales u obsoletos, cuadros de mandos o porcentajes que no facilitan el real entendimiento de los datos e información por parte de los usuarios finales.
- f) La demora de tiempo para generar los reportes solicitados ya que son realizados en macros Excel.
- g) Tiempo de demora para generar el análisis de información obtenida desde los reportes operativos.
- h) La aceptación y satisfacción conseguida del usuario final.

**Tabla 2**  
*Datos de indicadores actuales.*

<b>Indicador</b>	<b>Datos Pre-Prueba (promedio)</b>
Tiempo promedio para generar reportes solicitados.	45 minutos
Tiempo promedio para realizar el análisis de información.	90 minutos
Cantidad de reportes operativos generados por día.	2 reportes
Medición de satisfacción del usuario final.	Malo

Fuente: Elaboración propia del Investigador.

El sistema de gestión de flotas (SGF) de la empresa minera está basado en un sistema transaccional que procesa y genera un promedio de 135,000 transacciones diarias en un turno de trabajo de 12 horas en su motor nativo de base de datos SQL Server, esta cantidad de información generada por día multiplicada por el número de días que se requiere analizar los datos del proceso de carguío y transporte genera que el procesamiento de información para realizar el análisis de datos y mostrar los resultados se realice en forma lenta generando pérdida de tiempo en procesos manuales y rutinarios.

## **Antecedentes de Estudio.**

### **Antecedentes Internacionales**

Cempírek et al., [12] realizaron la investigación titulada “Utilization of Business Intelligence Tools in Cargo Control” en esta investigación identificaron la necesidad de aplicar herramientas de Inteligencia de negocios concentrados en procesos de una cadena logística de empresas de transporte marítimo y terrestre así mismo que de la mano de tecnologías informáticas, telecomunicaciones y sistemas de navegación (GPS) ayudarían a este campo y a toda la cadena logística a su expansión masiva logrando mayor eficiencia en diferentes niveles de gestión empresarial. Después de la investigación, se logró implementar herramientas para analizar datos y automatizar el control de cargas de transporte. Esto permite que el procesamiento de grandes cantidades de información sobre el transporte y los procesos logísticos se realice automáticamente y que la información se analice en tiempo real. Como resultado, es posible tomar decisiones oportunas y reducir significativamente los tiempos de entrega o llegada de los productos a su destino final.

Según los investigadores Kasim et al., 7 [13] en su investigación titulada “The use of business intelligence (BI) in small and medium-sized enterprises (SMEs) in Bosnia and Herzegovina” los investigadores afirman que Las compañías de tamaño pequeño y mediano (PYME) constituyen un aspecto sumamente importante para una economía de un país, especialmente para la economía de países no desarrollados como Bosnia y Herzegovina. Cada vez más el mercado exigente, proceso de globalización, avance de las tecnologías de información y las telecomunicaciones, y un aumento del poder negociador de ciertas partes interesadas como clientes han provocado la necesidad de una sistema más rápido y eficiente de toma de decisiones del día a día, tanto a nivel operativo como estratégico.

Las PYMES son no es una excepción, como lo confirma los resultados de la investigación, lo que implica que las PYME de Bosnia y Herzegovina, en la mayoría de los escenarios no se dispone de sistema de Inteligencia empresarial (BI). Los resultados de la investigación también nos indican que un número significativo de pymes tiene una o más sistemas de información, como Enterprise Planificación de recursos (ERP), Relación con el

cliente Gestión (CRM), Sistemas de gestión de datos (DMS), que generan los datos requeridos en uno o más bases de datos, que son la principal fuente de datos para BI. La investigación también confirma que las pymes en Bosnia y Herzegovina reconocen el papel y la importancia de la BI, pero hay un número significativo de barreras y obstáculos que dificultan la implementación de BI sistema. Estos obstáculos y barreras clave se relacionan a la falta de recursos económicos, insuficientes conocimiento y experiencia de gestión, falta de visión y objetivos estratégicos claramente definidos, Indicadores clave de rendimiento insuficientemente definidos (KPI).

Según los investigadores Jiwat et al., [14] en su investigación titulada "The implications of Big Data analytics on Business Intelligence: A qualitative study in China" Las redes sociales han provocado una revolución y han dictado un cambio de forma en las estrategias operativas de las empresas a nivel mundial. A pesar de su importancia existe poca investigación sobre las implicaciones del uso de la analítica de Big Data para fines de inteligencia de negocios. Este estudio llena este vacío de conocimiento al examinar el papel y la implicación de la analítica de Big Data sobre inteligencia de negocios para los datos recopilados de los canales de redes sociales en China dada la naturaleza exploratoria de la investigación.

El estudio desarrolló un cuestionario robusto de semi estructura y planearon realizar aproximadamente 35-40 entrevistas con encuestados como gerentes TI, consultores de TI y gerentes comerciales senior, entre otros de una amplia gama de industrias, incluida la venta minorista. Los datos se analizarán utilizando Nvivo que es un software enfocado a la investigación cualitativa para identificar problemas que son críticos para la creación de valor a través de Big Data con fines de inteligencia de negocios.

Como conclusión el análisis de Big Data ofrece multitud de oportunidades para mejorar el valor comercial y la productividad uno de las principales aplicaciones de la analítica de Big Data son para que la inteligencia empresarial mejore las capacidades de toma de decisiones, más rápida toma de decisiones, comprender las necesidades del usuario, desarrollar estrategias para poder lanzar nuevos productos y servicios, explorar nuevos mercados, mejorar la rotación de inventario, reducir las quejas de los clientes y mejorar el personal

productividad y eficiencia. Con ese objetivo, este estudio exploró las implicaciones del análisis de datos de Big Data recopilados de las redes sociales para mejorar la inteligencia empresarial en el contexto de las empresas chinas. Los medios sociales en y los negocios en línea en China han crecido exponencialmente durante la última década y por lo tanto presentan una oportunidad de analizar cómo los datos recopilados de estos canales se pueden utilizar de manera útil para futuros negocios mejoras

Según los investigadores Vahid et al., [15] en su investigación titulada “Deployment of a business intelligence model to evaluate higher education Iranian national” La educación superior juega un rol muy importante en el desarrollo político y socioeconómico de los países en desarrollo, los países candidatos experimentan muchos desafíos importantes respecto a los programas nacionales de educación superior, problemas como la inseguridad financiera, las malas prácticas de gestión y las ineficiencias del sistema son algunos de los obstáculos que los países en desarrollo aún tienen que superar, asignación de recursos, eficiencia técnica y efectividad en la gestión son algunos de los objetivos importantes de los programas nacionales de educación superior del gobierno para países en desarrollo incluidos los de Oriente Medio. Este estudio propone un modelo basado en inteligencia empresarial para apoyar el seguimiento de los indicadores de educación superior y permitir la previsión de tendencias futuras a través de la integración de orígenes de datos internas y externas heterogéneas. En el caso de estudio sobre indicadores de la educación superior iraní se diseñó e implementó un sistema prototipo para evaluar el modelo propuesto y su eficiencia en práctica, después de monitorear los indicadores utilizando procesamiento analítico en línea, se utilizaron varios indicadores para pronosticar tendencias mediante modelos de análisis de series de tiempo. El sistema desarrollado proporciono una vista integrada del sistema de educación superior iraní en comparación con otros países vecinos. En conclusión, los resultados enfatizan que mientras que la educación superior en Irán particularmente en el área de ciencia e ingeniería es un punto de referencia en el campo comunidad científica, el intenso nivel de fuga de cerebros está aumentando a un ritmo alarmante.

Según el investigador Carmine [16] en su investigación titulada “Business Intelligence applied in Small Size for Profit Companies” con la palabra Inteligencia de negocios (BI) se está refiriendo a tecnologías empresariales que ayuden a las empresas a mejorar y tener mejores oportunidades y posibilidades de desarrollarse, de todos modos en este sentido a veces se tuvo una doble impresión negativa es decir que por un lado hay una cierta falta de indicaciones prácticas sobre cómo aplicar esto en las empresas en su vida cotidianas y en segundo lugar que a menudo no se tiene en cuenta el tamaño extremadamente reducido de las empresas, la limitada competencias emprendedoras y escasa disponibilidad de tecnologías. En este trabajo además de destacar el papel de la Inteligencia de negocios (BI) en la práctica se trata de encontrar la manera de aplicarlo también en empresas de pequeño tamaño enfocándonos en dos aspectos críticos es decir en la rentabilidad del cliente y su nivel de satisfacción que especialmente si se considera en su interacción recíproca puede haber un gran impacto en los resultados de las empresas mediante el uso de tecnologías sencillas. En conclusión se llegó a la determinación que el problema principal no es una cuestión de tecnología sino de cultura emprendedora que impide que las empresas inviertan tanto en las relaciones con los clientes como en las análisis fundamentales como realizar seguimiento de la satisfacción del usuario final, porque tienden a descuidar a los clientes que ya tienen y se concentran la mayor parte de sus tiempo y esfuerzos en una política de ventas indiscriminada es decir una búsqueda continua de nuevos clientes, una última conclusión crítica es que si en el caso de los emprendedores todo esto parece la consecuencia lógica del hecho de que la mayoría de ellos no recibió ninguna preparación gerencial los resultados son bastante decepcionantes para los estudiantes de negocios.

El investigador Parama [17] realizó la investigación “Business intelligence model to analyze social network information”, en el Departamento de Ciencias de Computación de la Universidad de Bina Nusantara en la lejana Indonesia. Estos investigadores identificaron la necesidad de implementar un desarrollo de Inteligencia Empresarial (BI) para aplicar análisis sobre el contenido de las redes sociales como Twitter,

Facebook, Instagram y poder tener mejor panorama y alternativas que ayuden a poder tomar mejores decisiones de la empresa en estudio. Por eso mismo se propusieron analizar las técnicas de clasificación de texto usando los algoritmos Naive Bayes (NB), Maquinas de vector de soporte (SVM) y Árbol de Decisiones (DT) con el único propósito de saber cuál de estos algoritmos genera mayor precisión y poder implementar el desarrollo de una solución de Inteligencia Empresarial (BI).

Los siguientes resultados fueron los que se obtuvieron y evidenciaron que el algoritmo de mejor rendimiento fue Maquinas de vector de soporte con una precisión de 75.3%; el algoritmo Naive Bayes obtuvo una precisión de 73.8% y Árbol de Decisiones alcanzó una precisión de 54.5%. Los investigadores concluyeron que la mejor técnica para ser implementada en una solución de Inteligencia Empresarial (BI) es la que utiliza el algoritmo máquinas de vector de soporte, lo que permitirá automatizar el análisis de información con alta precisión y contribuir a la mejora de toma de decisiones.

Los investigadores Soumaya et al., [18] realizaron la investigación "Business intelligence using the fuzzy-Kano Model", la investigación propuso un marco de trabajo de apoyo para la toma de decisiones para transformar dinámicamente los datos de voz del cliente en información procesable. El marco midió la satisfacción del cliente extrayendo los aspectos clave de los productos junto con los sentimientos en línea de los clientes utilizando una técnica de minería de texto para esto se aplicó el Modelo Fuzzy-Kano que es una herramienta de gestión de calidad que ayuda a la de decisiones de marketing para clasificar los requisitos reales del cliente, luego, mapearlos dinámicamente a la herramienta de análisis de situación de la empresa (FODA).

Los resultados mostraron que los aspectos fueron extraídos correctamente con un valor del 97,4% en precisión, adicionalmente los sentimientos fueron asignados con precisión a los aspectos extraídos con un valor del 89,8%. Estos resultados constituyen una entrada precisa para alimentar el Modelo Fuzzy-Kano que permitió clasificar los requisitos del cliente que afectan a su satisfacción en cuatro categorías principales: debe ser, unidimensional, atractivo e indiferente.

Los investigadores Mehdi [19] et al., realizaron la investigación “The potential of business intelligence tools for expert finding” donde analizaron el proceso de uso de las herramientas de inteligencia empresarial (BI) para encontrar expertos potenciales como por ejemplo en base a temas de una revisión del caso en donde posteriormente se presentan criterios para distinguir a diferentes expertos.

Como resultado de la investigación indico que para la selección de expertos existentes los métodos suelen ser poco prácticos, para los investigadores sin conocimientos técnicos profundos el proceso de selección de expertos se discute para personas que estén familiarizadas con las herramientas de BI.

Aprovechando las herramientas de BI, se encontró que el proceso tiene un gran potencial para hallazgos de expertos, el proceso es útil en la investigación que tiene como objetivo recopilar datos de expertos participantes.

El proceso en este documento requiere un cierto nivel de conocimientos técnicos, porque el método de búsqueda de expertos se basa en computadoras, que son de naturaleza técnica.

El investigador Farzaneh [20] realizó la investigación “Implementation of business intelligence considering the role of information systems integration and enterprise resource planning” la investigación se concentra en la implementación de herramientas de inteligencia empresarial (BI), considerando la integración de sistemas de información y la planificación de los recursos de la empresa.

La población de estudio de la parte cuantitativa incluyo todo el personal de 167 empresas donde se implementa inteligencia empresarial en sus organizaciones y se utilizaron dos cuestionarios para recopilar los datos necesarios para evaluar y medir las variables estudiadas. La validez está confirmada finalmente por las opiniones de los expertos de factores estructurales, factores de comportamiento, factores ambientales, procesos, salida, consecuencia y el efecto y sus subcomponentes se identifican como elementos efectivos en el éxito de inteligencia empresarial. En cuanto al resultado las organizaciones deberían prestar más atención a sus procesos de trabajo para mejorar el éxito de la inteligencia empresarial. En general, se puede inferir de los resultados de los factores efectivos para la

implementación exitosa de la inteligencia empresarial (BI) que las mejores prácticas utilizadas por las empresas que han logrado implementar y aplicar con éxito sistemas de BI y proporcionar información a todas las partes interesadas incluyen inteligencia de negocios y eso aumenta las posibilidades de una exitosa implementación, también sugiere que es hora de investigar enfoques adecuados mediante un enfoque en los factores apropiados para una implementación exitosa de inteligencia empresarial.

En un estudio realizado por la investigadora Yiu et al., [21] en su investigación "The impact of business intelligence systems on profitability and risks of firms" se analizó el impacto de los sistemas de inteligencia de negocios (BI) en la rentabilidad y los riesgos de las empresas manufactureras de EE. UU. que habían utilizado sistemas de BI desde 2005 hasta 2014. Se encontró que las empresas que utilizan sistemas de BI mejoran su rentabilidad y disminuyen los riesgos relacionados con la obtención de beneficios directos. Sin embargo, la integración de sistemas de BI en las operaciones de producción y fabricación es difícil, y la incorporación institucionalizada de BI a las operaciones requiere apoyo interno de los empleados.

### **Antecedentes Nacionales**

El investigador Gonzales & Wareham [22] llevaron a cabo un estudio para comparar tres modelos que miden la eficacia de los sistemas de información en empresas peruanas se ve potenciada mediante el uso de un sistema de inteligencia empresarial (BI). El objetivo era analizar si los intermediarios y constructores dependientes estaban utilizando correctamente el sistema y medir su impacto en las empresas. Para ello, En el estudio se consideraron cinco aspectos relevantes: calidad del sistema y servicio, dependencia única del sistema, satisfacción del usuario final y se utilizó una muestra de 105 usuarios pertenecientes a empresas de gran importancia en diversos sectores económicos, y calidad de la información. Aunque la muestra representa más del 15% de todas las empresas que utilizan un BI en Perú, no fue completamente aleatoria, lo que limita los resultados. Según el autor, para realizar un análisis más detallado, sería más apropiado utilizar un tamaño de muestra proporcional.

La investigación de Minaya & Del Aguila [23] se centraron en la implementación de un datamart en la Gerencia Mina de MincoMIN, con el fin de mejorar la productividad en los centros mineros. El tipo de estudio realizado fue descriptivo y arrojó resultados significativos en relación con la productividad promedio de los centros mineros, la cual aumentó de 1.5 a 2.4 metros por hora, lo que representa un incremento cercano al 27%. Asimismo, se logró reducir el tiempo necesario para el desarrollo de reportes operativos de producción a aproximadamente un día.

Según Huarocc [24] en su tesis "Optimización del carguío y acarreo de Mineral mediante el uso de Indicadores Claves del desempeño U.M Chuco II de la E.M. Upkar Mining SAC", el propósito principal de la investigación fue mejorar el proceso de carga y descarga de mineral en la unidad minera Chuco II utilizando indicadores clave de desempeño (KPIs). El enfoque metodológico utilizado en este estudio fue cuantitativo, y los hallazgos destacaron la implementación de cuadros de mando de producción minera que permiten la comparación de los indicadores de cumplimiento con otras empresas del mismo sector.

Según Salas [25] llevó a cabo una investigación cuantitativa con el fin de mejorar los indicadores de desempeño (KPIs) de los equipos mineros pesados en la mina Pallancata de Hochschild Mining y aumentar la producción diaria de 3.000 a 3.600 toneladas métricas. Los resultados indicaron un aumento en la utilización efectiva de los taladros de perforación, pasando de menos del 41% a más del 45%. En cuanto a los equipos de carguío, se encontró que su utilización efectiva era menor al 45%, mientras que los equipos de transporte o carga mostraron una utilización efectiva neta superior al 53%.

En su tesis de maestría titulada "Inteligencia Empresarial como herramienta de soporte en la toma de decisiones y aplicación de marketing y gestión de producción en QNetwork SRL Cajamarca", Koo [26] investigó la aplicación de la inteligencia empresarial en pequeñas empresas del sector de marketing, específicamente en QNetwork S.R.L. El

principal objetivo fue mejorar la ventaja competitiva de la empresa a través del uso de la inteligencia empresarial. La investigación se centró en aspectos cualitativos y los resultados mostraron que la inteligencia de negocios puede convertir información en conocimiento que se utiliza en la toma de decisiones.

Carhuaricra & Gonzales [27] realizaron una investigación cuantitativa en su tesis "Implementación de Business Intelligence para mejorar la eficiencia de la toma de decisiones en la gestión de proyectos", con el objetivo de mostrar cómo el uso de herramientas de inteligencia empresarial (BI) influye en la eficacia de la toma de decisiones en la administración de proyectos tradicionales. Los resultados de la investigación revelaron que la implementación de soluciones de inteligencia empresarial permitió un ahorro significativo de tiempo en la preparación de cuadros de mando históricos para evaluar los proyectos y reducir los costos de horas destinadas a las diversas actividades del proyecto.

Ramírez et la., [28] en su investigación, examinó la incursión y el impacto de las nuevas tecnologías como entidades disruptivas en el entorno de la minería subterránea chilena. Basado en el estudio de casos, el método de investigación descriptivo tuvo como objetivo determinar los beneficios y barreras asociados a la implementación de estas nuevas tecnologías en la industria minera. La tecnología Big Data apoyada por Business Intelligence permitió aumentar en un 12 por ciento la producción de mineral extraído, mejorar en un 45 por ciento el ahorro previsto debido a la sustitución de neumáticos y reducir en un 20 por ciento el consumo eléctrico debido al funcionamiento del circuito de ventilación. Concluyó que la implementación de tecnologías disruptivas como Big Data y Business Intelligence contribuye significativamente a la recopilación, análisis e interpretación de información que ayuda a la toma de mejores decisiones en tiempo real, evitando así pérdidas en el proceso productivo.

Dada la problemática presentada se requiere una herramienta que ayuden a mejorar el tiempo en el proceso de análisis la información para conseguir mayor rapidez y confiabilidad

de los datos, logrando de esta manera eficiencia en el análisis de información para lograr reducir los tiempos que actualmente son lentos. Por lo expuesto, se plantea la implementación de una solución de Inteligencia Empresarial con código abierto para el área de operaciones mina en el proceso de carguío y transporte para poder mejorar su proceso de análisis de información y satisfacer las necesidades del cliente.

### **Justificación e importancia del estudio.**

A través de este estudio, se ha podido presentar una opción de solución o producto para abordar las limitaciones existentes y las que puedan emerger en el futuro, mediante la implementación de mejoras en diferentes áreas, tales como:

#### **a) Justificación Tecnológica**

El desarrollo de una solución de Inteligencia Empresarial (BI) basada en código abierto permitirá una gestión más sencilla y eficiente en la producción minera de las empresas, lo que a su vez favorecerá la toma eficiente de decisiones de la Gerencia de Operaciones para mejorar la efectividad de sus procesos.

#### **b) Justificación Económica**

Reducir los costos operativos e indirectos de la empresa minera, ya que el personal del área de operaciones se encargará de realizar actividades que han sido estipuladas sin tener pérdida de tiempo en otras tareas que no apoyen a las metas planteadas. Además, se podrá ahorrar tiempo y horas hombres debido a que la información se va a visualizar en tiempo real en el lugar donde se encuentren físicamente.

#### **c) Justificación Operativa**

Este tipo de arquitectura de la solución se da a notar por ser ampliables, flexibles y abiertas, y que nos dará como resultado la mejora la accesibilidad, interactividad y a el correcto uso de la información. Nos permitirá actuar rápidamente para poder obtener

información veraz que apoyará a la correcta toma de decisiones operativas por parte de la Gerencia de Operaciones.

**d) Justificación Social**

Con la implementación del proyecto piloto de la solución de Inteligencia empresarial de código abierto, se podrá dar una mejor calidad y excelente servicio a los usuarios finales y con esto poder incrementar la mejora en la capacidad de servicios a los clientes, reducir trabajo en las actividades del día a día y también disminuir atención de los servicios.

**e) Justificación Académica**

Este trabajo de investigación tecnología permitirá ganar experiencia en el desarrollo e implementación de soluciones de Inteligencia empresarial (BI) con código abierto y permitirá aplicar y poner en práctica los enseñanzas y aprendizajes recibidos en el ciclo de vida de nuestra carrera de informática; la investigación y poner en práctica de innovación y nuevas tecnologías adquiridas.

**1.2 Formulación del Problema.**

¿Cómo agilizar el proceso de análisis de datos de producción minera del área de operaciones mina, utilizando una apropiada herramienta de Inteligencia de Empresarial (BI) de código abierto?

**1.3 Hipótesis.**

El desarrollo de una solución de Inteligencia Empresarial (BI) con código abierto nos permitirá mejorar la analítica de información en una empresa minera.

## **1.4 Objetivos.**

### **Objetivo General**

Implementar una solución de Inteligencia Empresarial (BI) basada en código abierto en el área de Operaciones Mina de una empresa minera.

### **Objetivos específicos**

- ✓ Seleccionar la herramienta de inteligencia de negocios de código abierto identificando sus ventajas y desventajas.
- ✓ Construir Datamart de Operaciones Mina en base a los requerimientos del negocio.
- ✓ Analizar la eficiencia de desempeño de la solución de inteligencia empresarial (BI) usando la normativa ISO 25010.

## **1.5 Teorías relacionadas al tema.**

### **1.5.1 Solución de Inteligencia de Empresarial**

En esta sección vamos a abordar la descripción detallada de conceptos y definiciones de herramientas y metodologías de inteligencia empresarial en general que nos ayudaran a tener una mejor visión del trabajo de investigación.

#### **1) Definición**

La inteligencia empresarial se refiere a un conjunto de técnicas y herramientas que nos permitirán transformar datos puros en información valiosa para la toma de decisiones en el ámbito empresarial, a través del uso de las tecnologías de la información. De acuerdo con la definición presentada por sinnexus.com, estas técnicas y herramientas incluyen la limpieza y transformación de los datos, la estructuración de la información y su posterior análisis para convertirla o transformarla en conocimiento útil y relevante para la toma de decisiones.

- ✓ Es la combinación de criterios, herramientas, tecnologías y procesos enfocados en la

administración de datos y la creación de inteligencia. Utiliza el análisis y la extracción de información existente en una empresa orientada a tomar importantes decisiones para mejorar los procesos operativos y de negocio (Oracle.com).

## 2) Conceptos Asociados

a) Datos: El dato es la unidad mínima de toda fuente y corresponde a elementos básicos de información que por sí solos no son relevantes para mejorar la toma de decisiones.

b) Información: La información se define como un conjunto no procesado de datos que han pasado por una etapa de procesamiento para obtener un significado y reducir la incertidumbre, convirtiéndose en información valiosa.

c) Conocimiento: Es una combinación de valores, experiencia e información útil que sirve como base para incluir nuevas experiencias de información.

d) Sabiduría: La sabiduría se origina a partir del conocimiento y permite realizar predicciones con un alto nivel de aceptabilidad de los acontecimientos futuros. Está relacionada principalmente con la disposición de aprendizaje.



*Figura 3. Pirámide de la Sabiduría.*

Fuente: [29]

## 3) Arquitectura

Se describe la arquitectura de una solución de Inteligencia Empresarial, explicando brevemente cada una de sus funcionalidades. La figura 5 muestra todas las etapas que son

parte de la arquitectura de las soluciones de inteligencia de negocios.

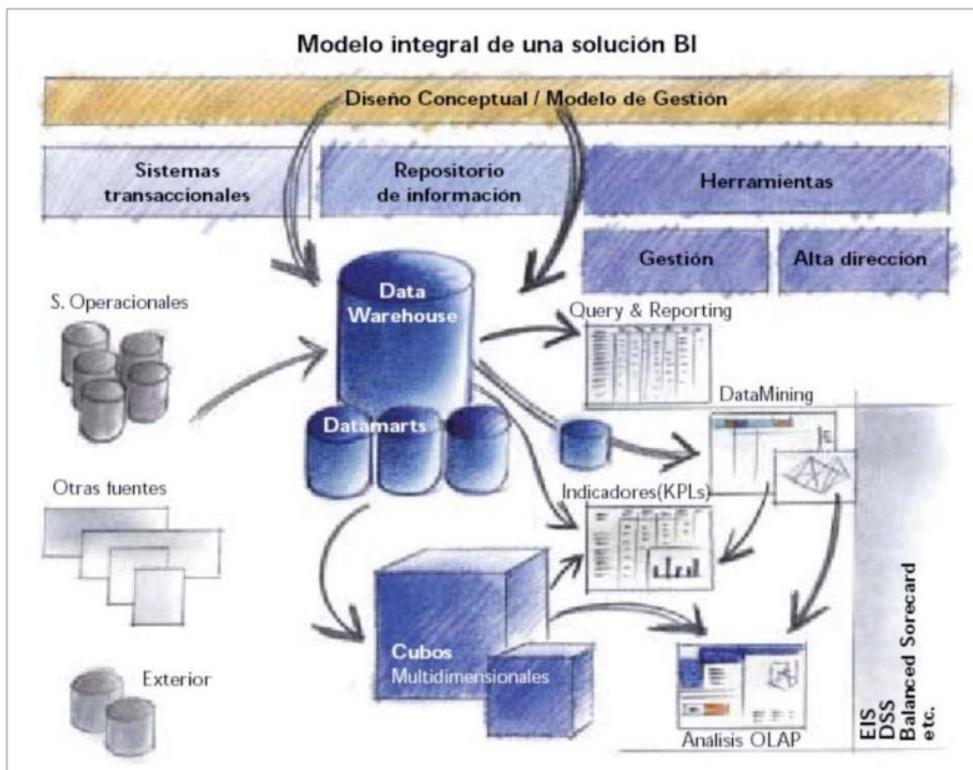


Figura 4. Modelo Integral de una Solución BI.

Fuente: [30]

#### 4) Componentes de Inteligencia de Negocios

A continuación, se presentará una descripción técnica de los componentes que conforman una sólida arquitectura de inteligencia empresarial (BI), con el fin de hacer fácil la comprensión de las herramientas utilizadas en este campo.

##### a. Origen de Datos

Los orígenes de datos se refieren a la conexión física a las bases de datos de una empresa de tecnología. Para establecer esta conexión, es necesario especificar los parámetros, como la ubicación y las credenciales de acceso, entre otros aspectos.

##### b. Proceso ETL (Extracción, Transformación y Carga)

El proceso ETL se encarga de mover datos de un lugar a otro desde múltiples fuentes, transformarlos, limpiarlos y cargarlos en un repositorio como una base de datos

transaccional, un datamart o una base de datos multidimensional. En la fase de extracción, se obtienen los datos de distintas fuentes, luego en la fase de transformación se aplican reglas de negocio para filtrar, limpiar o depurar la información, y finalmente en la fase de carga se actualiza la información en el repositorio o base de datos destino [31].

#### **c. Data Warehouse**

El Data Warehouse es repositorio de datos empresarial que consolida información de múltiples fuentes con formatos diferentes para permitir la etapa de análisis desde la variabilidad de su uso y con una respuesta óptima de resultados. Su implementación es el primer paso importante para establecer una solución confiable y robusta de inteligencia empresarial [31].

#### **d. DataMart**

El DataMart es la base de datos dimensional específica por departamento o área de la empresa, que se alimenta de los datos procesados de un área específica del negocio. Se trata de un repositorio de información fácilmente accesible que permite la realización de consultas en línea, análisis de información y toma de decisiones [31].

#### **e. Tecnologías OLAP**

Los sistemas de procesamiento analítico en línea (OLAP) son bases de datos enfocadas al procesamiento de análisis de información. Estos sistemas permiten la lectura de grandes volúmenes de información para obtener información útil y realizar análisis en línea.

#### **f. Indicadores Clave de Rendimiento (KPI)**

La utilidad de los indicadores de rendimiento (KPI) radica en su capacidad de ayudar a las empresas a evaluar su desempeño en comparación con los objetivos previamente establecidos. Estos indicadores permiten conocer si los procesos están alcanzando las metas establecidas, lo que resulta en una valiosa información que ayudara en la toma de decisiones empresariales. Además, los KPI se relacionan directamente con la estrategia de la empresa, lo que les permite centrarse en la información clave que proporcionan las herramientas de inteligencia empresarial.

## 5) Metodologías asociadas en Inteligencia de Negocios

A continuación, se presentan y explican detalladamente las metodologías más comunes dentro de la implementación de proyectos de inteligencia empresarial.

### a. Metodología Estándar

Esta metodología estándar de trabajo es genérica y se divide en 4 fases como análisis, diseño, construcción e implementación, y puede ser aplicado a cualquier solución de inteligencia de negocios.

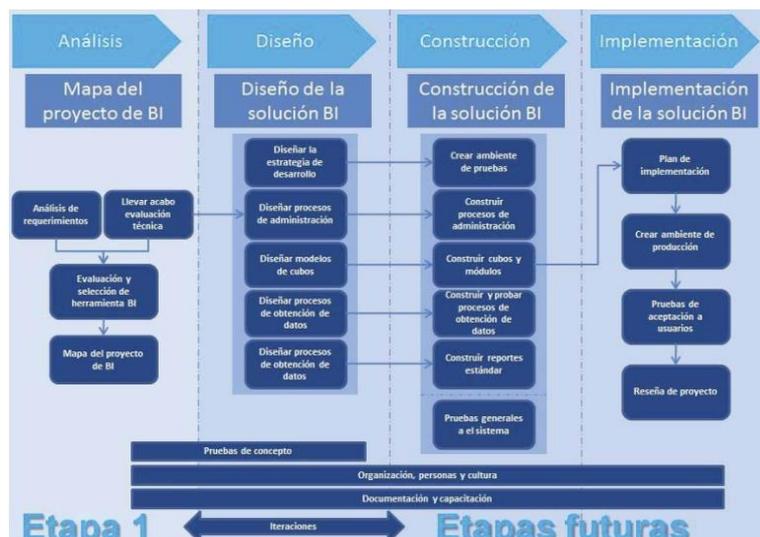
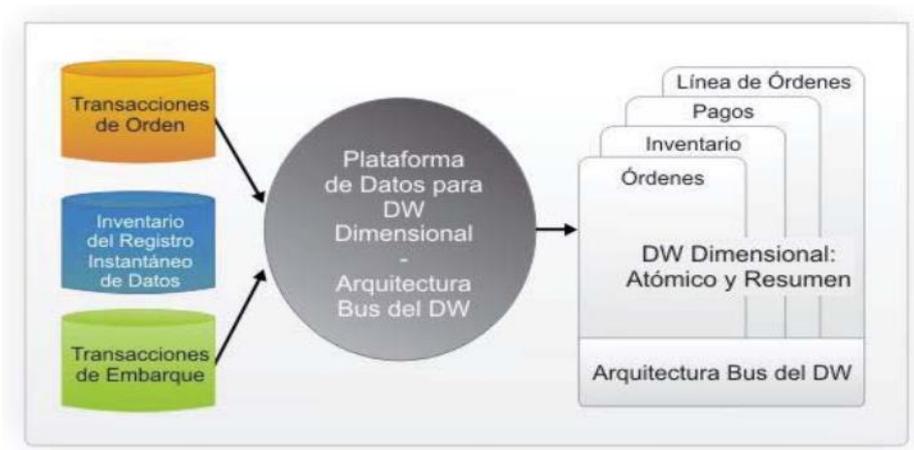


Figura 5. Fases de un Proyecto BI  
Fuente: [30]

### b. Kimball

Esta metodología fue creada por el arquitecto Ralph Kimball, esta metodología se enfoca básicamente en el desarrollo e implementación de un Datawarehouse, tomando en cuenta la secuencia de actividades ordenadas y esenciales.

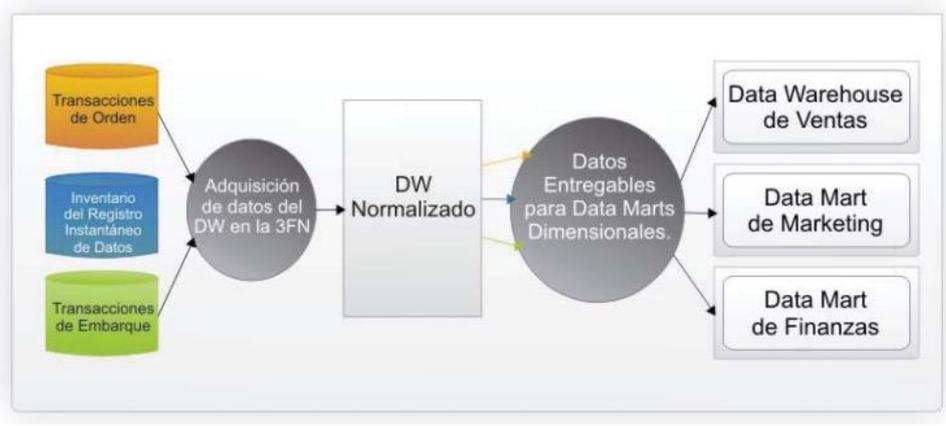
Kimball trabaja a través de la integración de información, provenientes de bases de datos que están alojadas en diferentes unidades de negocio llamadas Datamart. Los datamart son el subconjunto de información de un Data warehouse.



*Figura 6. Enfoque Kimball*  
Fuente: Elaboración propia del Investigador.

### c. Inmon

Esta metodología fue creada por el arquitecto Bill Inmon y es lo inverso a lo que propone la metodología de "Kimball"; Al momento de diseñar el esquema de datos se creará de forma completa el Data Warehouse del area en especifica y posteriormente se soltaran o separaran los Datamarts.



*Figura 7. Enfoque Inmon*  
Fuente: Elaboración propia del Investigador.

## 6) Metodologías de Requerimientos.

A continuación, se presentan y explican detalladamente las metodologías más comunes dentro del estudio de los requerimientos, definiendo en primer lugar, los conceptos básicos que se muestra a continuación, seguido de las principales metodologías de requerimientos.

- ✓ **Requerimiento:** Condición o solicitud realizada por el usuario final para resolver un problema de todos los niveles para alcanzar un objetivo. También es una condición o capacidad que un proceso sistemático debe cumplir o poseer para ajustarse a un contrato, requisito, explicación u otro documento [32].

### Tipos de Metodologías de Requerimientos:

#### a. DorCU

Definido como Documentación de Requerimientos Centrada en los Usuarios; Esta metodología propone subdividir la etapa de elicitación en siete subetapas: reunir un equipo multidisciplinar, recopilar y clasificar los requisitos, evaluar y racionalizar, clasificar los requisitos, integrar y validar, y documentar la etapa. Dentro de su propuesta, el DoRCU considera la participación tanto de los consumidores como de los desarrolladores en el proceso. Reconociendo que los antecedentes y motivaciones de ambos grupos los distinguen, la empresa divide sus actividades en conjuntos de tareas orientadas al usuario y orientadas al desarrollador [33].

#### b. Áncora

Ancora transmite el concepto que, para empezar a trabajar en el desarrollo de un nuevo software, hay que tener unas buenas y sólidas bases (poder definir acertadamente lo que se quiere de un nuevo software y tener una representación transparente para el usuario) y esto permitirá pasar a las fases posteriores del

desarrollo del software de forma fácil y natural. El Script es el principal instrumento de modelado en Áncora. Un elemento más en Áncora es la reutilización. Áncora proporciona métodos para reutilizar elementos de sistemas anteriores en sistemas similares [34].

### **c. BPM**

Se trata de una metodología empresarial que busca aumentar la eficiencia mediante la administración sistemática de procesos de negocio que están directamente involucrados con las actividades de la empresa y sirven de agentes para invocar aplicaciones. En otras palabras, el BPM no sólo puede gestionar los procesos de negocio de forma sistemática y preservar la funcionalidad original, sino que también puede desarrollar aplicaciones que se adapte a los cambios en los procesos [35].

#### **Dimensiones del BPM**

A continuación, se enumeran los tres componentes del BPM [36]:

**El negocio:** Es el área de valor en la que los empleados y socios participan y concentran sus esfuerzos en utilizar los recursos para poder satisfacer las solicitudes del cliente y/o usuario.

**El proceso:** Son los procesos que cambian un recurso en un producto o servicio y, por tanto, se adquieren mediante la transformación de un recurso.

**La gestión:** Las técnicas, métodos y herramientas de BPM mencionadas, pueden mejorarse con las actividades que realizan las partes interesadas para optimizar los procesos, por lo que deben estar en sintonía con los objetivos de la empresa.

#### **Fases de la metodología BPM de requerimientos del negocio**

Es el estudio de los procesos de una empresa para idear formas de mejorarlos. El BPM ayuda a optimizar los procesos reelaborándolos para deshacerse de los trabajos repetidos que no aportan valor.

Las fases de la metodología BPM para los requerimientos del negocio, se desarrollan en la Pág. 104 y comienza en determinar [37]:

Las estrategias del proceso de negocio: la cual es el análisis para identificar requerimientos de procesos de negocio.

Diseño de los procesos: en donde se muestra el AS SI de los requerimientos del negocio para posterior desarrollar el TO-BE.

La implementación de los procesos: la cual se utiliza el TO-BE con el objetivo de mejorar y poder cumplir con los objetivos.

Mejora continua: lo cual implica cambios de mejora para el correcto funcionamiento.

Ante ello, la herramienta Bizagi permite realizar diagrama de los procesos de un negocio para establecer su mejora mediante la fase de la metodología, como se detalla anteriormente.

Para el desarrollo se utiliza el modelo y notación de procesos BPMN aplicando el análisis del proceso AS IS y la optimización del proceso TO-BE.

### **Business Process Modeling Notation (BPMN)**

Se considera una herramienta o lenguaje de modelado fácil de entender porque utiliza diagramas de negocio estándar. Estos diagramas muestran cuatro categorías: objetos de flujo, contenedores, objetivos de conexión y artefactos [36].

- **Objetivos del BPMN**

Considerando el BPMN brinda los beneficios siguientes [38]:

**Transparencia:** El modelado BPMN se utiliza para averiguar qué información se oculta en los programas haciendo un seguimiento de las elecciones realizadas mediante reglas.

**Trazabilidad:** BPMN hace un seguimiento de todo, de modo que cuando llega el momento de analizar las decisiones tomadas, se pueden volver a examinar.

**Flexibilidad:** Dado que BPMN separa el ciclo de desarrollo, sobre el software del resto de la empresa, es posible introducir cambios en la estructura empresarial. Esto es bueno tanto para la empresa como para el personal informático.

- **Elementos gráficos de BPMN**

Dentro de un proceso, hay ciertas actividades, que también se denominan procedimientos, que se realizan bajo ciertas condiciones, que se denominan Pasarelas, y tienen como resultado ciertos sucesos, que también se denominan eventos. Esto se denomina objeto de flujo y está vinculado por un flujo de secuencia que necesita determinados elementos. A su vez, el uso de ciertos artefactos ayuda a describir cada proceso sin afectar directamente a las decisiones [38]:

**Objetos de flujo:** Integrado por eventos (círculos que muestran cómo empieza y termina cada tarea), actividades (rectángulos que muestran las tareas) y pasarelas (rectángulos que muestran dónde se toman las decisiones).

**Objetos conectivos:** Conecta las cosas utilizando un enlace de tipo secuencia (el orden de las actividades), flujo de mensajes (dirección) y una relación con los artefactos.

**Contenedores:** Sirven para seguir las etapas de un proceso.

**Artefactos:** Es una buena manera de añadir información importante sin cambiar la manera en que circula la información.

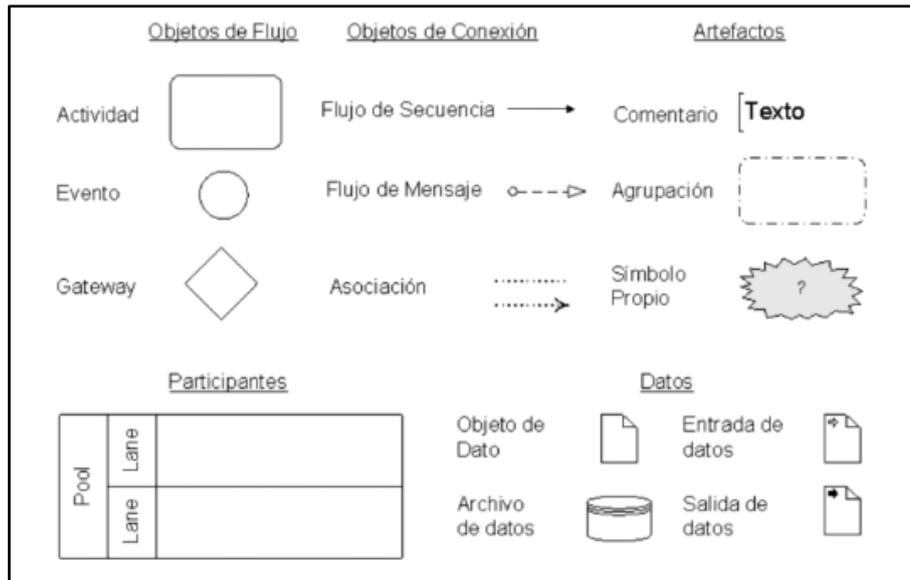


Figura 8. Elementos básicos de BPMN

Fuente: [38]

Para la elección de la metodología de requerimientos mejor acentuados en el desarrollo de la investigación, se describen en la pg. 69 del presente proyecto.

## Bizagi

- **Concepto**

Es el espacio encargado de transformar diferentes procesos diseñados en diagramas operaciones del negocio, sin la necesidad de programar. En el universo de Bizagi existen diferentes tipos de Bizagi de las cuales se muestran a continuación:

Software Bizagi Modeler (Modelamiento de procesos)

Software Bizagi Studio (Automatizar los procesos)

Software Bizagi Automation (Compilación de aplicaciones)

Software Bizagi Business Insights (Toma de decisiones)

Software Bizagi Artificial Intelligence (Algoritmos de inteligencia artificial)

Estos modelos tienen como base la notación BPMN [39].

De esta relación de Bizagi, se utilizó Bizagi Modeler, para su modelamiento AS IS y TO BE de los procesos mineros de carguío y transporte de la empresa minera.

- **Elementos soportados en Bizagi Modeler**

Para la utilización de Bizagi Modeler, es necesario considerar los siguientes elementos, como recomendación en su modelamiento [39].

- **Actividades**

Son imágenes del trabajo que realizarán los trabajadores de la empresa. Tareas de servicio, tareas de envío, tareas humanas, tareas de usuario, tareas de obtención y tareas de script son ejemplos de ellas [39]

- **Eventos**

Los eventos se dividen en:

**Eventos de Inicio** (Inicio, de mensaje, de tiempo, de señal, condicional, múltiple Paralelo y múltiple)

**Eventos Intermedios** (De temporización, de mensaje, de señal, de enlace, de compensación, escalable, condicional, múltiple paralelo, múltiple)

**Eventos de Finalización** (De terminación, de mensaje, de señal, de compensación, escalable, error, cancelación y múltiple)

- **Compuertas**

Pueden depender de una declaración o de la decisión de hacer un flujo paralelo. Pueden ser paralelos, incluir a todos, basarse en eventos, ser exclusiva de eventos, paralelos basados en eventos o ser complejos.

- **Conectores**

Para conectar diferentes partes de un proceso, necesita conectores de flujo secuencial. Puede utilizar puentes de conexión de procesos para enlazar elementos.

- **Subprocesos**

Bizagi soporta cuatro sub-procesos, y cada uno de ellos hace algo diferente.

Es un proceso que está destinado a ser parte de algo más grande. Tenemos subprocesos integrados, reutilizables, transaccionales, y varios en los que ya tenemos.

## **Método de validación**

### **Delphi**

Para llegar a respuestas concretas y mejorar la toma de decisiones, el método Delphi es una metodología dinámica, intuitiva y predictiva basada en la utilización estratégica de los puntos de vista de un panel de expertos sobre una determinada cuestión. El método Delphi, se usó para las validaciones en juicio de expertos.

#### **1.5.1.1 Herramientas de Código Abierto.**

##### **Soluciones más destacadas**

La consultora Gartner es considerada una de las compañías consultoras top de investigación y estudio de mercado de tecnologías de información más influyentes en el mundo de las tecnologías que están a la vanguardia. Su función principal en forma exclusiva a investigar, analizar y recomendar las tendencias del mercado tecnológico y sus tendencias, y para poder realizar esto usa el llamado “Cuadrante mágico de Gartner” que es una forma de poder saber en qué etapa de innovación y fase de desarrollo están las empresas dedicadas al rubro de la tecnología a nivel mundial. También se usa para poder medir la calidad, desempeño, funcionalidad de los productos y sirve como apoyo externo a las compañías de todos los rubros para poder elegir el socio tecnológico que más se acomoda a su necesidad [40].



Figura 9. Cuadrante mágico de tecnologías BI 2017.  
Fuente: [40]

### Superset

Superset es una herramienta analítica potente de exploración y visualización de información. y puede reemplazar o aumentar las herramientas de inteligencia comercial patentadas para muchos equipos. Superset se integra bien con una variedad de fuentes de datos [41].

Esta herramienta proporciona:

- Una interfaz sin código para crear gráficos rápidamente.
- Un potente editor de SQL basado en la web para consultas avanzadas
- Una capa semántica ligera para definir y crear intuitivamente dimensiones y métricas personalizadas
- Soporte listo para usar para casi cualquier base de datos SQL o motor de datos
- Una amplia gama de gráficos con visualizaciones amigables y vistosas para mostrar sus datos, que van desde simples gráficos de barras hasta

visualizaciones geoespaciales

- f) Capa de almacenamiento en caché liviana y configurable para ayudar a facilitar el loading o carga de información en la base de datos.
- g) Roles de seguridad altamente extensibles y opciones de autenticación.
- h) Una interfase de programación de aplicaciones (API) para la personalización programática.
- i) Una arquitectura original de la nube creada y diseñada desde cero para que pueda ser escalable.

## **Metabase**

Metabase es una herramienta de código abierto que nos permitira la creación de KPIs a partir de múltiples fuentes de datos. Su construcción de paneles de control es bastante intuitiva ya que incluye un asistente que utiliza lenguaje natural para elaborar consultas. Además, ofrece una amplia gama de gráficos, como gráficos de progreso, tablas enriquecidas, gráficos de línea, de área, de barra, filas, gráficos de dispersión, de pastel, mapas, tarjetas y embudos. Antes de comenzar a explotar los datos, es importante definir la colección de Metabase, que se refiere a la agrupación de métricas, elementos visuales y paneles de control definidos en Metabase [41].

## **Redash**

Redash es una herramienta de código a abierto para desarrolladores y contiene un lenguaje de queries (consultas que enviamos a las bases de datos), con un conjunto de características que nos ayudaran notablemente en el trabajo de equipo. Además, es fácil de desplegar en los servidores de la nube de Arsys que es una empresa proveedora de internet en España.

Redash puede conectar varias fuentes de orígenes de datos y manipular es información de cualquier manera como no se imagina, además se podrá compartir con otros usuarios dentro del dominio de la compañía. También tiene a ser un potente en cuanto a la

manipulación de datos y visualización de estos. Permite también a adaptarse a gran cantidad de entornos empresariales, lo que lo hace atractivo para grandes y medianas empresas [41].

#### **1.5.1.2 Herramientas de Código Abierto líderes del mercado.**

**Superset** es una herramienta nativa en el cloud de software la categoría de código abierto para la explotación y visualización de información capaz de administrar y manejar datos a niveles de almacenamiento de petabytes.

Una herramienta moderna de explotación y visualización de información de forma ágil, liviana, intuitiva y con una variedad de opciones que ayudan a los usuarios poder explorar y visualizar información importante, desde gráficos de barras simples hasta gráficos georreferenciales y/o geoespaciales muy potentes (itop.es).

#### **Características de Superset**

- a) Variabilidad y de visualizaciones de información.
- b) Amigable interfase gráfica fácil de manipular para poder explorar y visualizar información.
- c) Facilidad para la creación y colaboración de cuadros de mando.
- d) Conectividad tomando como base el acceso a base de datos propietarias, OpenID, LDAP, OAuth.
- e) El modelo de seguridad es extenso y de alta complejidad que nos permite poder acceder a las funcionalidades individuales y a los conjuntos de información.
- f) Permite a los usuarios administrar los orígenes de datos, especificando qué columnas deben ser visualizadas en las opciones del menú.

La herramienta Superset tiene **una variedad de funcionalidades**, entre las cuales podemos explicar las siguientes:

- a) Una interfase amigable para explorar y visualizar información y crear dashboards y/o paneles interactivos.
- b) Una amplia variedad de herramientas gráficas de visualizaciones para mostrar la información que se necesite.
- c) Posibilidad de poder generar gráficos con visualización amigable sin escribir una línea de código con el objetivo de poder extraer y mostrar información.
- d) Una interfase de usuario con editor SQL robusta que nos ayudara a preparar los datos para su posterior visualización.
- e) Soporte para variedad de orígenes de datos, variedad de bases de datos que entienden el lenguaje SQL.

Superset trae consigo **muchos beneficios** y ventajas para un mejor manejo de análisis de información estos son:

- a) Proporcionar la característica de poder realizar visualización gráfica sin escribir ni una línea código de programación.
- b) El despliegue de la herramienta es sencillo y de fácil administración.
- c) Ambiente de laboratorio de consultas SQL para consultas amigables realizadas por los usuarios.
- d) Creación de controles o gráficos de visualización como tablas dinámicas para ayudar a la exploración de múltiples variedades de gráficos: torta, pie, barras, mapa, etc.

### **1.5.2 Análisis de Datos de Producción Minera**

El análisis de información se podría definir como un único proceso de limpieza, transformación y modelamiento de datos para analizar información útil que servirá en la toma

de decisiones. Siempre que se toma alguna decisión en el día a día es teniendo en mente en lo que pasó realmente la última vez o en lo que podría pasar si al tomar esa decisión en forma particular.

El análisis de datos es un término extenso que abarca diversas variabilidades de análisis, toda la información puede controlarse a técnicas de análisis de información para poder tener información que se use para mejorar los procesos. Por ejemplo, las empresas mineras a menudo registran el tiempo de carguío, tiempo de descarga, tiempo en cola, etc. Y luego analizamos todos los datos para estimar cuánto es el ciclo de acarreo para la flota, determinando la productividad de los equipos mineros de carguío y transporte buscando oportunidades.

El análisis de datos nos ayuda a determinar posibles cuellos de botella, por ejemplo, en las rampas, ¿cuánto es lo máximo que esa rampa puede transportar? ¿cuándo, según el plan de minado, se llega a saturar la rampa? Cuando sucede este tipo de eventos en mina se pierde mucha productividad en la flota y es conocido como el efecto “Convoy” o equipos de transporte en cola. Un fenómeno similar ocurre en los stocks y botaderos, para la descarga siempre hay un equipo auxiliar esperando la llegada de los camiones. Pero ¿qué pasa cuando empiezan a llegar camiones a la zona de descarga muy seguidos?

Los camiones tienen dos alternativas, la primera esperar que descarguen el resto de los camiones generando colas o si hay espacio en la zona, descargarlos a un lado, método que no se recomienda practicar por tiempos largos. ¿Pero ¿qué pasa cuando no hay espacio? Simple, tienen que esperar y esto conlleva a pérdidas en productividad que se traduce en el no cumplimiento del plan de producción de mina. Estos eventos tienen que ser pronosticados, determinar su nivel de ocurrencia.

### **Tipos de análisis de datos**

El análisis de información se divide en 4 tipos.

**Análisis descriptivo:** este tipo de análisis describe lo que ha sucedido realmente durante un lapso a analizar. ¿Ha incrementado el número de camiones que descargan por hora en chancado? ¿El cumplimiento espacial del plan de minado es mejor que el mes pasado según la planificación minera?

**Análisis de diagnóstico:** Este tipo de análisis se centra en por saber porque sucedió determinado suceso en el tiempo. Esto significa inputs de datos más diversos y una hipótesis. ¿Cómo ha afectado el adelanto de lluvias a la productividad de los camiones?

**Análisis predictivo:** Este tipo de análisis es capaz de predecir usando herramientas analíticas lo que probablemente sucederá a futuro. ¿Terminamos de cumplir esta semana la ley y tonelaje programada? ¿Se terminará de realizar el desbroce de la nueva fase en el próximo mes? Y por último el tipo de análisis que las empresas tratan de implementar.

**Análítica prescriptiva:** Este sugiere un curso de acción. Un ejemplo serio tomar la decisión de mover una pala a una mejor zona o la dejarla terminar el frente. ¿cuál de las dos opciones me asegura el cumplimiento del plan?

### **1.5.3 Normativa técnica ISO 25010**

La normativa ISO/IEC 25000, también muy conocida como SQuaRE (System and Software Quality Requirements and Evaluation), tiene como único objetivo principal establecer un marco de trabajo para evaluar la calidad de los productos de software. Esta norma es el resultado de la fusión de otras dos normas ISO anteriores: la ISO/IEC 9126, que describe las características de calidad de los productos de software, y la ISO/IEC 14598, que se enfoca en el proceso de evaluación de los productos de software. La ISO/IEC 25000 consta de cinco secciones o divisiones, y su implementación es esencial para garantizar la calidad de los productos tecnológicos de software.



*Figura 10.* Divisiones ISO/IEC 25000.

Fuente: [42]

ISO/IEC 25000 toma como punto clave la calidad del producto de software, la cual se relaciona con características como la funcionalidad, usabilidad, fiabilidad, eficiencia, portabilidad y mantenibilidad. Según Monsalve (2010), la calidad puede afectar tanto a productos de software como a cualquier otro tipo de producto, y está influenciada por cada una de las fases del ciclo de vida de uso del producto, desde su inicio hasta su entrega y mantenimiento. ISO/IEC 25010, por otro lado, se compone de ocho aspectos de calidad del software, incluyendo compatibilidad, fiabilidad, seguridad, mantenibilidad, portabilidad, usabilidad, adaptación funcional y eficiencia de desempeño, estas se muestran en la imagen [42].



Figura 11. Modelo de calidad del producto de la ISO/IEC 25010

Fuente: [42]

De acuerdo con la norma ISO/IEC 25010, la eficiencia de desempeño está relacionado a contabilizar los recursos usados bajo ciertas y determinadas condiciones, la eficiencia de desempeño se divide a la vez en sub características:

**Comportamiento temporal.** El tiempo de entrega de respuesta y procesamiento de un producto tecnológico cuando se ejecutan alguna de sus funciones principales con condiciones particulares en conexión con un ambiente de pruebas.

**Utilización de recursos.** La granularidad, cantidad y variedad de recursos usados cuando el software que se está ejecutando cumple a cabalidad sus funciones principales bajo ciertas condiciones que podrán ser medidas.

**Capacidad.** nivel en que los límites de capacidad mínimos y máximos de una variable de un sistema o software cumplen con las condiciones establecidos.

#### 1.5.4 Gestión de Riesgos

Si alguna vez analizó datos de procesos mineros, entonces conoce la experiencia de profundizar en estos datos y luego poder encontrar que están “incorrectos”; similar a una estructura incorrecta debido al complejo y la porción de información que manejan las bases de datos transaccionales, numerosas imprecisiones o simplemente están incompletos.

El esfuerzo y el desgaste de energía que son usados para transformar datos incorrectos en información provechosa nos lleva a una pérdida de confianza en la información de la empresa. Estos procesos desgastantes nos lleva a la pérdida de oportunidades. De acuerdo con un estudio de la consultora Gartner indica que **“la pérdida monetaria por una mala o baja calidad de los datos y/o información en las compañías es de USD 8,7 millones por año”** [40].

#### 1.5.5 Estado del Arte

##### a. Evolución del Business Intelligence

En 1989, el ingeniero Howard Dresdner de la consultora Gartner Group acuñó el término "Inteligencia de Negocios". La limitación de reunir y analizar información ha existido desde hace mucho tiempo, como lo demostró Sun Tzu en su libro "El Arte de la Guerra", hace 2400 años, donde afirmaba que, para tener éxito en la guerra, un comandante debía tener el control y conocimiento completo de sus fortalezas y debilidades, así como de las de sus rivales.

La Figura muestra que la inteligencia de negocios se puede dividir en tres etapas. La primera, de 1974 a 1991, se basó en la aparición de sistemas antiguos y transaccionales para generar informes con información estática. La segunda, de 1991 a 2006, se caracterizó por la aparición de herramientas y tecnologías para el procesamiento de datos, como los "cubos de datos" y la tecnología "OLAP", que permitieron el desarrollo de grandes repositorios de información. Esta etapa proporcionó sistemas de información más accesibles, con acceso remoto a los datos

y la capacidad de generar informes y tablas dinámicas.

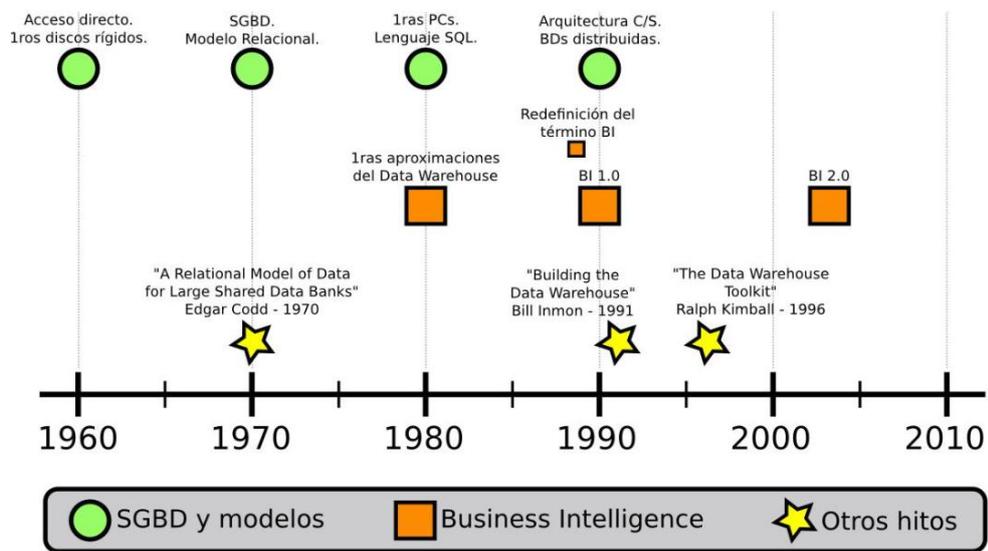


Figura 12. Evolución Inteligencia de Negocios

Fuente: Elaboración propia del Investigador.

Adicionalmente, el desarrollo e implementación de estos sistemas transaccionales y/o tradicionales se han encontrado con muchos obstáculos como, por ejemplo: la administración de grandes volúmenes de datos, mala performance, la variabilidad y altos tiempos de respuesta de estas mismas, la integración de muchos orígenes de datos, mucha dependencia en los especialistas y/o expertos o gurús de tecnología. En resumen, estas restricciones se han reflejado en elevados costos de licenciamiento de software, costoso hardware, horas extensas de consultoría, optimización, mantenimiento y tiempo altos en su instalación.

### b. Nuevas tendencias en Business Intelligence

De acuerdo con la publicación digital Perspectiva del IDE Business School, se plantea que las limitaciones señaladas anteriormente están siendo abordadas por las herramientas de análisis de información. Las nuevas tendencias en inteligencia de

negocios tienen como objetivo alcanzar las siguientes funcionalidades [40] :

Proporcionar tiempos de respuesta (performance) altamente eficientes, son capaces de procesar rápidamente grandes volúmenes de información o datos en tiempo real y con acceso total a los datos.

Escalabilidad, compatibilidad e integración con diverso origen de datos y entre herramientas, las empresas poseen muchas fuentes: orígenes de datos, archivos Excel, páginas web, etc. Esta nueva tendencia está buscando que toda los datos o información se encuentren unidos en un único repositorio y que sean procesados transformados y accesibles desde su la misma fuente de datos.

Mejora en la visualización interactiva y gráfica. Facilitar al usuario la interacción con la información, los usuarios piensan o entienden mejor observando visualmente.

Tiempo Real: actualmente los usuarios necesitan visualizar y analizar los datos en tiempos real y con un buen tiempo de respuestas a las consultas realizadas teniendo como resultado la satisfacción del usuario final para que pueda tomar decisiones en cortos periodos de tiempo y estas puedan medirse en cortos periodos de tiempo. Los datos que nos proporcionan las redes sociales actualmente están disponible casi al segundo y es importante poder analizarla en "real time".

Mobile BI: tener la capacidad de poder visualizar datos y tener la capacidad de tomar decisiones inteligentes desde cualquier dispositivo móvil y desde cualquier lugar es lo que se está generando. Hoy en día el uso masivo de los teléfonos

inteligentes, tabletas o laptops, esto sumado al creciente uso de del almacenamiento de los datos en la nube, están generando oportunidad para implementación de nuevas herramientas de inteligencia empresariales móviles. La consultora Gartner estima un 31% de crecimiento en el uso de estas categorías de herramientas en equipos móviles para finales de 2016.

Big Data: Esta tendencia actualmente está de moda y todos hablan de ella , todas las empresas tienen la necesidad de implementar soluciones Big Data a sus áreas de negocios. Big Data parece puede abarcar todo, desde grandes, medianas y pequeñas empresas, pasando por el rubro de comercio electrónico.

La cantidad exponencial de información, imágenes, videos y audio que subimos cada segundo a las redes sociales se multiplica rápida y exponencialmente.

### **c. Hacia donde crecerá la Inteligencia de Negocios**

Según un artículo titulado "Inteligencia de Negocios, ¿hacia dónde crecerá?" publicado en el blog PublicaTIC y escrito por Luis Fernández en 2016, se ha producido un desarrollo exponencial de los sistemas de inteligencia empresarial en los últimos cinco años. Esto ha permitido que los CEO de las grandes empresas tengan acceso a una cantidad sin precedentes de información valiosa y de mayor calidad de información para la mejor toma de decisiones.

IDC, una compañía de estudios informó en junio de 2015 en su informe "Worldwide Business Analytics Software Forecast, 2015-2019" que el mercado de software de inteligencia de negocios creció un 5,5% en 2016, alcanzando una cifra de aproximadamente \$41 mil millones de dólares en todo el mundo. IDC también predice que este mercado crecerá a una tasa anual del 9,0% en los siguientes cinco años. Estos números indican que la inteligencia de negocios será cada vez más importante para los CEO de las grandes empresas en el futuro.

### **1.3.6 Definición de términos Básicos**

#### **a) Análisis de Datos**

Está definido como un importante proceso de limpieza de datos, transformación y modelamiento de datos valiosos con el propósito de poder disponer información importante que nos guiara u orientara en la toma de decisiones. Cuando tomamos alguna decisión importante en nuestras actividades diarias siempre consideramos lo que pasó la última vez que ocurrió o en lo que podría pasar al seleccionar esa decisión en particular. A esto se refiere el analizar el pasado o futuro y poder tomar decisiones en base a esas consideraciones.[20].

#### **b) Inteligencia de Negocios**

La inteligencia empresarial puede ser definida de diversas maneras dentro de su categoría tecnológica, por ejemplo, como la habilidad de convertir datos sin procesar en información valiosa, y posteriormente convertir esa información en conocimiento que pueda mejorar la toma de decisiones en los procesos de negocio, relacionándose con las tecnologías de la información. Para esta investigación, se presentan dos definiciones que ayudarán a comprender mejor este concepto.

#### **c) Herramientas Código Abierto**

Es el software en donde el código fuente o archivos de programación y otros derechos de autor que en forma natural son patentados por quienes tienen los derechos de autor, y son mostrados con una licencia de tipo código abierto (open source) o están dentro del dominio público y pueden ser modificados considerando algunos criterios del software.

## **II. MATERIAL Y MÉTODOS**

### **2.1 Tipo y Diseño de Investigación.**

El diseño de investigación se refiere al plan o método que se utiliza para conseguir la información necesaria para una investigación. En el enfoque cuantitativo, los investigadores utilizan el diseño para investigar la evidencia de las hipótesis formuladas en un entorno específico.

En este proyecto de investigación, se está aplicando un enfoque tecnológico aplicado con un enfoque cuantitativo, y el diseño de investigación seleccionado es experimental del tipo cuasi experimental. Esto se debe a que se va a realizar una demostración piloto de la solución de inteligencia empresarial (BI) para evaluar su efectividad.

## 2.2 Variables, Operacionalización

**Tabla 3**

*Matriz de operacionalización de variables*

Variable	Dimensión	Indicadores	Formula	Técnicas de recolección	Instrumento de recolección
Variable Independiente: Solución de Inteligencia Empresarial	Escala valorativa	Nivel de satisfacción de usuario	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Totalmente en desacuerdo</li> <li>2. En desacuerdo</li> <li>3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo</li> <li>4. De acuerdo</li> <li>5. Totalmente de acuerdo</li> </ol>	Encuesta	Cuestionario (Escala Likert)
		Tiempo usado en proceso central de carga de datos.	$TPCCD = TF - TI$		
		Tiempo usado en la preparación y generación de reportes de carguío y transporte.	$TPCCD = TF - TI$	Observación	Ficha de registro
Variable dependiente: Análisis de Datos de Producción Minera	Efectividad de generación de reportes	Tiempo que usa el usuario final para análisis de información.	$TUFAI = TF - TI$	Observación	Ficha de registro
		Nivel de disponibilidad de información.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Totalmente en desacuerdo</li> <li>2. En desacuerdo</li> <li>3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo</li> <li>4. De acuerdo</li> <li>5. Totalmente de acuerdo</li> </ol>	Encuesta	Cuestionario (Escala Likert)
		Nivel de satisfacción de usuario sobre los reportes generados			

Fuente: Desarrollado por el investigador.

## **2.3 Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección.**

### **a) Población**

Según Tamayo y Tamayo [43], tiene una definición de la población como “el total de la figura a estudiar, considerando que las unidades de la población tienen una característica universal, y es donde se centrará el estudio que nos dará origen a los datos relevantes de la investigación”.

Para la presente investigación a desarrollar, diseñar y implementar una solución piloto de inteligencia empresarial en base a código abierto para las empresas mineras, se tomará como población solo al proceso minero de carguío y transporte.

Proceso minero de carguío y transporte, consta de un total de 90 registros por mes elaborados por 10 trabajadores en dicho proceso de estudio.

### **b) Muestra**

Según Tamayo y Tamayo [43], se refiere a la muestra como: “Cuando escogemos una muestra de elementos con el propósito de averiguar alguna evidencia sobre una población en particular, nos estamos refiriendo a esa muestra de grupo de elementos como base para la muestra.

Para este particular caso de estudio, y considerando las dimensiones o medidas de la población, se tomará como muestra los reportes de tiempos de ciclo de carguío y transporte, tonelaje movido por los equipos de carguío, velocidad y kilómetros recorridos de los equipos de transporte y performance de los operadores de carguío y transporte.

También se tomarán a los 10 trabajadores para medir la satisfacción en sus procesos de operaciones de carguío y transporte; para un mayor entendimiento, se indican en el siguiente cuadro.

**Tabla 4**

*Población muestral del estudio*

Área	Cantidad	Tipo
Carguío y transporte	90	Registros
Carguío y transporte	10	Colaboradores

Fuente: Desarrollado por el investigador.

## **2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.**

En este trabajo de investigación se ha querido utilizar técnicas y también instrumentos de recojo o recolección de información que nos ayudarán en la no aceptación o en la validación de nuestra hipótesis que estamos trabajando actualmente.

### **2.4.1 Técnicas**

Para el levantamiento de la información se ha usado cada una de las técnicas explicadas en el punto anterior y se detalla a continuación:

**Encuesta;** Esta técnica se usa para poder tomar datos de sola persona a la vez. Esa técnica permite una comunicación más continua para poder obtener la información más consistente y detallada posible, utiliza como principal herramienta una redacción de una guía de entrevista o cuestionario [44].

**Observación;** Esta técnica tiene como objetivo poder juntar la información sobre los acontecimientos, procesos y hechos, también se suele usar cuando no es fácil investigar sobre detalles concretos, sino también verificarlos directamente [45]. Entonces la guía de observación le servirá como herramienta principal.

### **2.4.2 Instrumentos**

Para esta investigación se han hecho uso de los siguientes instrumentos de recolección para el levantamiento de información como se detalla a continuación.

**Cuestionario;** este instrumento es un documento conformado por un conjunto de preguntas donde se podrán crear, plantear, ordenar y estructurar continuamente según el plan individual [44]. Este instrumento nos dará toda la información que necesita cada una de sus respuestas.

**Ficha de registro;** Este importante instrumento es una herramienta que nos va a permitir a la persona que realiza rol de observador ubicarse constantemente en lo que realmente se tiene que investigar [45]. También este instrumento es una herramienta para poder unir y procesar los datos e información sobre fenómenos y eventos.

### **2.4.3 Confiabilidad de los instrumentos**

La confianza de un instrumento es el punto de medición en que al aplicarse de forma continua a la persona u objeto de análisis nos va a producir resultados similares.

En resume, el instrumento es confiable cuando nos da como resultados iguales que nos demuestran la confiabilidad que se necesita para poder continuar con la investigación.

### **Reportes de Análisis de Confiabilidad mediante el Alfa de Cronbach**

#### **Cuestionario 01:**

Este cuestionario nos servirá para determinar la satisfacción del usuario final con el proceso actual de la demora del tiempo de generación de reportes operativos.

A través de este cuestionario se pretende medir la experiencia usuaria con el proceso actual de análisis de información y será tomado como muestra para la investigación.

El siguiente análisis de la herramienta de Alfa de Cronbach para verificar y/o validar el presente instrumento nos dio como resultado importante información que mostramos a continuación en la siguiente tabla.

**Tabla 5***Datos de Estadísticas de escala para cuestionario.*

<b>Media</b>	<b>Varianza</b>	<b>Desviación estándar</b>	<b>N° de elementos</b>
15.00	12.000	3.454	10

Nota: Datos devueltos del software SPSS.  
Fuente: Elaboración propia del Investigador.

**Tabla 6***Estadísticas de fiabilidad para cuestionario.*

<b>Alfa de Cronbach</b>	<b>N° de elementos</b>
0.905	10

Nota: Datos devueltos del software SPSS.  
Fuente: Elaboración propia del Investigador.

## **2.5 Procedimiento de análisis de datos.**

Haciendo uso de la guía de entrevista se procederá a visitar la empresa minera como paso inicial para que pueda suceder esto se deberá gestionar y realizar una cita generada con anticipación y mediante el uso de un cuestionario preparado con anterioridad de preguntas se podrá obtener como resultado la información necesaria para el análisis de datos.

El análisis o proceso estadístico se refiere al análisis de las respuestas a las preguntas abiertas realizadas en la entrevista con el gerente del área e ingenieros de planificación, sin la utilización de datos estadísticos. El objetivo es analizar las respuestas en relación con los procesos clave que se llevan a realizar en la empresa minera.

Eso significa que usaremos softwares especializados en estadísticas o diseño y creación de gráficos estadísticos, el análisis final se realizara en el mismo documento utilizando información que se mostraran en tablas y usaremos un modelo de medición considerando tres niveles de medición (alto, medio y bajo).

## **2.6 Criterios éticos.**

Comprometemos a guardar confidencialidad y no revelar información interna que nos brinde la gerencia de operaciones mina de la empresa minera, como una cuestión de ética profesional. Nos comprometemos a no difundir las debilidades de la empresa a otras compañías del mismo rubro. Mantenemos principios éticos y de confidencialidad en cuanto a la información obtenida de la empresa minera.

### **Ética de seleccionar problemas y modelos**

Consideran desde el enfoque de vista ético la información que se muestran en el trabajo de investigación es confiable y la información obtenida es verdadera, la recolección de información se pudo obtener en el lugar físico de estudio con el objetivo de dar una solución al problema planteado.

### **Principio de Beneficencia**

El eje principal de este principio es no perjudicar o afectar, para esto se tomó en cuenta este principio para que pueda ser aplicado en el trabajo de investigación por lo tanto se está considerando la tranquilidad de las personas participantes en la presente investigación, por el contrario, los participantes que fueron parte de la investigación fueron favorecidos con numerosos y nuevos conocimientos en normas estándares referidos a las tecnologías de inteligencias de negocios.

### **Principio de respeto a las personas**

En la presente trabajo de investigación se aplicó este importante principio, porque la investigación cuida la autonomía de los personas y se les trató con todo el respeto que se merecen y la cortesía de acuerdo a lo estipulado, asimismo todas las personas fueron informados cuales son los objetivos generales y específicos del trabajo de investigación, esto con el objetivo que los participantes estén debidamente informados y en libremente puedan

tomar una acertada decisión y sobre todo de manera propia y voluntaria .

### **Principio de Justicia**

Este principio nos garantiza un acuerdo justo y sin deterioro o afectación a los participantes del trabajo de investigación. En consideración de esto en la investigación hubo una selección honesta y no hubo ninguna diferenciación de los participantes de la investigación, cabe recordar que todos tuvieron un trato equitativo durante todo el desarrollo del trabajo de investigación.

### **Criterios de Rigor Científico**

En el presente trabajo de investigación se tomaron en consideración los siguientes puntos de vista de rigor científico:

**Validez:** La correcta instrumentación de las preguntas realizadas en la presente investigación, de manera que las variables que son caso de estudio sean sobresalientes y engloben todas las medidas que sean incorporadas las preguntas del trabajo de investigación, (Méndez, 2018).

**Fiabilidad:** Este criterio nos indica que mediante los instrumentos usados en el trabajo de investigación será viable poder conseguir similares respuestas en más de una oportunidad.

**Replicabilidad:** Este criterio nos indica o nos da la garantía que la investigación se puede repetir las veces que sean necesarias sin que los resultados se vean afectados o se contradigan.

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 Resultados

Para la presentación final de los resultados se consideró las variables independientes y dependientes de la presente investigación y cada uno de los indicadores planteados y a continuación mostramos los siguientes resultados:

##### 3.1.1 Análisis descriptivos

##### 3.1.1.1 Análisis descriptivos de la solución de Inteligencia de Negocios

##### Variable independiente

##### Indicador: Nivel de satisfacción de usuario

A continuación, se muestran la interpretación de los resultados del “Nivel de satisfacción de usuario” de la solución de inteligencia empresarial en el análisis de datos de producción minera. En donde la recolección de datos se hizo mediante cuestionario de una encuesta con la escala Likert de 1 al 5.

En la siguiente tabla se muestra un breve análisis descriptivo pre test, del nivel de satisfacción de usuario con respecto a la solución de inteligencia empresarial.

**Tabla 7**

*Análisis descriptivo pre test del nivel de satisfacción de usuario*

Distribución de frecuencia (Pre-Test)					
		Frecuencias	Porcentajes	Porcentaje válidos	Porcentaje acumulados
Válidos	En desacuerdo	6	60,0	60,0	60,0
	Ni de acuerdo Ni en desacuerdo	4	40,0	40,0	100,0
Total		10	100,0	100,0	

Fuente: Desarrollado por el investigador, SPSS de IBM V. 26.

## Gráfico de barras

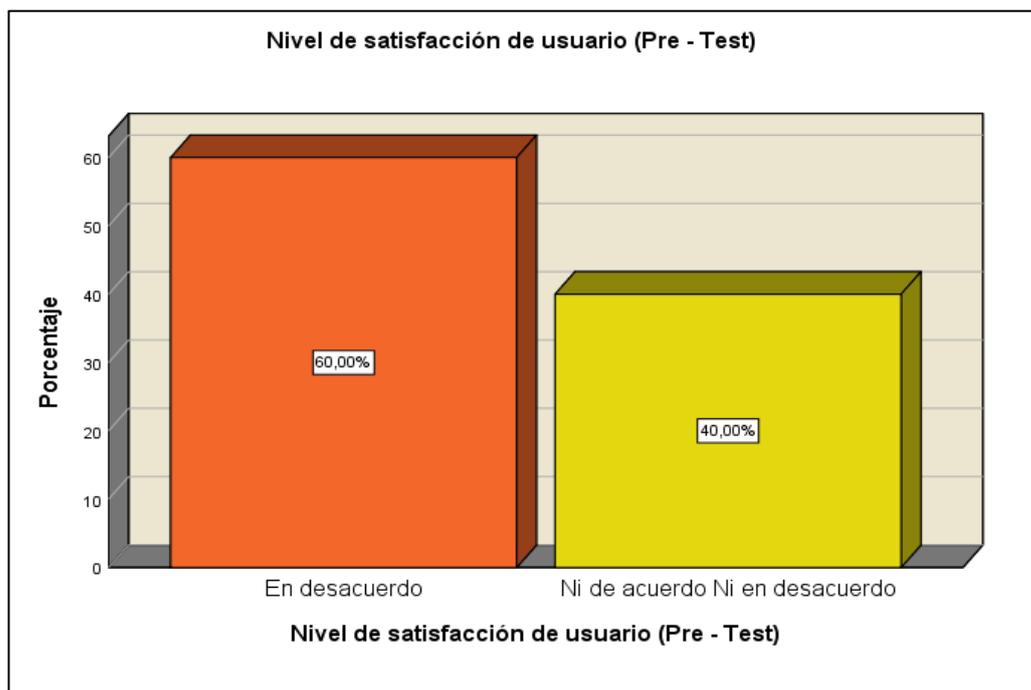


Figura 13. Distribución de frecuencia pretest del nivel de satisfacción de usuario.  
Fuente: Desarrollado por el investigador, SPSS de IBM V. 26.

En la Tabla 7 y en la Figura 12, se puede apreciar los resultados respecto al estudio de campo, donde el 60.00% de los encuestados manifiestan que están en desacuerdo con el nivel de satisfacción de usuario, mientras que el 40.00% indican que están ni de acuerdo ni en desacuerdo con el nivel de satisfacción de usuario. En ese sentido, se evidencia, que en la actualidad se cumple con una solución en el negocio de una u otra manera, sin embargo, con el desarrollo de la solución de inteligencia empresarial se busca mejorar el nivel de satisfacción de usuario.

En la siguiente tabla se muestra un breve análisis descriptivo post test, del nivel de satisfacción de usuario con respecto a la solución de inteligencia de negocios.

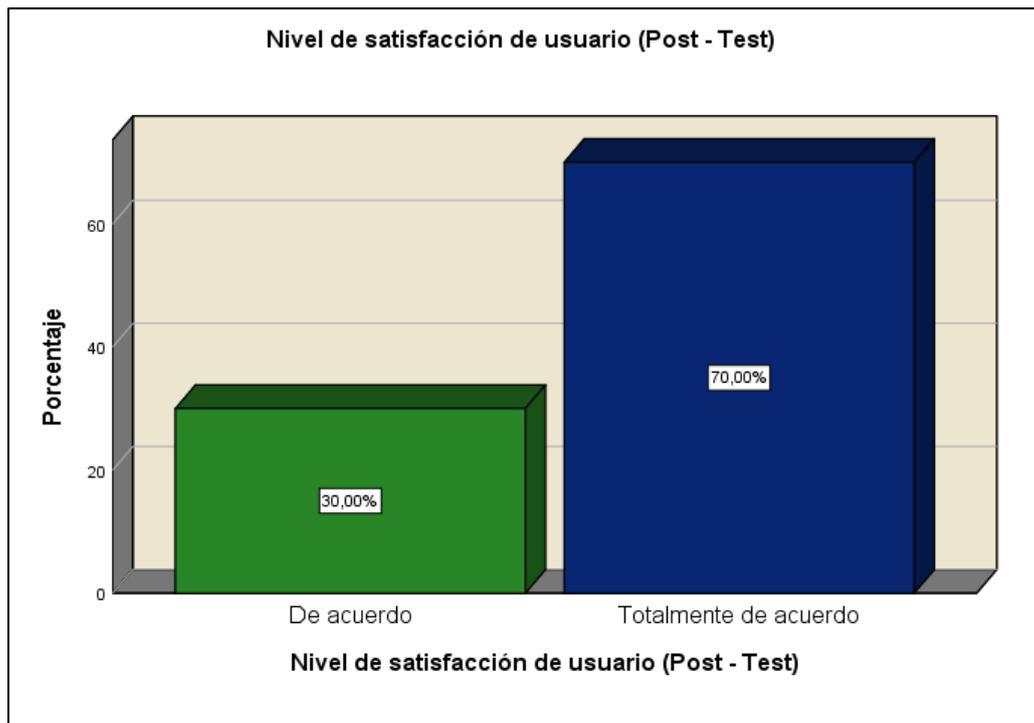
**Tabla 8**

*Análisis descriptivo post test del nivel de satisfacción de usuario*

Distribución de frecuencia (Post -Test)					
		Frecuencias	Porcentajes	Porcentaje válidos	Porcentaje acumulados
Válidos	De acuerdo	3	30,0	30,0	30,0
	Totalmente de acuerdo	7	70,0	70,0	100,0
Totalidad		10	100,0	100,0	

Fuente: Desarrollado por el investigador, SPSS de IBM V. 26.

**Gráfico de barras**



*Figura 14.* Distribución de frecuencia post test del nivel de satisfacción de usuario.  
Fuente: Desarrollado por el investigador, SPSS de IBM V. 26.

En la Tabla 8 y en la Figura 13, se puede apreciar los resultados respecto al estudio de campo posterior al desarrollo de una solución de Inteligencia Empresarial de producción minera, donde el 30.00% de los encuestados manifiestan estar de acuerdo en el nivel de satisfacción de usuario, mientras que el 70.00% indican estar totalmente de acuerdo en el nivel de satisfacción de usuario con el desarrollo de la solución de inteligencia empresarial en

la producción minera. En ese sentido, se evidencia, que se cumple con el nivel de satisfacción de usuario de una manera satisfactoria con el desarrollo de la solución.

**Indicador: Tiempo usado en proceso central de carga de datos**

A continuación, se muestran los resultados del “tiempo usado en proceso central de carga de datos” del desarrollo de una solución de Inteligencia Empresarial de producción minera. En donde la recolección de datos se hizo mediante fichas de observación.

En la siguiente tabla se muestra un breve análisis descriptivo del tiempo usado en proceso central de carga de datos para la empresa.

**Tabla 9**

*Análisis descriptivo del tiempo usado en proceso central de carga de datos*

		Tiempo usado en proceso central de carga de datos PRE	Tiempo usado en proceso central de carga de datos POST
		TEST	TEST
Media		0:09:55	0:04:56
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	0:58:36	0:04:46
	Límite superior	1:01:13	0:05:07
Media recortada al 5%		0:59:55	0:04:56
Mediana		1:00:25	0:05:02
Varianza		140319,295	2548,020
Desviación estándar		0:06:14	0:00:50
Mínimo		0:47:29	0:03:19
Máximo		1:11:56	0:06:37
Rango		0:24:27	0:03:18
Rango intercuartil		0:10:44	0:01:21
Asimetría		-,089	-,072
Curtosis		-,962	-,993

Fuente: Desarrollado por el investigador, SPSS de IBM V. 26.

Tal como se puede apreciar en la Tabla 9, luego de realizar un exhaustivo análisis descriptivo del tiempo usado en proceso central de carga de datos, antes del desarrollo de una solución de Inteligencia Empresarial, el tiempo usado en proceso central de carga de datos era de 0:09:55, pero al realizar el desarrollo de la solución, el tiempo usado en proceso central de carga de datos fue de 0:04:56, además la desviación estándar fue de 0:06:14 para el tiempo usado en proceso central de carga de información antes del desarrollo de una solución de Inteligencia Empresarial, y 0:00:50 segundos para el tiempo usado en proceso central de carga de información después del desarrollo de una solución de Inteligencia Empresarial.

#### **Indicador: Tiempo usado en la preparación y generación de reportes de carguío y transporte**

A continuación, se interpretan los resultados del “Tiempo usado en la preparación y generación de reportes de carguío y transporte” del desarrollo de una solución de Inteligencia Empresarial de producción minera. En donde la recolección de datos se hizo mediante fichas de observación.

En la siguiente tabla se muestra un breve análisis descriptivo del tiempo usado en la preparación y generación de reportes de carguío y transporte de la solución de inteligencia de negocios.

**Tabla 10**

*Análisis descriptivo del tiempo usado en la preparación y generación de reportes de carguío y transporte*

	Tiempo usado en la preparación y generación de reportes de carguío y transporte PRE TEST	Tiempo usado en la preparación y generación de reportes de carguío y transporte POST TEST
Media	0:45:10	0:02:22
95% de intervalo de confianza para la media		
Límite inferior	0:44:45	0:02:14
Límite superior	0:45:35	0:02:30
Media recortada al 5%	0:45:10	0:02:22
Mediana	0:45:09	0:02:18
Varianza	13927,698	1481,607
Desviación estándar	0:01:58	0:00:38
Mínimo	0:40:24	0:01:01
Máximo	0:49:38	0:03:52
Rango	0:09:14	0:02:51
Rango intercuartil	0:02:45	0:00:42
Asimetría	-0,041	0,284
Curtosis	-0,441	-0,286

Fuente: Desarrollado por el investigador, SPSS de IBM V. 26.

Tal como se puede apreciar en la Tabla 10, después de realizar el análisis descriptivo del tiempo usado en la preparación y generación de reportes de carguío y transporte, antes del desarrollo de una solución de Inteligencia Empresarial, el tiempo usado en la preparación y generación de reportes de carguío y transporte era de 0:45:10, pero al realizar el desarrollo de la solución, el tiempo usado en la preparación y generación de reportes de carguío y transporte fue de 0:02:22, además la desviación estándar fue de 0:01:58 para el tiempo usado en la preparación y generación de reportes de carguío y transporte antes del desarrollo de una solución de Inteligencia Empresarial, y 0:00:38 segundos para el tiempo usado en la preparación y generación de reportes de carguío y transporte después del desarrollo de una solución de Inteligencia Empresarial.

### 3.1.1.2 Análisis descriptivos del análisis de datos de la producción minera

#### Variable dependiente

#### Indicador: Tiempo que usa el usuario final para análisis de información

A continuación, se muestran los resultados del “Tiempo que usa el usuario final para análisis de información” del desarrollo de una solución de Inteligencia Empresarial de producción minera. En donde la recolección de datos se hizo mediante fichas de observación.

En la siguiente tabla se muestra un breve análisis descriptivo del tiempo que usa el usuario final para análisis de información de la solución de inteligencia empresarial.

**Tabla 11**

*Análisis descriptivo del tiempo que usa el usuario final para análisis de información*

	Tiempo que usa el usuario final para análisis de información PRE TEST	Tiempo que usa el usuario final para análisis de información POST TEST
Media	1:29:55	0:05:50
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior 1:29:27	0:05:29
	Límite superior 1:30:24	0:06:11
Media recortada al 5%	1:29:55	0:05:50
Mediana	1:29:55	0:05:42
Varianza	18748,123	10026,202
Desviación estándar	0:02:16	0:01:40
Mínimo	1:25:24	0:01:37
Máximo	1:34:41	0:09:22
Rango	0:09:17	0:07:45
Rango intercuartil	0:03:32	0:02:17
Asimetría	0,030	0,062
Curtosis	-0,818	-0,364

Fuente: Desarrollado por el investigador, SPSS de IBM V. 26.

Tal como se puede apreciar en la Tabla 11, después de realizar el análisis descriptivo del tiempo que usa el usuario final para análisis de información, antes del desarrollo de una

solución de Inteligencia Empresarial, el tiempo que usa el usuario final para análisis de información era de 1:29:55, pero al realizar el desarrollo de la solución, el tiempo que usa el usuario final para análisis de información fue de 0:05:50, esto quiere decir que se redujo en un 94% del tiempo que usa el usuario final para análisis de información, además la desviación estándar fue de 0:02:16 para el tiempo que usa el usuario final para análisis de información antes del desarrollo de una solución de Inteligencia Empresarial, y 0:01:40 segundos para el tiempo que usa el usuario final para análisis de información después del desarrollo de una solución de Inteligencia Empresarial.

### **Indicador: Nivel de disponibilidad de información**

A continuación, se muestran los resultados del “Nivel de disponibilidad de información” del análisis de datos de producción minera. En donde la recolección de la información se hizo mediante cuestionario de una encuesta con la escala Likert de 1 al 5.

En la siguiente tabla se muestra un breve análisis descriptivo pre test, del nivel de disponibilidad real de información con respecto al análisis de datos de producción minera en valoraciones de 1 al 5 comprendidos en Muy deficiente, Deficiente, Regular, Bien y Excelente.

**Tabla 12**

*Análisis descriptivo pre test del nivel de disponibilidad de información*

Distribución de frecuencia (Pre-Test)					
		Frecuencias	Porcentajes	Porcentaje válidos	Porcentaje acumulados
Válidos	Deficiente	8	80,0	80,0	80,0
	Regular	2	20,0	20,0	100,0
Totalidad		10	100,0	100,0	

Fuente: Desarrollado por el investigador, SPSS de IBM V. 26.

## Gráfico de barras

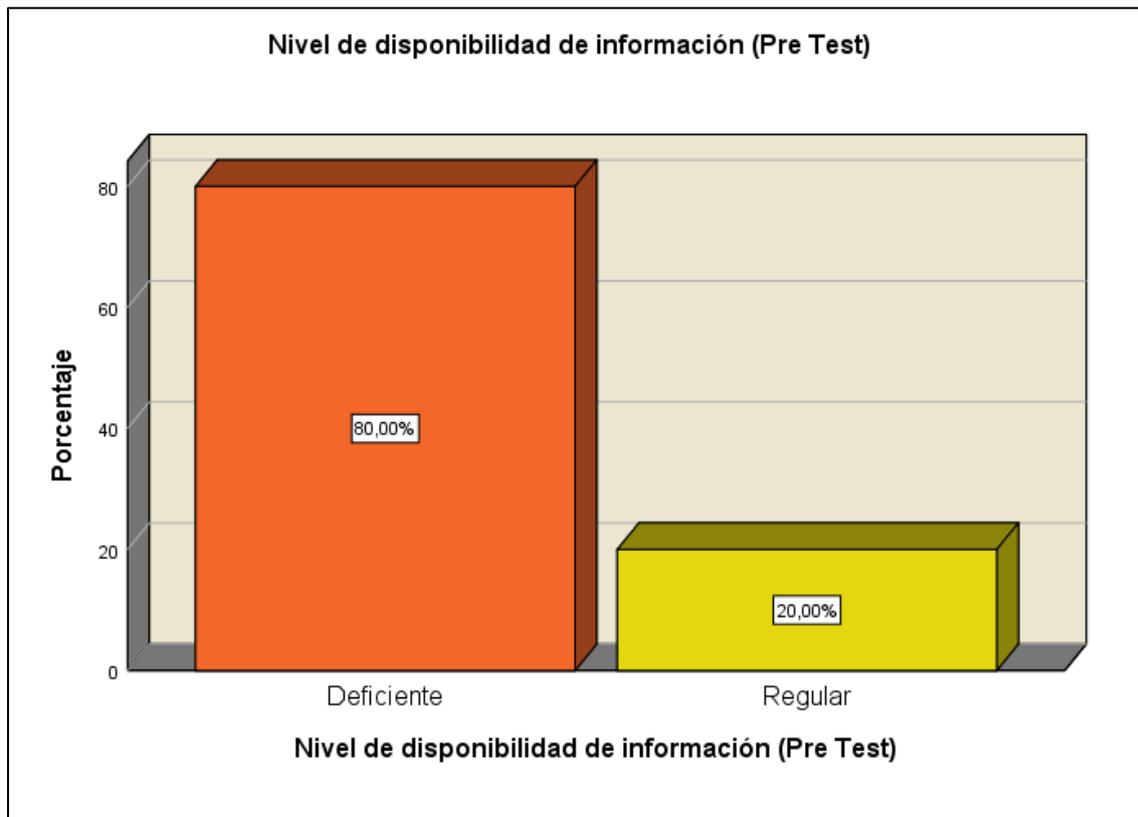


Figura 15. Distribución de frecuencia pre test del nivel de disponibilidad de información.  
Fuente: Desarrollado por el investigador, SPSS de IBM V. 26.

En la Tabla 12 y en la Figura 14, se puede apreciar los resultados respecto al estudio de campo, donde el 80.00% de los encuestados manifiestan que el nivel de disponibilidad de información es deficiente, mientras que el 20.00% indican que nivel de disponibilidad de información es regular. En ese sentido, se evidencia, que en la actualidad se cumple con el análisis de datos de una u otra manera, sin embargo, con el desarrollo de la solución de inteligencia empresarial se busca mejorar el nivel de disponibilidad de información.

En la siguiente tabla se muestra un breve análisis descriptivo post test, del nivel de disponibilidad a tiempo de información con respecto al análisis de datos de producción minera.

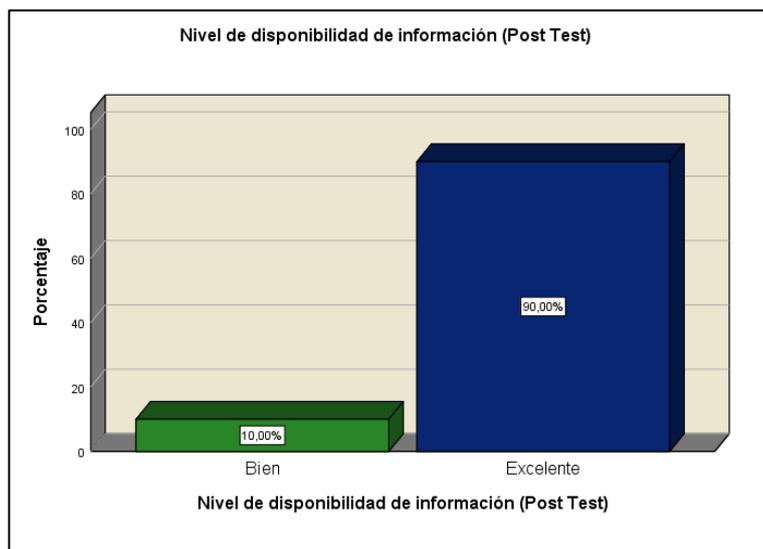
**Tabla 13**

*Análisis descriptivo post test del nivel de disponibilidad de información*

Distribución de frecuencia (Post -Test)					
		Frecuencias	Porcentajes	Porcentaje válidos	Porcentaje acumulados
Válidos	Bien	1	10,0	10,0	10,0
	Excelente	9	90,0	90,0	100,0
	<b>Totalidad</b>	<b>10</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	

Fuente: Desarrollado por el investigador, SPSS de IBM V. 26.

**Gráfico de barras**



*Figura 16. Distribución de frecuencia post test del nivel de disponibilidad de información.*

Fuente: Desarrollado por el investigador, SPSS de IBM V. 26.

En la Tabla 13 y en la Figura 15, se puede apreciar los resultados respecto al estudio de campo en donde el 10.00% de los encuestados revelan que el nivel de disponibilidad de información está bien, mientras que el 90.00% indican que el nivel de disponibilidad de información es excelente, con el desarrollo de la solución de inteligencia empresarial en la producción minera. En ese sentido, se evidencia, que se cumple con el porcentaje de disponibilidad a tiempo de información, de una manera satisfactoria con el desarrollo de la solución de inteligencia empresarial de la producción minera.

## Indicador: Nivel de satisfacción de usuarios sobre reportes generados

A continuación, los resultados del “Nivel de satisfacción de usuarios sobre reportes generados” del análisis de datos de producción minera. En donde la recolección de información se hizo mediante cuestionario de una encuesta con la escala Likert de 1 al 5.

En la siguiente tabla se muestra un breve análisis descriptivo pre test, del nivel de satisfacción de usuarios sobre reportes generados con respecto al análisis de datos de producción minera en valoraciones de 1 al 5 comprendidos en Muy deficiente, Deficiente, Regular, Bueno y Excelente.

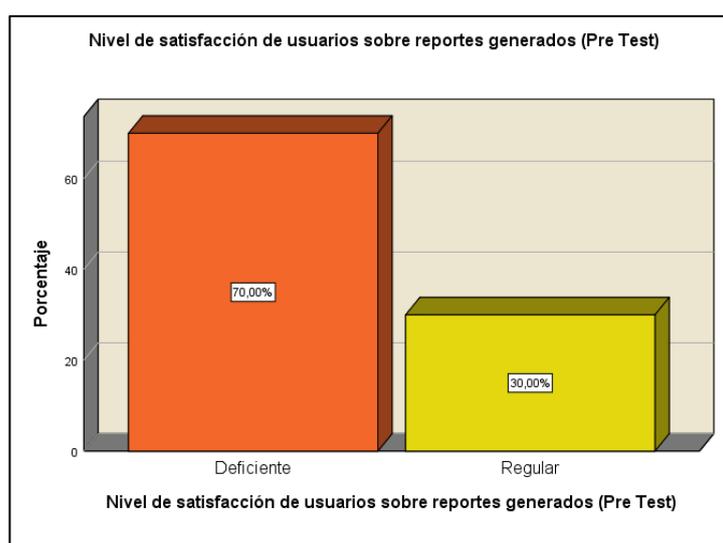
**Tabla 14**

*Análisis descriptivo pre test del nivel de satisfacción de usuarios sobre reportes generados*

		Distribución de frecuencia (Pre-Test)			
		Frecuencias	Porcentajes	Porcentaje válidos	Porcentaje acumulados
Válidos	Deficiente	7	70,0	70,0	70,0
	Regular	3	30,0	30,0	100,0
	Total	10	100,0	100,0	

Fuente: Desarrollado por el investigador, SPSS de IBM V. 26.

## Gráfico de barras



*Figura 17.* Distribución de frecuencia pre test del nivel de satisfacción de usuarios sobre reportes generados.

Fuente: Desarrollado por el investigador, SPSS de IBM V. 26.

En la Tabla 14 y en la Figura 16, se puede apreciar los resultados respecto al estudio de campo, donde el 70.00% de los encuestados manifiestan que el nivel real de satisfacción de usuarios sobre reportes generados es deficiente, mientras que el 30.00% indican que el nivel real de satisfacción de usuarios sobre reportes generados es regular. En ese sentido, se evidencia, que en la actualidad se cumple con el análisis de datos de una u otra manera, sin embargo, con el desarrollo de la solución de inteligencia empresarial se busca mejorar el nivel de satisfacción de usuarios sobre reportes generados.

En la siguiente tabla se muestra un breve análisis descriptivo post test, del nivel real de satisfacción de usuarios sobre reportes generados con respecto al análisis de datos.

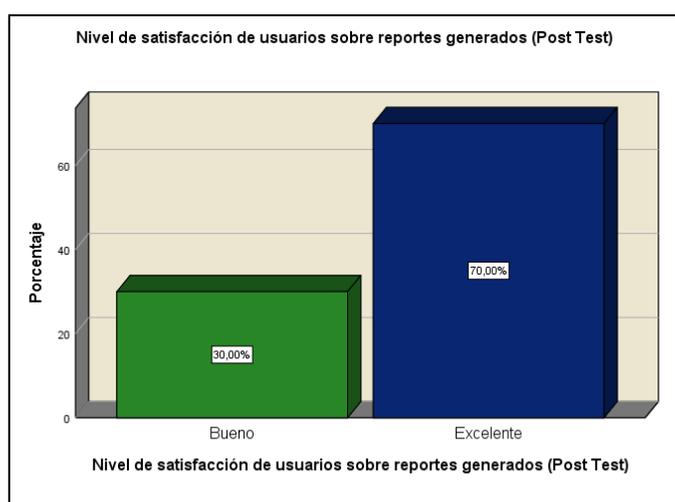
**Tabla 15**

*Análisis descriptivo post test del nivel de satisfacción de usuarios sobre reportes generados*

		Distribución de frecuencia (Post -Test)			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Bueno	3	30,0	30,0	30,0
	Excelente	7	70,0	70,0	100,0
	<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	

Fuente: Desarrollado por el investigador, SPSS de IBM V. 26.

**Gráfico de barras**



*Figura 18.* Distribución de frecuencia post test del nivel real de satisfacción de usuarios sobre reportes generados.

Fuente: Desarrollado por el investigador, SPSS de IBM V. 26.

En la Tabla 15 y en la Figura 17, se puede apreciar los resultados respecto al estudio en donde el 30.00% de los encuestados rebelan que el nivel de satisfacción real de usuarios sobre reportes generados es bueno, mientras que el 70.00% indican que el nivel de satisfacción de usuarios sobre reportes generados es excelente. En ese sentido, se evidencia, que se cumple con el nivel de satisfacción real de usuarios sobre reportes generados, de una manera satisfactoria con el desarrollo de la solución de inteligencia empresarial de la producción minera.

### 3.1.2 Análisis inferencial

El análisis inferencial nos permitirá aceptar o rechazar la hipótesis general y específicas, en donde:

Hipótesis nula: **H<sub>0</sub>**

Hipótesis Alternativa: **H<sub>1</sub>**

En primer lugar, hay que seleccionar un estadístico en función del tamaño de la muestra a estudiar. Los criterios base de decisión que hay que evaluar son:

- ✓ “ $N \leq 50$ , Utilizando la estadística Shapiro-Wilk.”
- ✓ “ $N > 50$ , Utilizando la estadística Kolmogórov-Smirnov”

N es la muestra. (Muestra de 90 registros x mes, procesados por 10 trabajadores en una producción minera)

N = 90 Registros (Kolmogórov-Smirnov)

N = 10 Trabajadores (Shapiro-Wilk)

Antes de calcular la situación, es muy importante determinar si la información perteneciente a la correlatividad de proceder actual es exacta y demuestran un proceder paramétrico o no paramétrico.

La regla básica de decisión es la siguiente:

**Tabla 16**

Regla básica de decisión prueba de normalidad.

Significancia	Muestra (Pretest)	Muestra (Post test)	Interpretación	Estadígrafo
Psig >0.05	Si	Si	Paramétrica	T-Student
Psig >0.05	Si	No	NoParamétrica	Wilcoxon
Psig >0.05	No	Si	NoParamétrica	Wilcoxon
Psig >0.05	No	No	NoParamétrica	Wilcoxon

Fuente: Desarrollado por el investigador.

### 3.1.2.1 Análisis inferencial de la solución de inteligencia de negocios

#### Variable independiente

**Indicador: Nivel de satisfacción de usuario**

**Tabla 17**

*Prueba de normalidad del nivel de satisfacción de usuario*

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Nivel de satisfacción de usuario PRE TEST	0.640	10	0.000
Nivel de satisfacción de usuario POST TEST	0.594	10	0.000

Fuente: Desarrollado por el investigador, SPSS de IBM V. 26.

En la Tabla 17, dado a que la muestra tomada es menor a 50 inputs de información, se presentara la prueba de normalidad llamada Shapiro Wilk, que nos muestra un valor igual a 0,000 menor a ( $< 0.05$ ) para el nivel de satisfacción de usuario, antes de la implementación de la solución de Inteligencia Empresarial, por lo que podemos concluir que no consigue una estadística de distribución normal, igualmente para el nivel de satisfacción de usuario, después del desarrollo de una solución de Inteligencia Empresarial, arroja un valor igual a 0.000 menor a ( $< 0.05$ ), por lo que podemos concluir que no sigue una estadística de

distribución normal; como ambas variables no siguen una estadística de distribución normal, esto quiere decir que tienen comportamiento no paramétrico, la cual estamos usando la prueba estadística de Wilcoxon para validar la hipótesis de la investigación.

### Contrastación de la hipótesis

Hipótesis nula ( $H_0$ ): El desarrollo de una solución de Inteligencia Empresarial, no influye significativamente en el nivel de satisfacción de usuario en la producción minera.

Hipótesis alterna ( $H_1$ ): El desarrollo de una solución de Inteligencia Empresarial, influye significativamente en el nivel de satisfacción de usuario en la producción minera.

Nivel de significancia.

El nivel de significación utilizado ha sido del 5% ( $\alpha=0,05$ ). Por lo que, el nivel de confianza a considerar será del 95% ( $1- \alpha=0,95$ ).

**Tabla 18**

*Prueba de Wilcoxon del nivel de satisfacción de usuario*

	Nivel de satisfacción de usuario final POST TEST - Nivel de satisfacción de usuario final PRE TEST
Z	-2.859
Sig. asintótica (bilateral)	0.004

Fuente: Desarrollado por el investigador, SPSS de IBM V. 26.

La prueba de Wilcoxon arroja un valor inferior a 0,05 por lo tanto, no hay pruebas suficientes para rechazar la diferencia relevante en el nivel de satisfacción de los usuarios antes y después de la implementación de la solución de inteligencia empresarial.

En conclusión, se adopta la hipótesis alternativa y se refuta la hipótesis nula, que afirma que el desarrollo de una solución de inteligencia empresarial influye sustancialmente en el nivel de satisfacción real de los usuarios de la producción minera.

## Indicador: Tiempo usado en proceso central de carga de datos

**Tabla 19**

*Prueba de normalidad del tiempo usado en proceso central de carga de datos*

	Kolmogórov-Smirnov		
	Estadístico	gl	Sig.
Tiempo usado en proceso central de carga de datos	0.078	90	0.200
PRE TEST			
Tiempo usado en proceso central de carga de datos	0.075	90	0.200
POST TEST			

Fuente: Desarrollado por el investigador, SPSS de IBM V. 26.

En la Tabla 19, debido a que su muestra es mayor a 50 inputs de información, se muestra la prueba de normalidad de Kolmogórov-Smirnov, la cual muestra un valor igual a 0.200 mayor a ( $> 0.05$ ) para el tiempo usado en proceso central de carga de datos, antes del desarrollo de una solución de Inteligencia Empresarial, por lo que podemos concluir que sigue una estadística de distribución normal, igualmente para el tiempo usado en proceso central de carga de datos, después del desarrollo de una solución de Inteligencia Empresarial, arroja un valor igual a 0.200 mayor a ( $> 0.05$ ), por lo que se afirma que sigue una estadística de distribución normal; como ambas variables siguen una estadística de distribución normal, esto quiere decir que tienen comportamiento paramétrico, la cual utilizaremos la prueba T de Student para poder comparar la hipótesis de la investigación.

### Contrastación de la hipótesis

Hipótesis nula ( $H_0$ ): El desarrollo de una solución de Inteligencia Empresarial, no influye significativamente en el tiempo usado en proceso central de carga de datos en la producción minera.

Hipótesis alterna ( $H_1$ ): El desarrollo de una solución de Inteligencia Empresarial, influye significativamente en el tiempo usado en proceso central de carga de datos en la producción minera.

Nivel de significancia.

El nivel de significación utilizado ha sido del 5.0% ( $\alpha=0,05$ ). Por lo cual, el nivel de confianza real será del 95% ( $1- \alpha=0,95$ ).

**Tabla 20**

*Prueba t de student para el tiempo usado en proceso central de carga de datos*

	t	gl	Sig. (bilateral)
Tiempo usado en proceso central de carga de datos PRE TEST - Tiempo usado en proceso central de carga de datos POST TEST	83.746	89	0.000

Fuente: Desarrollado por el investigador, SPSS de IBM V. 26.

En la Tabla 20, se realizó la prueba t de Student, la muestra un valor menor a 0.05, por lo que, no existe real evidencia para rechazar la diferencia en el tiempo usado en proceso central de carga de datos antes y después del desarrollo de una solución de Inteligencia Empresarial.

En conclusión, podemos aceptar la hipótesis alterna y rechazar la hipótesis nula, donde dice: La implementación de una solución de Inteligencia Empresarial, influye significativamente en el tiempo usado en el procesamiento central de carga de información de producción minera.

**Indicador: Tiempo usado en la preparación y generación de reportes de carguío y transporte**

**Tabla 21**

*Prueba de normalidad del tiempo usado en la preparación y generación de reportes de carguío y transporte*

	Kolmogórov-Smirnov		
	Estadístico	gl	Sig.
Tiempo usado en la preparación y generación de reportes de carguío y transporte PRE TEST	0.041	90	0.200
Tiempo usado en la preparación y generación de reportes de carguío y transporte POST TEST	0.074	90	0.200

Fuente: Desarrollado por el investigador, SPSS de IBM V. 26.

En la Tabla 21, debido a que la muestra es mayor a 50 inputs de datos, se trabajara la prueba de normalidad de Kolmogórov-Smirnov, que nos muestra un valor igual a 0.200 mayor a ( $> 0.05$ ) para el tiempo usado en la preparación y generación de reportes de carguío y transporte, antes de la implementación de una solución de Inteligencia Empresarial, por lo que podemos concluir que se sigue una estadística de distribución normal, igualmente para el tiempo usado en la preparación y generación de reportes de carguío y transporte, después del desarrollo de una solución de Inteligencia Empresarial, retorna un valor igual a 0.200 mayor a ( $> 0.05$ ), por lo que concluimos que sigue una estadística de distribución normal; como ambas variables son iguales a una distribución normal, esto quiere decir que tienen comportamiento paramétrico, la cual se utiliza la prueba T de Student para validar la hipótesis de la investigación.

## Contrastación de la hipótesis

Hipótesis nula ( $H_0$ ): El desarrollo de una solución de Inteligencia Empresarial, no influye significativamente en el tiempo usado en la preparación y generación de reportes de carguío y transporte en la producción minera.

Hipótesis alterna ( $H_1$ ): El desarrollo de una solución de Inteligencia Empresarial, influye significativamente en el tiempo usado en la preparación y generación de reportes de carguío y transporte en la producción minera.

Nivel de significancia.

El nivel de significación alcanzado ha sido del 5% ( $\alpha=0,05$ ). Por lo que, el nivel de confianza real será del 95% ( $1- \alpha=0,95$ ).

**Tabla 22**

*Prueba t de Student para el tiempo usado en la preparación y generación de reportes de carguío y transporte*

	t	gl	Sig. (bilateral)
Tiempo usado en la preparación y generación de reportes de carguío y transporte PRE TEST -	194.386	89	0.000
Tiempo usado en la preparación y generación de reportes de carguío y transporte POST TEST			

Fuente: Desarrollado por el investigador, SPSS de IBM V. 26.

En la Tabla 22, se hizo la prueba t de Student, la cual nos retorna un valor menor a 0.05, por lo que, no existe evidencia real para rechazar la diferencia en el tiempo usado en la preparación y desarrollo de reportes de carguío y transporte antes y después de la implementación de una solución de Inteligencia Empresarial.

En conclusión, se aceptará la hipótesis alterna y se rechazara la hipótesis nula, donde dice: la implementación de una solución de Inteligencia Empresarial influye significativamente en el tiempo usado en la preparación y generación de informes de carguío y transporte en la producción minera.

### 3.1.1.4 Análisis inferencial del análisis de datos de la producción minera

#### Variable dependiente

**Indicador: Tiempo que usa el usuario final para análisis de información.**

**Tabla 23**

*Prueba de normalidad del tiempo que usa el usuario final para análisis de información*

	Kolmogórov-Smirnov		
	Estadístico	gl	Sig.
Tiempo que usa el usuario final para análisis de información PRE TEST	0,071	90	0,200
Tiempo que usa el usuario final para análisis de información POST TEST	0,061	90	0,200

Fuente: Desarrollado por el investigador, SPSS de IBM V. 26.

En la Tabla 23, debido a que la muestra es mayor a 50 inputs de datos, se trabajara la prueba de Kolmogórov-Smirnov, la nos muestra un valor igual a 0.200 mayor a ( $> 0.05$ ) para el tiempo que usa el usuario final para análisis de información, antes de la implementación de una solución de Inteligencia Empresarial, por lo que se podemos concluir que sigue una estadística de distribución normal, así mismo para el tiempo que usa el usuario final para análisis de información, después de la implementación de una solución de Inteligencia Empresarial, nos muestra un valor igual a 0.200 mayor a ( $> 0.05$ ), por lo que concluimos que se sigue una estadística de distribución normal; como ambas variables siguen una distribución normal, esto quiere decir que tienen comportamiento paramétrico, la cual se utiliza la prueba T de Student para validar la hipótesis de la investigación.

## Contrastación de la hipótesis

Hipótesis nula ( $H_0$ ): El desarrollo de una solución de Inteligencia Empresarial, no influye significativamente en el tiempo que usa el usuario final para análisis de información del análisis de datos de producción minera.

Hipótesis alterna ( $H_1$ ): El desarrollo de una solución de Inteligencia Empresarial, influye significativamente en el tiempo que usa el usuario final para análisis de información del análisis de datos de producción minera.

Nivel de significancia.

El nivel de significación usado ha sido del 5% ( $\alpha=0,05$ ). Por lo que, el nivel real de confianza será del 95.0% ( $1- \alpha=0,95$ ).

**Tabla 24**

*Prueba t de Student para el tiempo que usa el usuario final para análisis de información*

	t	gl	Sig. (bilateral)
Tiempo que usa el usuario final para análisis de información PRE TEST -	292.025	89	0.000
Tiempo que usa el usuario final para análisis de información POST TEST			

Fuente: Desarrollado por el investigador, SPSS de IBM V. 26.

En la Tabla 24, se realizó la prueba t de Student, la cual nos devuelve un valor menor a 0.05, por lo tanto, no existe pruebas reales para rechazar la diferencia en el tiempo que usa el usuario final para análisis de información antes y después del desarrollo de una solución de Inteligencia Empresarial.

En conclusión, aceptaremos la hipótesis alterna y rechazaremos la hipótesis nula, donde dice: la implementación de una solución de Inteligencia Empresarial influye significativamente en el tiempo que usa el usuario final para análisis de información en la producción minera.

## Indicador: Nivel de disponibilidad de información

**Tabla 25**

*Prueba de normalidad del nivel de disponibilidad de información*

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Nivel de disponibilidad de información PRE TEST	0,509	10	0,000
Nivel de disponibilidad de información POST TEST	0,366	10	0,000

Fuente: Desarrollado por el investigador, SPSS de IBM V. 26.

La tabla 25 muestra la validación de normalidad de Shapiro-Wilk, que nos retorna una significación de 0,000 inferior a (0,05) para el nivel de disponibilidad de información con los informes generados antes de la implementación de una solución de Inteligencia Empresarial. Por lo tanto, concluimos que la información no sigue una estadística de distribución normal, Del mismo modo el nivel de disponibilidad de información con los informes generados por una solución de Inteligencia Empresarial presenta una significación igual a 0,000 inferior a (0,05), Esto indica que no sigue una distribución normal; dado que ambas variables no siguen una distribución normal, significa que tienen un comportamiento no paramétrico; por lo tanto, se utiliza la prueba de Wilcoxon para validar la hipótesis de investigación.

### Contrastación de la hipótesis

Hipótesis nula ( $H_0$ ): El desarrollo de una solución de Inteligencia Empresarial, no influye significativamente en el nivel de disponibilidad actual de información del análisis de datos de producción minera.

Hipótesis alterna ( $H_1$ ): El desarrollo de una solución de Inteligencia Empresarial, influye significativamente en el nivel de disponibilidad de información del análisis de datos de producción minera.

Nivel de significancia.

El nivel de significación utilizado ha sido del 5% ( $\alpha=0,05$ ). Por lo que, el nivel real de confianza será del 95% ( $1- \alpha=0,95$ ).

**Tabla 26**

*Prueba de Wilcoxon para el nivel de disponibilidad de información*

	Nivel de disponibilidad de información POST TEST - Nivel de disponibilidad de información PRE TEST
Z	-2,919 <sup>b</sup>
Sig. asintótica (bilateral)	0,004

Fuente: Desarrollado por el investigador, SPSS de IBM V. 26.7

La prueba de Wilcoxon realizada en la Tabla 26 arrojó una significación inferior a 0,05; por lo tanto, no hay pruebas para rechazar la diferencia entre el nivel de disponibilidad de información antes y después del desarrollo de una solución de inteligencia de negocio.

En conclusión, aceptaremos la hipótesis alterna y se rechazaremos la hipótesis nula, donde dice: la implementación de una solución de Inteligencia Empresarial influye significativamente en el nivel de disponibilidad de información del análisis de datos de producción minera.

**Indicador: Nivel de satisfacción de usuarios sobre reportes generados**

**Tabla 27**

*Prueba de normalidad del nivel de satisfacción de usuarios sobre reportes generados*

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Nivel de satisfacción de usuarios sobre reportes generados PRE TEST	0,594	10	0,000
Nivel de satisfacción de usuarios sobre reportes generados POST TEST	0,594	10	0,000

Fuente: Desarrollado por el investigador, SPSS de IBM V. 26.

La tabla 27 presentamos la validación de normalidad de Shapiro-Wilk, que nos retorna una significación de 0,000 inferior a (0,05) para el nivel de satisfacción de los usuarios con los informes generados antes de la implementación de una solución de Inteligencia Empresarial. Por lo que concluimos que la información no siguen una estadística de distribución normal, Del mismo modo el nivel real de satisfacción de los usuarios con los informes generados por una solución de Inteligencia Empresarial presenta una significación igual a 0,000 inferior a ( 0,05), Esto indica que no sigue una distribución normal; dado que ambas variables no siguen una distribución normal, significa que tienen un comportamiento no paramétrico; por lo tanto, utilizamos la prueba de Wilcoxon para validar la hipótesis de investigación.

### **Contrastación de la hipótesis**

Hipótesis nula ( $H_0$ ): El desarrollo de una solución de Inteligencia Empresarial, no influye significativamente en el nivel de satisfacción de usuarios sobre reportes generados del análisis de datos de producción minera.

Hipótesis alterna ( $H_1$ ): El desarrollo de una solución de Inteligencia Empresarial, influye significativamente en el nivel de satisfacción de usuarios sobre reportes generados del análisis de datos de producción minera.

### **Nivel de significancia.**

El nivel de significación utilizado ha sido del 5% ( $\alpha = 0,05$ ). Por lo que, el nivel real de confianza será del 95% ( $1 - \alpha = 0,95$ ).

### **Tabla 28**

*Prueba de Wilcoxon para el nivel de satisfacción de usuarios sobre reportes generados*

	Nivel de satisfacción de usuarios sobre reportes generados POST TEST - Nivel de satisfacción de usuarios sobre reportes generados PRE TEST
Z	-2,889 <sup>b</sup>
Sig. Asin. (bila.)	0,004

Fuente: Desarrollado por el investigador, SPSS de IBM V. 26.

En la Tabla 28, la prueba de Wilcoxon nos retorna una significación inferior a 0,05; por lo tanto, no existen pruebas para rechazar la diferencia en el nivel de satisfacción de los usuarios entre los informes generados antes y después de la implementación de una solución de Inteligencia Empresarial.

En conclusión, aceptaremos la hipótesis alterna y se rechazaremos la hipótesis nula, donde dice: la implementación de una solución de Inteligencia Empresarial influye significativamente en el nivel de satisfacción de usuarios sobre reportes generados del análisis de datos de producción minera.

### **3.2 Discusión**

En este punto, se discute los resultados de los indicadores comparando con los resultados de otros trabajos de investigación. Así mismo discutiremos la validez del desarrollo de la solución que se está proponiendo y poder mostrar que se cumple con los objetivos planteados, así como demostrar el campo donde se está aplicando y sus restricciones y limitaciones.

De acuerdo con Gonzales & Wareham [22] la implementación una solución de negocios influye en un 15% en el análisis de datos; mientras que Minaya & Del Aguila [23] afirma que la implementación de un Datamart como solución de negocios empresarial mejora en la productividad minera con un 27%.

Se observa que las investigaciones anteriores se centran en el análisis de datos de producción minera; mientras que, en esta investigación, la implementación de la solución de inteligencia de empresarial está enfocado en la optimización de análisis de datos con el uso de código abierto para reducir los tiempos y niveles de carguío y transporte minera.

En ese sentido, la implementación de la solución de inteligencia empresarial basados en código abierto mejoró la efectividad de generación de reportes en sus 3 indicadores; en cuanto al tiempo que usa el usuario final para el análisis de la información, la cual se redujo en una 1:24:05 segundos la cual indica un 94% de influencia, el nivel real de disponibilidad

de información en un 90%, la cual indican, que el nivel real de disponibilidad de información es excelente y el nivel de satisfacción de usuarios sobre reportes disponibles en un 70%, la cual indican que el nivel de satisfacción de usuarios sobre los reportes generados es excelente; mientras que Huarocc [24] afirma que la solución de inteligencia empresarial reduce el porcentaje de tiempo que usa el usuario final en un 45% y la nivel de disponibilidad de información en un 65%. Asimismo; la solución de inteligencia de negocios mejoró el nivel de real satisfacción de usuarios sobre reportes generados de 65.90%. Así mismo Salas [25] afirma que el análisis de tecnología incremento en un 30% más con respecto a los tiempos de información y un 22% en todas las jerarquías como la satisfacción real de los usuarios finales como también de los clientes.

### **3.3 Aporte a la investigación**

A continuación, se desarrollaron el cumplimiento de los objetivos específicos del estudio.

#### **3.3.1 Desarrollo de los objetivos**

##### **3.3.1.1 selección de la herramienta de inteligencia de negocios de código abierto identificando sus ventajas y desventajas.**

En los Anexos No.07 y 08 podemos observar los criterios que las empresas consultoras de tecnologías de información Forrester y Gartner toman en cuenta al momento de seleccionar una herramienta de código abierto de Inteligencia de Negocios, estos se encuentran agrupados en 3 puntos de vistas esto se debe a las diferencias de criterios entre estas 2 consultoras como se puede observar en el anexo No.09 se realizó la consolidación de los parámetros y enfoques establecidos en tres juicios de evaluación denominados: Producto, Satisfacción al Cliente y Proveedor.

Considerando los reportes al 2020 generados por los gurús en herramientas tecnológicas de inteligencia de negocios de código abierto, se seleccionaron 5 herramientas para realizar el análisis comparativo, estas herramientas se encuentran dentro del cuadrante mágico de Gartner en las divisiones de líderes, visionarios y innovadoras, estas son las

siguientes herramientas de código abierto: Pentaho BI Suit, Superset, Redash, Metabase.

Se llevó a cabo una comparación de las herramientas mediante un análisis de las calificaciones otorgadas por expertos en relación con 40 criterios de evaluación en un período de 5 años, utilizando una escala de 10 puntos. A continuación, presentamos una tabla que consolida los puntajes promedio obtenidos por las herramientas de código abierto evaluadas durante los años 2017 a 2021.

**Tabla 29**

Puntuación obtenida según criterios de evaluación.

<b>PLATAFORMA DE INTELIGENCIA EMPRESARIAL</b>					
<b>Criterios de Evaluación</b>	<b>PLATAFORMA DE CODIGO ABIERTO</b>				
	<b>Superset</b>	<b>PentahoBI</b>	<b>Redash</b>	<b>Metabase</b>	<b>Birt</b>
2017	6.94	7.36	5.28	1.21	6.14
2018	7.02	7.10	4.10	1.57	2.79
2019	5.02	4.72	2.77	2.15	2.46
2020	3.71	3.16	2.03	1.54	1.73
2021	4.03	3.16	2.03	1.54	1.73
PROMEDIO	26.72	25.50	16.22	8.01	14.85
<b>TOP</b>	<b>26.72</b>				

Fuente: Elaboración propia del Investigador.

Para obtener y mostrar los resultados finales de este primer objetivo como parte de la investigación, se utilizó el enfoque del tipo de análisis documental en conjunto con la herramienta de guía de análisis documental, incluyendo también el análisis y revisión de varias fuentes de internet que nos ayudaran a cumplir el objetivo del trabajo de investigación, en el cuadro se presenta los siguientes resultados.

**Tabla 30**

*Análisis técnico de herramientas BI.*

<b>Herramientas Código Abierto</b>	<b>Superset</b>	<b>Redash</b>	<b>Metabase</b>
Lenguaje	Python	Python	Clojure
Versión Actual	0.25.2	4.0.1	0.29.3
Origen de Datos	Bases de Datos SQL y NoSQL	Bases de Datos SQL y NoSQL	Bases de Datos SQL y NoSQL
Tipos de visualización	Barra, Pie, Línea, XY, Área, Tabla, Pivote, Mapa de árbol, Mapa de calor, Calendario, diagrama de caja, Burbuja/dispersión, Grafico bala, Flujo	Línea, Barra, Pie, dispersión, diagrama de caja, grupo, rayos de sol, nubes de palabras, Mapas, table dinámica	Número, Barra de progreso, Tabla, línea, Barra, Área chart, dispersión o burbuja, Pie, Embudo, Mapa
Autenticación	Autenticación Google y protocolo ligero de acceso (LDAP), Identificación digital y Base de Datos	Autenticación Google y protocolo ligero de acceso (LDAP)	Autenticación Google y protocolo ligero de acceso (LDAP)
Usuarios, Grupos y permisos	Administrador, Alpha, Gamma, Publico	Usuario y Administrador	Usuario y Administrador
Sistema de alertas	No	Correo, Slack, HipChat e webhooks	Correo e Slack

Fuente: Elaboración propia del Investigador.

Según la tabla de análisis mostrada anteriormente se puede observar que entre las herramientas de analítica e inteligencia de negocios de código abierto con mejores características y funcionalidades analíticas son Superset, Metabase y Redash.

Según los resultados obtenidos se consideró a las herramientas de inteligencia empresarial de código abierto a **Superset y Metabase** como se muestra este trabajo de investigación. Los filtros y criterios que utilizaron para poder escoger la muestra son porque las herramientas seleccionadas contienen diversidad de información en sus páginas web oficiales y son consideradas las herramientas top en el mercado de la analítica de datos.

### 3.3.1.1.1 Método multicriterio para la ponderación de alternativas

Para poder llevar a cabo este método es necesario realizar una correcta evaluación y

selección de las alternativas presentadas, pero esta actividad nos lleva a múltiples puntos de vista, por lo cual las herramientas seleccionadas para poder ejecutar este proceso de evaluación de alternativas, deberán ser modelos multicriterio debido a esto hemos seleccionado el “**Método multicriterio de apoyo para la mejor toma de decisiones por Puntaje**”.

#### **3.3.1.1.2 Desarrollo teórico**

El método del **Puntaje** es una manera fácil y sencilla para poder conocer la alternativa deseable en un problema de decisión de multi criterio.

**Las etapas del método son las siguientes:**

- ✓ Identificación general del problema.
- ✓ Identificación de las alternativas presentadas.
- ✓ Mostrar los criterios a usar para una correcta selección.
- ✓ Asignar una ponderación para los criterios a seleccionar.
- ✓ Calcular el puntaje para cada una de las alternativas.
- ✓ Ordenar las alternativas en función del puntaje.
- ✓ La alternativa con el puntaje más alto será la alternativa recomendada.

#### **Modelo para Calcular el Puntaje**

$$dw = \sum fc. rcv$$

Rcv = Rating de la alternativa v en función del criterio v

fc = Ponderación para cada criterio de c

dw = Puntaje para alternativa v

#### **3.3.1.1.3 Implementación en proyecto de tesis**

1. **Objetivo del análisis:** Seleccionar la mejor herramienta de Inteligencia de Negocios

de código abierto.

2. **Alternativas:**

Superset

Metabase

3. **Criterios:**

**Análisis** – características analíticas de las herramientas disponibles.

**Reporte** – funcionalidad de visualización de las herramientas disponibles.

**Integración de Datos-** funcionalidad de integración de datos de las herramientas disponibles.

**Tableros de mando-** funcionalidad de creación de dashboards de las herramientas disponibles.

4. **Asignar ponderación para cada criterio:** usando una escala de 4 criterios.

**Tabla 31**

*Criterios de ponderación.*

<b>Criterios</b>	<b>Ponderación</b>
Análisis	4
Reporte	4
Integración de Datos	4
Tablero de Mandos	3

Fuente: Elaboración propia del Investigador.

5. **Asignar el rating de satisfacción:** que la herramienta ofrece, usando una escala de 5 puntos.

**Tabla 32**

*Rating de satisfacción de la herramienta.*

<b>Criterios</b>	<b>Superset</b>	<b>Metabase</b>
------------------	-----------------	-----------------

Análisis	5	3
Reporte	4	5
Integración de Datos	4	4
Tablero de Mandos	4	4

Fuente: Elaboración propia del Investigador.

6. Calcular ponderación para cada alternativa.

**Tabla 33**  
*Cálculo de ponderación final.*

<b>Criterios</b>	<b>Ponderación (Wi)</b>	<b>Superset (ri1)</b>	<b>Metabase (ri2)</b>
Análisis	4	5	3
Reporte	4	4	5
Integración de Datos	4	4	4
Tablero de Mandos	3	4	4
<b>Score</b>		<b>70</b>	<b>62</b>

Fuente: Elaboración propia del Investigador.

La herramienta BI de código abierto llamada “**SUPERSET**” obtiene la ponderación más alta de **70**, y considerando el puntaje se representa la **mejor Alternativa** a recomendar para poder implementar la solución de inteligencia de negocios.

### 3.3.1.2 Construcción del Datamart de Operaciones Mina considerando los requerimientos del negocio.

#### Desarrollo e implementación del Datamart de Operaciones Mina.

#### Selección de la Metodología para definición de requerimientos

Es crucial emplear modelos que faciliten la comprensión y acuerdos claros entre los interesados en el proyecto y los analistas de requerimientos para satisfacer las necesidades de un proceso de negocio y reducir los tiempos y riesgos en el desarrollo de productos. Existen varios modelos disponibles para este propósito en proyectos de inteligencia de negocios, pero para este trabajo de investigación se seleccionó la Notación de Gestión de

Procesos de Negocio (BPMN).

Aunque se sabe que los grandes fabricantes adoptan el modelado de procesos de negocios a través de BPMN, este modelo cobra importancia en el levantamiento de requerimientos. A menudo se interpreta que los requerimientos no están directamente relacionados con los modelos de negocio.

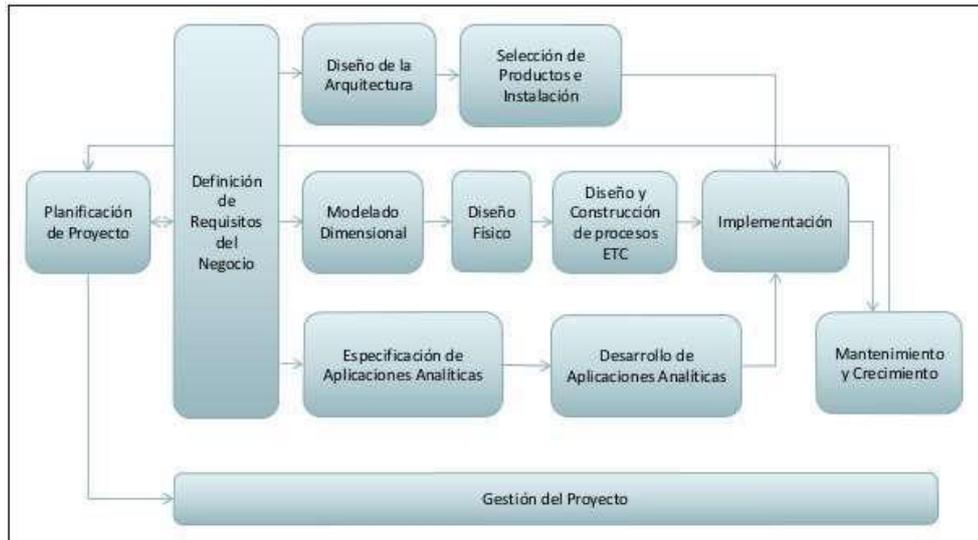
### **Selección de la Metodología BI**

Se ha elegido la metodología de Kimball para la implementación piloto de la solución de inteligencia empresarial basada en código abierto en este proyecto. Esta elección se basa en el hecho de que esta metodología utiliza una técnica de normalización del diagrama de entidad-relación que permite entender los procesos de negocio a través de tablas de hechos y dimensiones. El siguiente paso es seleccionar un conjunto de información para modelar los datos mediante el esquema de estrella, lo que permitirá continuar con el desarrollo iterativo del datamart como una parte del datawarehouse.

### **Metodología De Kimball**

La metodología de Kimball fue creada por el arquitecto Ralph Kimball, esta metodología se enfoca básicamente en el desarrollo e implementación de Datamarts y Datawarehouse, tomando en cuenta la secuencia de actividades en forma ordenada y importantes. Kimball trabaja a través de la integración conjunta de información, provenientes de bases de datos que están alojadas en diferentes unidades de negocio llamadas Datamart. Los datamart son el subconjunto de información de un Data warehouse.

### **Etapas de Metodología de Ralph Kimball**



*Figura 19. Etapas de Metodología de Kimball.*  
Fuente: Elaboración propia del Investigador.

### **Descripción del Proyecto**

En este trabajo de investigación lo plantea es desarrollar un Datamart que nos permita administrar grandes volúmenes de información que genera la empresa minera relacionada con la información del proceso de carguío y acarreo así de esta manera se pueda mejorar y optimizar el proceso de análisis de información. Para este objetivo se incluirán los procesos de carga y transporte que serán necesarios para que el proyecto se termine con éxito.

Esta investigación le será de gran utilidad a la Gerencia de Operaciones Mina para elaborar informes rápidamente, medir la productividad de la mina, así como el análisis de información del proceso de carga y transporte.

### **Objetivos**

Agilizar y mejorar el proceso de análisis de información de la Gerencia de Operaciones Mina en una empresa minera para que así de esta manera se pueda tener una mejora de tiempos óptimos de respuesta en el proceso de análisis de información.

### **Alcance**

El estudio que se presenta abarca todo el proceso de extracción y procesamiento de datos relacionados con la carga y el transporte, y culmina con la elaboración de paneles de control que permiten visualizar los informes analíticos gestionados por la dirección de operaciones. Estos reportes son fundamentales para el correcto desarrollo de los trabajos diarios de la empresa.

Los entregables serán los siguientes:

- a) Un repositorio de datos llamado “DataMart MineOps”
- b) Tablero KPI Despacho
- c) Tablero KPI Operaciones RT
- d) Tablero Mina Gerencial
- e) Reporte de Movimiento de Mineral Diario

### Stakeholders

Los trabajadores de la empresa minera que están interesados en nuestro proyecto piloto son Gerente de Operaciones, jefe de Despacho Mina, jefes de Turno.

**Tabla 34**

*Stakeholders del proyecto.*

Stakeholder	Cargo	Función
Evans Diaz	Gerente de Operaciones	El Gerente de Operaciones es el responsable del área y quien toma las decisiones operativas.
Maximiliano Montenegro	Jefe de Despacho	El jefe de Despacho es responsable de controlar el área de despacho mina.
Carolina Diaz	Jefes de Turno	El jefe de turno es el responsable del controlar el tráfico de la mina.

Fuente: Elaboración propia del Investigador.

## Análisis de Riesgo

**Tabla 35**

Tipos de riesgos del proyecto.

<b>Tipo Riesgo</b>	<b>Descripción del Riesgo</b>	<b>Probabilidad</b>	<b>Impacto</b>	<b>Mitigación del Riesgo</b>
	Perdida de conectividad al servidor Superset	Medio	Alta	Monitoreo en línea para verificar eventuales caídas de la conectividad.
Informático	Problemas en la extracción de información del sistema jView	Medio	Alta	Revisión de archivos logs para tener más el control del riesgo.
	Caída del servicio de conectividad de la herramienta Superset	Medio	Alta	Revisión periódica de los servicios del servidor
Proyecto	Demora en la entrega del producto final	Baja	Alta	Controles semanales del proyecto para un mejor seguimiento.

Fuente: Elaboración propia del Investigador.

Para poder tener claro la etapa de análisis de riesgo se están tomando en cuenta 2 tipos de riesgos:

- Riesgo de Tipo Informático
- Riesgo de Tipo Gestión de Proyecto

### **Definición de Requerimiento del Negocio**

Según IEEE, refiere al requerimiento como la necesidad que el usuario expresa para la solución de un problema, la cual no permite seguir con el objetivo primordial de la empresa [46]; para realzar mayor información, en el presente documento se explica en la página 44, el tipo de metodologías existentes, de la cual se utilizó la metodología BPM y su forma de proseguir, para el análisis de los requerimientos, lo cual es relevante para el desarrollo de la gestión de los procesos mineros y cumplir con los objetivos establecidos.

Las fases de la metodología BPM para los requerimientos del negocio, comienza en determinar:

- a) Las estrategias del proceso de negocio: la cual es el análisis para identificar requerimientos de procesos de negocio.
- b) Diseño de los procesos: en donde se muestra el AS SI de los requerimientos del negocio para posterior desarrollar el TO-BE.
- c) La implementación de los procesos: la cual se utiliza el TO-BE con el fin de mejorar y cumplir con las metas.
- d) Mejora continua: lo cual implica cambios de mejora para el correcto funcionamiento.

### **Desarrollo de las fases del BPM**

A continuación, se presentan el desarrollo de las fases del BPM

## **Estrategias del proceso de negocio**

### **Proceso de Negocio: Carguío y Acarreo**

La definición de requerimientos (RQ) para el proceso de negocio de Carguío y Acarreo TO-BE implica identificar, documentar y validar los requerimientos y deseos del cliente en términos de los resultados y funcionalidades que el proceso debe ofrecer. Estos RQ deben ser claros, precisos y verificables, de manera que se puedan evaluar objetivamente y garantizar que se cumplen los objetivos del proceso y los beneficios para el negocio.

Para definir los RQ del proceso de negocio de Carguío y Acarreo TO-BE, se seguirá la metodología BPM con la notación BPMN, que implica los siguientes pasos:

La notación BPMN, sirvió de ayuda para modelar los requerimientos obtenidos para el TO-BE.

- a) En Primer lugar, se analiza los requerimientos potenciales para el Carguío y transporte de la empresa minera, de los cuales se mencionan a continuación:
- b) Identificar los actores involucrados en el proceso y sus roles, para establecer lo que necesita y espera del cliente.
- c) Definir los objetivos del proceso y los beneficios para el negocio que se esperan obtener.
- d) Descomponer el proceso en actividades y tareas, identificando las entradas, salidas, roles y responsabilidades asociados a cada una de ellas.
- e) Identificar los requisitos funcionales y no funcionales del proceso, incluyendo los criterios de calidad y las restricciones.
- f) Establecer los indicadores de desempeño y los criterios de aceptación que permitan medir y validar el cumplimiento de los RQ.
- g) Documentar los RQ de manera clara y concisa, utilizando un formato estandarizado y asegurando su trazabilidad y verificabilidad.

En segundo lugar, una vez definidos los RQ, se pueden utilizar para guiar el diseño, implementación y evaluación exhaustiva del proceso de negocio de Carguío y Acarreo TO-

BE, garantizando que se cumplan las expectativas del cliente y se obtengan los beneficios esperados para el negocio.

En tercer lugar, se implementa el documento de Requerimientos para el Proceso de Negocio de Carguío y Acarreo según BPM y cuarto lugar, se asegura el éxito de los requerimientos para la mejora continua y desarrollo factible, mostrados a continuación.

**Introducción:**

El proceso de negocio de carguío y transporte se refiere al transporte de minerales desde su lugar de origen o almacenamiento hasta su destino final. Este proceso puede ser aplicado en diversos sectores industriales, principalmente en la minería, o la construcción, la agricultura, entre otros. El fin principal de este proceso es asegurar la correcta distribución y entrega de los minerales o materiales, minimizando los riesgos y costos asociados a la operación.

**Actores del Proceso:**

**Tabla 35**

*Descripción actor Ingeniero Despacho.*

<b>Actor</b>	<b>Cliente</b>
Descripción	Inicia el proceso con la reconciliación y validación de información del proceso de carguío y acarreo.
Responsabilidades	Validar información de producción. Exportación de información a sistema FMS Verificación del proceso de exportación

Fuente: Elaboración propia del Investigador.

**Tabla 36**

*Descripción actor Analista de Planificación.*

<b>Actor</b>	<b>Cliente</b>
Descripción	Inicia proceso de procesamiento de información previo reconciliación de datos del ingeniero de despacho.

Responsabilidades	<p>Procesamiento de información de proceso de carguío y acarreo.</p> <p>Verificación de información actualizada en los indicadores o KPIs.</p> <p>Generación de reportes preliminares con información procesada.</p>
-------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fuente: Elaboración propia del Investigador.

**Tabla 37**

*Descripción del actor jefe de Operaciones.*

Actor	Cliente
Descripción	Recibe datos de análisis realizado por el analista de planificación y envía reportes a la gerencia,
Responsabilidades	<p>Validación de indicadores de producción claves.</p> <p>Envío de información a la gerencia del área de operaciones mina.</p> <p>Solicita reprocesamiento de información si fuera necesario.</p>

Fuente: Elaboración propia del Investigador.

### Definición de Requerimientos:

**Tabla 38**

*Cálculo de Disponibilidad.*

Métrica	Cálculo de % Disponibilidad
Descripción	<p>Es el % de tiempo en que el equipo está disponible para tareas productivas. Tipos de disponibilidad:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disponibilidad Física: corresponde al % del total de horas planificadas en que el equipo minero se encuentra en buenas condiciones para tareas diarias.</li> <li>• Disponibilidad Mecánica Efectiva: este Kpi corresponde al % del total de horas planificadas en donde el equipo se encuentra con problemas mecánicos.</li> </ul>
Formula	$\% \text{ Disp} = \frac{Tpo \text{ total} - Tpo \text{ de Mantenimient}}{Tpo \text{ total}}$

Frecuencia Turno, Diaria, Mensual

---

Fuente: Elaboración propia del Investigador.

**Tabla 39**

*Cálculo de Confiabilidad.*

<b>Métrica</b>	<b>Cálculo de Confiabilidad</b>
Descripción	Es el tiempo promedio que dispone un equipo antes de que pueda ocurrir una falla mecánica. También permite saber el comportamiento de los equipos mineros viendo el punto de vista operativo.
Formula	$\% \text{ TMEF} = \text{Tpo total productivo utilizad} / \text{N}^{\circ} \text{ de fallas totale}$
Frecuencia	Turno, Diaria, Mensual

---

Fuente: Elaboración propia del Investigador.

**Tabla 40**

*Cálculo de Mantenibilidad.*

<b>Métrica</b>	<b>Cálculo de Mantenibilidad</b>
Descripción	Es el tiempo promedio que se toma en reparar un equipo minero, después de la falla que el equipo estará detenido mientras es mecánicamente reparado.
Formula	$\% \text{ TMPR} = \text{Tpo total de reparació} / \text{N}^{\circ} \text{ de fallas totales}$
Frecuencia	Diaria, Mensual

---

Fuente: Elaboración propia del Investigador.

**Tabla 41***Cálculo de Utilización Efectiva.*

<b>Métrica</b>	<b>Utilización Efectiva</b>
Descripción	Es el porcentaje de las horas disponibles en que el equipo se encuentra realizando su función diseño.
Formula	$\% UE = \text{Tiempo Efectivo}_k / \text{Tiempo Disponible}_k$
Frecuencia	Hora, Diaria, Mensual

Fuente: Elaboración propia del Investigador.

**Tabla 42***Cálculo de Rendimiento Efectivo.*

<b>Métrica</b>	<b>Rendimiento Efectivo</b>
Descripción	Indicador que mide el desempeño productivo (válido para equipos de carguío y transporte) según las características de diseño del equipo. Se expresa en toneladas por hora efectiva.
Formula	$\% RE = \text{Ton Cargadas} / \text{Tiempo Efectivo}_k$
Frecuencia	Hora, Diaria, Mensual

Fuente: Elaboración propia del Investigador.

**Tabla 43***Cálculo de Velocidad de Perforación.*

<b>Métrica</b>	<b>Velocidad de Perforación</b>
Descripción	Indicador que mide el desempeño de los equipos de perforación. Se expresa en metros perforados por hora efectiva.
Formula	$\% VP = \text{Metros Perforados}_k / \text{Tiempo Efectivo}_k$
Frecuencia	Hora, Diaria, Mensual

Fuente: Elaboración propia del Investigador.

**Tabla 44**

*Cálculo de Tiempo promedio de reparación*

<b>Métrica</b>	<b>Tiempo promedio de reparación</b>
Descripción	Indicador que mide el tiempo promedio que demora la reparación de un equipo.
Formula	$\% \text{ MTTR} = \frac{\text{Tiempo de Fuera de Servicio No Programado}_k}{\text{Número de Eventos Mantenimiento No Programados}}$
Frecuencia	Hora, Diaria, Mensual

Fuente: Elaboración propia del Investigador.

**Objetivos del Proceso:**

- a) Asegurar el correcto manejo y transporte de los minerales.
- b) Minimizar los riesgos asociados al proceso.
- c) Asegurar la entrega de los minerales en el destino final en el tiempo y forma establecidos.
- d) Optimizar los costos del proceso de transporte.

**Descripción del Proceso:** en base a los requerimientos analizado anteriormente.

**Viajando vacío a Pala:**

El camión entra en este estado cuando viaja vacío a una pala. Los camiones vacíos ingresan automáticamente a la actividad de viaje después de estar listos o después de salir de un vertedero.

Esto se detecta automáticamente la salida del volcado después de que un camión se desplaza más allá de la distancia de salida desde el punto de inflexión.

**Esperando en Pala:**

El camión entra cuando está esperando inactivo en una pala. Los camiones en la actividad de viaje ingresan a la actividad de espera después de detenerse a una distancia de espera de una pala. Cuando las palas se cargan muy cerca, esto asume que el camión está

esperando en la pala a la que está asignado, a menos que esté fuera del radio de distancia de espera. Si el camión está fuera de la distancia de espera de su pala asignada pero dentro de la distancia de espera de otra pala, el sistema asume que el camión viajó a la pala incorrecta y lo reubica en la pala correcta.

#### **Retrocediendo en Pala:**

El camión entra en este estado cuando retrocede junto a la pala. Los camiones en actividad de espera ingresan a la actividad de detección cuando el GPS detecta que el camión ha invertido su rumbo dentro de la distancia de detección de una pala. Al igual que la actividad de espera, el sistema reubica automáticamente un camión en la pala correcta cuando detecta que el camión se encuentra dentro de la distancia de detección de una pala diferente a la que está asignada actualmente.

#### **Cargando en Pala:**

El camión entra en este estado cuando está cargando a pala. Los camiones en la actividad de detección ingresan a la actividad de carga cuando el GPS detecta que el camión se ha detenido dentro de la distancia de carga de una pala después de viajar en reversa y la pala está inactiva actualmente. Este mecanismo de detección de inicio de carga proporciona una detección oportuna del inicio de carga cuando el camión se detiene junto a la pala y trabaja sin sistema de carga útil. Las cargas detectadas por los sistemas de carga útil verifican que la posición actual del camión esté dentro de la distancia de carga o la distancia de detección de una casucha y reubica automáticamente el camión si no carga en la pala correcta.

#### **Viajando Cargado:**

El camión entra en este estado cuando se transporta a una zona de descarga. Los camiones en la actividad de carga ingresan a la actividad de acarreo cuando el GPS detecta que el camión ha viajado más de la distancia de salida desde el lugar de carga. En este caso

se asume que el camión está cargado con el tipo de material establecido actualmente por el controlador de la mina o el operador de la pala. El camión también puede ingresar a la actividad de acarreo cuando el operador de la pala o el controlador de la mina ejecuta la siguiente actividad para una pala que se está cargando actualmente.

#### **Cola en Descarga:**

El camión entra en este estado cuando ha llegado a una zona de descarga, los camiones en la actividad de transporte ingresan a la actividad en cola cuando el GPS detecta que el camión se ha detenido dentro de los límites de la ubicación.

Al llegar a una ubicación con un motivo de estado configurado, la actividad cambia automáticamente el estado al motivo dado y cambia la actividad a inactiva.

#### **Retrocediendo en Descarga:**

El camión entra en este estado cuando retrocede antes de descargar en una zona de descarga. Los camiones en la actividad en cola ingresan a la actividad de respaldo cuando el GPS del camión detecta que este ha invertido su rumbo dentro de un límite de descarga.

#### **Descargando en zona de destino:**

El camión entra en este estado cuando está volcando en un botadero. Los camiones en la actividad de retroceso ingresan a la actividad de descarga cuando el GPS detecta que el camión se ha detenido dentro de la distancia de descarga del límite de un vertedero. Establecer la distancia de propina a cero desactiva la propina detectada por GPS.

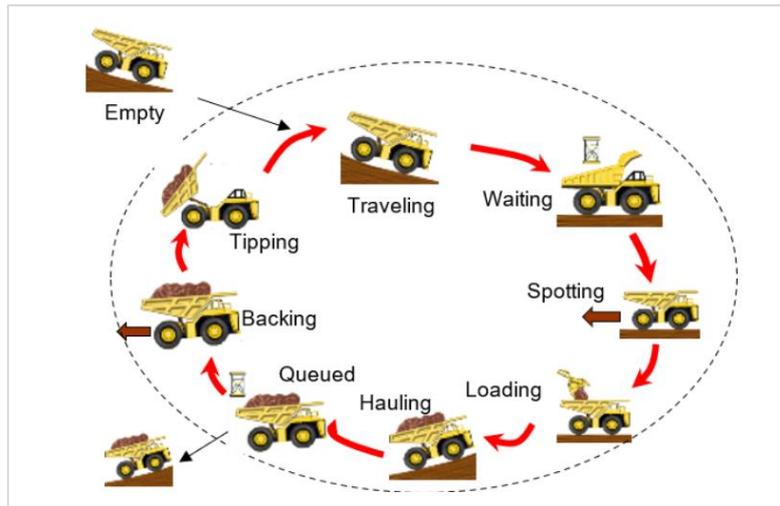
#### **Requerimientos Funcionales:**

- a) Camión viajando vacío a la Pala o Cargador.
- b) Camión esperando en la Pala.
- c) Camión retrocediendo en la Pala.
- d) Camión cargando en la Pala.
- e) Camión viajando cargado.
- f) Camión esperando en la zona de descarga.

- g) Camión retrocediendo en la zona de descarga.
- h) Camión descargando en la zona de descarga.

**Requerimientos No Funcionales:**

- a) Respetar los tiempos establecidos para la descarga del mineral.
- b) Minimización de los riesgos asociados al proceso.
- c) Optimización de los tiempos de pérdida en el proceso de transporte.



*Figura 20.* Proceso de Negocio: carguío y acarreo  
Fuente: Elaboración propia del Investigador.

## **Especificación de los Requerimientos**

### **Requerimientos Funcionales**

Se creará un repositorio de datos para almacenar la información del proceso de carguío y acarreo generada por los equipos mineros, utilizando las tablas de la base de datos transaccional como fuente de datos para la creación de las atributos o dimensiones y la tabla de hechos del Datamart.

Crear un repositorio de datos y considerar las siguientes tablas de la base de datos transaccional para la creación de atributos o dimensiones y tabla de hechos.

Turnos

Guardia de trabajo

Equipo

Ubicación

Ciclo de carguío

Operador

Polígonos

Material

Los reportes deben considerar los siguientes filtros

Turno Inicio y Fin

Flota de camiones

Ubicación

Día

Flota de Palas

- **Diseño de los procesos**

En primera instancia se determina el modelo general del proceso de carguío y acarreo general, mostrados mediante la notación BPMN con su herramienta de modelado en Bizagi.

En este proceso general, se describe los actores involucrados en el negocio de carguío y transporte de la empresa minera, la cuales son el operador, supervisor y controlador, donde comienza con la asignación del camión, en donde espera a que la pala cargue el mineral, ya sea de manera manual o mecánica al camión, posteriormente se traslada el camión a un punto de llegada con el mineral, notificando de manera visual o de gestos sin el registro necesario, generando una cola para la descarga del mineral de forma manual o mecánica; una vez vacía el camión se autoriza regresar a el punto de inicio con la espera de la pala para la carga del mineral, cumpliéndose el proceso hasta el término de la tarea diaria.

Utilizando la notación BPMN con la herramienta Bizagi, se muestra el diagrama del proceso general, a continuación:

El proceso general de carguío y acarreo, donde se muestra el procedimiento completo, partiendo como punto inicial para el análisis de información diagramada más adelante.

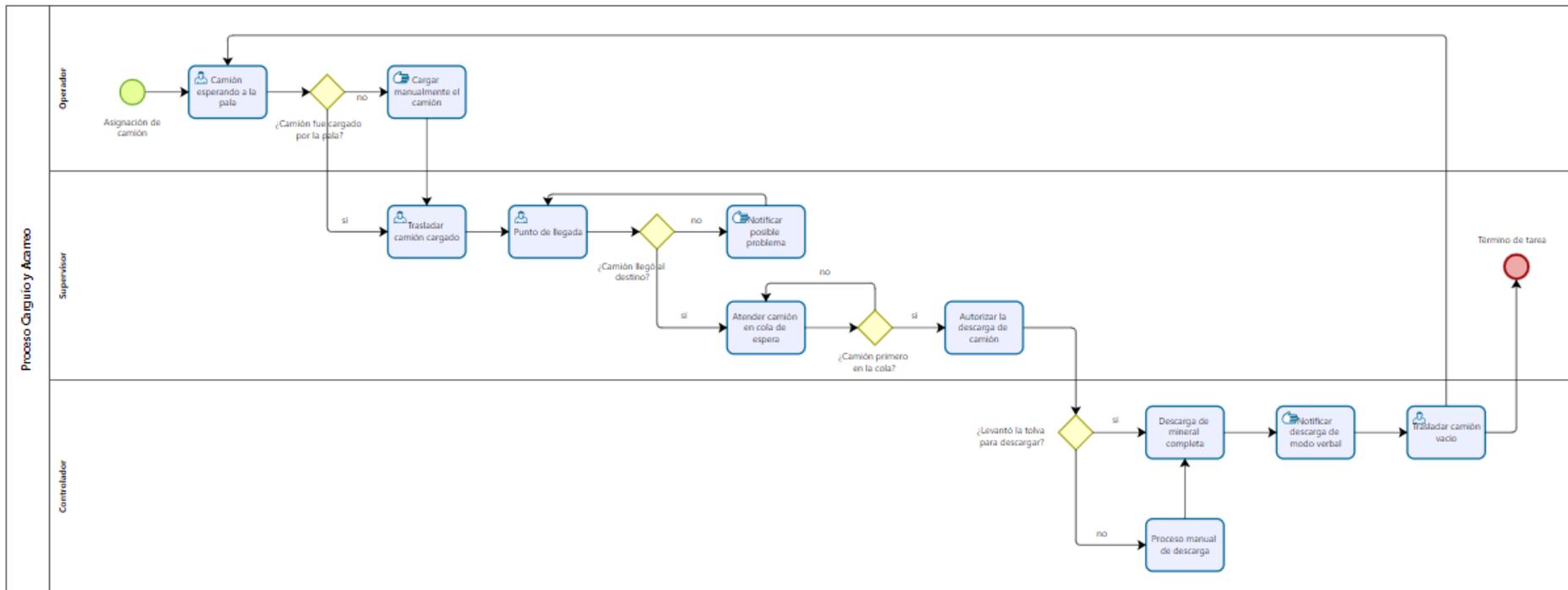


Figura 21. Proceso de Carguío y Acarreo general  
Fuente: Elaboración propia del Investigador en Bizagi Modeler

## Modelo AS-IS

Modelo AS-IS del proceso de análisis y generación de información Pre-Test

En la cual se desarrolla el proceso de carguío y acarreo con respecto al análisis y generación de la información para la toma de decisiones actuales, en donde se denota que existen muchas deficiencias.

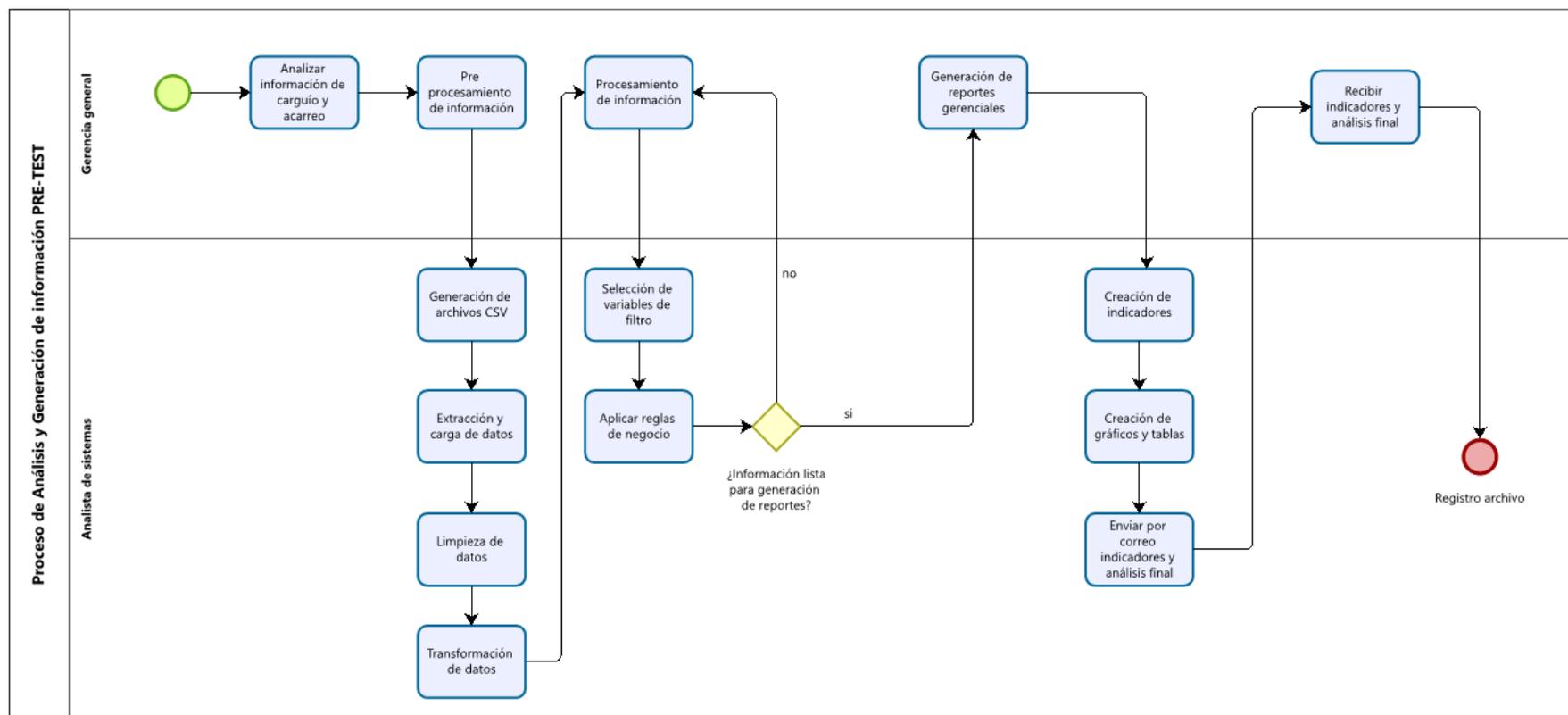


Figura 22. Proceso de análisis y generación de información Pretest  
Fuente: Elaboración propia del Investigador en Bizagi Modeler.

## Modelo TO-BE

Modelo TO-BE del proceso de análisis y generación de información Post-Test

En la cual aplicando el sistema web Superset, se obtiene una mayor eficiencia de los procesos de carguío y acarreo con respecto al análisis y generación de la información para la toma de decisiones.

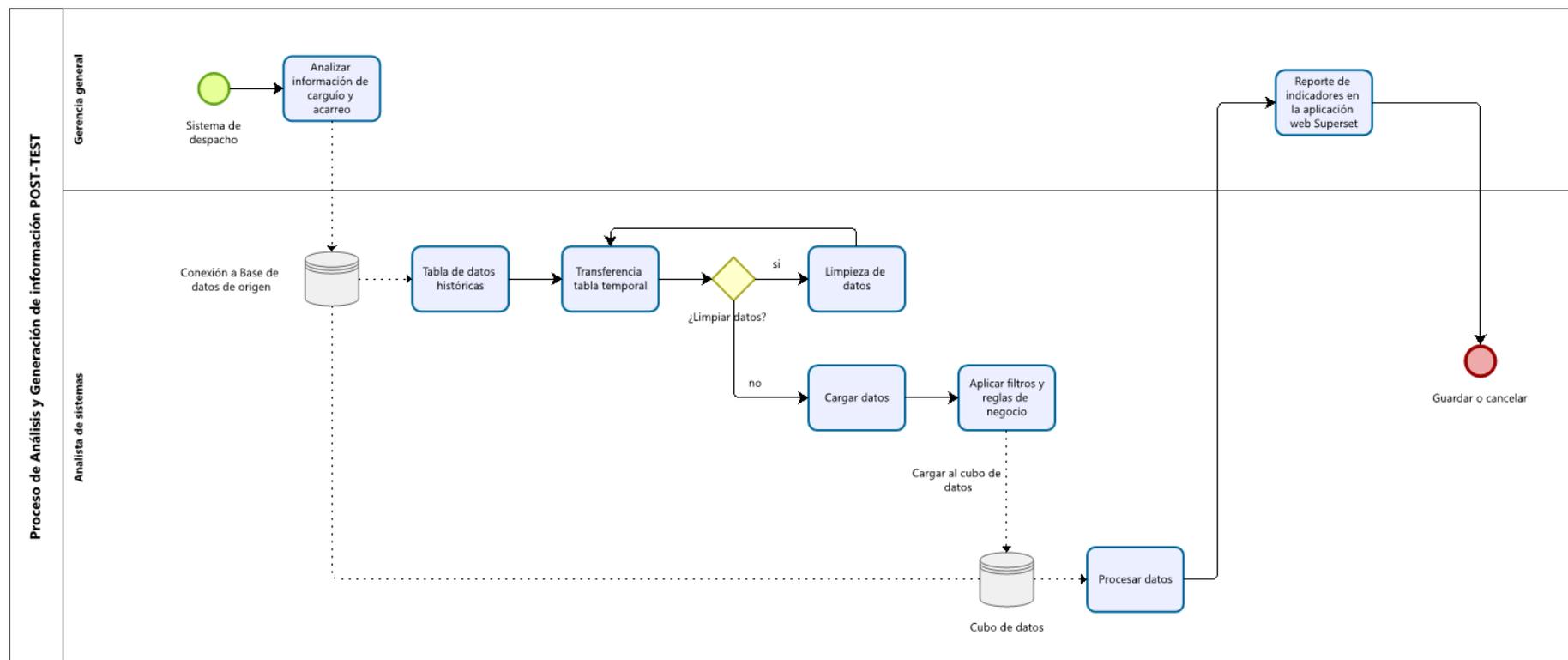


Figura 23. Proceso de análisis y generación de información Pretest  
Fuente: Elaboración propia del Investigador en Bizagi Modeler.

A continuación, se demuestra las arquitecturas del TO-BE

## Diseño de la Arquitectura técnica

### Esquema General

Para poder establecer la arquitectura de la solución, es fundamental determinar cómo se distribuirá la información del proceso minero de carguío y transporte, así como del ERP del sistema de despacho, a fin de poder alimentar el datamart que será utilizado por la Gerencia de Operaciones. Dicha distribución se ilustra en la figura que se presenta a continuación.

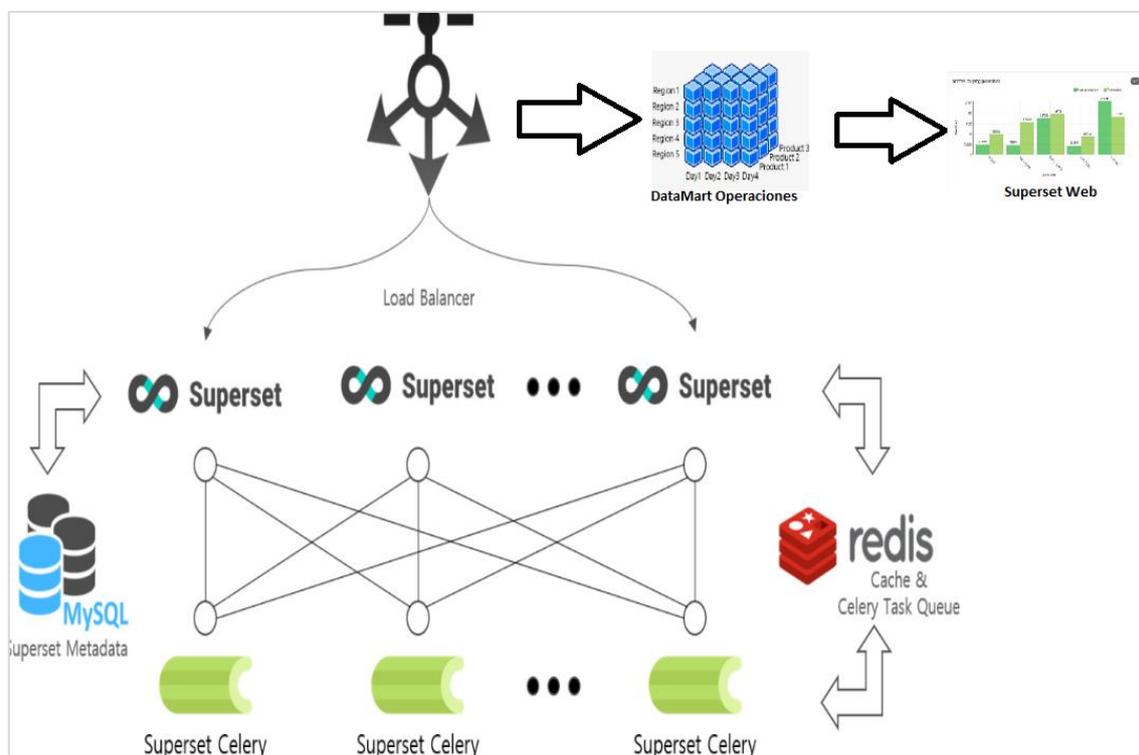


Figura 24. Esquema de servidores Superset.  
Fuente: Elaboración propia del Investigador.

### Arquitectura de Desarrollo

Se empleará la metodología del reconocido gurú Ralph Kimball en el proyecto de investigación, para lo cual se utilizará la herramienta de inteligencia empresarial conocida como Superset. Esta herramienta analítica cuenta con una estructura conformada por varios componentes, entre los cuales se encuentran:

## **Fuentes de Información**

En el Sistema transaccional llamado jMineOPS guarda los datos de las funciones o acciones llevadas a cabo en todos los pesados equipos de minería de carguío y acarreo y hacen uso de tabulaciones relacionadas al proceso de carga y transporte.

Información de los acciones o actividades que provienen de cada uno de los equipos mineros como camiones y cargadores que es obtenida por sistema que se encarga de gestionar la flota: La información referente al ciclo de los camiones, los tiempos de carga de los cargadores y el estado operativo de los equipos mineros se encuentra almacenada en una base de datos transaccional SQL Server a través del Sistema de gestión de flotas (SGF). En el anexo 10 se muestra el modelo de datos correspondiente a esta información.

## **Integridad**

En esta etapa es donde extraemos, procesamos y consolidamos la información relacionada a el Datamart y el desarrollo de los procedimientos concentrados en ETL.

En la extracción, la empresa minera maneja el sistema transaccional jMineOPS que usa un repositorio de datos llamada MSSQL y para este desarrollo se realizó la extracción de los datos que serán replicados a las tablas que son parte de aquellos procedimientos que se usan en el denominado “modelamiento” en forma de estrella.

Se utilizarán diferentes perspectivas para procesar y transformar los datos, de manera que la información resultante sea clara y comprensible para los usuarios finales. Estos usuarios analizarán la información y luego, después de que haya sido transformada y procesada, se llevará a cabo la migración a tablas temporales finales.

Para el proceso de carga final posteriormente que ya tenemos la información transformada en tablas finales temporales se iniciara con la carga de información de datos al modelo estrella o modelo multidimensional, que en resumen es almacenar los datos finales para que puedan estar disponibles y puedan ser usados por la herramienta analíticas.

## Repositorio de Datos

En relación con el repositorio de información esta implementación de solución de inteligencia empresarial será almacenado en el datamart llamado "jmineops" que se encuentra alojado en la máquina virtual que se está usando para el piloto de este proyecto.

## Herramientas

En la actualidad existen una variedad de herramientas robustas para el análisis de datos entre ellos se encuentra Superset, la cual es una potente herramienta analítica de código abierto y tiene muchas ventajas técnicas sobre las otras herramientas analíticas del mercado tecnológico de herramientas de inteligencia de negocios.



*Figura 25. Datamart Arquitectura.*  
Fuente: Elaboración propia del Investigador

## Modelamiento Dimensional

### Diseño del Modelo Estrella

Se utilizará el modelo dimensional de datos en forma de Estrella para este compromiso se detalla en el anexo. 01-023.

### Dimensiones.

Los atributos o dimensiones que forman parte del datamart de Operaciones se mostraran a continuación.

**Tabla 36***Atributos o Dimensiones.*

<b>Ítem</b>	<b>Nombre de Dimensión</b>
1	Zona de Carga
2	Zona de Descarga
3	Polígono
4	Operador del camión
5	Turno de Trabajo
6	Equipo Cargador
7	Tipo Material
8	Equipo de Transporte

Fuente: Elaboración propia del Investigador.

**Dimensión Zona de Carga**

En esta dimensión Zona de Carga se muestra información relacionada a los lugares o zonas en donde los equipos de carga van a extraer el material.

**Tabla 37***Atributos Zona de Carga.*

<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>	<b>Formato</b>	<b>Valor por defecto</b>
Id	Identificador único.	Numérico	Ninguno
BlastName	Nombre de la Zona de Carga	Texto	Ninguno
LocationType	Tipo de Zona de Carga	Texto	Ninguno
Region	Nombre de región	Texto	Ninguno

Fuente: Elaboración propia del Investigador.

**Dimensión Zona de Descarga**

En esta dimensión Zona de Descarga se muestra información relacionada a los lugares o zonas en donde los equipos de transporte van a descargar el material.

**Tabla 38***Atributos Zona de Descarga.*

<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>	<b>Formato</b>	<b>Valor por defecto</b>
---------------	--------------------	----------------	--------------------------

Id	Identificador único.	Numérico	Ninguno
DumpName	Nombre de la Zona de Descarga	Texto	Ninguno
LocationType	Tipo de Zona de Descarga	Texto	Ninguno
Region	Nombre de región	Texto	Ninguno

Fuente: Elaboración propia del Investigador.

### Dimensión Polígono

En esta dimensión Polígono se muestra información relacionada la calidad del material que existe en la zona de carga y esto está relacionado a las leyes de calidad del mineral que se encuentra en ese lugar.

**Tabla 39**

*Atributos Polígonos.*

Nombre	Descripción	Formato	Valor por defecto
Id	Identificador único.	Numérico	Ninguno
Grade	Nombre del Polígono	Texto	Ninguno
MaterialId	Identificador del Material	Numérico	Ninguno

Fuente: Elaboración propia del Investigador.

### Dimensión Operador del Camión

En esta dimensión Operador del Camión se muestra información relacionada a la información del operador o conductor que está conduciendo el camión de transporte.

**Tabla 40**

*Atributos Operador de Camión.*

Nombre	Descripción	Formato	Valor por defecto
Id	Identificador único.	Numérico	Ninguno
NameFirst	Nombre del conductor	Texto	Ninguno
NameLast	Apellido del conductor	Texto	Ninguno
PayNumber	ID interno conductor	Numérico	Ninguno

Fuente: Elaboración propia del Investigador.

## Dimensión Turno de Trabajo

En esta dimensión Turno de Trabajo se muestra información relacionada al turno de trabajo si son de día o noche.

**Tabla 41**

*Atributos Turno de Trabajo.*

<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>	<b>Formato</b>	<b>Valor por defecto</b>
Id	Identificador único.	Numérico	Ninguno
Shift	Nombre del Turno	Texto	Ninguno

Fuente: Elaboración propia del Investigador.

## Dimensión Equipo de Carga

En esta dimensión Equipos de Carga se muestra información relacionada a los atributos de los equipos de carga.

**Tabla 42**

*Atributos Equipos de Carga.*

<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>	<b>Formato</b>	<b>Valor por defecto</b>
Id	Identificador único.	Numérico	Ninguno
EqpName	Nombre del equipo	Texto	Ninguno
Fleet	Nombre de la flota.	Texto	Ninguno

Fuente: Elaboración propia del Investigador.

### Dimensión Equipo de Transporte

En esta dimensión Equipos de Transporte se muestra información relacionada a los atributos de los equipos de transporte.

**Tabla 43**

*Atributos Equipos de Transporte.*

<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>	<b>Formato</b>	<b>Valor por defecto</b>
Id	Identificador único.	Numérico	Ninguno
EqpName	Nombre del equipo	Texto	Ninguno
Fleet	Nombre de la flota.	Texto	Ninguno

Fuente: Elaboración propia del Investigador.

### Dimensión Material

En esta dimensión Material se muestra información relacionada a los atributos del tipo de material que están cargando los equipos de carga

**Tabla 44**

*Atributos Equipos de Transporte.*

<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>	<b>Formato</b>	<b>Valor por defecto</b>
Id	Identificador único.	Numérico	Ninguno
MaterialName	Nombre del material	Texto	Ninguno
MaterialSymbol	Nombre del símbolo.	Texto	Ninguno

Fuente: Elaboración propia del Investigador.

### Dimensión Tiempo

En esta dimensión Tiempo se muestra información relacionada a la fecha en que se realizaron las cargas y descargas de los equipos mineros.

**Tabla 45**

*Atributos Dimensión Tiempo.*

<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>	<b>Formato</b>	<b>Valor por defecto</b>
Date	Fecha en formato dd-mm-yyyy	Texto	Ninguno
DateCode	Fecha en formato ddmmyyyy	Texto	Ninguno
Day	Día	Texto	Ninguno
Month	Mes	Texto	Ninguno
ProdQuarter	Quarter Producción	Texto	Ninguno
ProdYear	Año Producción	Texto	Ninguno
Quarter	Quarter	Texto	Ninguno
Week	Semana	Texto	Ninguno
Year	Año	Texto	Ninguno

Fuente: Elaboración propia del Investigador.

### **Tabla de Hechos o fact**

Las tablas de hechos son las tablas en donde se encuentran las métricas y medidas que se mostraran para que el usuario pueda hacer uso de ellos

#### **Tabla 46**

*Atributos o Dimensiones.*

<b>Ítem</b>	<b>Nombre de tabla de Hechos</b>
1	Tablas de Operaciones

Fuente: Elaboración propia del Investigador.

### **Tabla de Hechos de Operaciones**

Las tablas de hechos llamada Operaciones en donde se encontrará información relacionada a las medidas de los ciclos de carga y transporte de los camiones y cargadores, la granularidad de la información se muestra a continuación:

#### **Tabla 47**

*Atributos Dimensión Tiempo.*

<b>Nro</b>	<b>Nombre Dimensión</b>	<b>Descripción</b>	<b>Clave primaria</b>
1	Zona Carga	Identifica la zona donde cargo material.	
2	Zona de Descarga	Identifica la zona en donde descargo material.	

3	Polígonos	Identifica la calidad de mineral que está cargando.
4	Operador Camión	Identifica el nombre del operador del camión.
5	Tiempo	Identifica la fecha cuando se realizó la acción.
6	Turno	Identifica el turno de trabajo.
7	Equipo Cargador	Identifica el nombre del cargador.
8	Material	Identifica el tipo de material.
9	Equipo Camiones	Identifica el nombre del camión.

Fuente: Elaboración propia del Investigador.

**Tabla 48**

*Mediciones de la tabla de hechos Operaciones.*

<b>Nro</b>	<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>
1	backing	Tiempo que demora en retroceder el camión en la descarga.
2	cycle	Cantidad de ciclos de los camiones.
3	cycletime	Tiempo que demora los ciclos de los camiones.
4	hauling	Tiempo de transporte de los camiones.
5	inactive	Tiempo inactivo o no hace nada el camión.
6	Loading	Tiempo de carga de material al camión.
7	loads	Cantidad de veces de cargas.
8	mattons	Tonelaje movido
9	Payloads	Cantidad por pesometro del camión.
10	Paytons	Tonelaje por pesometro del camión.
11	Queued	Tiempo de demora en cola del camión.
12	Spotting	Tiempo de retroceso del camión en zona de carga
13	Tipping	Tiempo de descarga del camión.
14	Tonnage	Tonelaje de carga del camión
15	Traveling	Tiempo de viaje del camión vacío.
16	waiting	Tiempo del camión esperando en zona de carga.

Fuente: Elaboración propia del Investigador.

### **Diseño Físico**

Se necesita establecer la arquitectura del diseño físico de la base de datos para escoger el esquema apropiado que permita organizar y guardar el diseño lógico. Con este fin, es fundamental seleccionar una metodología que garantice el uso adecuado de los datos.

## Detalle de la Tabla de hechos

Es necesario establecer la arquitectura física de la base de datos para escoger el esquema apropiado que permita estructurar y almacenar el diseño lógico. Para esto, es fundamental seleccionar una metodología adecuada que asegure el uso correcto de los datos.

La Tabla de Hechos es una estructura que representa uno o más procesos o metodologías de la empresa en estudio. Pueden ser los tiempos, cantidades y otras medidas, y están conformadas por una llave primaria que identifica cada registro de manera única y no repetible. Además, tienen columnas que contienen datos cuantificables o contables de tipo numérico a los que se pueden contabilizar, sumar, contar, promediar.

Se usará el modelo de topología estrella, que se basa en una tabla principal. Según lo mencionado, la tabla de hecho "fact" cuenta con atributos adicionales por cada dimensión. En base a esto, disponemos de un conjunto de dimensiones para nuestro DataMart.

La tabla "Fact" combina información de la base de datos multidimensional y la transaccional. Debido al uso de extensiones, las consultas a menudo tardan en completarse. Por lo tanto, se emplean tablas de soporte para facilitar el proceso de llenado de datos. Con el único propósito de mejorar la experiencia del usuario final durante la realización de consultas en el Datamart de Operaciones, se ha desarrollado una tabla de hechos específica llamada "FactOperaciones".

**Tabla 49**

*Atributos Dimensión Tiempo.*

<b>Tabla Fact</b>	<b>Dimensiones</b>
Fact Operaciones	tcBlast_dim tdDump_dim tcGrade_dim tcTruckOperator_dim tcTime_dim tcShift_dim tcShovel_dim tcMaterial_dim

**Diseño Físico Dimensiones****Tabla 50***Atributos Zona de Carga.*

<b>Columna</b>	<b>Tipo de Dato</b>	<b>Primary Key</b>	<b>Valor Null</b>
Id	Numérico	SI	NO
BlastName	NTexto(32)	NO	NO
LocationType	NTexto(32)	NO	NO
Region	NTexto(32)	NO	NO

Fuente: Elaboración propia del Investigador.

**Tabla 51***Atributos Zona de Descarga.*

<b>Columna</b>	<b>Tipo de Dato</b>	<b>Primary Key</b>	<b>Valor Null</b>
Id	Numérico	SI	NO
DumpName	NTexto(32)	NO	NO
LocationType	NTexto(32)	NO	NO
Region	NTexto(32)	NO	NO

Fuente: Elaboración propia del Investigador

**Tabla 52***Atributos Polígonos.*

<b>Columna</b>	<b>Tipo de Dato</b>	<b>Primary Key</b>	<b>Valor Null</b>
Id	Numérico	SI	NO
Grade	NTexto(32)	NO	NO
MaterialId	NTexto(32)	NO	NO

Fuente: Elaboración propia del Investigador.

**Tabla 53***Atributos Operador de Camión.*

<b>Columna</b>	<b>Tipo de Dato</b>	<b>Primary Key</b>	<b>Valor Null</b>
Id	Numérico	SI	NO

NameFirst	NTexto(32)	NO	NO
NameLast	NTexto(32)	NO	NO
PayNumber	NTexto(32)	NO	NO

Fuente: Elaboración propia del Investigador

**Tabla 54**

*Atributos Turno de Trabajo.*

Columna	Tipo de Dato	Primary Key	Valor Null
Id	Numérico	SI	NO
Shift	NTexto(32)	NO	NO

Fuente: Elaboración propia del Investigador.

**Tabla 55**

*Atributos Equipos de Carga.*

Columna	Tipo de Dato	Primary Key	Valor Null
Id	Numérico	SI	NO
EqpName	NTexto(32)	NO	NO
Fleet	NTexto(32)	NO	NO

Fuente: Elaboración propia del Investigador.

**Tabla 56**

*Atributos Equipos de Transporte.*

Columna	Tipo de Dato	Primary Key	Valor Null
Id	Numérico	SI	NO
EqpName	NTexto (32)	NO	NO
Fleet	NTexto (32)	NO	NO

Fuente: Elaboración propia del Investigador.

**Tabla 57**

*Atributos Equipos de Transporte.*

Columna	Tipo de Dato	Primary Key	Valor Null
Id	Numérico	SI	NO
MaterialName	NTexto(32)	NO	NO

MaterialSymbol NTexto(32) NO NO

Fuente: Elaboración propia del Investigador.

**Tabla 58**

*Atributos Dimensión Tiempo.*

Columna	Tipo de Dato	Primary Key	Valor Null
Date	NTexto (32)	SI	NO
DateCode	NTexto (32)	NO	NO
Day	NTexto (32)	NO	NO
Month	NTexto (32)	NO	NO
ProdQuarter	NTexto (32)	NO	NO
ProdYear	NTexto (32)	NO	NO
Quarter	NTexto (32)	NO	NO
Week	NTexto (32)	NO	NO
Year	NTexto (32)	NO	NO

Fuente: Elaboración propia del Investigador.

### Diseño Físico Tabla Fact

**Tabla 59**

*Mediciones de la tabla de hechos Operaciones.*

Columna	Tipo de Dato	Primary Key	Valor Null
backing	Numeral	NO	NO
cycle	Numeral	NO	NO
cycletime	Numeral	NO	NO
hauling	Numeral	NO	NO
inactive	Numeral	NO	NO
Loading	Numeral	NO	NO
loads	Numeral	NO	NO
mattons	Numeral	NO	NO
Payloads	Numeral	NO	NO
Paytons	Numeral	NO	NO
Queued	Numeral	NO	NO
Spotting	Numeral	NO	NO
Tipping	Numeral	NO	NO
Tonnage	Numeral	NO	NO
Traveling	Numeral	NO	NO

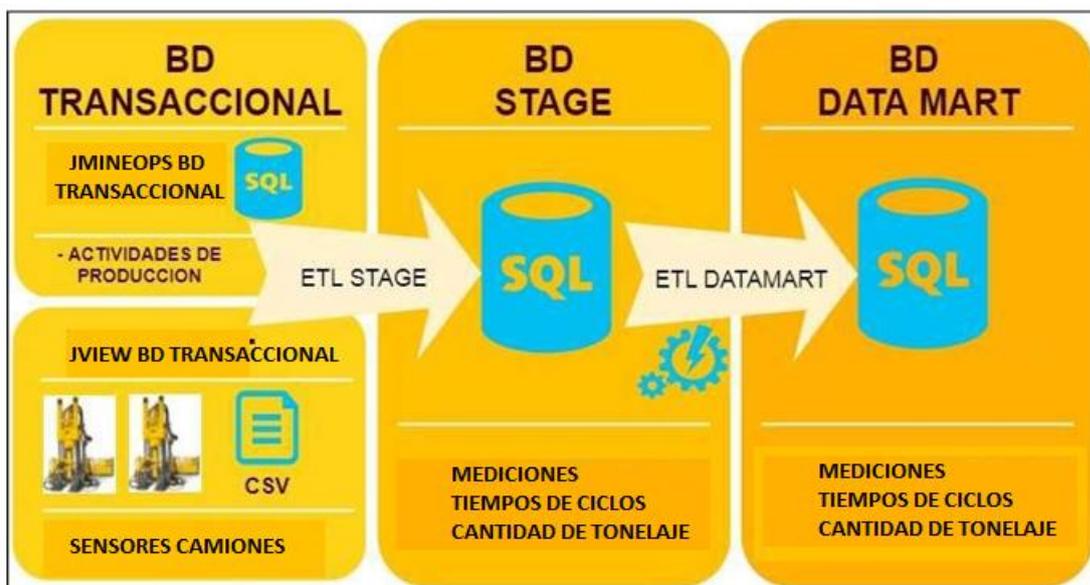
waiting	Numeral	NO	NO
blastId	Numeral	SI	NO
dumpId	Numeral	SI	NO
gradId	Numeral	SI	NO
materialId	Numeral	SI	NO
shiftId	Numeral	SI	NO
shovelId	Numeral	SI	NO
truckId	Numeral	SI	NO
truckOpId	Numeral	SI	NO

Fuente: Elaboración propia del Investigador.

- **Implementación de los procesos**

### Diseño ETL (Extracción, Transformación, Carga)

Para poder desarrollar el ETL para este piloto se cuenta con la característica del SQL Server llamada procedimientos almacenados que es parte del producto Microsoft SQL Server de la empresa Microsoft, el cual servirá de herramienta para el proceso de extracción, transformación y carga de la información de medidas y tiempos del ciclo del equipo de transporte.



*Figura 26. Flujo ETL con BD.*  
Fuente: Elaboración propia del Investigador.

## Diseño del ETL

El diseño de ETL del proyecto piloto se usarán las tablas del sistema transaccional jmineops que es una base de datos SQL transaccional y se trabaja con el siguiente modelo de datos, ver anexo 10.

Para el desarrollo del proceso de extracción de información ETL se ha diseñado 3 etapas en el SQL Server el cual se detallan a continuación:

Etapa 1: Proceso de depuración de bases de datos temporales.

Etapa 2: Extracción, transformación y migración de tablas a la base de datos efímera Stage.

Etapa 3: Proceso de extracción de tablas temporales y carga de datos en las tablas del datamart.

### Etapa 1 – Limpieza de las Temporales Base de Datos

Como mostramos en el diagrama, en este punto se construye un procedimiento almacenado para depurar los datos contenidos en la base de datos transitoria "Stage".

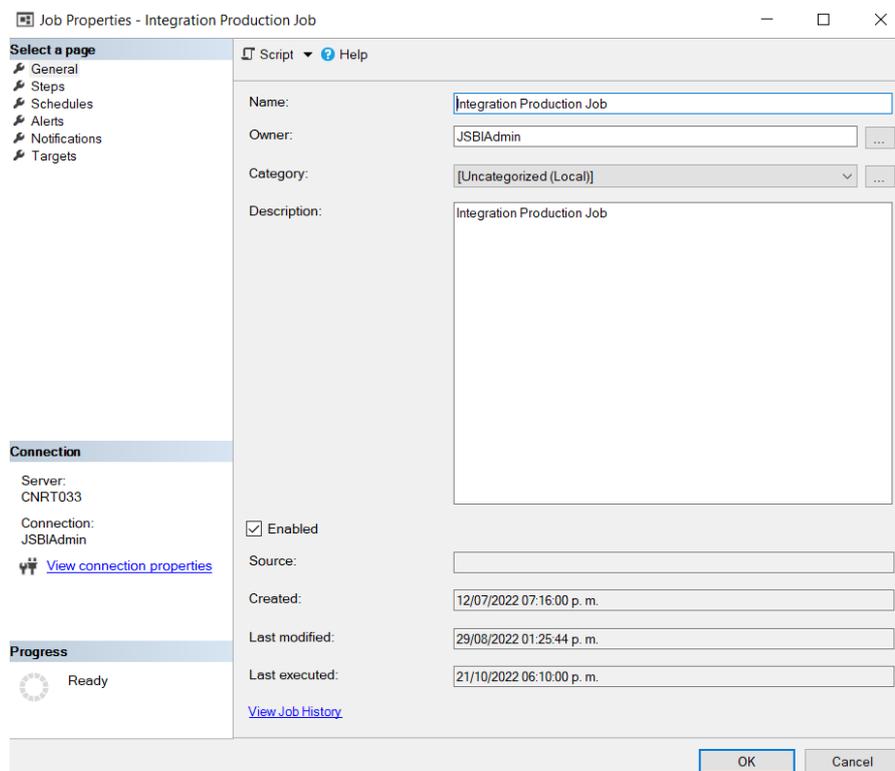
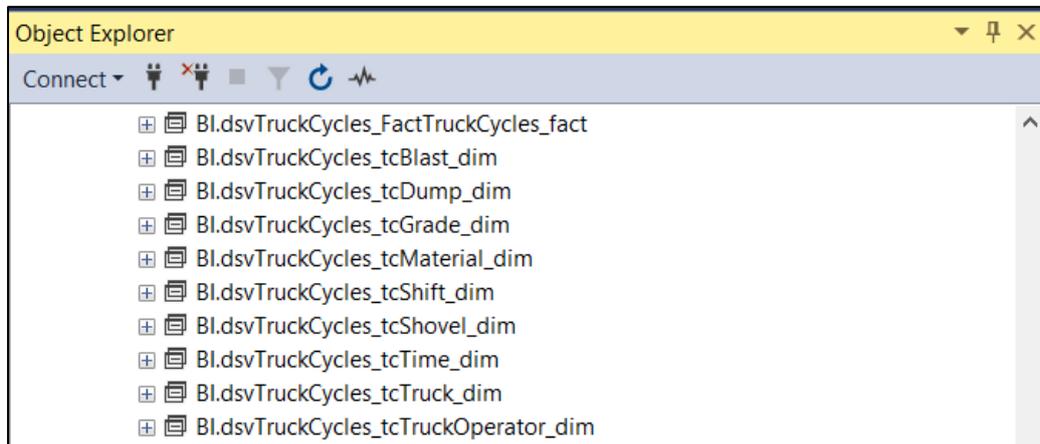


Figura 27. Flujo utilizado para la limpieza Temporal.  
Fuente: Elaboración propia del Investigador.

## **Etapa 2 – Extracción, transformación y migración de tablas a stage.**

La fuente de datos utilizada para extraer la información es la base de datos "jmineops", la cual almacena los datos de los tiempos del ciclo de los camiones.



*Figura 28.* Flujo de limpieza temporal  
Fuente: Elaboración propia del Investigador.

## **Prototipo de Reportes Analíticos.**

Para poder aterrizar las especificaciones de los reportes y dashboards que tendrán los reportes a implementarse en este proyecto piloto se diseñaron prototipos el cual nos ayudaran a bosquejar el producto fino. En esta etapa se realizará el diseño y la definición de qué datos se presentarán en los informes y cuáles serán los parámetros o filtros requeridos para su uso.

## **Implementación**

El equipo físico requerido para llevar a cabo la implementación del piloto ha sido instalado en la sala de servidores del departamento IT en las instalaciones de la compañía minera.

El software de código abierto que se va a utilizar es Superset el cual es uno de los productos de inteligencia de negocios de enfoque analítico más completas del mercado tecnológico en su rubro.

**Tabla 60***Atributos Equipos de Transporte.*

<b>Tipo</b>	<b>Recurso</b>	<b>Existe recurso</b>	<b>Comentarios</b>
Software	Sistema Operativo Ubuntu 19.2	SI	
	Superset versión 2.0	SI	
	Superset Designer	SI	
	VMWare	SI	
			SI
Hardware	Servidor marca DELL	SI	
	32 RAM	SI	
	1TB HDD	SI	
	2 núcleos	SI	

Fuente: Elaboración propia del Investigador.

**Instalación de Herramienta de Inteligencia Empresarial.**

Luego de la evaluación de diferentes alternativas de soluciones de inteligencia empresarial que se asemejan a las necesidades en el objetivo específico número 1 en base a sus ventajas y desventajas, la cual aplicaremos para el desarrollo de la implementación, escogeremos la herramienta Superset, ya que es una herramienta analítica de código abierto y se adapta a las necesidades del negocio el cual lo hace mucho más conveniente y factible para los costos de este desarrollo.

Dadas las ventajas y beneficios de Superset como herramienta elegida, tal como se mencionó anteriormente, se presentarán las características más destacadas de esta herramienta.

Indicadores de mando global y automatizado.

Tiempos cortos para una correcta implementación.

Creación de reportes y analítica libre en la misma plataforma.

Orígenes de datos de diversas fuentes de información.

Capacidad de poder realizar una ágil implementación del producto.

Facilidad de uso sin necesidad de capacitación.

Performance aceptable al consultar grandes volúmenes de información.

Herramienta que permite una flexible y escalable implementación.

Integración con distintos orígenes de datos con una similar arquitectura.

La información siempre estará disponible en cualquier dispositivo móvil.

## **Pasos de Instalación de Superset**

La herramienta Apache Superset es una solución actualizada para la exploración y presentación de datos.

### **Prerrequisitos**

Para llevar a cabo las configuraciones básicas del servidor, es necesario contar con un servidor que tenga instalado el Sistema Operativo Ubuntu 20.06 o una versión más actualizada. A continuación, se deberán seguir los pasos necesarios para realizar dichas configuraciones.

Configurar Apache, MySQL y PHP. Si les da algún error de configuración en MySQL ejecutar los siguientes comandos:

```
hexagon@GEO-W5CG13128W0:~$ sudo mysql
```

```
hexagon@GEO-W5CG13128W0:~$ ALTER USER 'root'@'server' IDENTIFIED WITH  
mysql_password by '$01password';
```

```
hexagon@GEO-W5CG13128W0:~$ exit
```

### **Paso 1:**

Después de la instalación, preconfiguración e inicio de la herramienta Superset, será necesario abrir los puertos del Firewall para poder acceder a ella a través de los puertos adecuados, para este caso, usaremos el puerto 8088.

```
hexagon@GEO-W5CG13128W0:~$ sudo ufw allow 8088/tcp
```

```
hexagon@GEO-W5CG13128W0:~$ sudo ufw status
```

```
hexagon@GEO-W5CG13128W0:~$ sudo service ufw restart
```

## **Paso 2:**

En este siguiente paso actualizaremos el sistema operativo Ubuntu Linux para poder obtener las últimas versiones de los packages de Linux.

```
hexagon@GEO-W5CG13128W0:~$ sudo apt-get install build-essential libssl-dev libffi-dev python3-dev python3.8-pip libsasl2-dev libldap2.1-dev default-libmysqlclient-dev
```

```
hexagon@GEO-W5CG13128W0:~$ pip install -r --upgrades setuptools pip
```

```
hexagon@GEO-W5CG13128W0:~$ pip install virtualenvs
```

```
hexagon@GEO-W5CG13128W0:~$ apt install python3.3-venv
```

## **Paso 3:**

Creación del entorno virtual y otros packages.

```
hexagon@GEO-W5CG13128W0:~$ python3 -m venvs venv
```

```
hexagon@GEO-W5CG13128W0:~$ export FLASK_APP=superset
```

```
hexagon@GEO-W5CG13128W0:~$ pip -r install apaches-superset
```

```
hexagon@GEO-W5CG13128W0:~$ pip -r install Flask-AppBuilder
```

```
hexagon@GEO-W5CG13128W0:~$ pip -r install markupsafe==2.0.1
```

```
hexagon@GEO-W5CG13128W0:~$ pip -r install pillows
```

## **Paso 4:**

Configuración de Superset.

```
hexagon@GEO-W5CG13128W0:~$ superset db upgrade
```

```
hexagon@GEO-W5CG13128W0:~$ superset fab create-admin
```

## **Paso 5:**

Iniciar Superset.

```
hexagon@GEO-W5CG13128W0:~$ nohup superset run -h 0.0.0.0 -p 8888 --with-threads -  
-reload --debugger &
```

## Paso 6:

Abrir Superset.

hexagon@GEO-W5CG13128W0:~\$ http://datalab.datadragon.ai:8088

## Dashboards y Reportes en Superset

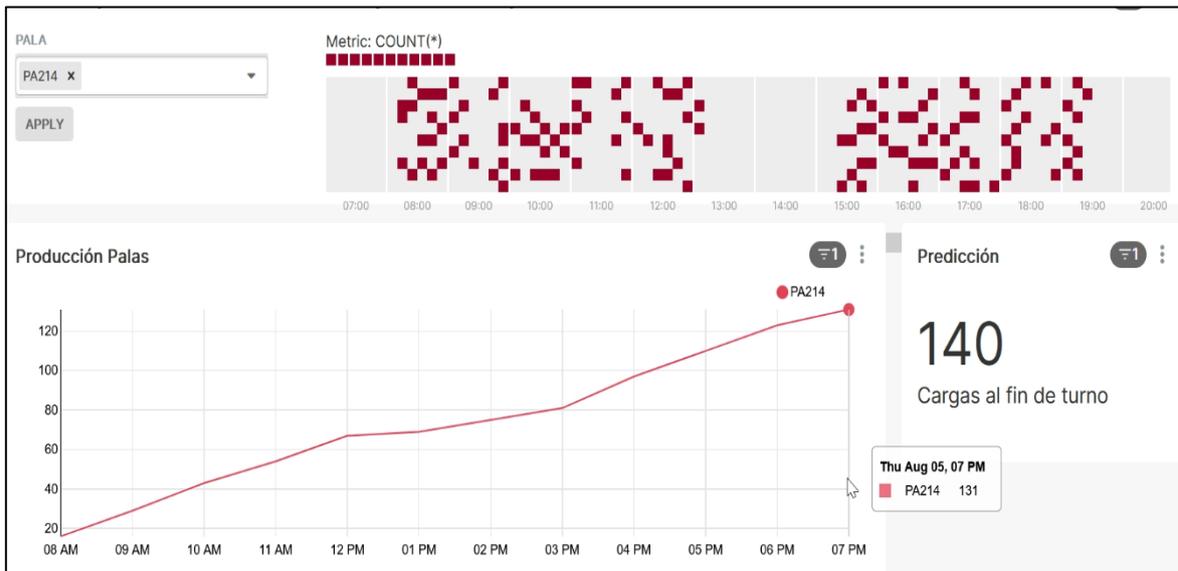


Figura 29. Ejemplo de interfaz Superset.  
Fuente: Elaboración propia del Investigador.

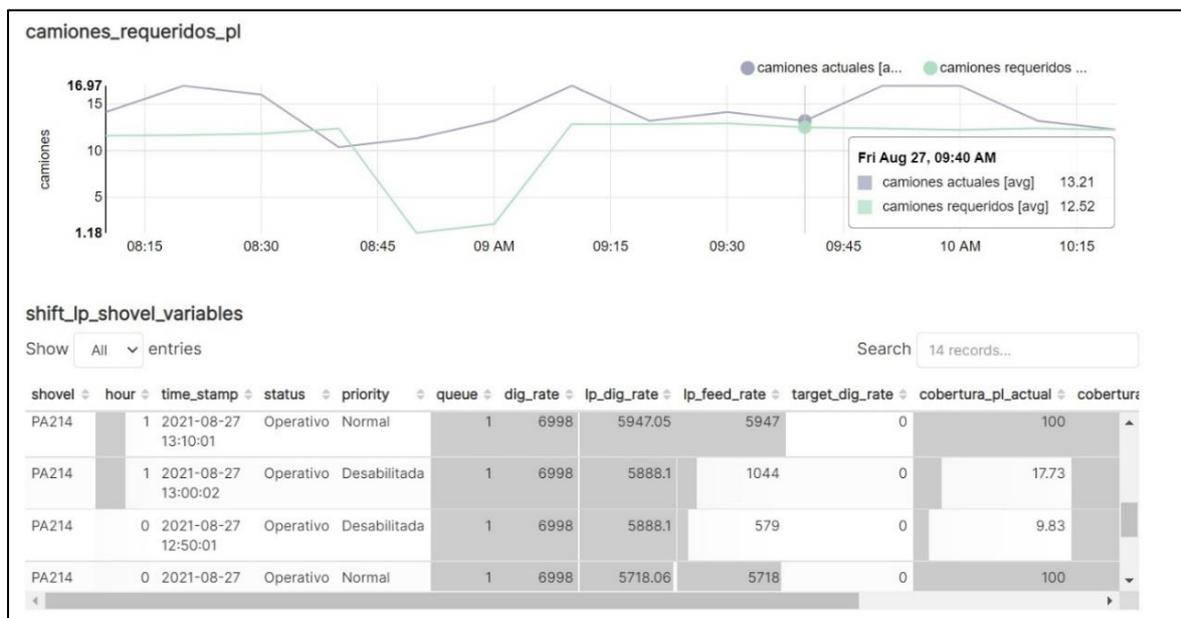


Figura 30. Ejemplo de interfaz Superset.  
Fuente: Elaboración propia del Investigador.



Figura 31. Ejemplo de interfaz Superset.  
Fuente: Elaboración propia del Investigador.

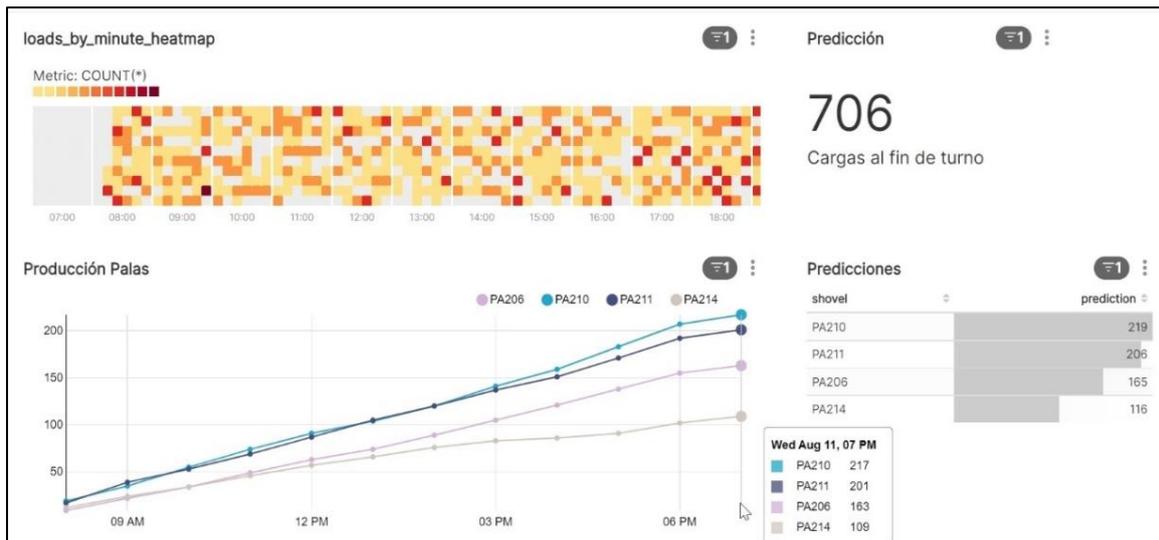


Figura 32. Ejemplo de interfaz Superset.  
Fuente: Elaboración propia del Investigador.

- **Mejora continua**

Descubrimos que la herramienta analítica Superset es significativamente más ágil al consultar datos históricos de aproximadamente un año, utilizando un cubo de datos dimensional tras probarla con datos de muestra que tenían en cuenta Kpis o métricas como tiempos de respuesta aceptables, uso o consumo de RAM y consumo de unidades centrales de procesamiento (CPU). Posterior se determinará un mayor análisis de eficiencia del

desempeño para obtener una solución de inteligencia empresarial para el correcto funcionamiento.

### **3.3.1.3 Analizar la eficiencia de desempeño de la solución de inteligencia empresarial usando la normativa ISO 25010.**

La habilidad de desempeño hace hincapié a la capacidad que posee un sistema automatizado para ofrecer una ejecución efectiva en relación con la cantidad de recursos empleados. Este aspecto del rendimiento se compone de diferentes sub características, las cuales abarcan:

**Conducta temporal:** Es la capacidad que un sistema de software nos proporcione los indicadores de tiempos reales de respuesta y procesamiento del software.

**Uso de recursos:** Todos los productos de software tienen su funcionamiento normal o básico usando determinadas cantidades y modelo de recursos.

**Capacidad:** Es la medida en que los márgenes máximos de los parámetros de ejecución de un software o producto tecnológico abarcan con todos los requisitos.

La característica de eficiencia de desempeño describe información relacionada a la velocidad de procesamiento o el tiempo en el que se crea una respuesta a una solicitud. En este entorno, la herramienta analítica Superset al estar construido en base con lenguaje Python puede ejecutarse de manera secuencial y compartida. Los usuarios que hacen uso de esta herramienta administraran una interfaz web de fácil uso y para el acceso a la información y su accesibilidad a los repositorios de datos se realizan de manera en línea.

El esquema que usa esta herramienta es que los repositorios de bases de datos se encuentran totalmente centralizadas. En cuanto a la performance o tiempos de respuesta que fueron medidos durante un balance preliminar fueron entre 3 a 4 segundos promedio, y la lentitud o demora no era atribuida a la herramienta si no a la latencia en la conectividad en donde estaba ubicado el servidor virtual, es decir, problemas de cobertura de red. Tomando como base a estos resultados finales se puede confirmar que la herramienta analítica

Superset cumple con los requisitos necesarios para un correcto uso de la herramienta y que los problemas de conectividad no es un tema importante que afecte la calidad de la herramienta.

**Tabla 61**

*Métricas ISO 25010.*

<b>Métricas para la característica de Calidad de Eficiencia</b>						
<b>Sub característica</b>	<b>Métrica</b>	<b>Ciclo de Fase de vida de Calidad del Producto</b>	<b>Propósito de la métrica de Calidad</b>	<b>Método de aplicación</b>	<b>Formul a</b>	<b>Valor Deseado</b>
Eficiencia	Tiempo de la tarea	Usabilidad	¿Cuánto tiempo tarda en terminar una actividad en comparación con lo planificado?	Usa el tiempo planificado o y el tiempo real.	$X = A/B$ A=Tiempo ahora. B=Tiempo planificado Donde: A>0	$0 \leq X \leq 1$ Si $A \leq B$ el más semejante a 0 es bueno. Si $A > B$ será usado como el mal caso.

Fuente: [42]

**Consumo promedio de recursos:** A través del uso de una guía de observación, se logró constatar el consumo promedio de recursos mientras se ejecutaba la aplicación o se accedía a las opciones de consulta de información a través del uso de la base de datos de la herramienta analítica Superset, y dichos resultados fueron presentados en forma de tabla.

**Tabla 61**

*Consumo de recursos de servidor por Superset.*

<b>Herramienta BI</b>	<b>Consumo de RAM (Megabytes)</b>	<b>% de consumo de CPU</b>
SUPERSET	67.40 MB	1.7%

Fuente: Elaboración propia del Investigador.

*Nota:* El servidor donde se hicieron las mediciones poseen un procesador con las siguientes características: 10th Gen Intel(R) Core (TM) i7-1163G8 @ 2.70GHz

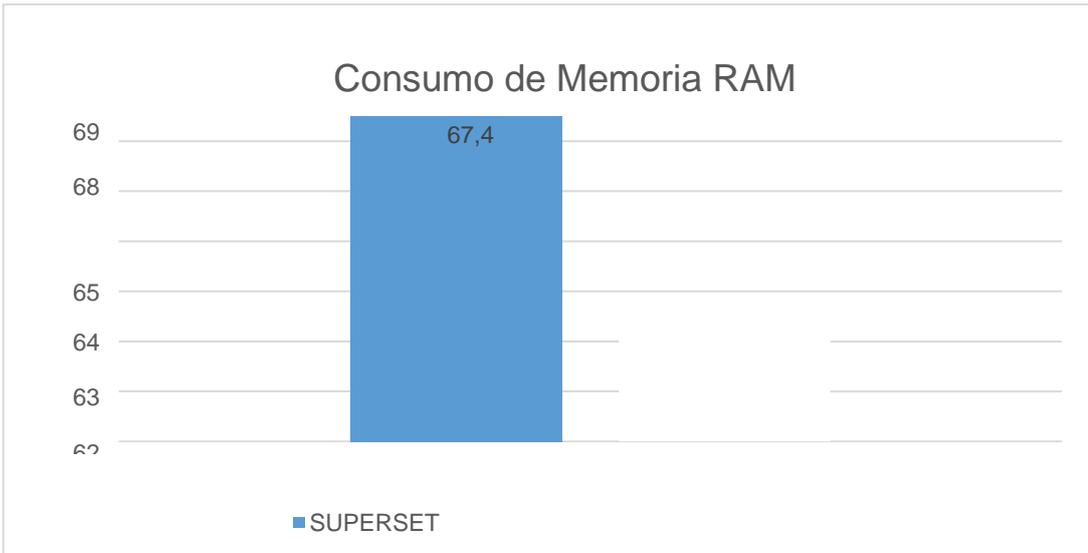


Figura 33. Consumo promedio de memoria RAM por petición de refresco de datos.  
Fuente: Elaboración propia del Investigador.

**Tabla 62**

*Consumo % de CPU por Superset*

Herramienta BI	% de consumo de CPU
Tiempo Real	1.60%
Dato Histórico	2.30%

Fuente: Elaboración propia del Investigador.

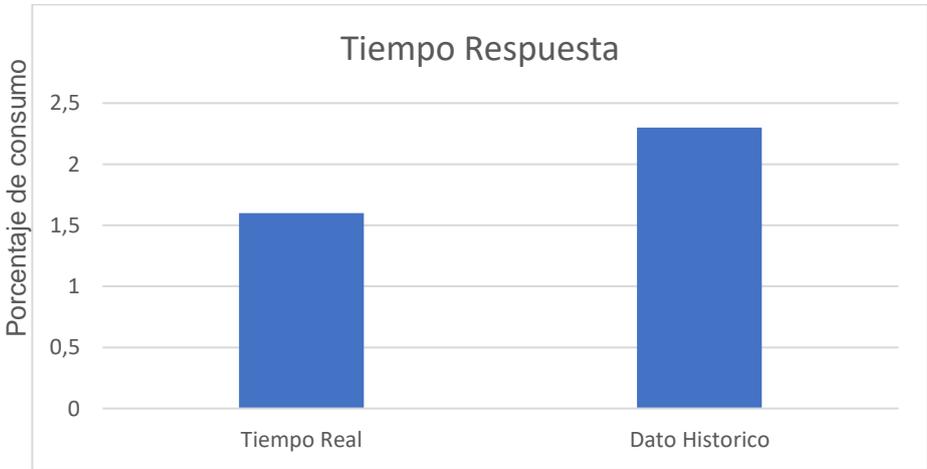
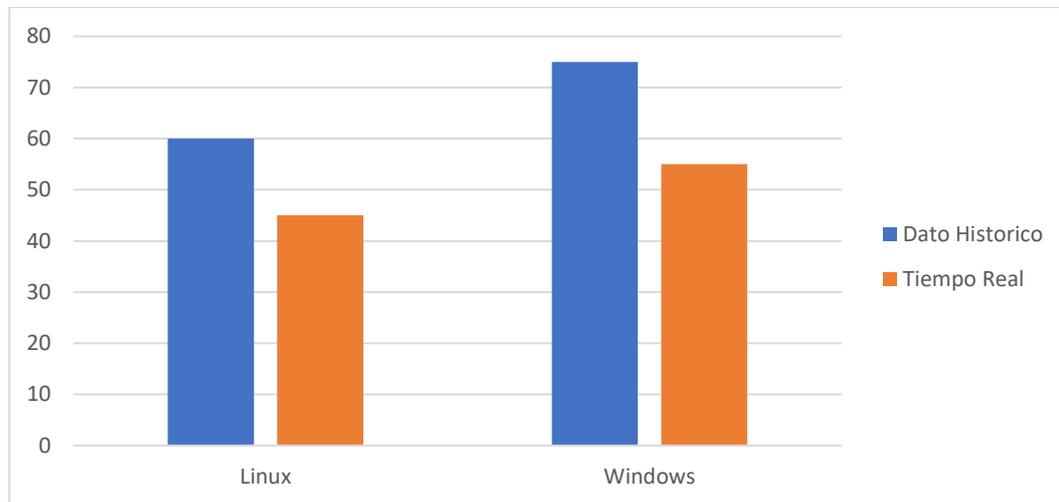


Figura 34. Consumo promedio en% de CPU por intervalo de tiempo.  
Fuente: Elaboración propia del Investigador

**Tabla 63***Tiempo de Respuesta tiempo real vs histórico.*

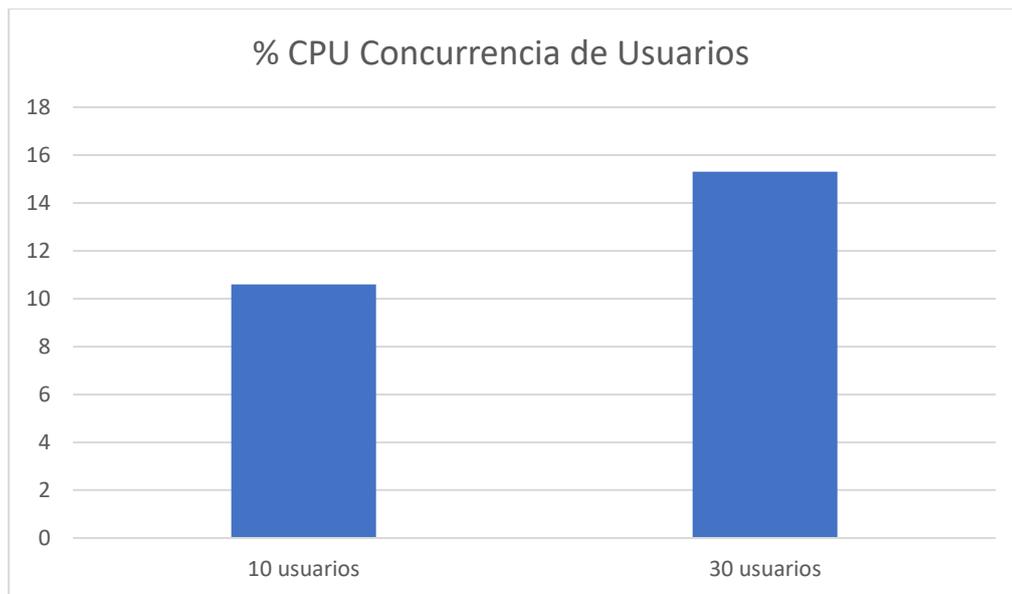
<b>Sistema Operativo</b>	<b>Consumo de Datos</b>	<b>Nro. de Solicitudes</b>	<b>Tiempo de Respuesta (segundos)</b>
Linux	Tiempo Real	20	45
	Dato Histórico	5	60
Windows	Tiempo Real	20	55
	Dato Histórico	5	75

Fuente: Elaboración propia del Investigador.

*Figura 35. Consumo Tiempo de Respuesta.*  
Fuente: Elaboración propia del Investigador.**Tabla 64***Concurrencia de servidor por Superset.*

<b>Herramienta BI SUPERSET</b>	<b>Consumo de memoria RAM (Megabytes)</b>	<b>% de consumo de CPU</b>
10 usuarios	300.40 MB	10.60%
30 usuarios	620.20 MB	15.30%

Fuente: Elaboración propia del Investigador.



*Figura 36. Consumo Tiempo de Respuesta.*  
Fuente: Elaboración propia del Investigador.

Observando los resultados del cuadro de consumo mostrados en este trabajo de investigación se pueden observar que la herramienta analítica Superset consume una baja cantidad de recursos considerando ambos indicadores como son en la memoria RAM y el % de consumo; La CPU es la unidad central de procesamiento, pero también observamos que la diferencia entre ambas unidades de consumo es mínima.

También debemos considerar que esta medición realizada va a depender considerablemente de la capacidad y características de hardware del servidor donde está alojado la herramienta analítica también debemos tomar en cuenta la cantidad de solicitudes y transacciones que se ejecutan al hacer uso de la herramienta o la concurrencia que se esté utilizando en el mismo tiempo las funcionalidades de la herramienta.

Finalmente, como conclusión de este estudio de medición se entiende que los resultados que se obtuvieron en este objetivo nos muestran que la herramienta analítica Superset es más light debido a que consume menos cantidad de recursos del servidor durante la ejecución normal de sus funcionalidades.

Como se puede visualizar en los resultados de medición de la eficiencia de desempeño puede observar que la herramienta Superset consume una baja cantidad de recursos en la memoria de acceso aleatoria (RAM), así como el % de consumo de unidad central de procesamiento (CPU), pero con se observa una diferencia pequeña, ya que para el procesamiento de grandes volúmenes de información el número dato importante para poder conocer con más precisión la eficiencia de la herramienta.

Para que esta investigación sea considerada aceptable dependerá mucho de la capacidad y características del servidor en donde se implementara la herramienta analítica y la cantidad de otras herramientas que se estarán ejecutando en forma simultánea si es que estuvieran alojadas en el mismo servidor.

Como conclusión y considerando todos los antecedentes e información explicada anteriormente se entiende que los resultados que se pudieron obtener en el presente trabajo de investigación muestran que la herramienta analítica Superset es más ágil debido a su arquitectura o diseño por bque se logró demostrar que utiliza menos cantidad de recursos del servidor durante los tiempos de ejecución de sus funcionalidades básicas.

### **3.3.2 Resultados de los Objetivos.**

#### **3.3.2.1 Seleccionar la herramienta BI de código abierto.**

La herramienta analítica Superset que alcanzo un puntaje mayor en el análisis comparativo el cuadro ponderativo y nos entregó un resultado promedio de 70/100 en comparación con la herramienta metabase, con este resultado obtenido es la herramienta analítica para Inteligencia de Negocios (BI) idónea que está cumpliendo con la mayor o mejor funcionalidad de capacidad, resaltando la consistencia con una gran variabilidad de orígenes de datos y procesamiento de la información, que contiene información referente a la gestión de metadatos, procesos de extracción, procesamiento de datos y la entrega final de datos mediante uso de la generación de cubos dimensionales del datamart que se desarrolló en este trabajo de investigación, en base a lo descrito en el punto anterior esta herramienta analítica es una alternativa probable y adecuada para poder desarrollar la soluciones de

Inteligencia de Negocios planteada.

### **3.3.2.2 Construir Datamart de Operaciones Mina.**

Para el objetivo específico “Construir Datamart de Operaciones Mina en base a los requerimientos del negocio” se pudo cumplir con este objetivo porque se logró implementar el desarrollo del piloto del Datamart “jmineops” para el área de operaciones mina. Una vez que el piloto culmine estaríamos en la capacidad de poder implementar la herramienta en servidores del ambiente de producción para que los usuarios finales que usaran esta solución piloto puedan contar con una herramienta analítica capaz darles información veraz, ágil y confiable y que están relacionados con la gestión operacional de la operación minera que se plantea este trabajo de investigación, la entrega de los reportes analíticos de información de tiempos de efectivos de equipos de carga y transporte, producción de movimiento de mineral de la operación minera, estos reportes se entregaran en tiempo cortos de ejecución y se podrán manejar más cuadros de mando a comparación con los que contaban antes.

La evidencia de este objetivo específico es que se pudo realizar una encuesta que fue realizada a los usuarios del área de operaciones con el objetivo de medir el nivel de solución a los problemas o satisfacción sobre el uso la herramienta analítica que según el puntaje obtenido en el objetivo ejecutado se ubicó en una escala muy aceptable.

Adicionalmente se aminoró los tiempos promedio en la solicitud y generación de los reportes y solicitud de la información necesaria, se ha logrado a cumplir de acuerdo a los resultados obtenidos. Se ha reducido el tiempo promedio de respuesta en poder entregar información a tiempo, esto nos indica que el área de operaciones mina podrá tener disponibilidad de los reportes a solicitud con la rapidez y confiabilidad necesaria y así poder tener más cantidad de tiempo para poder analizar la información entregada. Adicionalmente podemos afirmar que para poder lograr estos resultados exitosos es muy importante desarrollar un análisis de información muy detallada y así poder obtener un correcto y completo modelo de datos, el que nos garantiza la integridad total y evitar errores de cálculos en el tratamiento de información.

## **Discusión de la Hipótesis**

Se cuenta con lo siguiente para la discusión de la hipótesis:

### **Formulación del Problema:**

¿Cómo agilizar el proceso de análisis de datos de producción minera del área de operaciones mina, utilizando una apropiada herramienta de Inteligencia de negocios (BI) de código abierto?

### **Hipótesis**

“La implementación de una solución de Inteligencia Empresarial (BI) con código abierto nos permitirá mejorar la analítica de información en una empresa minera.”

intervienen en la hipótesis las siguientes variables:

Independiente (V. Independiente): Solución de Inteligencia de Negocios (BI).

Dependiente (V. Dependiente): Análisis de datos de producción minera.

## **DISEÑO EXPERIMENTAL DEL TIPO PRE EXPERIMENTAL => PRE PRUEBA Y DESPUES**

### **LA POST PRUEBA**

**PRUEBA-PRE (Y1):** Es la previa medición de X a G

**PRUEBA-POST (Y2):** Es la medición nueva de X a G

Se decidió emplear el diseño de Preprueba y Posprueba en el experimento, ya que se ajusta a nuestra hipótesis. Para llevar a cabo este diseño, se reclutó un número adecuado de usuarios finales que completaron un cuestionario cerrado antes y después de presentar la solución de inteligencia empresarial.

Este diseño se muestra de la siguiente manera:

X: Tratamiento, estímulo (Inteligencia de negocios)

Y: Medición a usuarios finales (Cuestionario)

G: Grupo de personas (Empleados)

Se tomó una muestra de 10 usuarios, los cuales iban a utilizar la solución de inteligencia empresarial, y se les aplicó un cuestionario antes (Y1) y después (Y2) de interactuar con la solución. Al término de la actual investigación, se analizaron las diferencias entre Y1 y Y2 para determinar si existían cambios significativos en los resultados obtenidos.

### **1° Paso: Planteamiento de hipótesis.**

Ho:  $Y1 \geq Y2$

H1:  $Y2 \geq Y1$

Entonces:

Ho => es la hipótesis Nula: "La implementación de una solución de Inteligencia Empresarial (BI) con código abierto nos permitirá mejorar la analítica de información en una empresa minera."

H1 => es la hipótesis Alternativa: "La implementación de una solución de Inteligencia Empresarial (BI) con código abierto nos permitirá mejorar la analítica de información en una empresa minera."

### **2° Paso: Nivel de significancia.**

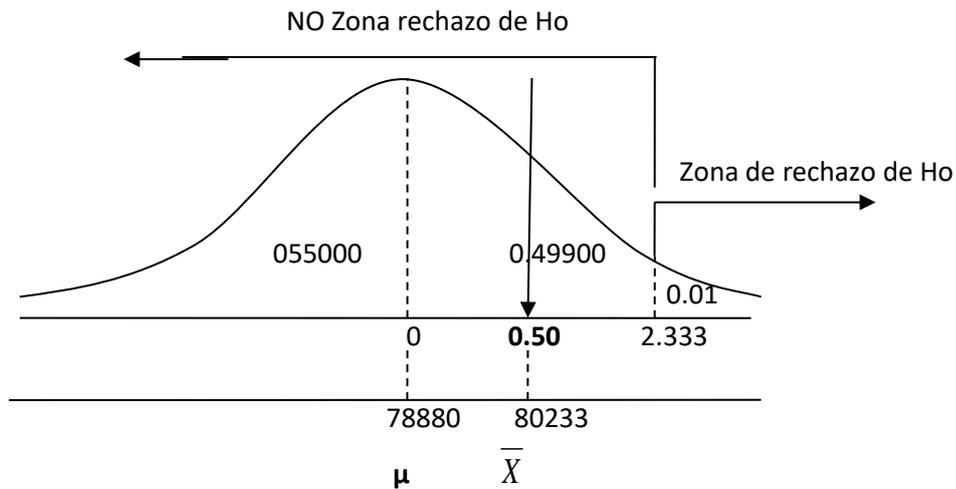
La hipótesis alternativa H1 se acepta y se rechaza la hipótesis nula Ho para cualquier valor de probabilidad igual o menor que 0.05, con un nivel de significancia de  $\alpha=0.05$ .

### **3° Paso: Prueba estadística.**

La muestra utilizada en la investigación es de tamaño  $n=10$ , lo cual es menor a 30, por lo que se optó por utilizar la prueba estadística t-Student. Esta prueba se aplicó en dos momentos diferentes: antes y después de la intervención. En el primer momento, las observaciones se utilizaron como control para poder evaluar los cambios que ocurrieron después de aplicada una variable experimental.

**4° Paso: Zona de rechazo.**

Si la probabilidad como retorno obtenido es  $\geq$  que 0.05, se acepta o se debe de aceptar la hipótesis nula ( $H_0$ ) y por lo tanto rechazar la hipótesis alterna ( $H_1$ ). Además, si el valor de t calculado ( $t_c$ ) es mayor que el valor de retorno de t de la tabla ( $t_t$ ), se puede rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa. Cabe señalar que  $t_c$  y  $t_t$  hacen referencia a la tasa calculada y la tasa de tabla, respectivamente.



Fuente: Elaboración propia del Investigador.  
 Formula zona de rechazo

**Tabla 65**  
*Satisfacción según su rango.*

Rango	Nivel de satisfacción
0 - 2.5	Insatisfecho
2.6 – 5.0	Medianamente satisfecho
5.0 – 7.5	Satisfecho
7.6 – 10.0	Muy satisfecho

Fuente: Elaboración propia del Investigador.

**Tabla 66**  
*Tiempo de Respuesta*

Nr o.	Consultas	Sistema Transac.	BI	D =(u2- u1)	(Di - d)	(Di-d)2
1	Tonelaje Movido	72 seg	04 seg	-68	-15.5	240.25
2	Tonelaje por Pala	72 seg	03 seg	-69	-16.5	272.25
3	Tiempo Espera Pala	36 seg	03 seg	-33	-19.5	380.25
4	Productividad	72 seg	02 seg	-70	-17.5	306.25
5	Utilización	65 seg	03 seg	-69	-16.5	272.25
6	Tiempos acarreo	45 seg	04 seg	-68	-15.5	240.25
7	Tiempos carguío	55 seg	04 seg	-14	38.5	1428.25

Fuente: Elaboración propia del Investigador.

$N = 7$ ;  $\sum D = -391$ ;  $\bar{D} = -69.5$ ;  $\sum (Di - \bar{D})^2 = 3138.5$ ;  $\delta = 21.59$ ;  $\sqrt{N} = 3.16$

**Interpretación:** La hipótesis alternativa es aceptada porque la t calculada (tc) es mayor que la t de tabla (tt), lo que significa que la Solución de Inteligencia de empresarial (BI) mejorará la analítica de información en la empresa minera. Como resultado, se reducirá el tiempo de ejecución de las consultas de un cálculo promedio de 55.8 segundos (Pre U1) a un promedio de 3.3 segundos (Pre U2).

## IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 Conclusiones

Para este trabajo de investigación se lograron obtener las siguientes conclusiones.

- a) En el presente trabajo desarrollado de investigación se trabajó y realizó el análisis detallado comparativo de las plataformas de inteligencia empresarial de código abierto para el desarrollo e implementación de una solución de datamart, se tomó como muestra a las herramientas Superset y meta base, dando como resultado que la herramienta ideal para este proyecto es Superset para sustentar eso se desarrolló una solución de Inteligencia Empresarial y se realizaron las pruebas de performance y mejora en el análisis de información, de manera que se pudo determinar que Superset es una herramienta analítica a poder ser elegida como opción cuando se iniciara la implementación o desarrollo de un proyecto piloto de desarrollo de una solución de

Inteligencia Empresarial con código abierto.

- b) Para realizar el análisis de eficiencia de desempeño de la herramienta Superset se utilizaron parámetros permitidos por las normas ISO/IEC 25010, estas se realizaron en base a pruebas de consumo y rendimiento en el servidor y podemos concluir que en todas las pruebas realizadas la herramienta Superset es más eficiente trabajando en plataformas de entorno Linux.
  
- c) Se realizaron pruebas necesarias a la herramienta analítica Superset considerados como datos de muestra considerando Kpis o métricas como tiempos de respuesta aceptables, uso o consumo de memoria de acceso aleatorio (RAM) y consumo de % de unidad central de procesamiento (CPU) dándonos como resultado final que la herramienta analítica Superset es 0.7% mucho más ágil cuando se consulta información historia de aproximadamente 1 año utilizando un cubo de datos dimensional, mientras que la medición obtenida en el consumo de memoria de acceso aleatorio (RAM) la herramienta analítica Superset consume 320.20 Megabytes menos de memoria RAM en comparación cuando se tiene concurrencia de muchos usuarios accediendo a la herramienta analítica Superset, finalmente el consumo de porcentaje de unidad central de procesamiento (CPU) la herramienta analítica Superset consume 0.7% menos cuando se consume información en real time o tiempo real con acceso directo a la base de datos transaccional.

## 4.2 Recomendaciones

Seguidamente, se detallan algunas recomendaciones más importantes para poder tomar en cuenta en futuros proyectos de analítica de datos que abarca el campo de la ingeniería TI.

- a) Se recomienda a la Asociación Peruana de Software Libre (APESOL), fomentar la investigación y uso de herramientas analíticas robustas, y estar sigilosos del mercado tecnológico de la aparición de nuevas herramientas analíticas que podrían cambiar el resultado mostrado en esta presente investigación.
- b) Al momento de elegir la herramienta analítica de datos como parte del proyecto de investigación se recomienda seleccionarlo tomando en consideración principalmente que contenga una documentación robusta en su site oficial.
- c) Adicionalmente verificar la factibilidad de encontrar materiales, manuales técnicos y tutoriales web en su página oficial, idealmente con ejemplos de implementación y configuración de soluciones demo.
- d) Considerar o tomar en cuenta las últimas versiones estables del producto disponibles en la página oficial de Superset, al ser un producto en constante mejora se liberan mejoras o versiones en cortos periodo de tiempo.
- e) Con el avance de la tecnología es muy probable que se desarrollen en el mercado tecnológico más herramientas de análisis de información de código abierto, debido a ello se aconseja que las herramientas a utilizar sean compatibles con las nuevas herramientas que se encuentren actualmente en el mercado para evitar problemas de incompatibilidad de versiones.

## REFERENCIAS

- [1] M. Consejo, «Portal Minero,» 6 Diciembre 2017. [En línea]. Available: <https://www.portalminero.com/pages/viewpage.action?pageId=148668417>. [Último acceso: 3 Agosto 2017].
- [2] F. Guzman, «La Tercera,» 29 Julio 2020. [En línea]. Available: <https://www.latercera.com/opinion/noticia/mineria-40-yacimientos-hiperconectados/LOM4ASW42BEQHIKNREDFWA6RY4/>. [Último acceso: 10 Junio 2020].
- [3] C. Cifuentes Gonzales, «Proyección de la producción esperada de cobre 2018 - 2029,» DEPP, Santiago de Chile, 2018.
- [4] V. Quezada, «Computer Weekly,» 5 Marzo 2020. [En línea]. Available: <https://www.computerweekly.com/es/cronica/BI-y-analitica-favorecen-sectores-de-logistica-comercio-y-gobierno-en-Brasil>. [Último acceso: 2 Marzo 2020].
- [5] M. Hernandez, «KPMG,» 31 Julio 2018. [En línea]. Available: <https://kpmg.com/mx/es/home/tendencias/2018/08/el-valor-del-analisis-de-datos-en-la-industria-minera.html>. [Último acceso: 31 Julio 2018].
- [6] J. Moore, «Computer Weekly,» 24 Enero 2022. [En línea]. Available: <https://www.computerweekly.com/es/noticias/252512383/Gartner-El-mercado-global-de-servicios-de-TI-crecera-79>. [Último acceso: 2024 Enero 2022].
- [7] C. Rodriguez, «Clase Ejecutiva UC,» 3 Junio 2021. [En línea]. Available: <https://www.claseejecutiva.uc.cl/blog/articulos/business-intelligence-gestion-de-datos/>. [Último acceso: 3 Junio 2021].
- [8] X. Campaña, «IT Consultors,» 8 Junio 2020. [En línea]. Available: <https://www.itconsultors.com/5-ejemplos-reales-de-inteligencia-de-negocios-en-accion>. [Último acceso: 8 Junio 2020].
- [9] P. E. Instituto, «Instituto Peruano de Economía,» 19 Abril 2018. [En línea]. Available: <https://www.ipe.org.pe/portal/aporte-de-la-mineria-al-pbi/>. [Último acceso: 19 Abril 2018].
- [10] H. Wilfredo, «Baja penetración en el uso de inteligencia de negocios,» *Baja penetración en el uso de inteligencia de negocios*, pp. <https://gestion.pe/impres/baja-penetracion-inteligencia-negocios-28327-noticia/>, 4 Enero 2013.
- [11] R. Inca Damian y Z. L. Sanchez, «DESARROLLO DE UNA SOLUCIÓN DE INTELIGENCIA EMPRESARIAL PARA LA MEJORA DEL PROCESO DE TOMA DE DECISIONES EN EL ÁREA DE ADMINISTRACIÓN TRIBUTARIA DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAN BARTOLO,» Lima, 2016.
- [12] V. Cempírek, G. Fedorko, B. Kalupová, L. Kavka y M. Turek, «Utilization of Business Intelligence Tools in Cargo Control,» Slovakia, 2020.
- [13] T. Kasim, D. Zijad, H. Mahir y H. Merima, «The use of business intelligence (BI) in small and medium-sized enterprises (SMEs) in Bosnia and Herzegovina,» Bosnia, 2018.
- [14] R. Jiwat, Z. Changyu y K. Andy, «The Implications of Big Data Analytics on Business Intelligence: A Qualitative Study in China,» China, 2016.
- [15] K. Vahid, K. Abbas y S. Farid, «Deployment of a business intelligence model to evaluate higher education Iranian national,» Iran, 2020.
- [16] D. A. Carmine, «Business Intelligence applied ins Small Size Profit Companies,» Roma, 2018.

- [17] F. Parama, «Business Intelligence Model to Analyze Social Media Information,» Jakarta, 2018.
- [18] L. Soumaya, E. Hamid y E. F. Abdellatif, «Business intelligence using the fuzzy-Kano model,» Rabat, 2019.
- [19] D. Mehdi, L. Mohammad, R. Fariborz y K. Khalil, «The potential of business intelligence tools for expert finding,» Mashhad, 2019.
- [20] Z. Farzaneh, «Implementation of business intelligence considering the role of information systems integration and enterprise resource planning,» Tehran, 2020.
- [21] Y. Daphne, Y. Andy y E. Cheng, «The impact of business intelligence systems on profitability and risks of firms,» Hong Kong, 2020.
- [22] R. Gonzales y J. Wareham, «Analysing the impact of a business intelligence system and new conceptualizations of system,» Lima, 2019.
- [23] J. Minaya Angoma y E. Del Aguila Palacios, «Implementación de Data Mart para incrementar la productividad en una empresa minera,» Lima, 2017.
- [24] P. M. Huaroc Ccanto, «Optimización del carguío y acarreo de mineral mediante el uso de indicadores claves de desempeño U.M. Chuco II de la E. M. Upkar Mining S.A.C.,» Lima, 2014.
- [25] L. A. Salas Hurtado, «Estudio de Kpis en los equipos de perforación, Carguío y acarreo para el incremento de la producción de 3000 a 3600 Tm/Día en la Mina Pallancata - Hochschild Mining,» Arequipa, 2013.
- [26] L. Koo, «Inteligencia de Negocios como soporte de decisiones y,» Cajamarca, 2014.
- [27] M. E. Carhuaricra Inocente y J. I. Gonzales Caporal, «Implementación de Business Intelligence para mejorar la eficiencia de la toma de decisiones en la gestión de proyectos,» Lima, 2017.
- [28] J. L. Herrera Salazar, J. E. Belleza Arias y L. B. Rico Elescano, «Implementación de inteligencia de negocios, para optimizar la toma de decisiones en el área de Customer Care de Iron Mountain Perú,» Lima, 2019.
- [29] Dataprix, «DataPrix,» 2 Junio 2019. [En línea]. Available: <http://www.dataprix.com/empresa/recursos/diez-reglas-oro-para-implementacion-business-intelligence>. [Último acceso: 2 Junio 2019].
- [30] TodoBI, «TodoBI,» 5 Noviembre 2019. [En línea]. Available: <https://todobi.com/explicacion-sencilla-de-arquitecturas/>. [Último acceso: 5 Noviembre 2019].
- [31] Sinnexus, «Sinnexus,» 10 Enero 2018. [En línea]. Available: [https://www.sinnexus.com/business\\_intelligence/](https://www.sinnexus.com/business_intelligence/). [Último acceso: 10 Enero 2018].
- [32] A. Ripodas, V. Aguirre, L. Delia y L. Marrero, «SGR: Sistema para la Gestión de Requerimientos,» *XXIV Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*, pp. 652-661, 2018.
- [33] F. Vargas, J. León, D. Soto y J. Giraldo, «Guía técnica para la especificación de requisitos de software en el desarrollo de aplicaciones para ciudades inteligentes,» *Investigaciones e Innovación en Ingeniería de Software*, vol. III, pp. 9-15, 2020.
- [34] J. Molina, M. Ziea, F. Redrován, N. Loja, M. Valarezo y J. Honores, «"SNAIL" Una Metodología Híbrida para el desarrollo de Aplicaciones Web,» *3 Ciencias*, p. 121, 2018.
- [35] E. Nuñez, R. Velázquez, Y. Peña y M. González, «económica financiera en la Universidad de Moa Modeling and Simulation of a Business Process of Financial

Economic Management at the University of Moa,» *COFIN Habana*, vol. XVI, nº 1, p. 14, 2021.

- [36] D. Cordero Guznán y I. Sanáy Sañay, «Marco de Trabajo para Gestión de Procesos de Negocio (BPM).Caso de una Empresa de Servicios,» *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, vol. VII, nº 1, pp. 43-53, junio 2020.
- [37] L. Mescua Ampuero, E. Ampuero Fernández y J. Delgado Bardales, «o de Gestión "Business Process Management" para mejorar los Resultados del Centro de Salud de Morales - San Martín, 2020,» *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, vol. IV, nº 2, pp. 655-683, julio-diciembre 2020.
- [38] J. Freund, B. Rucker y B. Hitpass, *BPMN Manual de Referencia y Guía Práctica Con una introducción a CMMN y DMN*, Santiago de Chile: BHH Ltda, 2017.
- [39] Bizagi, «User Guide Modeler,» 2022. [En línea]. Available: [https://help.bizagi.com/process-modeler/es/index.html?process\\_execution.htm](https://help.bizagi.com/process-modeler/es/index.html?process_execution.htm).
- [40] Gartner, «Gartner,» 2 Junio 2020. [En línea]. Available: <https://www.gartner.com/en>. [Último acceso: 2 Junio 2020].
- [41] Oncase, «OnCase,» 5 Agosto 2021. [En línea]. Available: <https://www.oncase.com.br/blog/ferramentas-analiticas/diferenca-entre-ferramentas-de-bi-superset-metabase-redash/>. [Último acceso: 5 Agosto 2021].
- [42] iso25000, «iso25000,» 5 Julio 2020. [En línea]. Available: <https://iso25000.com/index.php/normas-iso-25000>. [Último acceso: 5 Juli 2020].
- [43] Gobierno Mexicano, «Gobierno Mexicano,» [En línea]. Available: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/227860/EI\\_proceso\\_\\_de\\_la\\_investigacion\\_cientifica\\_Mario\\_Tamayo.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/227860/EI_proceso__de_la_investigacion_cientifica_Mario_Tamayo.pdf).
- [44] J. Arias y M. Covinos, *Diseño y metodología de la investigación (Primera ed.)*, Arequipa, Arequipa: Enfoques Consulting EIRL., 2021.
- [45] R. Hernández-Sampieri y C. Mendoza, *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*, México: McGraw-Hill. Interamericana Editores S.A, 2018.
- [46] I. o. E. a. E. Engineers, «IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology,» *IEEE Standards Board*, pp. 1-84, 1990.
- [47] E. Nuñez, R. Velázquez, Y. González y M. Gonzalez, «Modelación y simulación de un proceso de negocio de la gestión económica financiera en la Universidad de Moa,» *COFIN Habana*, vol. I, nº 16, pp. 1-14, 2021.
- [48] M. Hexagon, «Confluence HxM,» 01 Enero 2020. [En línea]. Available: [https://confluence.hexagonmining.com/login.action?os\\_destination=%2Findex.action&permissionViolation=true](https://confluence.hexagonmining.com/login.action?os_destination=%2Findex.action&permissionViolation=true). [Último acceso: 01 Enero 2020].
- [49] Bizagi, «Plataforma Bizagi en la nube,» 1 mayo 2022. [En línea]. Available: [https://help.bizagi.com/bpm-suite/es/index.html?get\\_started.htm](https://help.bizagi.com/bpm-suite/es/index.html?get_started.htm).

## ANEXOS

### Anexo 01 Resolución de Aprobación de trabajo de Investigación

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
RESOLUCIÓN N°2138-2020/FIAU-USS

Pimentel, 22 de septiembre de 2020

**VISTO:**

El Acta de reunión N°2109 - 2020, de fecha 21 de septiembre de 2020 del Comité de investigación de la Escuela profesional de INGENIERÍA DE SISTEMAS, para la ejecución de la Tesis: "DESARROLLO DE UNA SOLUCIÓN DE INTELIGENCIA DE NEGOCIOS BASADO EN CÓDIGO ABIERTO PARA EL ANÁLISIS DE DATOS DE PRODUCCIÓN MINERA.", presentado por OLARTE NUÑEZ ALDO EDWEN, del Programa de estudios INGENIERÍA DE SISTEMAS, y;

**CONSIDERANDO:**

Que, de conformidad con la Ley Universitaria N° 30220 en su artículo 48° que a letra dice: "La investigación constituye una función esencial y obligatoria de la universidad, que la fomenta y realiza, respondiendo a través de la producción de conocimiento y desarrollo de tecnologías a las necesidades de la sociedad, con especial énfasis en la realidad nacional. Los docentes, estudiantes y graduados participan en la actividad investigadora en su propia institución o en redes de investigación nacional o internacional, creadas por las instituciones universitarias públicas o privadas.";

Que, de conformidad con el Reglamento de grados y títulos en su artículo 21° señala: "Los temas de trabajo de investigación, trabajo académico y tesis son aprobados por el Comité de Investigación y derivados a la facultad o Escuela de Posgrado, según corresponda, para la emisión de la resolución respectiva. El periodo de vigencia de los mismos será de dos años, a partir de su aprobación. En caso un tema perdiera vigencia, el Comité de Investigación evaluará la ampliación de la misma.

Que, de conformidad con el Reglamento de grados y títulos en su artículo 24° señala: La tesis es un estudio que debe denotar rigurosidad metodológica, originalidad, relevancia social, utilidad teórica y/o práctica en el ámbito de la escuela profesional. Para el grado de doctor se requiere una tesis de máxima rigurosidad académica y de carácter original. Es individual para la obtención de un grado; es individual o en pares para obtener un título profesional. Asimismo, en su artículo 25° señala: "El tema debe responder a alguna de las líneas de investigación institucionales de la USS S.A.C."

Que, en el Acta de reunión N°2109 - 2020 de fecha 21 de septiembre de 2020, del Comité de investigación de la Escuela profesional de INGENIERÍA DE SISTEMAS, se indica entre los acuerdos la aprobación del tema de la Tesis denominado "DESARROLLO DE UNA SOLUCIÓN DE INTELIGENCIA DE NEGOCIOS BASADO EN CÓDIGO ABIERTO PARA EL ANÁLISIS DE DATOS DE PRODUCCIÓN MINERA." de la línea de investigación de INFRAESTRUCTURA, TECNOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE, a cargo de OLARTE NUÑEZ ALDO EDWEN en condición de egresado, del Programa de estudios INGENIERÍA DE SISTEMAS.

Estando a lo expuesto, y en uso de las atribuciones conferidas y de conformidad con las normas y reglamentos vigentes;

**SE RESUELVE:**

**ARTÍCULO 1°:** APROBAR, el tema de la Tesis denominado "DESARROLLO DE UNA SOLUCIÓN DE INTELIGENCIA DE NEGOCIOS BASADO EN CÓDIGO ABIERTO PARA EL ANÁLISIS DE DATOS DE PRODUCCIÓN MINERA.", perteneciente a la línea de investigación de INFRAESTRUCTURA, TECNOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE, a cargo de OLARTE NUÑEZ ALDO EDWEN, del Programa de estudios INGENIERÍA DE SISTEMAS.

**ARTÍCULO 2°:** ESTABLECER, que la inscripción del Título de la Tesis se realice a partir de emitida la presente resolución y tendrá una vigencia de dos (02) años.

**ARTÍCULO 3°:** DEJAR SIN EFECTO, toda Resolución emitida por la Facultad que se oponga a la presente Resolución.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE

  
  
Dr. Mario Fernando Ramos Mascol  
Decano - Facultad de Ingeniería,  
Arquitectura y Urbanismo  
UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN SAC.

  
  
MSc. María Noelia Sialer Rivera  
Secretaría Académica / Facultad de Ingeniería,  
Arquitectura y Urbanismo  
UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN SAC.

Cc: Interesado, Archivo

## Anexo 02 Encuesta

### Cuestionario – Nivel de Satisfacción

CUESTIONARIO DEL NIVEL DE SATISFACCIÓN						
Empresa:						
Descripción:		Nivel de satisfacción del usuario con respecto a la solución de inteligencia de negocio				
Indicaciones:		Leer las preguntas que se muestran y marcar (X) en el casillero, según su criterio.				
Fecha:						
Nombres :						
PARÁMETROS DE CALIFICACIÓN						
1 = Totalmente	2 = En	3 = Ni de	4 = De acuerdo	5 = Totalmente de acuerdo		
SATISFACCIÓN DEL USUARIO						
N°	Enunciado	Alternativas (X)				
		5	4	3	2	1
NIVEL DE SATISFACCIÓN						
1	¿Considera confiable la información de la solución de inteligencia de negocio?				x	
2	¿Se encuentra satisfecho(a) del tiempo que se toma para conseguir la información?				x	
3	¿Se encuentra satisfecho(a) con los formatos que entrega la solución de inteligencia de negocio?					x

### Cuestionario – Nivel de Disponibilidad de Reportes Generados

CUESTIONARIO DEL NIVEL DE SATISFACCIÓN DE REPORTES GENERADOS						
Empresa:						
Descripción:		Nivel de satisfacción de reportes generados con respecto al análisis de datos de producción minera				
Indicaciones:		Leer las preguntas que se muestran y marcar (X) en el casillero, según su criterio.				
Fecha:						
PARÁMETROS DE CALIFICACIÓN						
1 = Totalmente	2 = En	3 = Ni de acuerdo	4 = De acuerdo	5 = Totalmente de acuerdo		
NIVEL DE SATISFACCIÓN DE REPORTES GENERADOS						
N°	Enunciado	Alternativas (X)				
		5	4	3	2	1
NIVEL DE SATISFACCIÓN DE REPORTES GENERADOS						
1	¿Se encuentra satisfecho(a) del tiempo que se toma para consultar los datos de producción minera?					x
2	¿Se encuentra satisfecho(a) del tiempo que se toma para registrar los datos de producción minera?				x	
3	¿Se encuentra satisfecho(a) del tiempo que se toma para exportar los datos de producción minera?				x	

### Cuestionario – Nivel de Disponibilidad de información

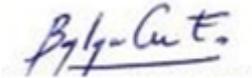
CUESTIONARIO DEL NIVEL DE DISPONIBILIDAD DE INFORMACIÓN						
Empresa:						
Descripción:		Nivel de disponibilidad de información con respecto al análisis de datos de producción				
Indicaciones:		Leer las preguntas que se muestran y marcar (X) en el casillero, según su criterio.				
Fecha:						
PARÁMETROS DE CALIFICACIÓN						
1 = Totalmente	2 = En	3 = Ni de	4 = De acuerdo	5 = Totalmente de acuerdo		
NIVEL DE DISPONIBILIDAD DE INFORMACIÓN						
N°	Enunciado	Alternativas (X)				
		5	4	3	2	1
NIVEL DE DISPONIBILIDAD DE INFORMACIÓN						
1	¿Existe la posibilidad de corregir errores				x	
2	¿Existe la disponibilidad de realizar una determinada acción o tarea en los datos de			x		
3	¿Es fácil realizar búsquedas de información en el sistema de datos de producción minera?				x	

### Anexo 03: Resume de los expertos

#### RESUMEN DE LOS EXPERTOS

##### IDENTIFICACIÓN DEL PRIMERO EXPERTO

Nombre y Apellido: Edgar Bajalqui Carrasco  
Título Profesional: Ingeniero Informático  
Universidad: Pontificia Universidad Católica del Perú  
Centro Laboral: Tata Consulting



##### IDENTIFICACIÓN DEL SEGUNDO EXPERTO

Nombre y Apellido: Juan Erick Lopez de la Cruz  
Título Profesional: Ingeniero de Sistemas  
Universidad: Universidad Cesar Vallejo  
Centro Laboral: FOGAPI



##### IDENTIFICACIÓN DEL SEGUNDO EXPERTO

Nombre y Apellido: Patricio Romero Olivare  
Título Profesional: Ingeniero de Automatización  
Universidad: Universidad de Chile  
Centro Laboral: Leica Geosystems Mining



## Anexo 04: Guía de juicio de expertos

Validación de la metodología y los indicadores por juicio de expertos según la metodología Delphi, conceptualizada en la página 49.

### GUÍA, JUICIO DE EXPERTOS

#### 1. Identificación del Experto

Nombre y Apellidos: .....EDGAR BAJALQUI CARRASCO.....

Centro laboral: .....TATA CONSULTING.....

Título profesional:.....INGENIERO INFORMÁTICO.....

Grado:.....Mención:.....

Institución donde lo obtuvo:..PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU.

Otros estudios.....

#### 2. Instrucciones

Estimado(a) especialista, a continuación se muestra un conjunto de indicadores, el cual tienes que evaluar con criterio ético y estrictez científica, la validez del instrumento propuesto (véase anexo N° 1). Para evaluar dicho instrumento, marca con un aspa(x) una de las categorías contempladas en el cuadro:

1: Inferior al básico 2: Básico 3: Intermedio 4: Sobresaliente 5: Muy sobresaliente

#### 3. Juicio de experto

INDICADORES	CATEGORÍA				
	1	2	3	4	5
1. Las dimensiones de la variable responden a un contexto teórico de forma(visión general)				X	
2. Coherencia entre dimensión e indicadores(visión general)					X
3. El número de indicadores , evalúan las dimensiones y por consiguiente la variable seleccionada(visión general)					X
4. Los ítems están redactados en forma clara y precisa, sin ambigüedades(claridad y precisión)					X
5. Los ítems guardan relación con los indicadores de las variables(coherencia)				X	
6. Los ítems han sido redactados teniendo en cuenta la prueba piloto(pertinencia y eficacia)				X	
7. Los ítems han sido redactados teniendo en cuenta la validez de contenido				X	

8. Presenta algunas preguntas distractoras para controlar la contaminación de las respuestas(control de sesgo)					X
9. Los ítems han sido redactados de lo general a lo particular(orden)				X	
10. Los ítems del instrumento, son coherentes en términos de cantidad(extensión)				X	
11. Los ítems no constituyen riesgo para el encuestado(inocuidad)					X
12. Calidad en la redacción de los ítems(visión general)				X	
13. Grado de objetividad del instrumento (visión general)					X
14. Grado de relevancia del instrumento (visión general)				X	
15. Estructura técnica básica del instrumento (organización)				X	
<b>Puntaje parcial</b>				<b>36</b>	<b>30</b>
<b>Puntaje total</b>	<b>66</b>				

Nota: Índice de validación del juicio de experto (Ivje) = [puntaje obtenido / 75] x 100=...**88**...

#### 4. Escala de validación

Muy baja	Baja	Regular	Alta	Muy Alta
00-20 %	21-40 %	41-60 %	61-80%	81-100%
El instrumento de investigación está observado			El instrumento de investigación requiere reajustes para su aplicación	El instrumento de investigación está apto para su aplicación
<b>Interpretación:</b> Cuanto más se acerque el coeficiente a cero (0), mayor error habrá en la validez				

**5. Conclusión general de la validación y sugerencias** (en coherencia con el nivel de validación alcanzado):.....

.....

.....

.....

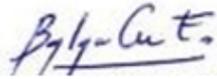
.....  
.....  
**6. Constancia de Juicio de experto**

El que suscribe, ...EDGAR BAJALQUI CARRASCO, identificado con DNI. N°...46129554  
certifico que realicé el juicio del experto al instrumento diseñado por el (los) tesisistas

1...ALDO EDWEN OLARTE NUÑEZ

2.....

en la investigación denominada DESARROLLO DE UNA SOLUCIÓN DE INTELIGENCIA DE  
NEGOCIOS BASADO EN CÓDIGO ABIERTO PARA EL ANÁLISIS DE DATOS DE PRODUCCIÓN  
MINERA.



.....  
Firma del experto

## GUÍA, JUICIO DE EXPERTOS

### 1. Identificación del Experto

Nombre y Apellidos: .....JUAN ERICK LOPEZ DE LA CRUZ.....

Centro laboral: .....FOGAPI.....

Título profesional:.....INGENIERO DE SISTEMAS.....

Grado:.....Mención:.....

Institución donde lo obtuvo:...UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

Otros estudios.....

### 2. Instrucciones

Estimado(a) especialista, a continuación se muestra un conjunto de indicadores, el cual tienes que evaluar con criterio ético y estrictez científica, la validez del instrumento propuesto (véase anexo N° 1). Para evaluar dicho instrumento, marca con un aspa(x) una de las categorías contempladas en el cuadro:

1: Inferior al básico 2: Básico 3: Intermedio 4: Sobresaliente 5: Muy sobresaliente

### 3. Juicio de experto

INDICADORES	CATEGORÍA				
	1	2	3	4	5
1. Las dimensiones de la variable responden a un contexto teórico de forma(visión general)				X	
2. Coherencia entre dimensión e indicadores(visión general)				X	
3. El número de indicadores , evalúan las dimensiones y por consiguiente la variable seleccionada(visión general)				X	
4. Los ítems están redactados en forma clara y precisa, sin ambigüedades(claridad y precisión)					X
5. Los ítems guardan relación con los indicadores de las variables(coherencia)					X
6. Los ítems han sido redactados teniendo en cuenta la prueba piloto(pertinencia y eficacia)			X		
7. Los ítems han sido redactados teniendo en cuenta la validez de contenido				X	

8. Presenta algunas preguntas distractoras para controlar la contaminación de las respuestas(control de sesgo)				X	
9. Los ítems han sido redactados de lo general a lo particular(orden)				X	
10. Los ítems del instrumento, son coherentes en términos de cantidad(extensión)				X	
11. Los ítems no constituyen riesgo para el encuestado(inocuidad)					X
12. Calidad en la redacción de los ítems(visión general)				X	
13. Grado de objetividad del instrumento (visión general)					X
14. Grado de relevancia del instrumento (visión general)				X	
15. Estructura técnica básica del instrumento (organización)				X	
<b>Puntaje parcial</b>			3	40	20
<b>Puntaje total</b>	<b>63</b>				

Nota: Índice de validación del juicio de experto (Ivje) = [puntaje obtenido / 75] x 100=...84...

#### 4. Escala de validación

Muy baja	Baja	Regular	Alta	Muy Alta
00-20 %	21-40 %	41-60 %	61-80%	81-100%
El instrumento de investigación está observado			El instrumento de investigación requiere reajustes para su aplicación	El instrumento de investigación está apto para su aplicación
<b>Interpretación:</b> Cuanto más se acerque el coeficiente a cero (0), mayor error habrá en la validez				

**5. Conclusión general de la validación y sugerencias** (en coherencia con el nivel de validación alcanzado):.....

.....

.....

.....  
.....

**6. Constancia de Juicio de experto**

El que suscribe, ...JUAN ERICK LOPEZ DE LA CRUZ, identificado con DNI. N°...45989478 certifico que realicé el juicio del experto al instrumento diseñado por el (los) tesistas

1...ALDO EDWEN OLARTE NUÑEZ

2.....

.en la investigación denominada DESARROLLO DE UNA SOLUCIÓN DE INTELIGENCIA DE NEGOCIOS BASADO EN CÓDIGO ABIERTO PARA EL ANÁLISIS DE DATOS DE PRODUCCIÓN MINERA.



.....

Firma del experto

## GUÍA, JUICIO DE EXPERTOS

### 1. Identificación del Experto

Nombre y Apellidos: .....PATRICIO ROMERO OLIVARES.....

Centro labor LEICA GEOSYSTEMS MINING.....

Título profesional:.....INGENIERO DE AUTOMATIZACION.....

Grado: MAESTRIA EN ADMINISTRACION NEGOCIOS Mención:.....

Institución donde lo obtuvo:...UNIVERSIDAD DE CHILE

Otros estudios.....

### 2. Instrucciones

Estimado(a) especialista, a continuación se muestra un conjunto de indicadores, el cual tienes que evaluar con criterio ético y estrictez científica, la validez del instrumento propuesto (véase anexo N° 1). Para evaluar dicho instrumento, marca con un aspa(x) una de las categorías contempladas en el cuadro:

1: Inferior al básico 2: Básico 3: Intermedio 4: Sobresaliente 5: Muy sobresaliente

### 3. Juicio de experto

INDICADORES	CATEGORÍA				
	1	2	3	4	5
1. Las dimensiones de la variable responden a un contexto teórico de forma(visión general)				X	
2. Coherencia entre dimensión e indicadores(visión general)				X	
3. El número de indicadores , evalúan las dimensiones y por consiguiente la variable seleccionada(visión general)					X
4. Los ítems están redactados en forma clara y precisa, sin ambigüedades(claridad y precisión)					X
5. Los ítems guardan relación con los indicadores de las variables(coherencia)				X	
6. Los ítems han sido redactados teniendo en cuenta la prueba piloto(pertinencia y eficacia)				X	
7. Los ítems han sido redactados teniendo en cuenta la validez de contenido				X	

8. Presenta algunas preguntas distractoras para controlar la contaminación de las respuestas(control de sesgo)			X		
9. Los ítems han sido redactados de lo general a lo particular(orden)					X
10. Los ítems del instrumento, son coherentes en términos de cantidad(extensión)					X
11. Los ítems no constituyen riesgo para el encuestado(inocuidad)					X
12. Calidad en la redacción de los ítems(visión general)				X	
13. Grado de objetividad del instrumento (visión general)				X	
14. Grado de relevancia del instrumento (visión general)				X	
15. Estructura técnica básica del instrumento (organización)				X	
<b>Puntaje parcial</b>			<b>3</b>	<b>36</b>	<b>25</b>
<b>Puntaje total</b>	<b>64</b>				

Nota: Índice de validación del juicio de experto (Ivje) = [puntaje obtenido / 75] x 100=...**85.3**...

#### 4. Escala de validación

Muy baja	Baja	Regular	Alta	Muy Alta
00-20 %	21-40 %	41-60 %	61-80%	81-100%
El instrumento de investigación está observado			El instrumento de investigación requiere reajustes para su aplicación	El instrumento de investigación está apto para su aplicación
<b>Interpretación:</b> Cuanto más se acerque el coeficiente a cero (0), mayor error habrá en la validez				

**5. Conclusión general de la validación y sugerencias** (en coherencia con el nivel de validación alcanzado):.....

.....

.....

.....  
.....

**6. Constancia de Juicio de experto**

El que suscribe, ...PATRICIO ROMERO OLIVARES, identificado con DNI. N<sup>o</sup>...247500405 certifico que realicé el juicio del experto al instrumento diseñado por el (los) tesistas

1...ALDO EDWEN OLARTE NUÑEZ

2.....

en la investigación denominada DESARROLLO DE UNA SOLUCIÓN DE INTELIGENCIA DE NEGOCIOS BASADO EN CÓDIGO ABIERTO PARA EL ANÁLISIS DE DATOS DE PRODUCCIÓN MINERA.

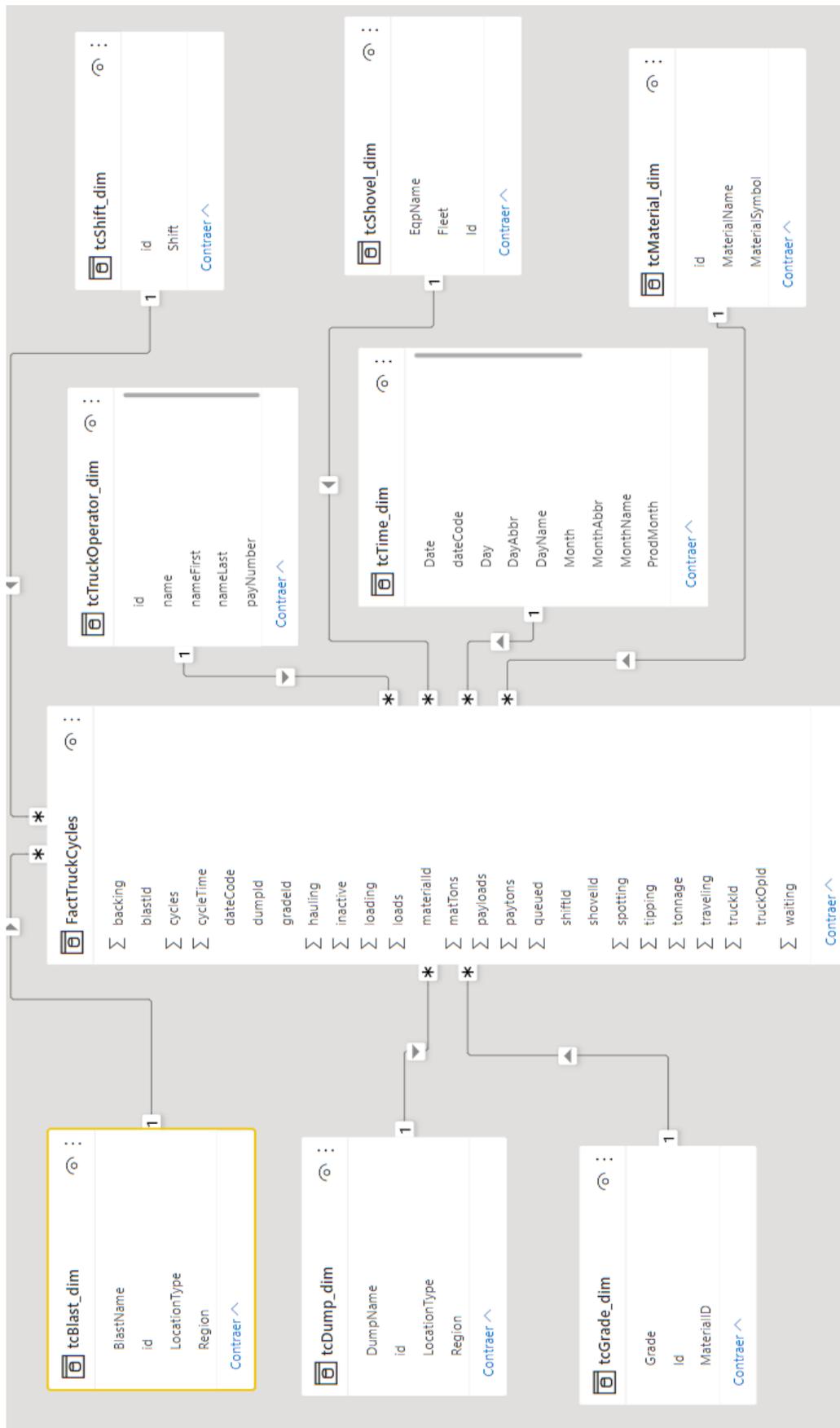


.....  
Firma del experto

**Anexo 04: Guía de observación**

<b>GUIA DE OBSERVACIÓN</b>					
<b>SUB- PROCESO</b>	<b>MEDICION PARA OBTENER EL TIEMPO DE RESPUESTA Y CONSUMO DE RECURSOS DE CPU DE LA HERRAMIENTA ÀNALITICA SUPERSET</b>				
	<b>Memoria RAM</b>	<b>% CPU</b>	<b>Escritura en disco</b>	<b>Ethernet</b>	<b>Observaciones</b>
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					

## Anexo 05: Modelo Lógico de la base de datos transaccional



## Anexo 06 Autorización de recojo de Información



### AUTORIZACIÓN PARA EL RECOJO DE INFORMACIÓN

Calama, 20 de Julio de 2021

Quien suscribe:

Sr. Raynier Moraga Romero

Representante Legal – Empresa ~~Hexagon Mining~~ Ltda.

**AUTORIZA:** Permiso para recojo de información pertinente en función del proyecto de investigación, denominado: "DESARROLLO DE UNA SOLUCIÓN DE INTELIGENCIA DE NEGOCIOS BASADO EN CÓDIGO ABIERTO PARA EL ANÁLISIS DE DATOS DE PRODUCCIÓN MINERA"

Por el presente, el que suscribe, el señor Raynier Moraga Romero, representante legal de la empresa: ~~Hexagon Mining Ltda.~~ AUTORIZO al alumno: Aldo ~~Edwen~~ Olarte Nuñez identificado con DNI N° 10528654 ,estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas, y autor del trabajo de investigación denominado "DESARROLLO DE UNA SOLUCION DE INTELIGENCIA DE NEGOCIOS BASADO EN CODIGO ABIERTO PARA EL ANALISIS DE DATOS DE PRODUCCION MINERA", al uso de dicha información que conforma el expediente técnico así como hojas de memorias, cálculos entre otros como planos para efectos exclusivamente académicos de la elaboración de tesis, enunciada líneas arriba de quien solicita se garantice la absoluta confidencialidad de la información solicitada.

Atentamente.

Nombre y Apellidos: Raynier Moraga Romero

RUT 24750162-2

Cargo de la empresa: Administrador de Contrato - Codelco Norte

## Anexo 07 Criterio de Evaluación herramientas de Inteligencia de negocios (Gartner)

Tabla 42. *Criterio de evaluación de BI - Gartner.*

<b>Integración</b>	<b>Entrega de información</b>	<b>Análisis</b>
Infraestructura BI	Informes	Procesamiento analítico en línea (OLAP).
Administración de metadatos.	Cuadro de mando.	Visualización interactiva.
Herramientas de desarrollo.	Consulta Ad hoc.	Modelización predictiva y Datamining.
Colaboración.	Integración con MS Office.	Scorecard
	BI basado en búsquedas.	Modelos predictivos y de simulación.
	BI móvil	

Fuente: Elaboración propia del Investigador.

## Anexo 08 Criterio de Evaluación herramientas de Inteligencia de negocios (Forrester)

Tabla 43. *Criterio de evaluación de BI - Forrester.*

<b>Oferta</b>	<b>Estrategia</b>	<b>Presencia en el Mercado</b>
Arquitectura	Compromiso	Liquidez y presencia global.
Desempeño	Precio y licenciamiento.	Aliados / distribuidor.
Funcionalidad	Dirección del producto.	Instalación base.
Operabilidad		Funcionalidad de aplicaciones.

Fuente: Elaboración propia del Investigador.

## Anexo 09 Criterio de Evaluación

Tabla 44. *Criterio de evaluación dominio del producto.*

<b>Nro.</b>	<b>Grupo analista</b>	<b>Criterios de Evaluación (Dominio del producto)</b>
1	Gerente	Infraestructura BI
2	Funcional	Arquitectura
3	Funcional	Desempeño
4	Gerente	Administración de metadatos.
5	Gerente	Herramientas de desarrollo.
6	Gerente	Colaboración
7	Gerente informes.	Generación, publicación de
8	Gerente	Cuadros de mando.
9	Gerente / Funcional	Consultar personalizadas (Ad hoc)
10	Gerente / Funcional	Dashboards
11	Gerente	Integración de MS Office.
12	Gerente	BI basado en búsquedas.
13	Gerente	Alertas de negocios.
14	Gerente	BI móvil.
15	Gerente / Funcional	Procesamiento analítico (OLAP)
16	Gerente	Analítico-embebida.
17	Gerente	Visualización interactiva
19	Gerente	Minería de datos.
20	Gerente	Descubrimiento visual de datos.
21	Gerente	Scorecard
22	Funcional	Capacidad en memoria.
23	Funcional	Integración a portales web.
24	Funcional	Manejo eficiente de KPI's.
25	Gerente simulación.	Modelos predictivos y de

Fuente: Elaboración propia del Investigador.

Tabla 45. *Criterio de evaluación satisfacción del cliente.*

<b>Nro.</b>	<b>Grupo analista</b>	<b>Criterios de Evaluación (Satisfacción del cliente)</b>
1	Gerente	Facilidades de uso.
2	Gerente	Funcionalidades de la solución.
3	Funcional	Operabilidad
4	Gerente	Satisfacción como cliente.
5	Gerente	Calidad del producto.
6	Gerente	Calidad del soporte.
7	Gerente	Velocidad de respuesta.
8	Gerente	Complejidad de análisis realizado.
9	Gerente	Amplitud de uso.
10	Funcional	Tarifas de licenciamiento o plan.
11	Funcional	Costos de mantenimiento.

Fuente: Elaboración propia del Investigador.

Tabla 46. *Criterio de evaluación dominio del proveedor.*

<b>Nro.</b>	<b>Grupo analista</b>	<b>Criterios de Evaluación (Dominio proveedor)</b>
1	Gerente	Emprendimiento del mercado.
2	Gerente	Experiencia de ventas.
3	Funcional	Futuro de la solución.
4	Funcional	Presencia global.
5	Funcional	Aliados estratégicos.
6	Funcional	Instalación base.
7	Funcional	Clientes medianos y grandes.
8	Funcional	Liquidez.
9	Funcional	Transparencia
10	Funcional	Compromiso

Fuente: Elaboración propia del Investigador.



## Anexo 11 Guía de Observación 1

Ficha de Registro – Tiempo usado en proceso central de carga de datos							
FICHA DE REGISTRO							
Fecha al inicio				Fecha al final			
Investigador				Unidad de estudio			
Empresa				Tipo de test			
Variable	Indicador	Fórmula				Unidad de medida	
Solución de inteligencia de negocios	Tiempo usado en proceso central de carga de datos	Donde:				Segundos	
		TOPCCD: Tiempo Usado en Proceso Central de Carga de Datos					
		TF: Tiempo Final					
		TI: Tiempo Inicial (Determinar los tiempos de registros en el proceso de carga de datos)					
Ítem	Fecha	Descripción	TI			TF	Tiempo Usado en Proceso Central Tiempo Usado en Proceso Central de Carga de Datos (TUPCCD)
			Tiempo Inicial			Tiempo Final	
1	03/06/2022		09:02:13	00:00:00	00:00:00	10:06:02	01:03:49
2	04/06/2022		09:05:46	00:00:00	00:00:00	10:11:32	01:05:46
3	05/06/2022		09:04:35	00:00:00	00:00:00	10:09:22	01:04:47
4	06/06/2022		09:02:11	00:00:00	00:00:00	10:09:22	01:07:11
5	07/06/2022		09:01:40	00:00:00	00:00:00	10:11:58	01:10:18
6	08/06/2022		09:01:49	00:00:00	00:00:00	10:02:52	01:01:03
7	09/06/2022		09:01:48	00:00:00	00:00:00	09:59:32	00:57:44
8	10/06/2022		09:05:29	00:00:00	00:00:00	09:56:02	00:50:33
9	11/06/2022		09:06:46	00:00:00	00:00:00	10:13:03	01:06:17
10	12/06/2022		09:09:38	00:00:00	00:00:00	10:12:11	01:02:33
11	13/06/2022		09:09:30	00:00:00	00:00:00	10:00:18	00:50:48
12	14/06/2022		09:02:04	00:00:00	00:00:00	09:55:57	00:53:53
13	15/06/2022		09:03:47	00:00:00	00:00:00	09:57:20	00:53:33
14	16/06/2022		09:01:25	00:00:00	00:00:00	10:00:09	00:58:44
15	17/06/2022		09:08:13	00:00:00	00:00:00	10:12:28	01:04:15
16	18/06/2022		09:08:36	00:00:00	00:00:00	10:14:01	01:05:25
17	19/06/2022		09:07:11	00:00:00	00:00:00	10:12:24	01:05:13
18	20/06/2022		09:07:04	00:00:00	00:00:00	10:12:24	01:05:20

## Anexo 12 Guía de Observación 2

Ficha de Registro – Tiempo usado en la preparación y generación de reportes de carguío y transporte						
FICHA DE REGISTRO						
Fecha al inicio		Fecha al final				
Investigador			Unidad de estudio			
Empresa				Tipo de test		
Variable	Indicador	Fórmula			Unidad de medida	
Solución de inteligencia de negocios	Tiempo usado en la preparación y generación de reportes de carguío y transporte	$TUPGRCT = TF - TI$	Donde:			Segundos
			TUPGRCT: Tiempo usado en la preparación y generación de reportes de carguío y transporte TF: Tiempo Final TI: Tiempo Inicial (Determinar los tiempos de registros en el proceso de carga de datos)			
Ítem	Fecha	Descripción	TF		TI	Tiempo usado en la preparación y generación de reportes de carguío y transporte (TUPGRCT)
			Tiempo Final		Tiempo Inicial	
1	03/06/2022		11:00:08		11:47:45	00:47:37
2	04/06/2022		11:04:15		11:46:02	00:41:47
3	05/06/2022		11:01:46		11:46:18	00:44:32
4	06/06/2022		11:02:14		11:48:46	00:46:32
5	07/06/2022		11:01:08		11:48:36	00:47:28
6	08/06/2022		11:00:18		11:45:54	00:45:36
7	09/06/2022		11:02:09		11:47:46	00:45:37
8	10/06/2022		11:03:06		11:45:47	00:42:41
9	11/06/2022		11:02:28		11:46:02	00:43:34
10	12/06/2022		11:03:23		11:49:11	00:45:48
11	13/06/2022		11:02:23		11:47:41	00:45:18
12	14/06/2022		11:00:31		11:48:45	00:48:14
13	15/06/2022		11:02:33		11:46:00	00:43:27
14	16/06/2022		11:01:56		11:45:00	00:43:04
15	17/06/2022		11:02:47		11:47:26	00:44:39
16	18/06/2022		11:01:13		11:49:21	00:48:08
17	19/06/2022		11:01:06		11:45:45	00:44:39
18	20/06/2022		11:01:26		11:47:06	00:45:40
19	21/06/2022		11:02:33		11:46:13	00:43:40
20	22/06/2022		11:04:43		11:48:37	00:43:54
21	23/06/2022		11:04:23		11:48:37	00:44:14

### Anexo 13 Guía de Observación 3

Ficha de Registro – Tiempo del Usuario Final para el Análisis de Información						
FICHA DE REGISTRO						
Fecha al inicio				Fecha al final		
Investigador				Unidad de estudio		
Empresa				Tipo de test		
Variable	Indicador	Fórmula			Unidad de medida	
Análisis de Datos de Producción Minera	Tiempo del Usuario Final para el Análisis de Información	$TUFAI = TF - TI$	Donde:			Segundos
			TUFAI: Tiempo del Usuario Final para el Análisis de Información			
			TF: Tiempo Final			
			TI: Tiempo Inicial (Determinar los tiempos de Análisis de producción minera )			
Ítem	Fecha	Descripción	TI		TF	Tiempo del Usuario Final para el Análisis de Información (TUFAI)
			Tiempo Inicial		Tiempo Final	
1	03/06/2022		12:01:18		13:33:27	01:32:09
2	04/06/2022		12:00:08		13:33:26	01:33:18
3	05/06/2022		12:04:00		13:32:06	01:28:06
4	06/06/2022		12:03:53		13:30:24	01:26:31
5	07/06/2022		12:01:54		13:31:15	01:29:21
6	08/06/2022		12:01:09		13:32:37	01:31:28
7	09/06/2022		12:01:46		13:33:41	01:31:55
8	10/06/2022		12:04:08		13:31:25	01:27:17
9	11/06/2022		12:00:33		13:33:38	01:33:05
10	12/06/2022		12:04:02		13:32:04	01:28:02
11	13/06/2022		12:04:00		13:33:30	01:29:30
12	14/06/2022		12:03:49		13:32:21	01:28:32
13	15/06/2022		12:00:48		13:32:38	01:31:50
14	16/06/2022		12:02:19		13:33:57	01:31:38
15	17/06/2022		12:00:22		13:31:27	01:31:05
16	18/06/2022		12:00:29		13:31:33	01:31:04
17	19/06/2022		12:02:25		13:34:33	01:32:08
18	20/06/2022		12:04:09		13:32:51	01:28:42
19	21/06/2022		12:03:08		13:30:27	01:27:19
20	22/06/2022		12:03:14		13:30:33	01:27:19
21	23/06/2022		12:02:51		13:31:46	01:28:55
22	24/06/2022		12:00:09		13:30:16	01:30:07

## Anexo 14 Informe Turnitin

### Inteligencia de negocio para el análisis de datos de una producción minera

#### INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>14%</b>	<b>14%</b>	<b>2%</b>	<b>4%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

#### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>2</b>	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>3</b>	<b>Submitted to Universidad Cesar Vallejo</b> Trabajo del estudiante	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>repositorio.uss.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>repositorio.upao.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>