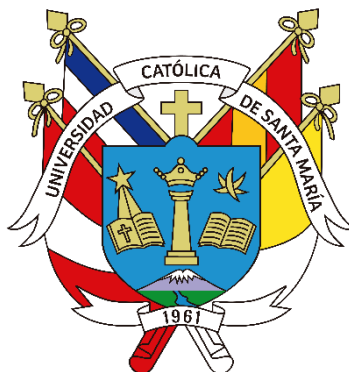


**Universidad Católica de Santa María**  
**Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales**  
**Escuela Profesional de Ingeniería Sistemas**



**OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE SEGUIMIENTO Y CONTROL DE  
MATERIALES CORE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE  
INTELIGENCIA DE NEGOCIOS EN UNA EMPRESA MINERA EN EL  
SUR DEL PERÚ**

Tesis presentada por el Bachiller:

**Ramos Ramos, Gricel Yasmin**

para optar el Título Profesional de:

**Ingeniero de Sistemas**

**con especialidad en Sistemas de  
Información**

Asesor (a):

**Mg. Ramírez Valdez, Oscar  
Alberto**

**Arequipa- Perú**

**2023**

UCSM-ERP

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA**  
**INGENIERIA DE SISTEMAS**  
**CON ESPECIALIDAD EN SISTEMAS DE INFORMACION**  
**TITULACIÓN CON TESIS**  
**DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR**

Arequipa, 18 de Abril del 2023

**Dictamen: 007742-C-EPIS-2023**

Visto el borrador del expediente 007742, presentado por:

**2017202202 - RAMOS RAMOS GRICEL YASMIN**

Titulado:

**OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE SEGUIMIENTO Y CONTROL DE MATERIALES CORE  
MEDIANTE LA APLICACIÓN DE INTELIGENCIA DE NEGOCIOS EN UNA EMPRESA MINERA EN EL  
SUR DEL PERÚ**

Nuestro dictamen es:

**APROBADO**

**29217790 - TORRES GAMARRA NESTOR  
DICTAMINADOR**



**29242520 - MARTINEZ MUÑOZ JORGE LUIS  
DICTAMINADOR**

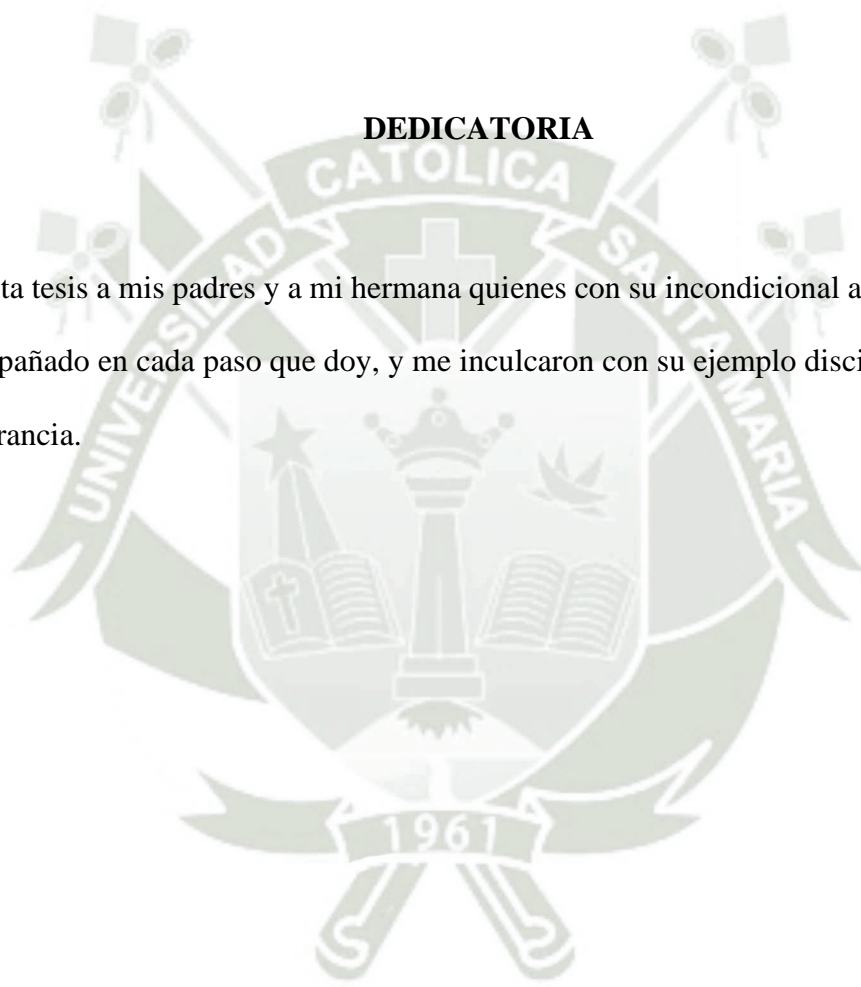


**29591972 - CALDERON RUIZ GUILLERMO ENRIQUE  
DICTAMINADOR**



### DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres y a mi hermana quienes con su incondicional apoyo y cariño me han acompañado en cada paso que doy, y me inculcaron con su ejemplo disciplina, dedicación y perseverancia.



## AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi gratitud a Dios, quien me guio, me dio fortalezas y llenó de bendiciones durante mi vida personal y académica.

Mis profundos agradecimientos a mis padres Miluska y Stanley, quienes estuvieron conmigo en todo momento, me vieron crecer y me formaron con valores.

Agradezco a mi hermana Gleitzé quien me brindó su apoyo incondicional, me aconsejó y motivó a seguir adelante. Finalmente, agradezco a mis docentes quienes con sus enseñanzas y dedicación me formaron como profesional.

## RESUMEN

En las organizaciones, la información organizada y relevante es necesaria para una adecuada toma de decisiones. Debido a la gran cantidad de datos que existe en cada proceso, la clave para obtener una ventaja competitiva radica en obtener conocimiento e inteligencia de estos datos.

En el área de Cadena Global de Suministro de una empresa minera ubicada en el sur del Perú, se encontró la necesidad de optimizar el proceso de seguimiento y control de materiales Core debido a que éste es propenso a errores por la alta intervención humana e ineficiente respecto a costo y tiempo.

Por ello, se realizó la aplicación de inteligencia de negocios bajo la metodología de Ralph Kimball al proceso. Para lo cual, se realizó un análisis cualitativo y cuantitativo del proceso inicial, encontrando puntos de mejora en el proceso. Se rediseñó el proceso y en base al nuevo proceso, se diseñó un modelo dimensional siguiendo un esquema estrella, se desarrolló el ETL y se implementó un Dashboard en PowerBi con indicadores claves del proceso.

Los resultados muestran una mejora del 86,79% de tiempo y costo frente al proceso original y una tendencia bajista del valorizado de Cores con más de 120 días sin ser devueltos. Se validó dicha mejora bajo la prueba de T-student, concluyendo que la propuesta si logra optimizar el proceso de seguimiento y control de materiales Core.

**Palabras Clave:** *Inteligencia de negocios, BPM, ETL, Ralph Kimball, PowerBi, Data Mart*

## ABSTRACT

In the companies, organized and relevant information is necessary for proper decision making. Due to the vast amount of data that exists in each process, the key to gaining a competitive advantage lies in gaining insight and intelligence from this data.

In the Global Supply Chain area of a mining company located in the south of Peru, the need to optimize the Core materials monitoring and control process was found because it is prone to errors due to high human intervention and inefficient regarding at cost and time.

Therefore, the business intelligence application was carried out under the Ralph Kimball methodology to the process. For which, a qualitative and quantitative analysis of the initial process was carried out, finding points of improvement in the process. The process was redesigned and based on the new process, a dimensional model was designed following a star schema, the ETL was developed and a Dashboard was implemented in Power Bi with key process indicators.

The results show an 86.79% improvement in time and cost compared to the original process and a downward trend in the value of Cores with more than 120 days without being returned. This improvement was validated under the T student test, concluding that the proposal does manage to optimize the Core materials monitoring and control process.

**Key words:** *Business intelligence, BPM, ETL, Ralph Kimball, PowerBi, Data Mart*

## ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN ..... 1

**CAPÍTULO I**.....**1**

1. Descripción del proyecto ..... 1

1.1 Objetivos ..... 4

1.1.1 Objetivo General..... 4

1.1.2 Objetivos específicos ..... 4

1.2 Descripción del proyecto..... 5

1.3 Alcances y limitaciones..... 7

1.4 Fundamentos Teóricos ..... 8

1.4.1 Estado del arte ..... 8

1.4.2 Bases Teóricas del proyecto ..... 11

1.4.2.1 Metodología Ralph Kimball ..... 11

1.4.2.2 PMBOK..... 12

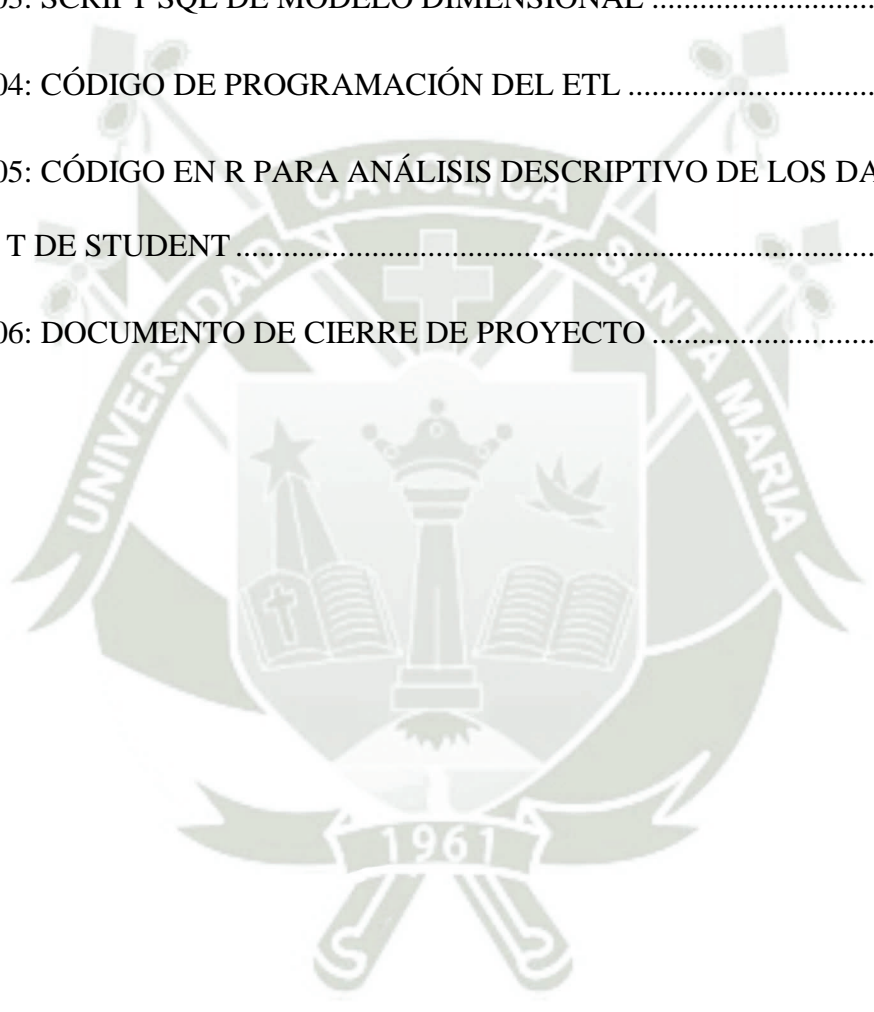
1.4.2.3 Esquema estrella..... 12

|                    |                                   |           |
|--------------------|-----------------------------------|-----------|
| 1.4.2.4            | Tabla de dimensiones .....        | 12        |
| 1.4.2.5            | Tabla de hechos .....             | 13        |
| 1.4.2.6            | OKR.....                          | 13        |
| 1.4.2.7            | R .....                           | 13        |
| 1.4.2.8            | Prueba T de Student.....          | 14        |
| 1.5                | Técnicas y Herramientas .....     | 14        |
| 1.5.1              | Análisis del proceso.....         | 14        |
| 1.5.2              | Rediseño del proceso .....        | 15        |
| 1.5.3              | Modelamiento del Datamart .....   | 15        |
| 1.5.4              | Desarrollo del ETL .....          | 15        |
| 1.5.5              | Implementación de Dashboard ..... | 15        |
| 1.5.6              | Validación de resultados.....     | 16        |
| <b>CAPÍTULO II</b> | <b>.....</b>                      | <b>17</b> |
| 2.                 | Documentación técnica .....       | 17        |
| 2.1                | Gestión del proyecto.....         | 17        |
| 2.1.1              | Acta de constitución .....        | 17        |
| 2.1.2              | Gestión del alcance.....          | 20        |
| 2.1.2.1            | Controlar el alcance.....         | 20        |
| 2.1.2.2            | EDT/WBS.....                      | 21        |

|         |  |    |
|---------|--|----|
| 2.1.3   | Gestión De La Integración Del Proyecto.....      | 22 |
| 2.1.3.1 | Dirigir y Gestionar el trabajo del proyecto..... | 22 |
| 2.2     | Definición de requerimientos .....               | 23 |
| 2.2.1   | Análisis Cualitativo .....                       | 23 |
| 2.2.1.1 | Diagrama Causa-Efecto.....                       | 23 |
| 2.2.1.2 | SIPOC.....                                       | 24 |
| 2.2.1.3 | Matriz RACI.....                                 | 25 |
| 2.2.1.4 | Diagrama As-Is.....                              | 27 |
| 2.2.2   | Análisis Cuantitativo .....                      | 30 |
| 2.2.2.1 | Análisis de costos y tiempos por rol.....        | 30 |
| 2.2.2.2 | Análisis de Pareto .....                         | 34 |
| 2.2.3   | Rediseño del proceso .....                       | 36 |
| 2.3     | Aplicación de Inteligencia de negocios .....     | 40 |
| 2.3.1   | Modelo Dimensional .....                         | 40 |
| 2.3.1.1 | Seleccionar el proceso de negocio.....           | 41 |
| 2.3.1.2 | Declarar la granularidad .....                   | 41 |
| 2.3.1.3 | Identificar las dimensiones .....                | 41 |
| 2.3.1.4 | Identificar los hechos.....                      | 42 |
| 2.3.1.5 | Modelo dimensional .....                         | 43 |

|   |           |
|---|-----------|
| 2.3.2 ETL.....  | 51        |
| 2.3.2.1 Extraer .....   | 51        |
| 2.3.2.2 Transformar .....   | 52        |
| 2.3.2.3 Cargar .....  | 62        |
| 2.3.4 Dashboard.....  | 63        |
| 2.3.4.1 OKRs .....  | 64        |
| 2.3.4.2 Implementación de Dashboard .....                                     | 65        |
| <b>CAPÍTULO III.....</b>  | <b>67</b> |
| 3. Resultados.....  | 66        |
| 3.1 Validación de la eficiencia respecto al tiempo y costos .....             | 67        |
| 3.1.1 Análisis descriptivo de los datos .....                                 | 70        |
| 3.1.2 Comprobar la normalidad de los datos .....                              | 71        |
| 3.1.3 Comprobar el supuesto de homocedasticidad .....                         | 73        |
| 3.1.4 Prueba de T de student.....   | 74        |
| 3.2 Resultados del valorizado en Cores tras la optimización del proceso ..... | 76        |
| DISCUSIÓN.....  | 80        |
| CONCLUSIONES .....  | 81        |
| RECOMENDACIONES .....   | 83        |
| REFERENCIAS .....   | 84        |

|   |     |
|---|-----|
| ANEXOS.....   | 90  |
| ANEXO 01: PLAN DE TESIS .....   | 90  |
| ANEXO 02: MATRIZ DE CONSISTENCIA .....  | 121 |
| ANEXO 03: SCRIPT SQL DE MODELO DIMENSIONAL .....  | 122 |
| ANEXO 04: CÓDIGO DE PROGRAMACIÓN DEL ETL .....  | 124 |
| ANEXO 05: CÓDIGO EN R PARA ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LOS DATOS Y<br>PRUEBA T DE STUDENT ..... | 132 |
| ANEXO 06: DOCUMENTO DE CIERRE DE PROYECTO .....   | 134 |



## ÍNDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabla 1.</b> Acta de constitución .....  | 17 |
| <b>Tabla 2.</b> Documento de control del alcance .....  | 20 |
| <b>Tabla 3.</b> Gestión de la integración del proyecto .....  | 22 |
| <b>Tabla 4.</b> Matriz SIPOC .....  | 24 |
| <b>Tabla 5.</b> Matriz RACI.....  | 26 |
| <b>Tabla 6.</b> Costo por cada rol .....  | 30 |
| <b>Tabla 7.</b> Análisis de costos y tiempos por actividad del auxiliar .....                           | 31 |
| <b>Tabla 8.</b> Análisis de costos y tiempos por actividad del supervisor de almacén.....               | 32 |
| <b>Tabla 9.</b> Análisis de costos y tiempos por actividad del superintendente del usuario ..           | 33 |
| <b>Tabla 10.</b> Análisis de costos y tiempos por actividad del gerente del área usuaria.....           | 33 |
| <b>Tabla 11.</b> Análisis de costos y tiempos por actividad del gerente del área usuaria.....           | 34 |
| <b>Tabla 12.</b> Análisis de costos y tiempos por actividad del gerente del área usuaria.....           | 35 |
| <b>Tabla 13.</b> Análisis de costos y tiempos por actividad del gerente del área usuaria.....           | 36 |
| <b>Tabla 14.</b> Análisis de costos y tiempos por actividad del auxiliar en el proceso rediseñado ..... | 38 |
| <b>Tabla 15.</b> Análisis de costos y tiempos por actividad del superintendente del usuario             | 38 |
| <b>Tabla 16.</b> Análisis de costos y tiempos por actividad del supervisor de almacén.....              | 39 |
| <b>Tabla 17.</b> Análisis de costos y tiempos por actividad del usuario.....                            | 39 |
| <b>Tabla 18.</b> Análisis de costos y tiempos por actividad del gerente del área usuaria.....           | 40 |

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabla 19.</b> Dimensiones del Data mart. ....                                   | 41 |
| <b>Tabla 20.</b> Tabla de Hechos .....   | 43 |
| <b>Tabla 21.</b> Diccionario de datos de Materiales .....                          | 46 |
| <b>Tabla 22.</b> Diccionario de datos de Almacenes .....                           | 47 |
| <b>Tabla 23.</b> Diccionario de datos de Workcenters.....                          | 47 |
| <b>Tabla 24.</b> Diccionario de datos de Antigüedad .....                          | 47 |
| <b>Tabla 25.</b> Diccionario de datos de Requesters .....                          | 48 |
| <b>Tabla 26.</b> Diccionario de datos de Tiempo.....                               | 48 |
| <b>Tabla 27.</b> Diccionario de datos de Superintendencias.....                    | 49 |
| <b>Tabla 28.</b> Diccionario de datos de Hechos .....                              | 50 |
| <b>Tabla 29.</b> Fuentes de datos del data mart. ....                              | 52 |
| <b>Tabla 30.</b> Reporte de reservas Core inicial.....                             | 53 |
| <b>Tabla 31.</b> Reporte de reservas Core transformado.....                        | 54 |
| <b>Tabla 32.</b> Plan Collaborative inicial.....                                   | 55 |
| <b>Tabla 33.</b> Plan Collaborative transformado.....                              | 58 |
| <b>Tabla 34.</b> Campos del Reporte SAP de reservas por almacén. ....              | 59 |
| <b>Tabla 35.</b> Campos del Reporte SAP de reservas por almacén transformado. .... | 60 |
| <b>Tabla 36.</b> Definición de OKRs. ....  | 64 |
| <b>Tabla 37.</b> Tiempo y costo del proceso inicial y optimizado.....              | 68 |
| <b>Tabla 38.</b> Análisis descriptivo del Costo.....                               | 70 |

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabla 39.</b> Análisis descriptivo del Tiempo.....                                   | 70 |
| <b>Tabla 40.</b> Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk .....                             | 72 |
| <b>Tabla 41.</b> F test para comparar dos varianzas validando la homocedasticidad ..... | 74 |
| <b>Tabla 42.</b> Prueba t para la igualdad de medias .....                              | 76 |
| <b>Tabla 43.</b> Valorizado de Cores no devueltos por semana. ....                      | 78 |



## ÍNDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| <b>Figura 1.</b> Diagrama del macroproceso .....   | 20 |
| <b>Figura 2.</b> EDT/WBS .....   | 21 |
| <b>Figura 3.</b> Diagrama de Ishikawa. ....  | 23 |
| <b>Figura 4.</b> Diagrama de procesos AS-IS.....   | 28 |
| <b>Figura 5.</b> Diagrama de Pareto en base al tiempo por rol.....                         | 35 |
| <b>Figura 6.</b> Diagrama de procesos To-Be.....   | 37 |
| <b>Figura 7.</b> Cuatro pasos del diseño de un modelo dimensional.....                     | 40 |
| <b>Figura 8.</b> Modelo dimensional. ....  | 44 |
| <b>Figura 9.</b> Implementación SQL de modelo dimensional. ....                            | 45 |
| <b>Figura 10.</b> ETL.....   | 51 |
| <b>Figura 11.</b> Interfaz Macro Excel .....   | 61 |
| <b>Figura 12.</b> Relaciones del modelo.....   | 62 |
| <b>Figura 13.</b> Modelo Dimensional Power Bi .....  | 63 |
| <b>Figura 14.</b> Dashboard para análisis por almacenes .....                              | 65 |
| <b>Figura 15.</b> Dashboard para análisis por usuarios, superintendencias y gerencias..... | 66 |
| <b>Figura 16.</b> Gráfica de prueba de normalidad.....                                     | 72 |
| <b>Figura 17.</b> Total de materiales Core con más de 120 días sin devolución .....        | 77 |
| <b>Figura 18.</b> Valorizado de materiales Core con más de 120 días sin devolución.....    | 77 |

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, a nivel mundial muchas organizaciones están pasando por un proceso de transformación digital, lo cual les da una ventaja competitiva sobre las demás. Para lograrlo, hacen más eficientes sus procesos mediante la aplicación de herramientas tecnológicas (*Chugh & Grandhi, 2013*).

Debido a que la cantidad de datos e información aumenta, las organizaciones han llegado a un punto en el que la implementación de soluciones de inteligencia de negocios para mejorar la toma de decisiones en los procesos es necesaria. Pues, aunque la información disponible aumenta, esto no significa que las personas automáticamente obtengan valor de ella. *Boikanyo et al., (2016)*, mencionan que la constante innovación tecnológica y la creciente competitividad hacen del manejo de la información un reto considerable, requiriendo procesos de toma de decisiones basados en información confiable y oportuna de fuentes internas y externas.

En América Latina, la implementación de soluciones de inteligencia de negocios también se vuelve posible y necesaria, hay un aumento de soluciones de BI en América Latina como una respuesta a las necesidades de información para la toma de decisiones.

*Petrini & Pozzebon, (2009)* analizaron proyectos de BI en los países en desarrollo, específicamente en Brasil, donde en el campo de TI, luego de años de importantes inversiones para crear plataformas tecnológicas que soporten todos los procesos de negocios y que fortalezcan la eficiencia de la estructura operativa, en cada vez más organizaciones surge el área de BI o “inteligencia de negocios”, vista como una respuesta

a las necesidades actuales en materia de información para la toma de decisiones estratégicas mediante el uso intensivo de las tecnologías de la información (TI).

En el Perú, se aplica inteligencia de negocios a distintos sectores y tamaños de empresas, desde finanzas como *Zadívar, (2015)*, en un departamento de Finanzas de la Contraloría General, *Gutierrez Ruiz & Velasquez Vasquez, (2019)*, que aplicó inteligencia de negocios en MYPES de Trujillo, *Pacci Ayala, (2017)* en una PYME en Tacna, *Barrios Juro & Salazar Timoteo, (2020)* en una empresa de seguridad para optimizar la planificación de servicios mineros, *Saavedra Machaca, (2006)* en la mina Porvenir.

Es así, que se refleja que en distintas industrias alrededor del mundo y en el ámbito nacional, es cada vez más importante contar con soluciones de BI que permitan tener información de valor actualizada, que sea fácil de interpretar y que oriente la toma de decisiones. El lugar elegido para el estudio, el área de Cadena Global de Suministro de una empresa minera ubicada en el sur del Perú, especializada en la producción y comercialización de cobre y molibdeno. La cual, presenta un proceso ineficiente de control y seguimiento de materiales Core.

Los materiales Core son materiales de alto costo y mediana rotación, no son materiales de un único uso, sino que se prestan a los usuarios para su uso, y tras 120 días estos deben ser devueltos al almacén. La problemática abordada, es que, a causa de que muchos usuarios no devuelven a tiempo los Cores que se les prestó, se necesita llevar un control constante de qué materiales Core se les prestó, a qué personas y cuándo deben devolverlo (*Segovia, 2022*).

Este control, actualmente se lleva a través de múltiples hojas de excel y enviando correos semanalmente a los usuarios, a sus superintendentes y gerentes para que devuelvan los Cores. Asimismo, se envía un reporte de excel a cada almacén semanalmente para que sepan qué materiales Core y en qué cantidad les faltan. Realizar el control y seguimiento de los materiales Core es algo complejo, que consume bastantes recursos humanos, y es un proceso muy propenso a errores (Nuñez, 2022).

Como consecuencia, el proceso de control y seguimiento de materiales Core es ineficiente, no se tiene trazabilidad sobre la salida y retorno de Cores de forma histórica pues sólo se puede saber el estado actual de los Cores, muchos usuarios no devuelven los Cores a tiempo, algunos de ellos nunca los devuelven, lo cual genera un ajuste de inventario, los superintendentes y gerentes no tienen la información disponible en el formato, momento y lugar adecuado, por lo cual no enfocan ni dedican su tiempo a revisar las tablas de excel y coordinar la devolución de Cores.

Por ello, el presente proyecto pretende optimizar el proceso de control y seguimiento de materiales Core a través de la aplicación de inteligencia de negocios siguiendo la metodología Ralph Kimball.

## CAPÍTULO I

### 1. Descripción del proyecto

#### 1.1 Objetivos

##### 1.1.1 Objetivo General

Optimizar el proceso de control y seguimiento de materiales Core en el área de la Cadena Global de Suministro de una empresa minera ubicada en el sur del Perú mediante la aplicación de inteligencia de negocios.

##### 1.1.2 Objetivos específicos

1. Gestionar el proyecto de la optimización del proceso de control y seguimiento de materiales Core.
2. Analizar el proceso de control y seguimiento de materiales Core, identificando los puntos de mejora y requerimientos del proceso.
3. Rediseñar el proceso de control y seguimiento de materiales Core.
4. Modelar el Data Mart que cumpla con los requerimientos del nuevo proceso.
5. Desarrollar un ETL que de forma automatizada permita extraer, transformar y cargar los datos al Data Mart.
6. Implementar un Dashboard en Power Bi el cual permita mejorar la eficiencia del proceso de control y seguimiento de materiales Core.
7. Validar la eficiencia de la optimización del proceso mediante métricas de costo y tiempo del nuevo proceso de control y seguimiento de materiales Core.

## 1.2 Descripción del proyecto

El proyecto consiste en optimizar el proceso de control y seguimiento de materiales Core en una minera del sur del Perú. Los materiales Core, son materiales reparables de alto costo y mediana rotación a los cuales se les puede dar más de un uso, por lo cual tiene un flujo circular entre el almacén y las áreas usuarias.

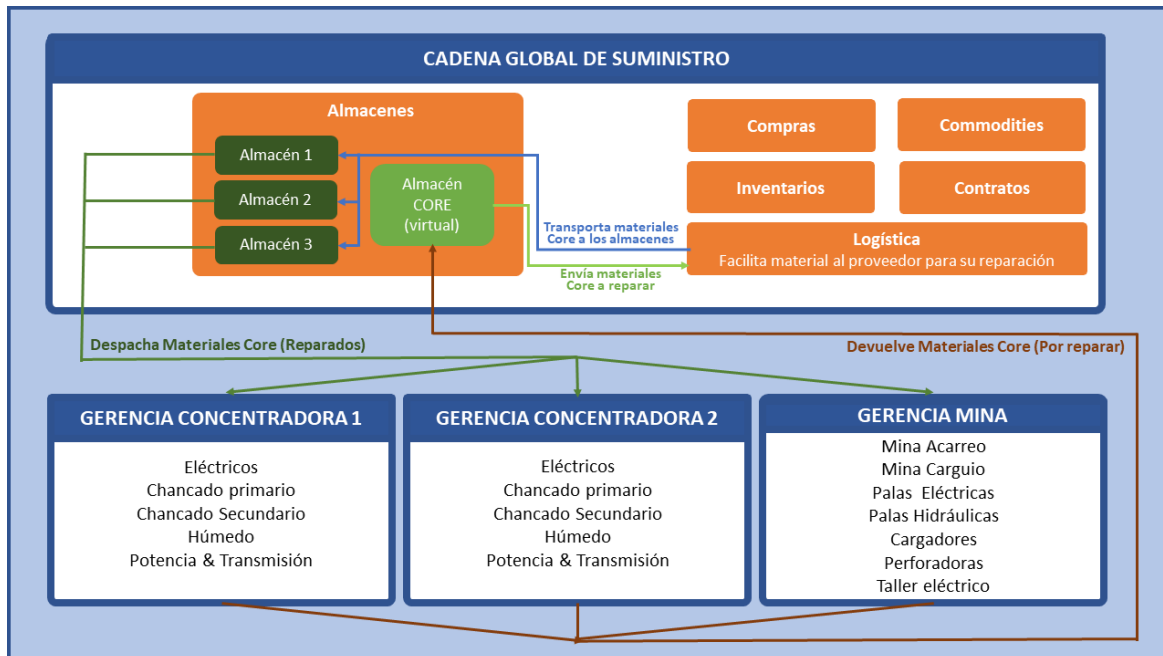
Como se ve en el diagrama del macroproceso mostrado en la Figura 1, el área de Almacenes tiene en stock los materiales Core reparados en sus almacenes físicos (Almacén 1, Almacén 2 y Almacén 3). Las áreas usuarias como Eléctricos, Palas, Mina Acarreo, entre otras, requieren los materiales Core para realizar mantenimientos preventivos, predictivos y correctivos a los equipos. Estas áreas usuarias retiran los materiales Core del almacén 1, 2 o 3, y deben entregar al almacén el Core por reparar, o el mismo Core que retiraron en un plazo máximo de 120 días.

Por ejemplo, un usuario del área de Mina Acarreo retira un motor (material Core) para reparar un camión, entonces debe devolver el motor dañado que será reemplazado por el motor que retiró del almacén en el plazo establecido. Este motor dañado que devuelve al almacén no es ingresado en el sistema SAP a ninguno de los almacenes físicos, sino al almacén virtual Core, esto debido a que, el área de almacenes no tendrá en stock este material, sino que este será enviado a reparar con el proveedor con el apoyo del área de Logística, quien a su vez se encarga de que el material Core retorne reparado a un almacén físico, se hace la transacción en SAP del almacén Core a uno de los almacenes físicos y este material puede ser despachado nuevamente.

Debido a la importancia de estos materiales para que las áreas usuarias continúen sus operaciones, y a que muchos usuarios no devuelven a tiempo los materiales Core, es necesario tener control y hacer seguimiento de la salida y retorno de los materiales Core. Este control, se llevaba a través de reportes de SAP, hojas de excel y enviando correos semanalmente a los usuarios y a sus superintendentes y gerentes para que devuelvan los materiales Core.

La optimización del proceso se enfocó en la mejora de tiempo y costos puesto que en el proceso inicial se identificaron acciones repetitivas, manuales y propensas a errores ejecutadas por los auxiliares de almacén que consumían la mayor cantidad de horas hombre en el proceso. Se evaluaron opciones como optimizar el proceso a través de creación de nuevos reportes SAP, pero esto conllevaba recursos de personal especializado en SAP ERP para redefinir el proceso, los campos, realizar pruebas y establecer nuevos reportes estándar para toda la corporación, y debido a que en los próximos años se migrará a SAP HANNA, el costo-beneficio no justificaba dicho proyecto, por lo cual se optó por aplicar inteligencia de negocios para optimizar el proceso de control y seguimiento de materiales Core.

**Figura 1.**  
*Diagrama del macroproceso.*



*Fuente: Elaboración propia*

### 1.3 Alcances y limitaciones

El alcance del proyecto es optimizar el proceso a través de la aplicación de inteligencia de negocios con un dashboard que estará disponible para todos los empleados de la corporación quienes podrán acceder con su correo corporativo desde su laptop de la empresa en cualquier momento y lugar.

La actualización del dashboard se realizará semanalmente, puesto que los planners de las áreas usuarias planifican sus actividades semanalmente. La alimentación de data del dashboard se limita a realizarse por auxiliares y analistas del área de almacenes, quienes son los encargados de notificar a los usuarios, superintendentes y gerentes sobre el estado de los materiales Core.

## 1.4 Fundamentos Teóricos

### 1.4.1 Estado del arte

La recopilación y el análisis de datos han sido el núcleo de la inteligencia de negocios durante muchos años, sin embargo, la inteligencia de negocios tradicional debe adaptarse al gran volumen de datos que provienen de las tecnologías de Industria 4.0 pues se generan grandes cantidades de datos que necesitan ser procesados y utilizados en la toma de decisiones para generar valor para las empresas. Este artículo plasma una revisión sistemática de la creación de valor a través de inteligencia de negocios en el contexto de la industria 4.0 e identifica las principales contribuciones y lagunas de la investigación como por ejemplo lo importante que es la generación de valor se da a través del análisis de datos y la integración en actividades estratégicas. Los resultados muestran que la mayoría de los estudios se centran en las aplicaciones de BI en tiempo real y la integración de datos voluminosos y no estructurados. Concluyen que para aplicar inteligencia de negocios en el ámbito empresarial, se necesita realizar una transformación del modelo de negocio, aplicando metodologías para gestionar la implementación tecnológica y marcos para orientar la formación de recursos humanos. (*Mukhopadhyay & McConnell, 2009*)

Diaz Anchay, (2021) realizó la implementación de una aplicación de inteligencia de negocios para predecir la demanda de medicamentos en una clínica de Chiclayo, para lo cual aplicó la metodología Ralph Kimball. Implementó un sistema basado en inteligencia de negocios con el fin de apoyar el proceso de predicción de demanda de medicamentos, puesto que en los últimos años se había visto afectada por la insatisfacción del paciente disminución en ventas y baja rentabilidad. Observó que inicialmente el caso de estudio no

contaba con reportes de predicción de la demanda de medicamentos, con el sistema se logró visualizar los medicamentos a vender en un periodo determinado, sabiendo así, qué y cuando comprar para satisfacer la demanda del cliente externo. Los resultados mostraron una reducción del tiempo en la atención del cliente, disminuyendo de un promedio de 25 minutos con 27 segundos a 4 minutos. Con la implementación del sistema se aumentó un 40% el grado de satisfacción del cliente externo.

Cineplanet es una empresa líder en entretenimiento. Esta empresa no contaba con una herramienta de análisis que convierta los datos en información y esta información en conocimiento para la compañía, para aplicarlo en el manejo diario de cada complejo.

Bendezu et al., (2019) identificaron que el principal era el área de almacén, puesto que, se generaban continuas pérdidas en algunos productos, debido a una falta de análisis de datos. Desarrollaron una solución de Business Intelligence utilizando la herramienta de Power BI. Dicha solución consistió en transformar los datos de Cineplanet La Molina en información relevante para la creación informes, y su análisis para que los responsables sean acertados en su toma de decisiones con respecto al comportamiento de productos en la demanda de clientes.

La implementación de un datamart para la toma de decisiones sobre los movimientos de materiales de Luz Del Sur, se realizó en Perú. Los autores analizaron, desarrollaron e implementaron un Datamart siguiendo la metodología de Ralph Kimball, con el fin de que la alta gerencia tome decisiones acertadas guiándose de los reportes generados sobre los movimientos de materiales en la compañía mencionada. Los resultados indican que el Datamart brinda información relevante para tener control del inventario de materiales y así

mejorar la administración de materiales en las diferentes áreas de la empresa. Los reportes que se generan del Datamart ayudan a no tener pérdidas materiales y a no invertir dinero en materiales que no se utilicen (*Ahumada & Caparachin, 2017*).

Joven Hoyos et al., (2020) desarrollaron una propuesta a la entidad EPS con el objetivo de mejorar los sistemas de información y ayudar con la toma de decisiones en los procesos financieros y de servicio al cliente. Implementaron un Dashboard como herramienta de Business intelligence en la organización, logrando mejorar el modelo de atención al cliente en las oficinas a nivel nacional, esto gracias a que mediante el Dashboard se garantiza el ajuste de los indicadores como tiempos de respuesta, tiempos de espera, tiempo total en sala, tiempos de atención, cantidad de transacciones, visitas de afiliados, tipos de servicio y oficinas críticas. Con estos indicadores, se ayuda a la toma de decisiones con respecto al servicio al cliente midiendo la experiencia al afiliado.

Aselmo & Espinoza, (2015) implementaron un DataMart para mejorar la toma de decisiones de recibos de clientes postpago de la telefónica del Perú, debido a que el principal problema de la empresa fue el escaso manejo de información para la toma de decisiones en base a recibos distribuidos, lo que generó pérdidas económicas y de clientes. Aplicaron la metodología Ralph Kimball a través de un diseño de DataMart que permitió analizar, gestionar y generar información rápida y confiable concluyendo que gracias a dicha solución se redujo el tiempo del proceso de elaborar informes así como se logró la ejecución de consultas de forma más sencilla y rápida reduciendo el tiempo de respuesta.

El éxito en las implementaciones de soluciones de inteligencia de negocio de Diaz Anchay (2021), Bendezu et al. (2019), Ahumada & Caparachin, (2017), Joven Hoyos et al., (2020) y Aselmo & Espinoza, (2015) demuestran que la metodología de Ralph Kimball es muy útil para aplicaciones de BI en procesos de empresas.

Asimismo, se modelará e implementará un Data Mart, como lo hicieron Ahumada & Caparachin, (2017) y Aselmo & Espinoza, (2015) para sus soluciones BI. A su vez, este Data Mart alimentará un Dashboard en Power Bi, herramienta utilizada por Bendezu et al., (2019) y Joven Hoyos et al., (2020)

## **1.4.2 Bases Teóricas del proyecto**

### **1.4.2.1 Metodología Ralph Kimball**

La metodología de Kimball permite desarrollar iterativamente un entorno DW/BI (Data Warehouse/ Business Intelligence) a través de un conjunto de métodos y procesos que se utilizan para diseñar y desarrollar un Data Warehouse y herramientas BI. Kimball presenta un diagrama general que representa la secuencia de tareas requeridas para un efectivo diseño, desarrollo e implementación de una solución de inteligencia de negocios incluyendo la gestión de proyectos, definición de requerimientos, modelo dimensional, desarrollo de ETL, aplicación de BI y despliegue de la solución BI (Ross et al., 2008).

### 1.4.2.2 PMBOK

El PMBOK significa “Project Management Body of Knowledge”. Es una guía para la gestión de proyectos desde dos aspectos fundamentales: los macroprocesos, que agrupan a todos los procesos, y las actividades implicadas en proyectos estandarizados y en áreas de conocimiento. Esta guía identifica los fundamentos elementales, se define la terminología estándar, mejores prácticas y pautas de proceso en torno a la gestión de proyectos según lo definido por el Project Management Institute (PMI) (*Lewis, n.d.*).

### 1.4.2.3 Esquema estrella

Un esquema en estrella es una estructura de base de datos optimizada para su uso en un Data Warehouse que utiliza una sola tabla de hechos para almacenar datos transaccionales o medidos, y una o más tablas dimensionales más pequeñas que almacenan atributos sobre los datos. Se llama esquema estrella porque en el diagrama lógico, la tabla de hechos se encuentra en el centro y las tablas de dimensiones se ramifican para formar los puntos de la estrella (*Blythe, 2020*).

### 1.4.2.4 Tabla de dimensiones

Las tablas de dimensiones describen a las entidades, las cosas que se modelan. Las entidades pueden ser personas, productos, conceptos, lugares y el tiempo mismo. La tabla más consistente que posee usualmente un esquema en estrella es una tabla de dimensión “fecha”. Una tabla de dimensiones contiene una columna clave que actúa como un identificador único y una o más columnas descriptivas (*Myers & Follis, 2023*).

#### 1.4.2.5 Tabla de hechos

Una tabla de hechos es aquella que se encuentra en el centro de una base de datos de esquema estrella, y cada esquema en estrella solo tiene una única tabla de hechos. La tabla de hechos contiene los datos primarios medibles específicos que se van a analizar, como datos de rendimiento, registros de ventas, entre otros; y contiene columnas de clave foránea que se relacionan con tablas de dimensión. La tabla de hechos puede ser “Transactional fact table”, es decir transaccional, ya que las filas se agregan a medida que ocurren los eventos, o puede ser “Periodic snapshot fact table”, es decir, una instantánea de los datos históricos hasta un momento dado (*Myers & Follis, 2023*).

#### 1.4.2.6 OKR

Los OKR (Objective and Key Results u Objetivos y resultados clave) son objetivos que se definen poniendo énfasis en la ejecución y seguimiento de los resultados. A diferencia de los KPIs (indicadores clave de rendimiento, los OKR se enfocan en objetivos y no en metas, y estos se alinean con la visión, misión y valores de la empresa. (*Silva Peñafiel et al., 2019*).

#### 1.4.2.7 R

R es un lenguaje interpretado y entorno para computación estadística y gráficos. R proporciona una amplia variedad de técnicas estadísticas y gráficas, y está disponible como Software Libre (*Paradis, 2015*).

#### 1.4.2.8 Prueba T de Student

La prueba t-Student, es una distribución que se utiliza para determinar si existe una diferencia significativa entre las medias de dos grupos. Se fundamenta en dos premisas; la primera es la distribución de normalidad, y la segunda es que las muestras sean independientes. Permite comparar muestras,  $n \leq 30$  y establece la diferencia entre las medias de las muestras (Sánchez Turcios, 2015).

### 1.5 Técnicas y Herramientas

#### 1.5.1 Análisis del proceso

Se plasmó el proceso en un diagrama de procesos As-Is siguiendo la notación BPMN. Para el análisis cualitativo se utilizaron las técnicas del diagrama de Ishikawa para determinar la causa-efecto del proceso, la técnica SIPOC para tener un entendimiento claro de las entradas, procesos y salidas, una matriz RACI donde se asignaron las actividades a cada rol; y, un diagrama As-Is para plasmar el paso a paso del proceso.

Para el análisis cuantitativo, se realizó un análisis de tiempo y costos de las actividades del proceso y mediante un diagrama de Pareto se determinaron las principales causas de la ineficiencia del proceso.

### **1.5.2 Rediseño del proceso**

El rediseño del proceso se realizó mediante un diagrama de procesos To-Be, utilizando la herramienta Bizagi Modeler, la cual permite diagramar y simular gráficamente procesos siguiendo la notación estándar de Business Process Model and Notation (BPMN).

### **1.5.3 Modelamiento del Datamart**

Se modeló el Datamart siguiendo los cuatro pasos propuestos en la metodología de Ralph Kimball, definiendo en primera instancia el proceso, la granularidad, las dimensiones y finalmente los hechos resultando un modelo dimensional. La herramienta que se utilizó para la creación del script del modelo fue SQL Server.

### **1.5.4 Desarrollo del ETL**

El ETL, proceso de extracción, transformación y carga de datos, se realizó con la herramienta Visual Basic Scripts junto a macros de excel, para que de forma rápida y sencilla cualquier analista o auxiliar del área pueda tener la data limpia e íntegra.

### **1.5.5 Implementación de Dashboard**

La implementación del dashboard se realizó con la herramienta PowerBi, pues esta es una herramienta que permite la elaboración de dashboards y reportes interactivos, conexión a distintos orígenes de datos, modelado de datos y a su vez pertenece a Microsoft, por lo cual se tiene la versión premium en la empresa con la cual se está trabajando.

### 1.5.6 Validación de resultados

Se validó la optimización del proceso mediante la comparación de costos y tiempos del nuevo proceso frente al proceso inicial, Para ello, se utilizó la técnica T-student para dos muestras relacionadas, donde un mismo proceso es observado antes y después de una determinada intervención, hallando estadísticos descriptivos que validen o no una hipótesis.



## CAPÍTULO II

### 2. Documentación técnica

#### 2.1 Gestión del proyecto

La gestión del proyecto se realizó tomando como base el PBBOK. En el Anexo 01, se detalla la gestión del cronograma y gestión de riesgos realizadas en la etapa de planificación del proyecto. En las siguientes secciones se muestra la gestión realizada de inicio a fin del proyecto. El documento de cierre del proyecto se muestra en el Anexo 05.

##### 2.1.1 Acta de constitución

En la Tabla 1, se detalla el acta de constitución del proyecto, con lo cual se dio inicio al proyecto y se autoriza formalmente la existencia de éste.

**Tabla 1.**  
*Acta de constitución*

|                              |   |
|------------------------------|---|
| <b>Proyecto:</b>             | Optimizar el proceso de seguimiento y control de materiales Core mediante la aplicación de inteligencia de negocios   |
| <b>Nombre del documento:</b> | Optimización del proceso de seguimiento y control de materiales Core mediante la aplicación de inteligencia de negocios en una empresa minera en el sur del Perú. |
| <b>Fecha de creación:</b>    | 16/08/2022  |
| <b>Autor:</b>                | Gricel Yasmin Ramos Ramos   |

|  |  |
|--|--|
| <p><b>Descripción del proyecto</b></p> | <p>El proyecto consiste en la Optimización del proceso de seguimiento y control de materiales Core mediante la aplicación de inteligencia de negocio. La encargada de ejecutar este proyecto es Grisel Ramos Ramos. Para realizar el proyecto, se aplicará inteligencia de negocios bajo la metodología de Ralph Kimball para optimizar el proceso.</p> <p>Para ello, se analizará el proceso actual para identificar los problemas y puntos de mejora en el proceso, se modelará un data mart, se desarrollará un ETL, se implementará un dashboard, se validará la eficiencia, comparando tiempos y costos y se realizará la gestión de proyectos basándose en el PMBOK</p> <p>El proyecto tomará lugar del 16 de agosto al 16 de diciembre del 2022.</p> <p>El producto es un Dashboard como herramienta de inteligencia de negocios el cual mejore la toma de decisiones y optimice el tiempo y costo del proceso.</p> |
| <p><b>Objetivos</b></p>                | <p><b>OBJETIVO:</b> Optimizar el proceso de control y seguimiento de materiales Core.</p> <p><b>ALCANCE</b> : Dashboard actualizado de control y seguimiento de Materiales Core que esté disponible para cualquier miembro de la corporación.</p> <p><b>TIEMPO</b> : 4 meses</p> <p><b>COSTO</b> : S/. 10 248.00</p>   |
| <p><b>Entregables principales</b></p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Modelo As is</li> <li>- Modelo To Be</li> <li>- Modelo Dimensional</li> </ul>   |

|                                   |   |
|-----------------------------------|---|
|                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dashboard</li> <li>- Validación</li> </ul>   |
| <b>Justificación del proyecto</b> | Es necesario el desarrollo de este proyecto para tener trazabilidad sobre la salida y retorno de los materiales Core de la minera. Asimismo, este proyecto permitirá reducir el tiempo del proceso, lo cual representa una mejora en la eficiencia del proceso y un ahorro de horas hombre en el área de Cadena Global de Suministro.             |
| <b>Duración e hitos</b>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Análisis del proceso actual 16/08/2022</li> <li>- Diagrama de procesos To-Be 16/09/2022</li> <li>- Modelado dimensional 01/10/2022</li> <li>- Desarrollo del ETL 15/10/2022</li> <li>- Implementación del Dashboard 15/11/2022</li> <li>- Validación en métricas de tiempo y costo 16/12/2022</li> </ul> |
| <b>Presupuesto</b>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Servicios luz, internet S/. 180.00</li> <li>- Depreciación Equipos (laptop, monitor) S/. 308.00</li> <li>- Licencias (SAP, PowerBi, Office) S/. 1760.00</li> <li>- Sueldo Personal S/. 8000.00</li> </ul> <p style="text-align: right;"><b>TOTAL S/. 10248. 00</b></p>                                   |
| <b>Director del proyecto</b>      | Gricel Ramos Ramos  |

*Fuente: Elaboración propia*

## 2.1.2 Gestión del alcance

La gestión del alcance se enfoca esencialmente en controlar qué se incluye y qué no se incluye en el proyecto, garantizando que el proyecto incluya todo el trabajo requerido para completar el proyecto con éxito (*PMI, 2017*).

### 2.1.2.1 Controlar el alcance

El documento de control del alcance detallado en la Tabla 2, describe cómo se controló, desarrolló, monitoreó, y validó el alcance del proyecto.

**Tabla 2.**  
*Documento de control del alcance*

|                        |   |
|------------------------|---|
| Documento              | Control del alcance   |
| Versión                | 001   |
| Proyecto               | Seguimiento y control de materiales Core  |
| Línea base del alcance | El alcance del proyecto es obtener un dashboard y un ETL que permitan optimizar el proceso de control y seguimiento de Cores en el área de Cadena Global de Suministro de una minera en el sur del Perú. El dashboard estará disponible para todos los empleados quienes podrán acceder con su correo corporativo desde su laptop de la empresa en cualquier momento y lugar. |
| Solicitudes de cambio  | Ninguna   |

*Fuente: Elaboración propia*

### 2.1.2.2 EDT/WBS

En la Figura 2, se muestra el EDT/WBS, donde se detallan los componentes del proyecto, proporcionando un marco de referencia específico de los entregables.

**Figura 2.**  
*EDT/WBS*



*Fuente: Elaboración propia*

## 2.1.3 Gestión De La Integración Del Proyecto

### 2.1.3.1 Dirigir y Gestionar el trabajo del proyecto

Este proceso consistió en llevar a cabo y liderar el trabajo para alcanzar los objetivos del proyecto. En la Tabla 3, se detalla la gestión del status del proyecto en base a los entregables del proyecto.

**Tabla 3.**  
*Gestión de la integración del proyecto*

| Hito               | WBS | Planificado | Pronosticado | Finalizado | Estado actual |
|--------------------|-----|-------------|--------------|------------|---------------|
| Modelo As is       | 1.1 | 20/08/2022  | 25/08/2022   | 25/08/2022 | Entregado     |
| Modelo To Be       | 1.4 | 20/08/2022  | 03/08/2022   | 05/09/2022 | Entregado     |
| Modelo Dimensional | 2.1 | 20/08/2022  | 15/09/2022   | 15/09/2022 | Entregado     |
| Dashboard          | 2.5 | 20/08/2022  | 25/09/2022   | 01/10/2022 | Entregado     |
| Validación         | 3.3 | 20/08/2022  | 15/12/2022   | 20/12/2022 | Entregado     |

*Fuente: Elaboración propia*

## 2.2 Definición de requerimientos

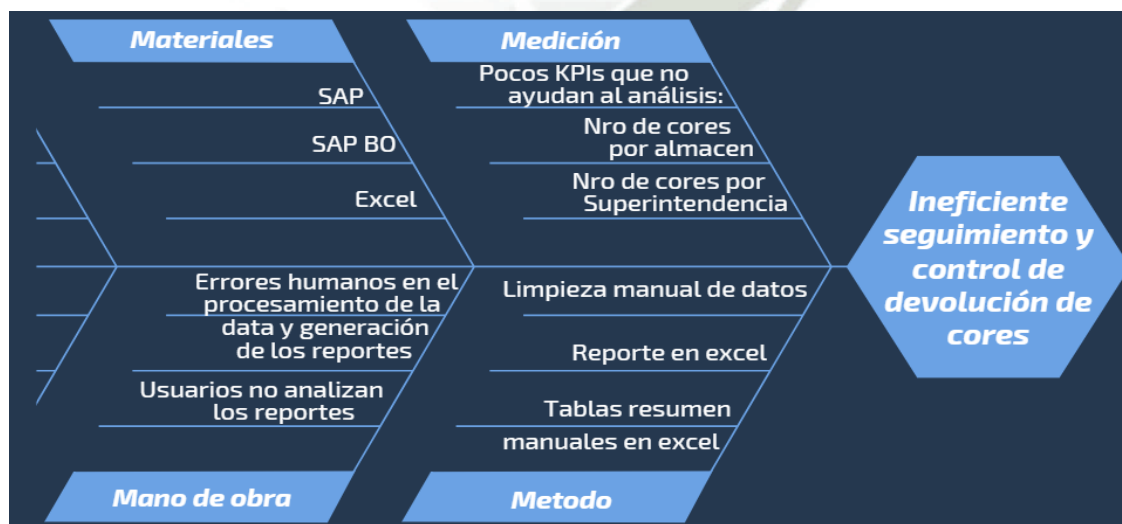
### 2.2.1 Análisis Cualitativo

#### 2.2.1.1 Diagrama Causa-Efecto

Los diagramas de causa-efecto representan la relación entre un efecto negativo dado y sus posibles causas. En el análisis de procesos, un efecto negativo suele ser un problema recurrente de rendimiento del proceso. Las causas potenciales se pueden dividir en factores causales conocidas como las 6M (*Dumas et al., 2018*).

Se realizó un diagrama causa efecto o diagrama de Ishikawa, donde se agruparon los factores en categorías Método, medición, materiales y mano de obra., resultando como se muestra en la Figura 3.

**Figura 3.**  
*Diagrama de Ishikawa.*



*Fuente: Elaboración Propia*

### 2.2.1.2 SIPOC

Un diagrama SIPOC es un mapa de procesos de alto nivel, que permite explicar rápidamente un proceso estableciendo los objetivos de un proyecto. Es un método simple para tener una visión general de un proyecto de un vistazo y ayuda a identificar problemas y aislar áreas que no son necesarias o agregan poco valor (*Brown, 2019*).

En la Tabla 4, el análisis de SIPOC permite identificar cada pilar clave sobre el proceso de control y seguimiento de materiales Core.

**Tabla 4.**  
*Matriz SIPOC*

| <b>Supplier<br/>(Proveedor)</b> | <b>Input<br/>(Entrada)</b> | <b>Process<br/>(Proceso)</b> | <b>Output<br/>(Salida)</b> | <b>Customer<br/>(Cliente)</b> |
|---------------------------------|----------------------------|------------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| SAP BO                          | - Plan Collaborative       | - Unir y                     | - Reporte                  | - Superintendentes            |
| SAP                             | - Reporte de reservas de   | relacionar                   | almacenes                  | y gerentes de áreas           |
| Área RRHH                       | materiales Core.           | datos de los                 | - Reporte                  | usuarias de Cores             |
|                                 | - Reservas de Cores        | Cores y                      | Gerencias                  | - Usuarios de                 |
|                                 | según Doc. material.       | usuarios                     |                            | Cores                         |
|                                 | - Datos personales de los  | - Generar                    |                            | - Superintendente             |
|                                 | usuarios de Cores          | reportes                     |                            | de almacén                    |
|                                 | - Datos personales de      | - Analizar                   |                            | - Supervisores de             |
|                                 | superintendentes y         | reportes                     |                            | almacenes                     |
|                                 | gerentes.                  |                              |                            |                               |

*Fuente: Elaboración propia*

### 2.2.1.3 Matriz RACI

En la Tabla 5, se muestra la matriz RACI, la cual es una matriz de asignación de responsabilidades, donde se asignaron las principales actividades del proceso de control y seguimiento de materiales Core a los roles según las siguientes siglas:

- R: Responsable (Responsable), quien realiza la actividad.
- A: Accountable (Autoridad), quien delega las actividades que deben ser ejecutadas.
- C: Consulted (Consultor), expertos que brindan opiniones de valor.
- I: Informed (Informado), a quienes se les actualiza e informa sobre el progreso de un proceso u actividad.

Se consideraron los roles que intervienen en el proceso de control y seguimiento de materiales Core en la matriz RACI:

- **Auxiliar de almacén:** encargado del despacho, recepción y toma de inventarios en los almacenes, despacha los Cores, y confirma su salida o recepción en SAP.
- **Supervisor de almacén:** supervisa el trabajo de los auxiliares de almacén, realiza ajustes de inventario, verifica el cumplimiento de los procesos y procedimientos, coordina procesos y actividades con áreas usuarias.
- **Usuario de Cores:** utiliza materiales Core para realizar mantenimientos preventivos, correctivos o predictivos a equipos como camiones, palas, perforadoras, entre otros dependiendo del área.

- **Superintendente del usuario:** Supervisa y realiza seguimiento al cumplimiento de procedimientos y procesos de sus áreas a cargo.
- **Gerente del usuario:** Supervisa a los superintendentes bajo su cargo, analiza y envía reportes de indicadores clave sobre los procesos que involucran a sus áreas.

**Tabla 5.**  
*Matriz RACI*

| <b>Actividad</b>                                       | <b>Auxiliar de almacén</b> | <b>Supervisor de almacén</b> | <b>Usuario de Cores</b> | <b>Superintendente del usuario</b> | <b>Gerente del usuario</b> |
|--|----------------------------|------------------------------|-------------------------|------------------------------------|----------------------------|
| Elaborar reportes de Cores                             | R                          | C                            |                         |                                    |                            |
| Envía reportes de Cores.                               | R                          | A                            |                         |                                    |                            |
| Analizar reportes de Cores.                            |                            | R                            | I                       | R                                  | I                          |
| Notificar a los usuarios, superintendentes y gerentes. | R                          | R/A                          | I                       | I                                  | I                          |
| Coordinar devolución de Cores.                         | R                          | I                            | R                       | R/A                                | I                          |
| Devolver Cores.  | I                          | I                            | R                       | A                                  | I                          |

*Fuente: Elaboración propia*

#### 2.2.1.4 Diagrama As-Is

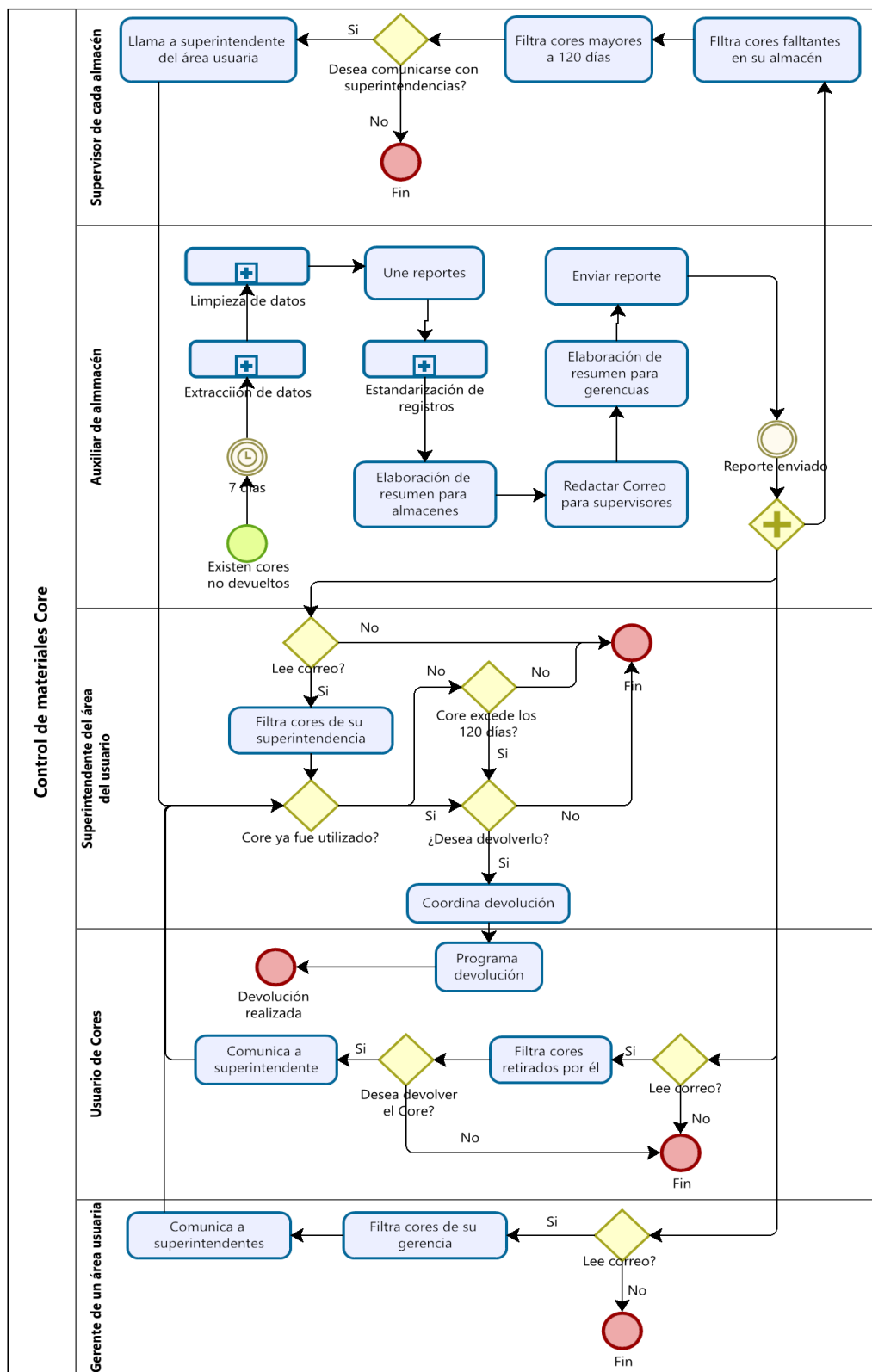
El diagrama de procesos As-Is, mostrado en la Figura 4, es una representación del proceso original “Tal y como está”, denota el paso al paso del proceso de control y seguimiento de materiales Core; y, permite entender el proceso para encontrar puntos críticos del proceso y plantear mejoras a este.

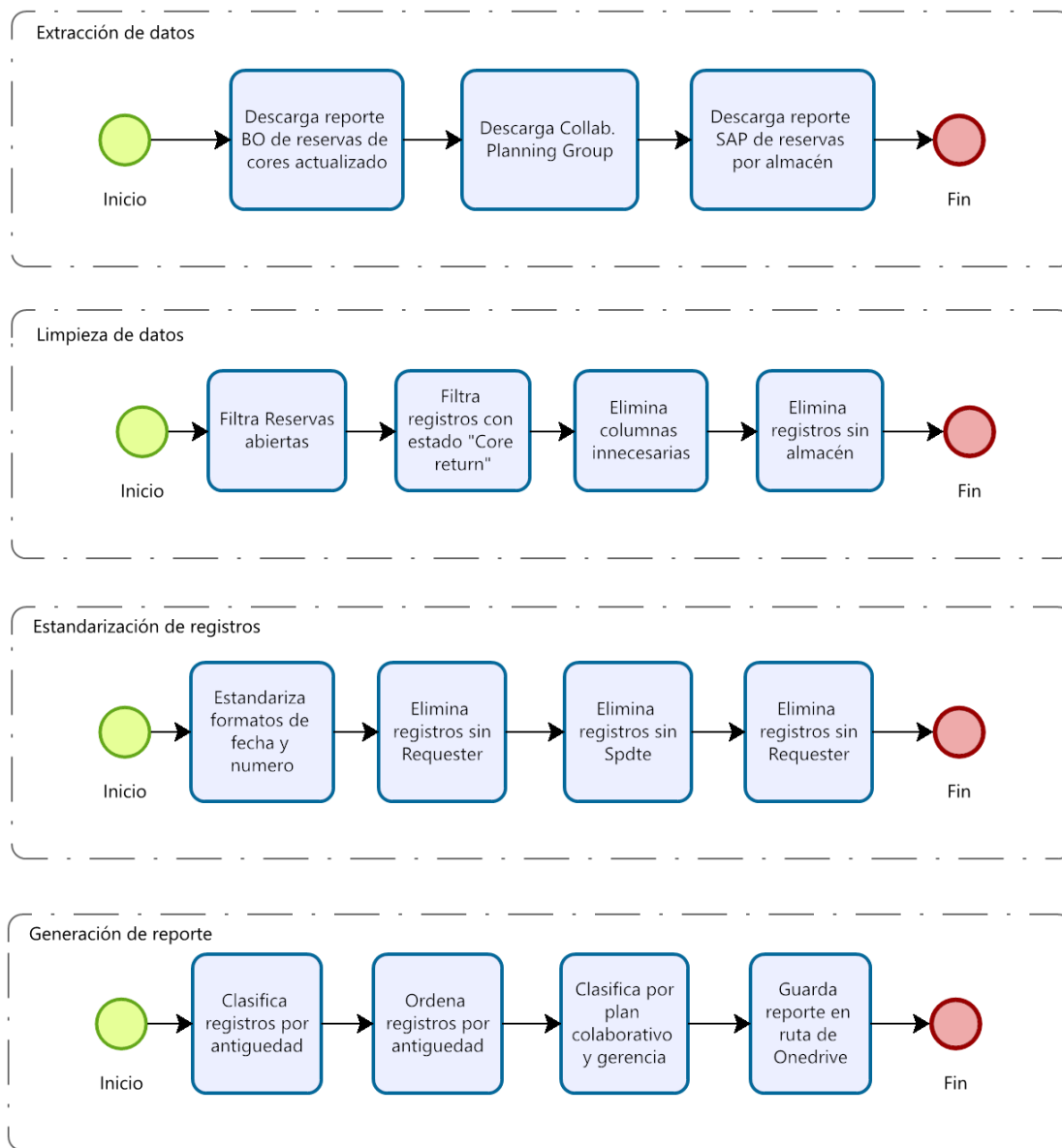
Según lo mostrado en la Figura 4, existen cuatro roles que intervienen en el proceso, por parte del área usuaria están los usuarios directos de los materiales Core y sus gerentes. Por parte del almacén están los auxiliares que son quienes limpian y unen los datos en reportes que se envían a los usuarios y al supervisor de almacén, quien es el cuarto rol.

Al analizar el diagrama As-Is se puede notar una alta intervención manual por parte del auxiliar de almacén quien extrae los datos de las fuentes de datos, los manipula, aplica filtros, y limpia la data para de forma manual generar dos reportes, uno para los supervisores de almacén y otro para los usuarios de Cores y respectivos gerentes.

Por otro lado, las actividades de los supervisores y gerentes son de análisis y toma de decisiones en base a la data que reciben sobre los materiales Core. Mientras que, los usuarios de Cores pueden decidir devolver un Core pero su rol, es estar mantenerse informados sobre qué Cores están en su poder.

Figura 4.  
Diagrama de procesos AS-IS.





*Fuente: Elaboración propia*

## 2.2.2 Análisis Cuantitativo

### 2.2.2.1 Análisis de costos y tiempos por rol

Se realizó un análisis del costo y tiempo que implica el proceso de control y seguimiento de materiales Core, el cual se realiza semanalmente; teniendo en cuenta los costos por cada rol detallados en la Tabla 6.

En la Tabla 7, se muestra el tiempo y costo empleado por el auxiliar de almacén en el proceso. En la Tabla 8, se muestra el costo y tiempo empleado por un supervisor de almacén. En la Tabla 9, Tabla 10 y Tabla 11, se detalla el tiempo empleado por el usuario de Cores, un superintendente y un gerente respectivamente, teniendo los costos y tiempos detallados según las actividades de cada rol.

**Tabla 6.**  
*Costo por cada rol*

| <b>Rol</b>                      | <b>Costo por hora</b> |
|---------------------------------|-----------------------|
| Auxiliar de almacén             | \$ 7.03               |
| Usuario de Cores                | \$ 7.81               |
| Supervisor almacén              | \$15.62               |
| Superintendente de área usuaria | \$18.75               |
| Gerentes de área usuaria        | \$23.44               |

*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 7.**

*Análisis de costos y tiempos por actividad del auxiliar*

| <b>Actividad</b>                                      | <b>Tipo</b>            | <b>Tiempo (min)</b> | <b>Costo</b> |
|---|------------------------|---------------------|--------------|
| Descargar reporte BO de reservas de Cores actualizado | Extracción de datos    | 2                   | \$0,23       |
| Descargar Plan Collaborative                          | Extracción de datos    | 2                   | \$0,23       |
| Descargar MB51 SAP                                    | Extracción de datos    | 2                   | \$0,23       |
| Filtrar Reservas Abiertas                             | Limpieza de datos      | 3                   | \$0,35       |
| Filtrar Core Returns                                  | Limpieza de datos      | 1                   | \$0,12       |
| Eliminar columnas innecesarias del reporte MB51       | Limpieza de datos      | 1                   | \$0,12       |
| Unir reportes   | Extracción de datos    | 5                   | \$0,59       |
| Eliminar registros sin almacen                        | Limpieza de datos      | 3                   | \$0,35       |
| Obtener usuarios de Excel de RRHH                     | Extracción de datos    | 4                   | \$0,47       |
| Completar área de cada registro                       | Limpieza de datos      | 5                   | \$0,59       |
| Obtener superintendente, gerente de cada registro     | Extracción de datos    | 5                   | \$0,59       |
| Clasificar registros por antigüedad                   | Limpieza de datos      | 4                   | \$0,47       |
| Ordenar registros por antigüedad                      | Visualización de datos | 1                   | \$0,12       |
| Elaborar tabla resumen de Cores para almacenes        | Visualización de datos | 5                   | \$0,59       |
| Enviar reporte a almacenes                            | Compartir información  | 3                   | \$0,35       |
| Eliminar registros sin requester                      | Limpieza de datos      | 3                   | \$0,35       |
| Eliminar registros sin superintendente                | Limpieza de datos      | 3                   | \$0,35       |

|   |                        |           |               |
|---|------------------------|-----------|---------------|
| Elaborar tabla resumen de Cores por plan colaborativo | Visualización de datos | 7         | \$0,82        |
| Elaborar tabla resumen de Cores por gerencia          | Visualización de datos | 7         | \$0,82        |
| Enviar reporte a usuarios y superintendentes          | Compartir información  | 5         | \$0,59        |
| <b>Tiempo y costo total</b>                           |                        | <b>71</b> | <b>\$8,32</b> |

*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 8.**  
*Análisis de costos y tiempos por actividad del supervisor de almacén*

| <b>Actividad</b>                | <b>Tipo</b>             | <b>Proba-<br/>bilidad</b> | <b>Tiempo<br/>(min)</b> | <b>Tiempo<br/>Prom. (min)</b> | <b>Costo</b>   |
|---------------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------------|----------------|
| Filtrar Cores de su almacén     | Análisis de información | 100%                      | 4                       | 4                             | \$ 1,04        |
| Filtra Cores mayores a 120 días | Análisis de información | 100%                      | 4                       | 4                             | \$ 1,04        |
| Comunica a superintendentes     | Mensaje                 | 40%                       | 5                       | 2                             | \$ 0,52        |
| <b>Tiempo y costo total</b>     |                         |                           |                         | <b>10 min</b>                 | <b>\$ 2,60</b> |

*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 9.**

*Análisis de costos y tiempos por actividad del superintendente del usuario*

| <b>Actividad</b>                     | <b>Tipo</b>             | <b>Proba-<br/>bilidad</b> | <b>Tiempo<br/>(min)</b> | <b>Tiempo<br/>Prom. (min)</b> | <b>Costo</b>   |
|--------------------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------------|----------------|
| Filtrar Cores de su superintendencia | Análisis de información | de 60%                    | 5                       | 3                             | \$ 0,94        |
| Coordina devolución                  | Mensaje                 | 30%                       | 10                      | 3                             | \$ 0,94        |
| <b>Tiempo y costo total</b>          |                         |                           |                         | <b>6 min</b>                  | <b>\$ 1,88</b> |

*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 10.**

*Análisis de costos y tiempos por actividad del gerente del área usuaria*

| <b>Actividad</b>               | <b>Tipo</b>             | <b>Proba-<br/>bilidad</b> | <b>Tiempo<br/>(min)</b> | <b>Tiempo<br/>Prom. (min)</b> | <b>Costo</b>   |
|--------------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------------|----------------|
| Filtrar Cores retirados por él | Análisis de información | de 50%                    | 5                       | 2.5                           | \$ 0,26        |
| Programa devolución            | Operativo               | 25%                       | 10                      | 2.5                           | \$ 0,26        |
| <b>Tiempo y costo total</b>    |                         |                           |                         | <b>5 min</b>                  | <b>\$ 0,52</b> |

*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 11.**

*Análisis de costos y tiempos por actividad del gerente del área usuaria*

| Actividad                    | Tipo                    | Proba-<br>bilidad | Tiempo<br>(min) | Tiempo<br>Prom. (min) | Costo          |
|------------------------------|-------------------------|-------------------|-----------------|-----------------------|----------------|
| Filtrar Cores de su gerencia | Análisis de información | 30%               | 5               | 1,5                   | \$ 0,59        |
| Comunica a superintendentes  | Mensaje                 | 30%               | 5               | 1,5                   | \$ 0,59        |
| <b>Tiempo y costo total</b>  |                         |                   |                 | <b>3 min</b>          | <b>\$ 1,18</b> |

*Fuente: Elaboración Propia*

#### 2.2.2.2 Análisis de Pareto

El objetivo del análisis de Pareto es identificar qué factores causales de un problema deben tener prioridad. Se basa en el principio de que un pequeño número de factores son responsables de la mayor parte de un efecto dado (*Dumas et al., 2018*).

Se consolidó los tiempos y costos de cada uno de los roles que intervienen en el proceso en la Tabla 12, y se realizó un diagrama de Pareto mostrado en la Figura 5, el cual denota que el rol que invierte más del 80% del tiempo del proceso es el auxiliar de almacén por lo cual, es clave mejorar el tiempo en las actividades que realiza éste en el proceso.

**Tabla 12.**

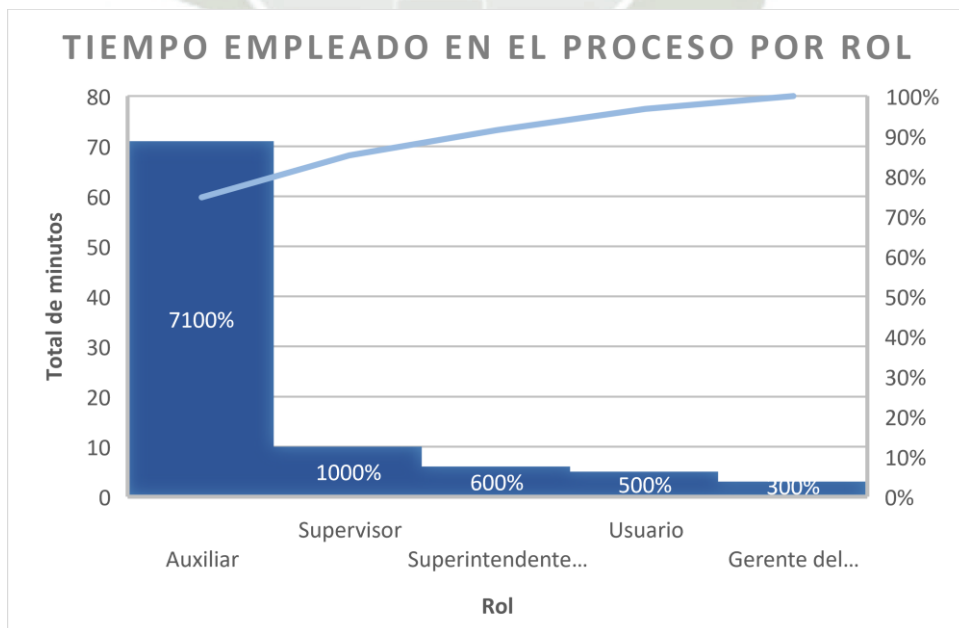
*Análisis de costos y tiempos por actividad del gerente del área usuaria*

| <b>Rol</b>                  | <b>Tiempo (min)</b> | <b>Costo</b>    |
|-----------------------------|---------------------|-----------------|
| Auxiliar                    | 71                  | \$ 8,32         |
| Supervisor                  | 12                  | \$ 3,12         |
| Usuario                     | 5                   | \$ 0,52         |
| Superintendente del usuario | 6                   | \$ 1,88         |
| Gerente del usuario         | 3                   | \$ 1,18         |
| <b>Total</b>                | <b>97 minutos</b>   | <b>\$ 13,38</b> |

*Fuente: Elaboración Propia*

**Figura 5.**

*Diagrama de Pareto en base al tiempo por rol.*



*Fuente: Elaboración Propia*

### 2.2.3 Rediseño del proceso

Dado que la mayor cantidad de actividades y tiempo invertido en el proceso están en el auxiliar de almacén, se rediseñó el proceso de control y seguimiento de materiales Core basándose en la reducción de actividades del auxiliar de almacén y en la mejor visualización de la información para un óptimo análisis y toma de decisiones por parte de los supervisores, superintendentes y gerentes. El nuevo proceso se muestra en la Figura 6, a través del diagrama de procesos To-Be, donde un nuevo rol “ETL automatizado” es el ejecutor de las actividades que realizaba anteriormente el auxiliar de almacén en el proceso para elaborar el reporte de Cores. Asimismo, genera un Dashboard, el cual facilita el análisis de información por parte del supervisor, superintendente y gerente. Posteriormente en las Tablas 14 a Tabla 18 muestran el análisis de tiempo y costos que el nuevo proceso implica para cada uno de los roles, cuyo consolidado se detalla en la Tabla 13, donde se tiene un costo total de \$6,32 y un tiempo total de 35 minutos en el proceso.

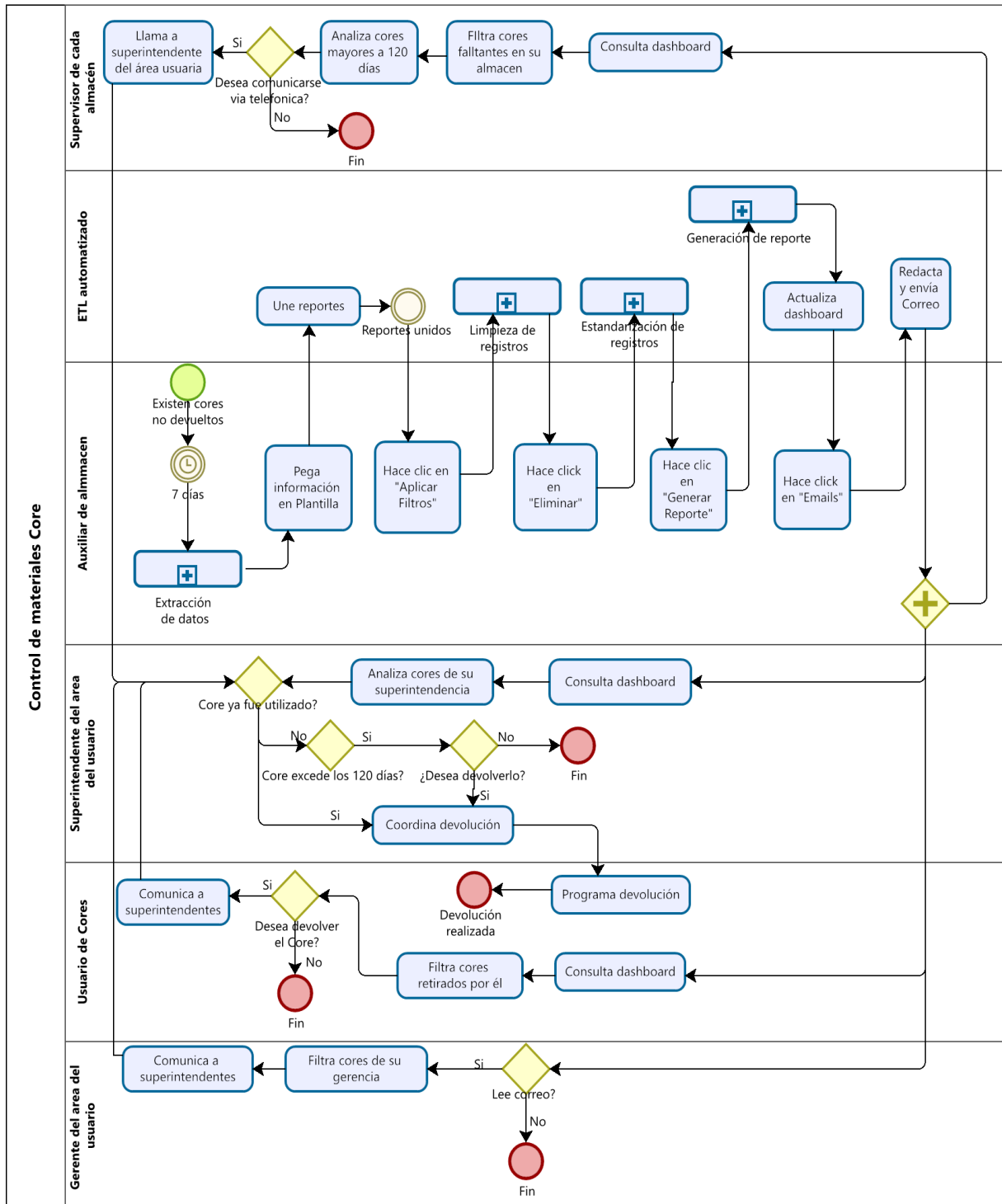
**Tabla 13.**

*Análisis de costos y tiempos por actividad del gerente del área usuaria*

| <b>Rol</b>                  | <b>Tiempo (min)</b> | <b>Costo</b>   |
|-----------------------------|---------------------|----------------|
| Auxiliar                    | 11                  | \$ 0,66        |
| Supervisor                  | 10                  | \$ 2,08        |
| Usuario                     | 5                   | \$ 0,52        |
| Superintendente del usuario | 6                   | \$ 1,56        |
| Gerente del usuario         | 3                   | \$ 1,18        |
| <b>Total</b>                | <b>35 minutos</b>   | <b>\$ 6,00</b> |

*Fuente: Elaboración Propia*

**Figura 6.**  
*Diagrama de procesos To-Be*



Fuente: *Elaboración Propia*

**Tabla 14.**

*Análisis de costos y tiempos por actividad del auxiliar en el proceso rediseñado*

| Actividades y Eventos                           | Tipo                  | Tiempo        | Costo         |
|---|-----------------------|---------------|---------------|
| Descargar reporte BO                            | Extracción de datos   | 2 min.        | \$ 0.12       |
| Descargar Plan Collaborative                    | Extracción de datos   | 2 min.        | \$ 0.12       |
| Pega información en plantilla                   | Extracción de datos   | 1 min.        | \$ 0.06       |
| Click en "Aplicar Filtros"                      | Limpieza de datos     | 1 min         | \$ 0.06       |
| Descarga reporte de SAP de reservas por almacén | Extracción de datos   | 2 min         | \$ 0.12       |
| Pega información en plantilla                   | Extracción de datos   | 1 min         | \$ 0.06       |
| Click en "Generar Reporte"                      | Limpieza de datos     | 1 min         | \$ 0.06       |
| Hace click en "Emails"                          | Compartir información | 1 min         | \$ 0.06       |
| <b>Tiempo total</b>                             |                       | <b>11 min</b> | <b>\$0.66</b> |

*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 15.**

*Análisis de costos y tiempos por actividad del superintendente del usuario*

| Actividad                            | Tipo                    | Proba-<br>bilidad | Tiempo<br>(min) | Tiempo<br>Prom. (min) | Costo          |
|--------------------------------------|-------------------------|-------------------|-----------------|-----------------------|----------------|
| Analiza Cores de su superintendencia | Análisis de información | 100%              | 3               | 3                     | \$ 0,94        |
| Coordina devolución                  | Mensaje                 | 30%               | 10              | 3                     | \$ 0,94        |
| <b>Tiempo y costo total</b>          |                         |                   |                 | <b>6 min</b>          | <b>\$ 1,88</b> |

*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 16.**

*Análisis de costos y tiempos por actividad del supervisor de almacén*

| <b>Actividad</b>                    | <b>Tipo</b>                | <b>Proba-<br/>bilidad</b> | <b>Tiempo<br/>(min)</b> | <b>Tiempo<br/>Prom. (min)</b> | <b>Costo</b>   |
|-------------------------------------|----------------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------------|----------------|
| Filtrar Cores de su<br>almacén      | Análisis de<br>información | 100%                      | 2                       | 2                             | \$ 0,52        |
| Analiza Cores<br>mayores a 120 días | Análisis de<br>información | 100%                      | 4                       | 4                             | \$ 1,04        |
| Comunica a<br>superintendentes      | Mensaje                    | 40%                       | 5                       | 2                             | \$ 0,52        |
| <b>Tiempo y costo total</b>         |                            |                           |                         | <b>10 min</b>                 | <b>\$ 2,08</b> |

*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 17.**

*Análisis de costos y tiempos por actividad del usuario*

| <b>Actividad</b>                  | <b>Tipo</b>                | <b>Proba-<br/>bilidad</b> | <b>Tiempo<br/>(min)</b> | <b>Tiempo<br/>Prom. (min)</b> | <b>Costo</b>   |
|-----------------------------------|----------------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------------|----------------|
| Filtrar Cores<br>retirados por él | Análisis de<br>información | 100%                      | 2.5                     | 2.5                           | \$ 0,78        |
| Programa<br>devolución            | Operativo                  | 25%                       | 10                      | 2.5                           | \$ 0,78        |
| <b>Tiempo y costo total</b>       |                            |                           |                         | <b>5 min</b>                  | <b>\$ 1,56</b> |

*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 18.**

*Análisis de costos y tiempos por actividad del gerente del área usuaria*

| Actividad                    | Tipo                    | Proba-<br>bilidad | Tiempo<br>(min) | Tiempo<br>Prom. (min) | Costo          |
|------------------------------|-------------------------|-------------------|-----------------|-----------------------|----------------|
| Filtrar Cores de su gerencia | Análisis de información | 30%               | 5               | 1,5                   | \$ 0,59        |
| Comunica a superintendentes  | Mensaje                 | 30%               | 5               | 1,5                   | \$ 0,59        |
| <b>Tiempo y costo total</b>  |                         |                   |                 | <b>3 min</b>          | <b>\$ 1,18</b> |

*Fuente: Elaboración Propia*

## 2.3 Aplicación de Inteligencia de negocios

### 2.3.1 Modelo Dimensional

Para elaborar el modelo dimensional, se siguieron los cuatro pasos mostrados en la Figura 7 del diseño de un modelo dimensional planteado por Kimball en (Kimball Group, 2013).

**Figura 7.**

*Cuatro pasos del diseño de un modelo dimensional.*



*Fuente: Elaboración Propia*

### 2.3.1.1 Seleccionar el proceso de negocio

El proceso elegido es el control y seguimiento de materiales Core en una Minera del Sur del Perú

### 2.3.1.2 Declarar la granularidad

Dado que semanalmente se evalúa la devolución de los Cores, la granularidad será el número de Cores pendientes de devolución, por almacén, por semana.

### 2.3.1.3 Identificar las dimensiones

Se identificaron seis dimensiones en base al análisis realizado previamente. Estas se describen en la Tabla 19.

**Tabla 19.**  
*Dimensiones del Data mart.*

| <b>Dimensión</b> | <b>Descripción</b>   |
|------------------|--|
| Requesters       | Usuarios o clientes internos que retiraron materiales Core. Incluye los datos personales del trabajador. |
| Superintendencia | Áreas de la organización, que son lideradas por un superintendente, y pertenecen a determinada gerencia. |
| Tiempo           | Fecha, semana, mes y año. Necesario para llevar un control adecuado de los Cores.                        |

|            |   |
|------------|---|
| Almacén    | La superintendencia de Almacenes tiene a su cargo tres almacenes, cada uno de ellos con características diferentes y con su propia supervisión. |
| Workcenter | Centro de trabajo para el cual se retiraron los Cores, sea para trabajos específicos o procesos de todo un área.                                |
| Materiales | Lista de materiales que se tienen en los almacenes, detallando su número de material, descripción e información relevante de cada material.     |

*Fuente: Elaboración propia*

#### **2.3.1.4 Identificar los hechos**

Los hechos son los indicadores que dan sentido al análisis de las dimensiones. La tabla de hechos incluye datos asociados a un proceso de negocio en concreto y las claves de las dimensiones que intervienen en dicho proceso, en el mínimo nivel de granularidad.

La estructura de la tabla hechos posee relación a cada una de las dimensiones definidas, así como las métricas definidas para el análisis de los datos.

La Tabla 20, corresponde a la tabla de hechos del modelo, y por su frecuencia y tipo de datos, corresponde a una tabla de hechos “Periodic snapshot fact tables”.

Este tipo de tabla de hechos es usada para recoger información de forma periódica a intervalos de tiempo regulares sobre un hecho. Permiten tomar una foto de la situación en un momento establecido, en este caso al inicio de cada semana, tener la “foto” de los Cores no devueltos (Zadívar, 2015).

**Tabla 20.***Tabla de Hechos*

| <b>Campo</b>                | <b>Descripción</b>                           |
|-----------------------------|--|
| Reserve for return of CORE  | Número de reserva del material Core          |
| Reservation dispatched      | Número de reserva despachada                 |
| Item Reservation Dispatched | Número de línea de la reserva despachada     |
| Doc. Reservation Dispatched | Documento material de la reserva despachada  |
| Cancelled reservation       | Cancelación de la reserva (Si o No)          |
| WorkOrder # or WBS #        | Número de la orden de trabajo                |
| Qty Open                    | Cantidad abierta                             |
| Resrvtn Base Date           | Foreign Key Tiempo: fecha base de la reserva |
| Material Code               | Foreign Key material                         |
| Almacen                     | Foreign Key almacén                          |
| Age                         | Foreign Key antigüedad                       |
| Assigned Requester          | Foreign Key Usuario                          |
| Superintendente             | Foreign Key superintendente                  |
| Workcenter                  | Foreign Key centro de trabajo                |

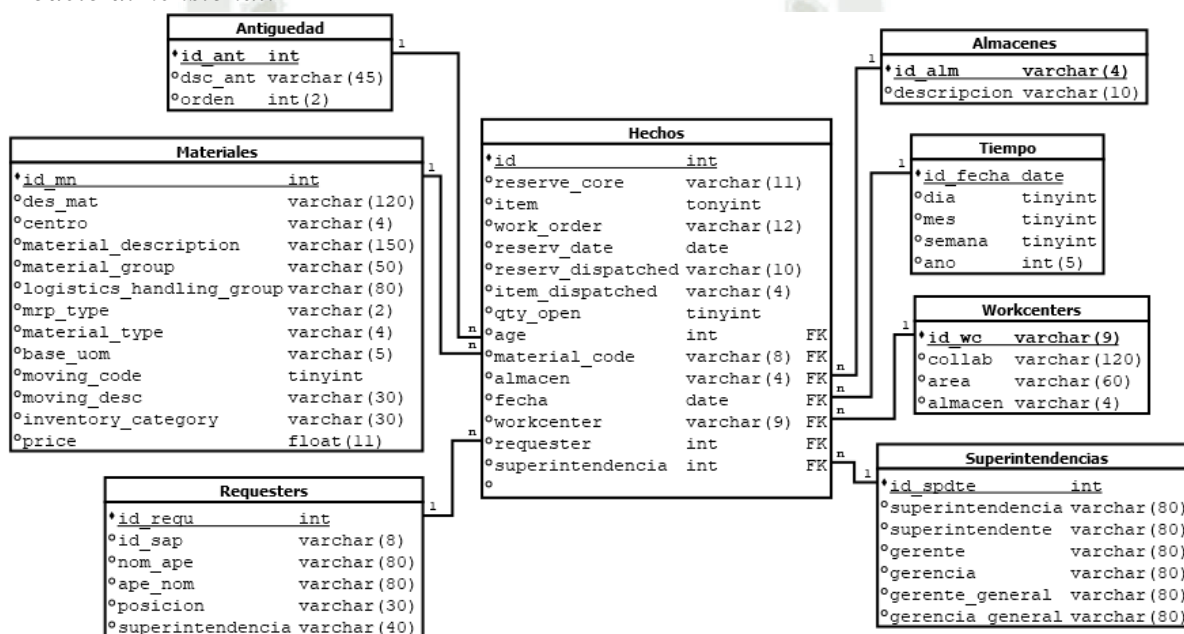
*Fuente: Elaboración Propia*

### 2.3.1.5 Modelo dimensional

Se realizó el diseño del modelo dimensional utilizando la herramienta DIA. El modelo resultante mostrado en la Figura 8, es un esquema estrella, donde la tabla de hechos esta relacionada mediante Foreign Keys a cada una de las dimensiones.

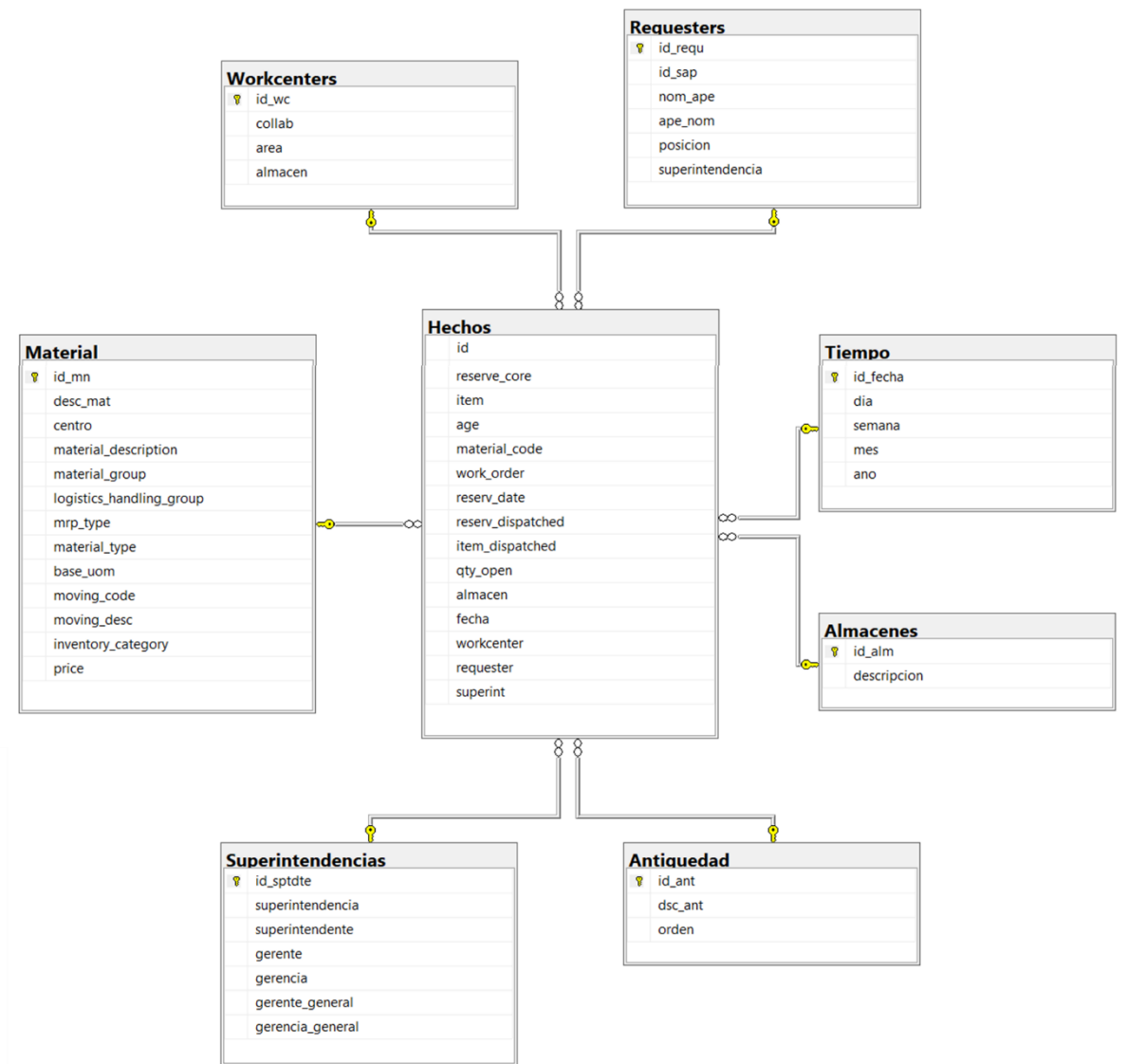
Posteriormente, se realizó la implementación del modelo dimensional utilizando SQL como se muestra en la Figura 9. El script de implementación se muestra en el Anexo 02 y el diccionario de datos se detalla en la Tabla 21 a Tabla 28.

**Figura 8.**  
*Modelo dimensional.*



*Fuente: Elaboración Propia*

**Figura 9.**  
*Implementación SQL de modelo dimensional.*



*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 21.**

*Diccionario de datos de Materiales*

| <b>Campo</b>             | <b>Tamaño</b> | <b>Tipo de dato</b> | <b>Descripcion</b>                      | <b>Clave</b> |
|--------------------------|---------------|---------------------|---|--------------|
| id_mn                    | 8             | varchar             | Numero de material                      | PK           |
| des_mat                  | 120           | varchar             | Descripción del material                | -            |
| centro                   | 4             | varchar             | Centro del material                     | -            |
| material_description     | 150           | varchar             | Descripción del material en<br>inglés   | -            |
| material_group           | 50            | varchar             | Grupo del material                      | -            |
| logistics_handling_group | 80            | varchar             | Grupo de logística del<br>material      | -            |
| mrp_type                 | 2             | varchar             | Tipo MRP del material                   | -            |
| material_type            | 4             | varchar             | Tipo de material                        | -            |
| base_uom                 | 5             | varchar             | Unidad de medida base                   | -            |
| moving_code              |               | Tinyint             | Código del movimiento                   | -            |
| moving_desc              | 30            | varchar             | Descripción del código de<br>movimiento | -            |
| inventory_category       | 30            | varchar             | Categoría de inventario                 | -            |
| price                    | 11            | Float               | Precio del material                     | -            |

*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 22.**

*Diccionario de datos de Almacenes*

| <b>Campo</b> | <b>Tamaño</b> | <b>Tipo de dato</b> | <b>Descripcion</b>      | <b>Clave</b> |
|--------------|---------------|---------------------|-------------------------|--------------|
| id_alm       | 4             | varchar             | Id del Almacén          | PK           |
| descripcion  | 10            | varchar             | Descripción del almacén | -            |

*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 23.**

*Diccionario de datos de Workcenters*

| <b>Campo</b> | <b>Tamaño</b> | <b>Tipo de dato</b> | <b>Descripcion</b>         | <b>Clave</b> |
|--------------|---------------|---------------------|----------------------------|--------------|
| id_wc        | 9             | varchar             | Id del workcenter          | PK           |
| Collab       | 120           | varchar             | Grupo de plan colaborativo | -            |
| Área         | 60            | varchar             | Área del workcenter        | -            |
| almacen      | 4             | varchar             | Almacén del workcenter     | -            |

*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 24.**

*Diccionario de datos de Antigüedad*

| <b>Campo</b> | <b>Tamaño</b> | <b>Tipo de dato</b> | <b>Descripcion</b>           | <b>Clave</b> |
|--------------|---------------|---------------------|------------------------------|--------------|
| id_ant       | 5             | Int                 | ID de antigüedad             | PK           |
| Dsc_ant      | 45            | Varchar             | Descripción de la antigüedad | -            |
| orden        | 2             | int                 | Orden de la antigüedad       | -            |

*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 25.**

*Diccionario de datos de Requesters*

| <b>Campo</b>     | <b>Tamaño</b> | <b>Tipo de dato</b> | <b>Descripcion</b>                                    | <b>Clave</b> |
|------------------|---------------|---------------------|---|--------------|
| id_requ          | 5             | Int                 | Id del Assigned Requester                             | PK           |
| Id_sap           | 8             | varchar             | ID SAP del Requester                                  | -            |
| Nom_ape          | 80            | varchar             | Nombre y apellidos                                    | -            |
| Ape_nom          | 80            | varchar             | Apellidos y nombres                                   | -            |
| Posición         | 30            | varchar             | Posición en la organización<br>del Assigned requester | -            |
| superintendencia | 40            | varchar             | Superintendencia del<br>Assigned Requester            | -            |

*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 26.**

*Diccionario de datos de Tiempo*

| <b>Campo</b> | <b>Tamaño</b> | <b>Tipo de dato</b> | <b>Descripcion</b>    | <b>Clave</b> |
|--------------|---------------|---------------------|-----------------------|--------------|
| id_fecha     |               | Date                | ID Fecha (dd/mm/yyyy) | PK           |
| Día          |               | tinyint             | Día de la fecha       | -            |
| Semana       |               | tinyint             | Semana del año        | -            |
| mes          |               | tinyint             | Mes de la fecha       | -            |
| ano          | 5             | int                 | Año de la fecha       | -            |

*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 27.***Diccionario de datos de Superintendencias*

| <b>Campo</b>     | <b>Tamaño</b> | <b>Tipo de dato</b> | <b>Descripción</b>                     | <b>Clave</b> |
|------------------|---------------|---------------------|--|--------------|
| id_sptdte        | 5             | Int                 | Id del superintendente                 | PK           |
| superintendencia | 80            | varchar             | Descripción de la superintendencia     | -            |
| Superintendente  | 80            | varchar             | Nombre y apellidos del superintendente | -            |
| Gerente          | 80            | varchar             | Nombre y apellidos del gerente         | -            |
| Gerencia         | 80            | varchar             | Nombre de la gerencia                  | -            |
| Gerente_general  | 80            | varchar             | Nombre y apellidos del gerente general | -            |
| Gerencia_general | 80            | varchar             | Nombre de la gerencia general          | -            |

*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 28.**

*Diccionario de datos de Hechos*

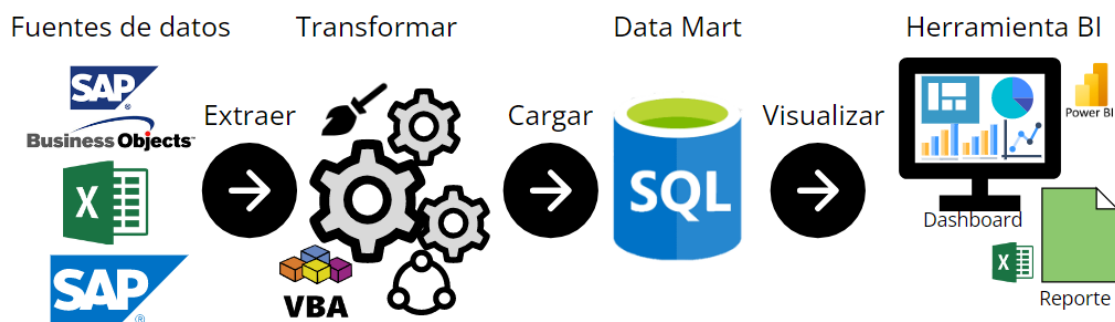
| <b>Campo</b>      | <b>Tamaño</b> | <b>Tipo de dato</b> | <b>Descripcion</b>                       | <b>Clave</b> |
|-------------------|---------------|---------------------|--|--------------|
| Id                | 4             | varchar             | Id del registro                          | PK           |
| reserve_Core      | 10            | varchar             | Número de reserva Core                   | -            |
| item              | -             | tinyint             | Item de la reserva Core                  | -            |
| age               | 4             | int                 | Número de días de atraso<br>(Antigüedad) | FK           |
| material_code     | 8             | varchar             | Código de material                       | FK           |
| work_order        | 12            | varchar             | Orden de trabajo                         | -            |
| reserv_date       | -             | date                | Fecha de creación reserva                | -            |
| reserv_dispatched | 10            | varchar             | Número de reserva despachada             | -            |
| item_dispatched   | 4             | varchar             | Número de item despachado                | -            |
| qty_open          | -             | tinyint             | Cantidad abierta de Cores                | -            |
| almacen           | 4             | varchar             | ID del Almacén                           | FK           |
| fecha             | -             | date                | ID del Tiempo                            | FK           |
| workcenter        | 9             | varchar             | ID del Workcenter                        | FK           |
| requester         | 5             | int                 | ID del Assigned Requester                | FK           |
| superint          | 5             | int                 | ID de la superintendencia                | FK           |

*Fuente: Elaboración Propia*

### 2.3.2 ETL

El proceso de extraer transformar y cargar, se realiza como se muestra en la Figura 10, donde se extraen los datos de las fuentes de datos que son SAP BO, Excel y SAP, se realiza la transformación para tener data íntegra, se carga la data al datamart en SQL y se puede visualizar la información desde un Dashboard en Power Bi o un reporte de excel.

**Figura 10.**  
ETL



*Fuente: Elaboración propia*

#### 2.3.2.1 Extraer

Se extrajeron los datos de las fuentes de datos mostradas en la Tabla 29, donde se detalla el tipo de fuente, y qué datos se obtienen de cada fuente.

La data de reservas y Core Returns, contienen los hechos del modelo dimensional. Sin embargo, poseen más columnas de las que se utilizan y son necesarias para el proceso de seguimiento de Cores, por lo cual, en la etapa de transformación, se modificaron para que la extracción de estos datos cuya frecuencia es semanal, sea óptima en cuanto a tiempo de ejecución y la data obtenida sea de calidad.

**Tabla 29.**

*Fuentes de datos del data mart.*

| <b>Fuente de datos</b> | <b>Tipo de Fuente</b> | <b>Data</b>  |
|------------------------|-----------------------|--|
| SAP BO                 | Fuente externa        | - Reservas<br>- Core returns                           |
| Excel de RRHH          | Fuente externa        | - Usuarios   |
| SAP                    | Fuente interna        | - Reservas por almacén<br>- Materiales<br>- Workcenter |
| Excel                  | Fuente interna        | - Tiempo<br>- Almacenes<br>- Antigüedad                |

*Fuente: Elaboración Propia*

### 2.3.2.2 Transformar

Se realizó una transformación de las fuentes de datos para que la extracción de datos sea más rápida y no se tengan columnas innecesarias.

- SAP BO: Reporte de Reservas de Cores

Se pasó de tener alrededor de 9000 a 300 registros. Se utilizó EDW Power en SAP BO para modificar el reporte para que el resultado de este sea los registros de Cores pendientes de devolución (alrededor de 300) y no los registros de Cores tanto devueltos como no devueltos (alrededor de 9000). En la Tabla 30, se detallan las columnas consideradas antes de la transformación y en la Tabla 31 tras la transformación.

**Tabla 30.**  
*Reporte de reservas Core inicial.*

| <b>Índice</b> | <b>Columna</b>               | <b>Descripción</b>              |
|---------------|------------------------------|---------------------------------|
| 1             | Work Group                   | Grupo de trabajo                |
| 2             | Recipient Full Name          | Nombre completo del recipiente  |
| 3             | Resrvtn #                    | Número de reserva               |
| 4             | Item #                       | Número de línea de reserva      |
| 5             | Age                          | Número de días sin devolver     |
| 6             | Material Code                | Número de material              |
| 7             | Material Desc                | Descripción breve del material  |
| 8             | WorkOrder # or WBS #         | Número de orden de trabajo      |
| 9             | Oper # & Line #              | Número de línea de la operación |
| 10            | Resrvtn Base Date            | Fecha base de la reserva        |
| 11            | Resrvtn Doc Item Reqmnt Date | Fecha base del doc. Material    |
| 12            | Issuing Material Doc         | Documento material del despacho |
| 13            | Qty to be Returned           | Cantidad a ser retornada        |
| 14            | Qty Open                     | Cantidad abierta                |
| 15            | Qty Returned                 | Cantidad Retornada              |
| 16            | Final Issue Status           | Estado final del despacho       |
| 17            | Open Reservation Flag (Y/N)  | Reserva abierta (Si/No)         |
| 18            | Cancelled Reservation(Y/N)   | Reserva cancelada (Si/No)       |

*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 31.**

*Reporte de reservas Core transformado.*

| Índice | Columna                          |                                       |
|--------|----------------------------------|---------------------------------------|
| 1      | Reserve for return of CORE       | Número de reserva Core                |
| 2      | Item                             | Número de línea de reserva            |
| 3      | Age                              | Número de días sin devolver           |
| 4      | Material Code                    | Número de material                    |
| 5      | Material Desc                    | Descripción breve del material        |
| 6      | WorkOrder # or WBS #             | Número de orden de trabajo            |
| 7      | Resrvtn Base Date                | Fecha base de la reserva              |
| 8      | Reservation Dispatched           | Número de reserva despachada          |
| 9      | Item Reservation Dispatched      | Número de línea de reserva            |
| 10     | Doc. Reservation Dispatched      | Número de documento material          |
| 11     | Item Doc. Reservation Dispatched | Número de línea de documento material |
| 12     | Qty Open                         | Cantidad abierta                      |
| 13     | Open Reservation Flag (Y/N)      | Reserva abierta (Si/No)               |
| 14     | Cancelled Reservation(Y/N)       | Reserva cancelada (Si/No)             |

*Fuente: Elaboración Propia*

- SAP BO: Plan Collaborative

El Plan Collaborative se obtenía desde SAP BO, mediante el reporte EDW02887, donde se detallaba el estado de todas las Órdenes de Trabajo (Work Orders), que contengan cualquier tipo de material, tanto de Cores como no. Por lo cual, la cantidad de data era de alrededor de 12000 registros.

Además, como se especifica en la Tabla 32, contaba con 48 columnas, donde la mayoría era irrelevante. Por ello, se modificó el reporte utilizando el EDW Power, en modo diseñador en SAP Business Object, para crear una versión con las columnas especificadas en la Tabla 33. Este nuevo reporte, sólo muestra los Core reutrns, por lo cual suele tener alrededor de 300 registros, mostrando una significativa mejora en el tiempo de ejecución.

**Tabla 32.**  
*Plan Collaborative inicial.*

| Índice | Columna                   | Descripción   |
|--------|---------------------------|---|
| 1      | Order / CC / WBS No       | Número de orden de trabajo o número de centro de costo. |
| 2      | Operation / Res / Preq No | Número de operación de la orden                         |
| 3      | Item                      | Número de línea de reserva                              |
| 4      | Detail                    | Detalle de  |
| 5      | Reqmnt Qtys               | Cantidad requerida                                      |
| 6      | Order Basic Start         | Fecha de inicio de la orden                             |
| 7      | Oper Earliest Start       | Fecha de inicio de la operación                         |
| 8      | Comp Rqmnt Date           | Fecha de requerimiento del componente                   |
| 9      | Status                    | Estado de la orden                                      |
| 10     | Deliv Date                | Fecha de delivery                                       |
| 11     | Pipeline Status           | Estado del pipeline                                     |
| 12     | Fulfillment Type          | Tipo de cumplimiento                                    |
| 13     | Fulfilling Doc No         | Número de documento de cumplimiento                     |
| 14     | Doc Itm                   | Documento del item                                      |

|           |                                    |  |
|-----------|------------------------------------|--|
| <b>15</b> | Doc Open Qty                       | Cantidad abierta del documento                           |
| <b>16</b> | Additional Info                    | Información adicional                                    |
| <b>17</b> | Other Available SOH                | Otros SOH disponibles                                    |
| <b>18</b> | Delivery Details                   | Detalles de la entrega                                   |
| <b>19</b> | Offsite Purchasing Details         | Detalles de compras externas                             |
| <b>20</b> | Costs                              | Costo  |
| <b>21</b> | Assigned Requester                 | Nombre del Usuario                                       |
| <b>22</b> | Requester Work Group               | Centro de trabajo del usuario.                           |
| <b>23</b> | Vendor                             | Nombre del Vendedor                                      |
| <b>24</b> | Buyer                              | Nombre del Comprador                                     |
| <b>25</b> | Main Work Center                   | Centro de trabajo principal                              |
| <b>26</b> | Operation Work Center              | Centro de trabajo de operación                           |
| <b>27</b> | Created / Changed by Name<br>or ID | ID del creador o última persona que<br>modificó la orden |
| <b>28</b> | Resrvtn No                         | Número de reserva  |
| <b>29</b> | Resrvtn Item                       | Número de ítem de la reserva                             |
| <b>30</b> | Resrvtn Unload Point               | Punto de descarga de la reserva                          |
| <b>31</b> | Preq No                            | Número de pre requerimiento                              |
| <b>32</b> | Preq Item                          | Número de ítem pre requerido                             |
| <b>33</b> | Preq Doc Type                      | Tipo de documento pre requerido                          |
| <b>34</b> | Costing Type                       | Tipo de costo  |
| <b>35</b> | CC Level 1                         | Centro de costos nivel 1                                 |
| <b>36</b> | CC Level 2                         | Centro de costos nivel 2                                 |

|           |                                  |  |
|-----------|----------------------------------|--|
| <b>37</b> | CC Level 3                       | Centro de costos nivel 3                                   |
| <b>38</b> | CC Level 4                       | Centro de costos nivel 4                                   |
| <b>39</b> | CC Level 5                       | Centro de costos nivel 5                                   |
| <b>40</b> | Material Code                    | Código de material   |
| <b>41</b> | Material Extended<br>Description | Descripción extendida del material                         |
| <b>42</b> | Matl Plant P Grp                 | Grupo de planta del material                               |
| <b>43</b> | Matl MRP Type                    | Tipo de grupo MRP del material                             |
| <b>44</b> | Planning Days                    | Número de Días de planeación                               |
| <b>45</b> | Plan Deliv Days                  | Día de entrega planificado                                 |
| <b>46</b> | MRP Controller                   | Controlador MRP  |
| <b>47</b> | MO Reschedule Count              | Fecha de reprogramación de Orden de mantenimiento          |
| <b>48</b> | MO Schedule Date<br>(Original)   | Fecha de programación de Orden de mantenimiento (Original) |

*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 33.***Plan Collaborative transformado.*

| Índice | Columna                      | Descripción                        |
|--------|------------------------------|------------------------------------|
| 1      | Site                         | Planta                             |
| 2      | Component Status             | Estado del componente              |
| 3      | Work Center                  | Centro de trabajo                  |
| 4      | Reqmnt No                    | Número de reserva                  |
| 5      | Reqmnt Item No               | Número de item de la reserva       |
| 6      | Requester                    | Nombre del Usuario                 |
| 7      | Component Added By           | Usuario que agregó el Componente   |
| 8      | Component Modified By        | Usuario que modificó el Componente |
| 9      | MO Created By                | MO Creada por                      |
| 10     | MO Modified By               | MO modificado por                  |
| 11     | Resrvtn Created By           | Reserva creada por                 |
| 12     | Material                     | Número de material                 |
| 13     | Collaborative Planning Group | Grupo de plan colaborativo         |

*Fuente: Elaboración Propia*

- Reporte SAP de reservas por almacén

Mediante la transacción MB51 en SAP se obtenían los registros de todas los materiales del reporte, su almacén y todas las columnas que tenía el layout por defecto mostradas en la Tabla 34. Para reducir el tiempo de ejecución de esta transacción en SAP, se elaboró un nuevo layout, el cual contiene sólo las columnas necesarias para el proceso de seguimiento de Cores, siendo el resultado el que se observa en la Tabla 35.

**Tabla 34.**

*Campos del Reporte SAP de reservas por almacén.*

| <b>Índice</b> | <b>Columna</b>          | <b>Descripción</b>                      |
|---------------|-------------------------|---|
| <b>1</b>      | Centro                  | Número de Planta                        |
| <b>2</b>      | Almacén                 | Almacén                                 |
| <b>3</b>      | Clase de movimiento     | Número de clase de movimiento           |
| <b>4</b>      | Documento material      | Número de documento material            |
| <b>5</b>      | Lote                    | Número de lote                          |
| <b>6</b>      | Pedido                  | Nombre del Usuario                      |
| <b>7</b>      | Fe.contabilización      | Fecha de contabilización                |
| <b>8</b>      | Fecha de documento      | Fecha de documento material             |
| <b>9</b>      | Fecha de entrada        | Fecha de entrada de documento           |
| <b>10</b>     | Hora de entrada         | Hora de entrada de documento            |
| <b>11</b>     | Cantidad                | Cantidad de material                    |
| <b>12</b>     | Referencia              | Número de referencia                    |
| <b>13</b>     | Material                | Número de material                      |
| <b>14</b>     | Centro de coste         | Número de centro de costo               |
| <b>15</b>     | Posición doc.mat.       | Número de línea del documento material. |
| <b>16</b>     | Texto breve de material | Texto breve de material                 |
| <b>17</b>     | Texto cab.documento     | Texto cabecera del documento            |
| <b>18</b>     | Nº reserva              | Número de reserva                       |
| <b>19</b>     | Importe ML              | Importe en dólares por línea de reserva |

*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 35.**

*Campos del Reporte SAP de reservas por almacén transformado.*

| Índice | Columna            | Descripción                   |
|--------|--------------------|-------------------------------|
| 1      | Nº reserva         | Número de reserva             |
| 2      | Material           | Número de material            |
| 3      | Almacén            | Número de almacén             |
| 4      | Documento material | Número del documento material |

*Fuente: Elaboración Propia*

- Limpieza de datos

La limpieza de datos se realizó mediante macros en Excel, programados en el lenguaje VBA NET. Se eligió esta herramienta debido a que la corporación tiene a Microsoft Excel en su lista general de aplicaciones de escritorio por lo que todas las laptops y computadoras de la corporación cuentan con esta aplicación.

Además, esta limpieza de datos debe ser realizada semanalmente por un Auxiliar de almacén. Los auxiliares por lo general no están tan familiarizados con la tecnología por lo que se buscó una forma de ofrecerles una interfaz sencilla e intuitiva mediante Macros en Excel para que se realice de forma fácil y rápida.

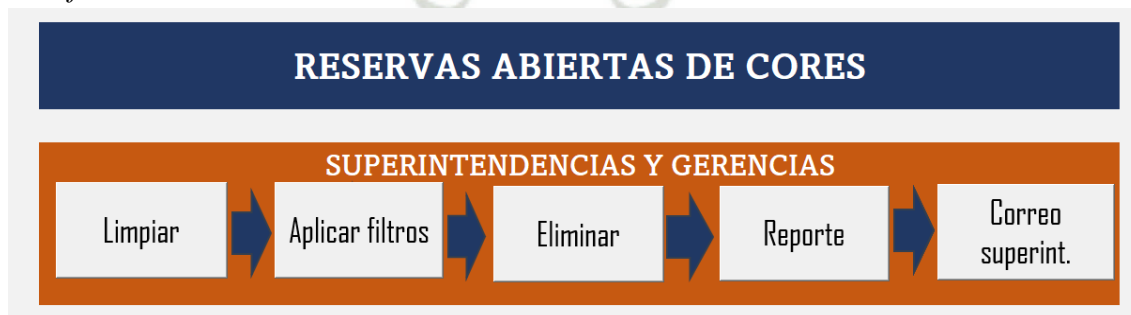
La interfaz es como se muestra en la Figura 11 y el código programado en VBA se muestra en el Anexo 03. El primer botón Limpiar permite eliminar todos los registros del detalle de reservas Core y del Plan colaborativo que tiene los “Core returns pendientes”.

El segundo botón aplicar filtros permite filtrar todos los registros sin almacén y selecciona los números de material para que se extraiga la información de los últimos 7 días en la transacción SAP MB51 sólo de estos materiales.

El tercer botón “Eliminar” permite eliminar los registros que no poseen Usuario pues si no se conoce el usuario, no se tiene a quien notificar para la devolución de ese Core, y es un Core muy reciente que en las siguientes semanas aparecerá correctamente en el reporte. También, elimina todos los registros que no posean superintendente, pues significa que esos Cores son de una empresa contratista.

El cuarto botón “Reporte” genera un reporte en Excel y lo guarda en OneDrive con los registros de los hechos que se cargarán a Power Bi. Finalmente, el botón de “Correo superint.” permite la redacción y envío automático del reporte en un correo a todos los usuarios que tienen Cores pendientes de devolución y con copia a sus superintendentes y gerentes.

**Figura 11.**  
*Interfaz Macro Excel*



### 2.3.2.3 Cargar

La data se almacena en libros de excel en OneDrive, y el Dashboard resultante se realizará en PowerBi. Es por ello, que se creó una conexión a cada ruta online de Onedrive donde está la data de cada una de las dimensiones y una conexión a la ruta online de Onedrive de la carpeta donde se almacenan semanalmente los hechos.

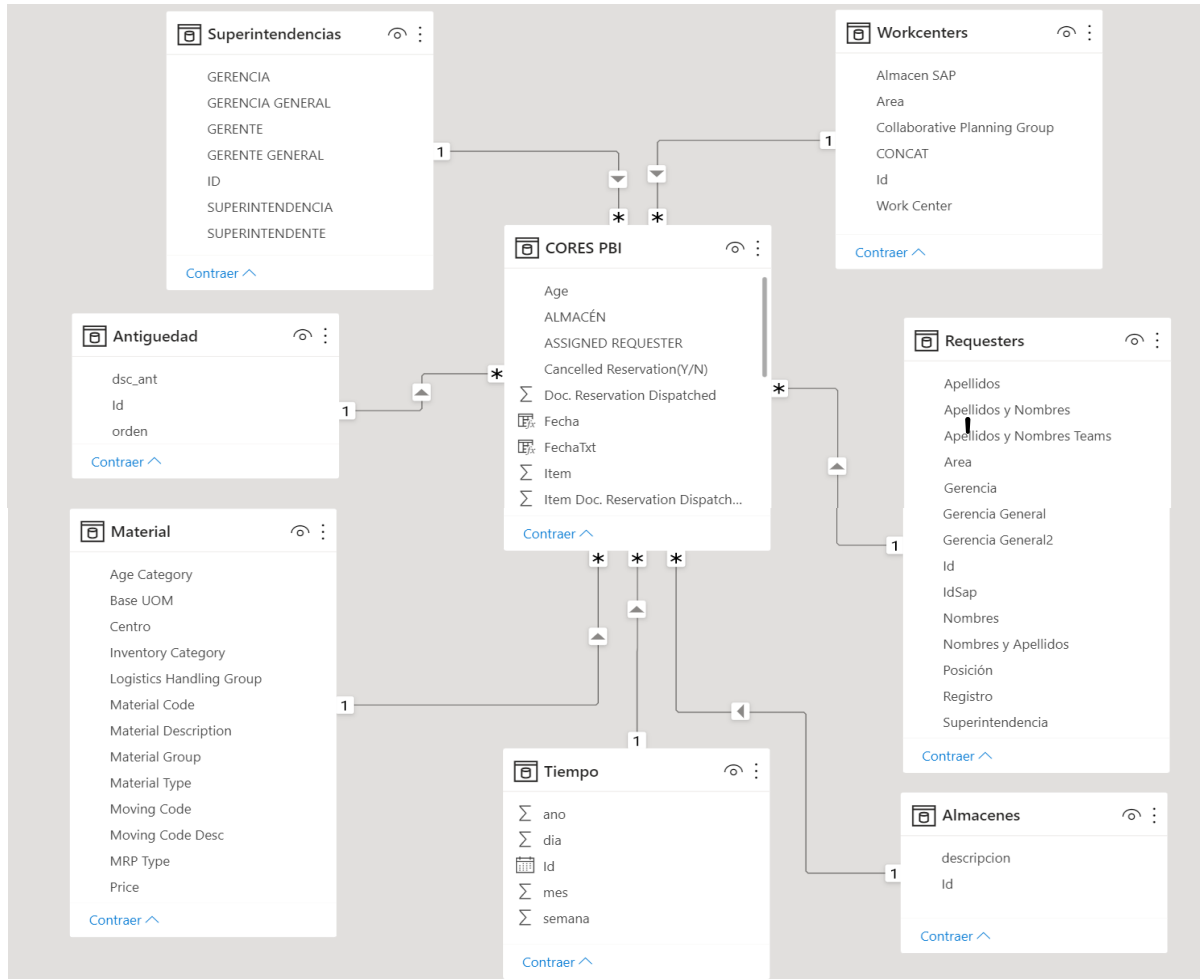
Para plasmar el modelo dimensional en PowerBi, se realizó mediante el script SQL que se precisa en el Anexo 02. El modelo dimensional resultante en PowerBi fue el mostrado en la Figura 13, las relaciones se observan en la Figura 12. Al contar con la versión Premium de PowerBi, con las conexiones establecidas, la actualización de datos, se refresca de forma automática semanalmente según lo programado.

**Figura 2.**  
*Relaciones del modelo*

#### Administrar relaciones

| Activo                              | Desde: tabla (columna)         | A: tabla (columna)       |
|-------------------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | CORES PBI (Age)                | Antiguedad (Id)          |
| <input checked="" type="checkbox"/> | CORES PBI (ALMACÉN)            | Almacenes (Id)           |
| <input checked="" type="checkbox"/> | CORES PBI (ASSIGNED REQUESTER) | Requesters (Id)          |
| <input checked="" type="checkbox"/> | CORES PBI (Fecha)              | Tiempo (Id)              |
| <input checked="" type="checkbox"/> | CORES PBI (Material Code)      | Material (Material Code) |
| <input checked="" type="checkbox"/> | CORES PBI (SUPERINTENDENCIA)   | Superintendencias (ID)   |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Workcenters (Id)               | CORES PBI (WORKCENTER)   |

**Figura 3.**  
*Modelo Dimensional Power Bi*



### 2.3.4 Dashboard

Un Dashboard o también llamado “tablero dinámico” es una representación gráfica de indicadores que intervienen en la consecución de los objetivos de negocio, y que está orientada a la toma de decisiones para optimizar la estrategia en procesos de la organización. Es una herramienta fundamental que ayuda a la toma de decisiones mediante una interfaz visual y gráfica con información relevante acerca del negocio (Marina Boillos, 2020).

### 2.3.4.1 OKRs

La herramienta elegida para aplicar inteligencia de negocios al proceso de Control y seguimiento de materiales Core fue un Dashboard, para ello se definieron los OKRs mostrados y descritos en la Tabla 36, los cuales permiten un adecuado análisis de la información y permiten tener trazabilidad de la salida y retorno de los materiales Core desde las distintas dimensiones definidas previamente.

**Tabla 36.**  
*Definición de OKRs.*

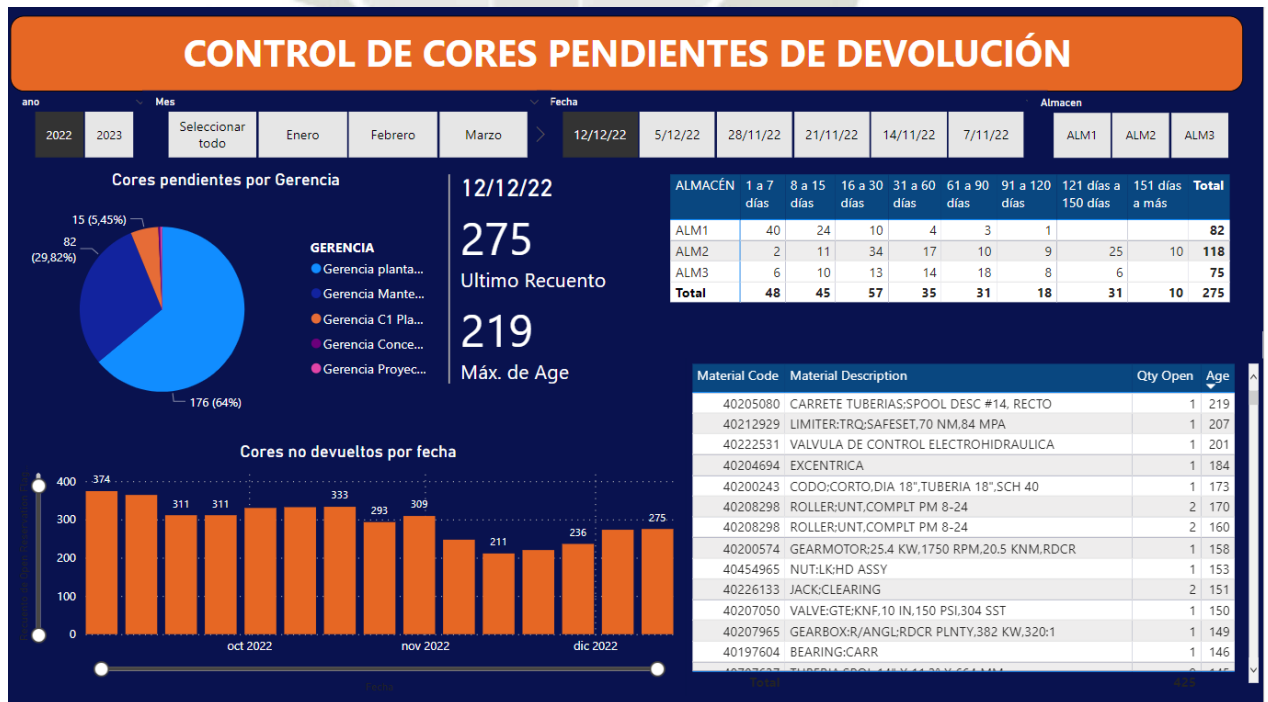
| <b>Nro,</b> | <b>OKR</b>                                      | <b>Descripción</b>  |
|-------------|---|---|
| <b>01</b>   | Cores pendientes por gerencia                   | Cantidad de Cores pendientes de devolución por cada gerencia.                           |
| <b>02</b>   | Cores no devueltos por semana                   | Cantidad de Cores pendientes de devolución por semana.                                  |
| <b>03</b>   | Nro de días máximo                              | Cantidad de días máximo de no devolución de Cores por semana.                           |
| <b>04</b>   | Cores no devueltos por antigüedad y por almacén | Materiales Core sin devolver clasificados por antigüedad y por almacén.                 |
| <b>05</b>   | Cores pendientes de devolución por usuario      | Cantidad de Cores pendientes de devolución por usuario, ordenados de mayor a menor.     |
| <b>06</b>   | Cores por superintendencia y antigüedad         | Cantidad de Cores pendientes de devolución por superintendencia y por antigüedad        |
| <b>07</b>   | Cores por antigüedad                            | Materiales Core con mayor cantidad de días sin ser devueltos ordenados de mayor a menor |

### 2.3.4.2 Implementación de Dashboard

Se implementó el Dashboard en Power Bi, utilizando el lenguaje DAX y creando visualizaciones resultando como se aprecia en las Figuras 13 y 14.

Se consideraron dos perspectivas, almacenes y áreas usuarias. Como se ve en la Figura 14, analistas y supervisores del almacén podrán visualizar y analizar de forma dinámica y rápida los indicadores de su interés, teniendo los Cores por gerencia, por fecha, por almacén y por antigüedad. De la misma de forma, como se muestra en la Figura 15, los usuarios, sus superintendentes y gerentes podrán filtrar sus Cores pendientes según su nombre de usuario, superintendencia o gerencia y tomar decisiones en base a ello.

**Figura 4.**  
*Dashboard para análisis por almacenes*



**Figura 15.**  
*Dashboard para análisis por usuarios, superintendencias y gerencias*



## CAPÍTULO III

### 3. Resultados

#### 3.1 Validación de la eficiencia respecto al tiempo y costos

En base al análisis realizado previamente, el tiempo y costo de las actividades realizadas por el auxiliar de almacén representaban más del 80% del tiempo y costo total, por lo cual, se aplicó la optimización del proceso enfocándose en optimizar el tiempo y costo en dicho rol y facilitando la visualización y análisis de datos para los demás roles.

Por ello, se realizó la medición de tiempos del auxiliar de almacén en el proceso inicial y posteriormente la medición del tiempo del proceso rediseñado. En la Tabla 37 se muestra la medición de tiempos y costos antes y después de la optimización del proceso.

Con dichos datos, se aplicó la prueba T de Student, la cual compara las medias de una variable continua clasificada según las dos categorías de una variable nominal dicotómica. Estos dos grupos pueden ser independientes o ser muestras apareadas (*Chavez, 2013*).

En este caso, se utilizó la prueba de la T de Student para muestras independientes, para ello, primero se realizó un análisis descriptivo de los datos con el objetivo de describir las características básicas de los datos y proporcionar resúmenes simples sobre la muestra y las medidas (*Cote, 2021*).

Luego, se verificó el cumplimiento que los datos siguen una distribución normal y se validó la homocedasticidad de los datos, lo que quiere decir que la varianza de los valores de la variable continua es la misma en los dos grupos de la variable nominal dicotómica.

Para realizar los pasos mencionados anteriormente, se utilizó la herramienta R studio con el lenguaje de programación R. Se eligió esta herramienta debido a que es un entorno de software para computación y gráficos estadísticos respaldado por R Foundation for Statistical Computing. R es un conjunto integrado de instalaciones de software para la manipulación de datos, el cálculo y la visualización gráfica (*The R Project for Statistical Computing, 2018*)

**Tabla 37.**  
*Tiempo y costo del proceso inicial y optimizado*

| <b>Nro</b> | <b>Medición</b> | <b>Fecha</b> | <b>Tiempo</b> | <b>Costo</b> |
|------------|-----------------|--------------|---------------|--------------|
| 1          | Antes           | 23/05/2022   | 68            | \$7,97       |
| 2          | Antes           | 30/05/2022   | 72            | \$8,44       |
| 3          | Antes           | 06/06/2022   | 73            | \$8,55       |
| 4          | Antes           | 13/06/2022   | 71            | \$8,32       |
| 5          | Antes           | 20/06/2022   | 67            | \$7,85       |
| 6          | Antes           | 27/06/2022   | 70            | \$8,20       |
| 7          | Antes           | 04/07/2022   | 71            | \$8,32       |
| 8          | Antes           | 11/07/2022   | 73            | \$8,55       |
| 9          | Antes           | 18/07/2022   | 66            | \$7,73       |
| 10         | Antes           | 25/07/2022   | 70            | \$8,20       |

|           |         |            |    |        |
|-----------|---------|------------|----|--------|
| <b>11</b> | Antes   | 01/08/2022 | 73 | \$8,55 |
| <b>12</b> | Antes   | 08/08/2022 | 74 | \$8,67 |
| <b>13</b> | Antes   | 15/08/2022 | 65 | \$7,62 |
| <b>14</b> | Antes   | 22/08/2022 | 76 | \$8,90 |
| <b>15</b> | Antes   | 29/08/2022 | 71 | \$8,32 |
| <b>16</b> | Después | 05/09/2022 | 13 | \$1,52 |
| <b>17</b> | Después | 12/09/2022 | 12 | \$1,41 |
| <b>18</b> | Después | 19/09/2022 | 10 | \$1,17 |
| <b>19</b> | Después | 26/09/2022 | 11 | \$1,29 |
| <b>20</b> | Después | 03/10/2022 | 10 | \$1,17 |
| <b>21</b> | Después | 10/10/2022 | 9  | \$1,05 |
| <b>22</b> | Después | 17/10/2022 | 11 | \$1,29 |
| <b>23</b> | Después | 24/10/2022 | 10 | \$1,17 |
| <b>24</b> | Después | 31/10/2022 | 8  | \$0,94 |
| <b>25</b> | Después | 07/11/2022 | 8  | \$0,94 |
| <b>26</b> | Después | 14/11/2022 | 9  | \$1,05 |
| <b>27</b> | Después | 21/11/2022 | 7  | \$0,82 |
| <b>28</b> | Después | 28/11/2022 | 8  | \$0,94 |
| <b>29</b> | Después | 05/12/2022 | 7  | \$0,82 |
| <b>30</b> | Después | 12/12/2022 | 7  | \$0,82 |

*Fuente: Elaboración propia*

### 3.1.1 Análisis descriptivo de los datos

Las Tablas 38 y 39, son el resultado del análisis descriptivo de costo y tiempo respectivamente mostrado por R studio cuyo código se encuentra en el Anexo 04. El resultado muestra la media, desviación estándar, el rango intercuartil (IQR) y los cuartiles. En dichas tablas se muestra una media de \$8.28 y 70.67 minutos antes de la optimización del proceso y tras la aplicación de inteligencia de negocios, este costo y tiempo se redujo a \$1.09 y 9.33 minutos respectivamente. Mostrando una mejora del 64,4%.

**Tabla 38.**  
*Análisis descriptivo del Costo*

| Variable: Costo (\$) |        |        |        |        |        |        |        |        |    |
|----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----|
|                      | mean   | sd     | IQR    | 0%     | 25%    | 50%    | 75%    | 100%   | n  |
| <b>Antes</b>         | 8.2798 | 0.3616 | 0.4687 | 7.6158 | 8.0845 | 8.0845 | 8.5532 | 8.9047 | 15 |
| <b>Después</b>       | 1.0936 | 0.2199 | 0.2929 | 0.8202 | 0.9373 | 1.0545 | 1.2303 | 1.5232 | 15 |

**Tabla 39.**  
*Análisis descriptivo del Tiempo*

| Variable: Tiempo (minutos) |         |        |        |         |         |         |         |         |    |
|----------------------------|---------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|----|
|                            | mean    | sd     | IQR    | 0%      | 25%     | 50%     | 75%     | 100%    | n  |
| <b>Antes</b>               | 70.6667 | 3.0861 | 4.0000 | 65.0000 | 69.0000 | 71.0000 | 73.0000 | 76.0000 | 15 |
| <b>Después</b>             | 9.3333  | 1.8772 | 2.5000 | 7.0000  | 8.0000  | 9.0000  | 10.5000 | 13.0000 | 15 |

### 3.1.2 Comprobar la normalidad de los datos

Se aplicó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para comprobar la normalidad de los datos. Esta prueba es aplicable cuando se analizan muestras compuestas por menos de 50 elementos como es el caso de los datos mostrados en la Tabla 37. Para aplicar esta prueba se definieron las hipótesis estadísticas siguientes:

- *Hipótesis nula*  $H_0$ : La variable presenta una distribución normal
- *Hipótesis alterna*  $H_1$ : La variable presenta una distribución no normal

Y se toma la decisión de aprobar o rechazar la hipótesis en base al “p-value”, teniendo en cuenta que alfa representa la significancia, que en este caso es igual al 5% (0,05).

- $\text{Sig}(p \text{ value}) > \text{alfa}$ : No rechazar  $H_0$  (normal).
- $\text{Sig}(p \text{ value}) < \text{alfa}$ : Rechazar  $H_0$  (no normal)

En la Tabla 40, el valor estadístico W para el tiempo y costo es de 0,95 y 0,94 respectivamente, este estadístico mide la fuerza del ajuste con una recta y va de 0 a 1.

El valor de significación estadística de  $p = 0,73$  antes de la optimización y  $p = 0,33$  después de la optimización del proceso. Dado que  $p > 0,05$  en ambos grupos, no se puede rechazar la hipótesis nula, lo cual para la prueba de Shapiro Wilk concluye que los datos siguen una distribución normal.

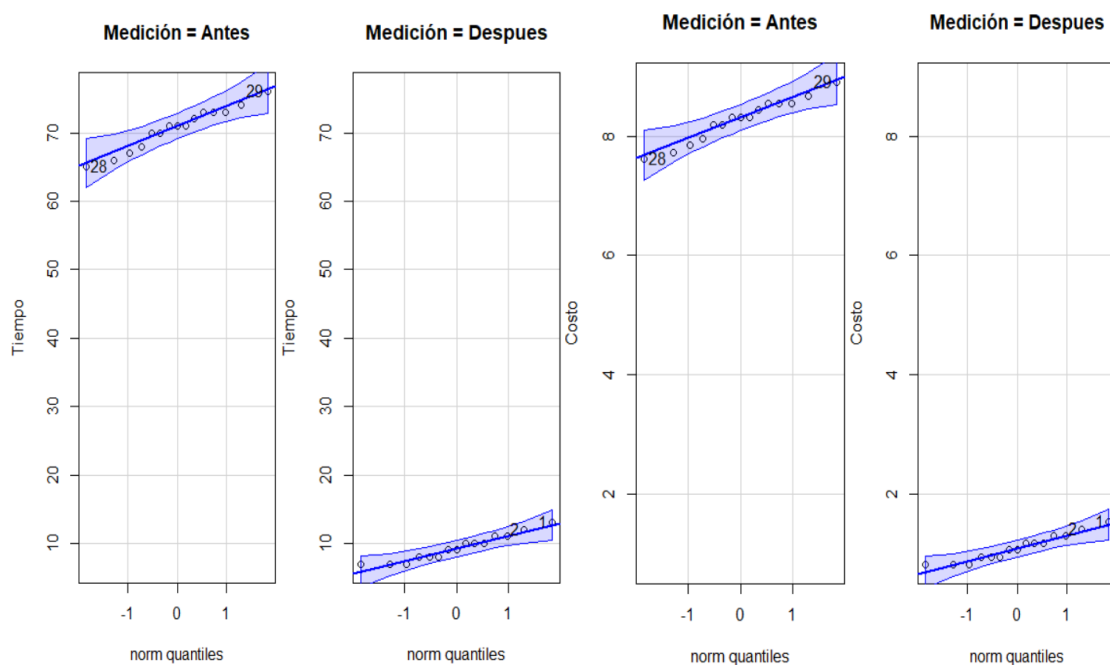
Los gráficos mostrados por R studio en la Figura 16, comparan los valores de los cuantiles de la distribución con los que deberían tener si los datos siguiesen una distribución normal.

Observando los gráficos, se valida la normalidad de los datos, pues los valores se alinean a lo largo de la diagonal del gráfico.

**Tabla 40.**  
*Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk*

| Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk |                |         |  |              |         |
|--------------------------------------|----------------|---------|--|--------------|---------|
| Tipo                                 | W              | p-value | Valores de p ajustados por el método de Holm |              |         |
|                                      |                |         | Sin Ajuste                                   | Con ajuste   |         |
|                                      |                |         | <b>Tiempo y</b>                              | <b>Antes</b> | 0.96242 |
| <b>Costo</b>                         | <b>Después</b> | 0.93582 | 0.3327                                       | 0.3327       | 0.6654  |

**Figura 16.**  
*Gráfica de prueba de normalidad*



### 3.1.3 Comprobar el supuesto de homocedasticidad

En el caso de existir homocedasticidad, el valor del cociente de dos varianzas debe ser próximo a uno. Este cociente sigue una distribución de probabilidad de la F de Snedecor, por lo que entre más se separe de la unidad, mayor será la probabilidad de que las varianzas sean realmente diferentes y que la diferencia observada no se deba al azar (*Rubio Hurtado & Berlanga Silvente, 2012*).

Para calcular dicha probabilidad, se realizó la prueba de la F de Snedecor, también conocido como contraste de la razón de varianzas, pues contrasta la hipótesis nula de que dos poblaciones normales tienen la misma varianza teniendo en cuenta los grados de libertad del numerador y del denominador del cociente de varianzas.

Entonces, se definieron las siguientes hipótesis para comprobar si se cumple el supuesto de homocedasticidad.

- *Hipótesis nula*  $H_0$ : Las dos varianzas son iguales
- *Hipótesis alterna*  $H_1$ : Las varianzas son diferentes

Y se toma la decisión de aprobar o rechazar la hipótesis en base al “p-value”, teniendo en cuenta que alfa representa la significancia, que en este caso es igual al 5% (0,05).

- $\text{Sig}(p \text{ value}) > \alpha$ : No rechazar  $H_0$  (Varianzas iguales).
- $\text{Sig}(p \text{ value}) < \alpha$ : Rechazar  $H_0$  (Varianzas diferentes).

Como se observa en la Tabla 41, el resultado de R studio en base a los datos brindados, muestra el valor del estadístico  $F = 2,70$  con un valor de  $p = 0,073 > 0,05$  por lo que no se puede rechazar la hipótesis nula que, asumiendo que las dos varianzas son iguales.

Además, el cociente de varianzas es de 2,70 con un intervalo de confianza del 95% de 0,91 a 8,05. Como el intervalo incluye la unidad (valor nulo), se puede decir que la diferencia observada entre las dos varianzas no es estadísticamente significativa, por lo cual se comprueba el supuesto de homocedasticidad.

**Tabla 41.**

*F test para comparar dos varianzas validando la homocedasticidad*

| <b>F test para comparar dos varianzas (Antes y Después)</b> |                |                                     |              |                          |
|---|----------------|-------------------------------------|--------------|--------------------------|
| <b>F</b>  | <b>p-value</b> | <b>Intervalo de confianza (95%)</b> |              | <b>Radio de varianza</b> |
|   |                | <b>De</b>                           | <b>Hasta</b> |                          |
| 2.7027  | 0.07311        | 0.9073773                           | 8.0502366    | 2.702703                 |

### 3.1.4 Prueba de T de student

La distribución de probabilidad de la t de Student permite estimar el valor de la media poblacional de una variable aleatoria que sigue una distribución normal cuando el parámetro se extrae de una muestra pequeña y se desconoce la varianza poblacional (Chavez, 2013).

Se aplicó la prueba T para muestras independientes, la cual compara las medias de dos grupos. En este contraste se asume la hipótesis nula de igualdad de medias, la cual se comprobó previamente con la prueba de F de Snedecor. Se plantearon las siguientes hipótesis:

- *Hipótesis nula*  $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$
- *Hipótesis alterna*  $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

Se decide aprobar o rechazar la hipótesis en base al “p-value”, teniendo en cuenta que alfa representa la significancia, que en este caso es igual al 5% (0,05).

- $\text{Sig}(p \text{ value}) > \text{alfa}$ : No rechazar  $H_0$  (Medias iguales).
- $\text{Sig}(p \text{ value}) < \text{alfa}$ : Rechazar  $H_0$  (Medias diferentes).

En la Tabla 42, se detalla el resultado de la prueba t-student generado en R studio. Se puede ver que  $t = 65,762$ , con un valor  $p = 2.2e-16$  el cual es muy inferior a 0,05, con lo que se descarta la hipótesis nula de igualdad de medias.

De esta manera, se asume que las medias son diferentes, y se muestra una reducción de 61 minutos en promedio de tiempo y de \$7,19 en costos, representando una mejora de 86,79% donde se interpreta que esta se debe a la optimización realizada mediante la aplicación de inteligencia de negocios al proceso de control y seguimiento de materiales Core.

**Tabla 42.**

*Prueba t para la igualdad de medias*

| <b>Prueba t para la igualdad de medias asumiendo varianzas iguales</b> |                 |                     |
|--|-----------------|---------------------|
|  | <b>Tiempo</b>   | <b>Costo</b>        |
| t  | 65,762          | 65,762              |
| Grados de libertad (gl)  | 28,000          | 28,000              |
| p-value  | $2.2e^{-16}$    | $2.2e^{-16}$        |
| Media antes  | 70.667          | 8.280               |
| Media después  | 9.333           | 1.094               |
| Diferencia de medias   | 61,333          | 7,186               |
| 95% de intervalo de confianza  | 59,423 - 63,244 | 6.962381 - 7.410064 |

### **3.2 Resultados del valorizado en Cores tras la optimización del proceso**

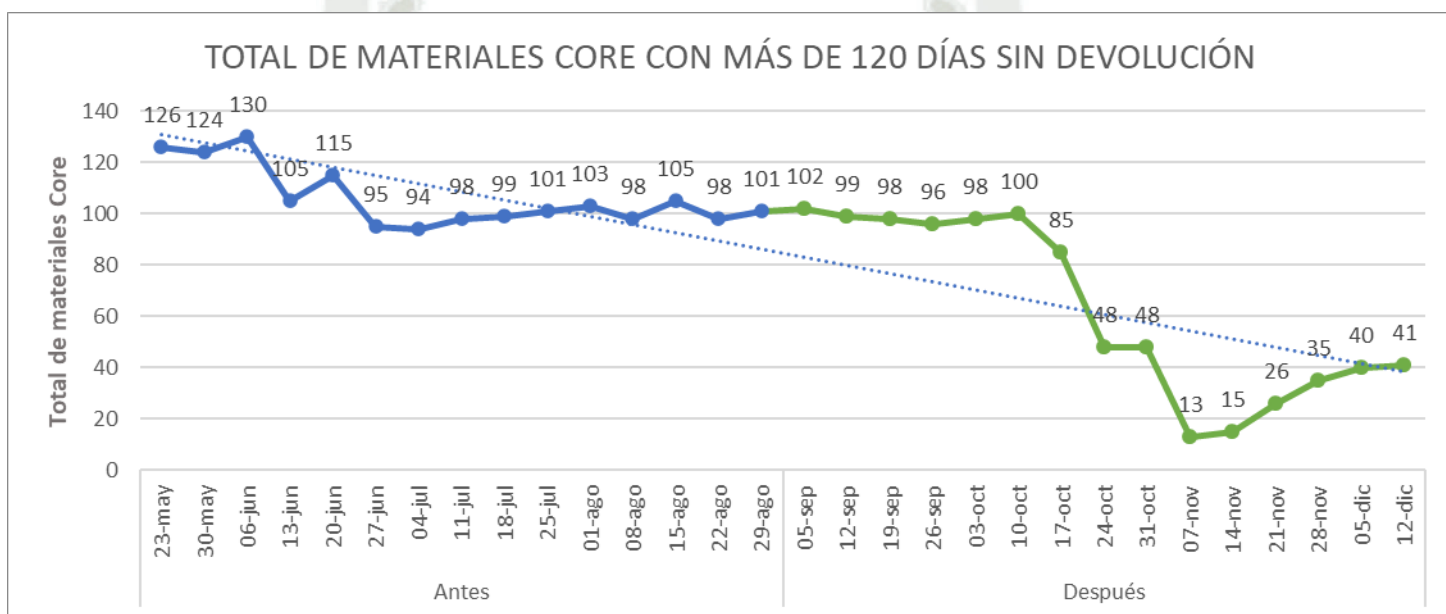
Los materiales Core son materiales de alto costo y alta rotación, y deben ser devueltos al almacén en un plazo máximo de 120 días desde su retiro mediante reserva. El valorizado de Cores es la cantidad de dinero que está bloqueada de uso para el almacén hasta que se devuelvan los materiales, por ello es importante la devolución puntual de los Cores.

Al optimizar el proceso de control y seguimiento de materiales Core mediante la aplicación de inteligencia de negocios, como se muestra en la Tabla 43 y en las Figuras 17 y 18, se logró reducir el total de Cores y valorizado de Cores que está en manos de los usuarios por más de 120 días, siendo este un resultado positivo del nuevo proceso. Asimismo, se observa

una tendencia bajista en la cantidad y valorizado de los Cores en las Figuras 17 y 18 a raíz de la implementación del nuevo proceso.

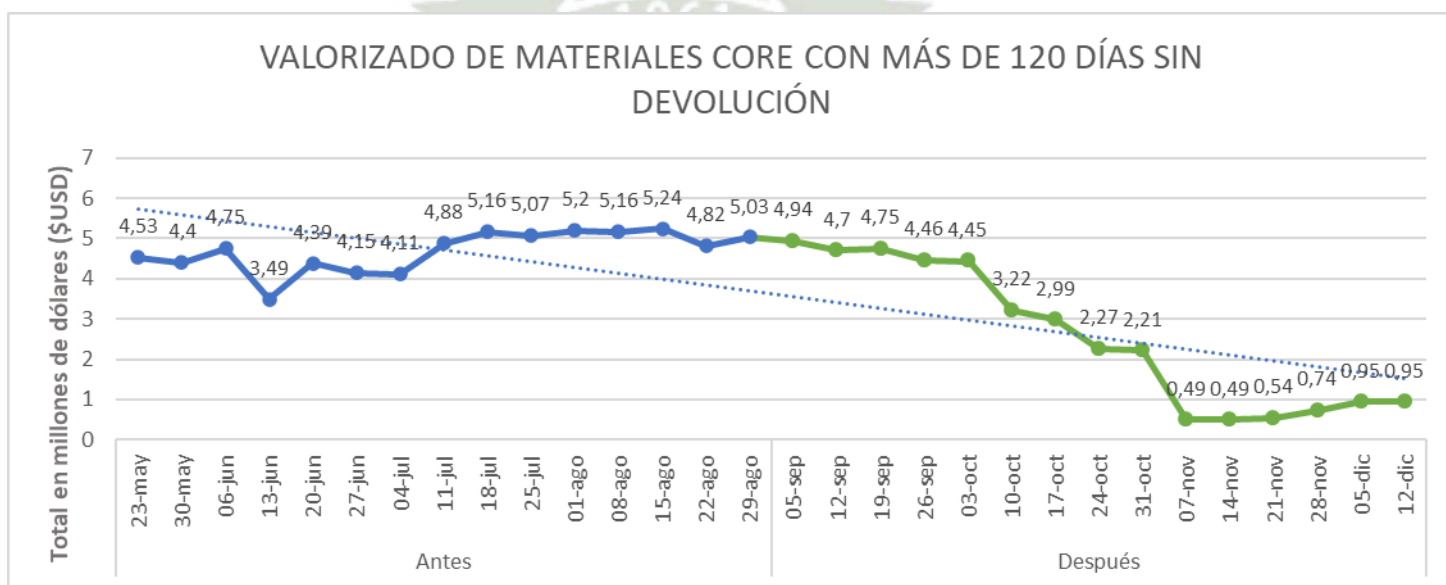
**Figura 17.**

*Total de materiales Core con más de 120 días sin devolución*



**Figura 5.**

*Valorizado de materiales Core con más de 120 días sin devolución*



**Tabla 43.***Valorizado de Cores no devueltos por semana.*

| <b>Nro</b> | <b>Variable</b> | <b>Fecha</b> | <b>Cores con más<br/>de 120 días</b> | <b>Valorizado de<br/>Cores (\$USD)</b> |
|------------|-----------------|--------------|--------------------------------------|--|
| 1          | Antes           | 23/05/2022   | 126                                  | \$ 4.534.896,37                        |
| 2          | Antes           | 30/05/2022   | 124                                  | \$ 4.401.017,47                        |
| 3          | Antes           | 6/06/2022    | 130                                  | \$ 4.751.587,01                        |
| 4          | Antes           | 13/06/2022   | 105                                  | \$ 3.487.432,97                        |
| 5          | Antes           | 20/06/2022   | 115                                  | \$ 4.390.105,06                        |
| 6          | Antes           | 27/06/2022   | 95                                   | \$ 4.145.125,75                        |
| 7          | Antes           | 4/07/2022    | 94                                   | \$ 4.109.868,75                        |
| 8          | Antes           | 11/07/2022   | 98                                   | \$ 4.884.745,70                        |
| 9          | Antes           | 18/07/2022   | 99                                   | \$ 5.161.666,62                        |
| 10         | Antes           | 25/07/2022   | 101                                  | \$ 5.068.341,81                        |
| 11         | Antes           | 1/08/2022    | 103                                  | \$ 5.197.900,15                        |
| 12         | Antes           | 8/08/2022    | 98                                   | \$ 5.156.531,05                        |
| 13         | Antes           | 15/08/2022   | 105                                  | \$ 5.242.627,81                        |
| 14         | Antes           | 22/08/2022   | 98                                   | \$ 4.824.141,45                        |
| 15         | Antes           | 29/08/2022   | 101                                  | \$ 5.028.624,83                        |
| 16         | Después         | 05/09/2022   | 102                                  | \$ 4.939.330,64                        |
| 17         | Después         | 12/09/2022   | 99                                   | \$ 4.700.243,39                        |
| 18         | Después         | 19/09/2022   | 98                                   | \$ 4.749.229,83                        |
| 19         | Después         | 26/09/2022   | 96                                   | \$ 4.457.942,60                        |
| 20         | Después         | 3/10/2022    | 98                                   | \$ 4.451.513,05                        |

|    |         |            |     |                 |
|----|---------|------------|-----|-----------------|
| 21 | Después | 10/10/2022 | 100 | \$ 3.216.964,60 |
| 22 | Después | 17/10/2022 | 85  | \$ 2.992.950,35 |
| 23 | Después | 24/10/2022 | 48  | \$ 2.268.211,68 |
| 24 | Después | 31/10/2022 | 48  | \$ 2.205.844,69 |
| 25 | Después | 7/11/2022  | 13  | \$ 494.680,93   |
| 26 | Después | 14/11/2022 | 15  | \$ 492.661,16   |
| 27 | Después | 21/11/2022 | 26  | \$ 543.254,55   |
| 28 | Después | 28/11/2022 | 35  | \$ 736.429,16   |
| 29 | Después | 5/12/2022  | 40  | \$ 950.470,97   |
| 30 | Después | 12/12/2022 | 41  | \$ 946.061,08   |

*Fuente: Elaboración propia*

## DISCUSIÓN

En la presente tesis, tras realizar un análisis cualitativo y cuantitativo del proceso, se planteó un nuevo proceso rediseñado atacando al rol crítico auxiliar de almacén quien ocupaba más del 80% del tiempo total del proceso. Para implementar este nuevo proceso, se aplicó inteligencia de negocios para optimizar el proceso de control y seguimiento de materiales Core, logrando incrementar su eficiencia en un 86,79% medida en tiempo y costos del proceso y validada mediante la prueba estadística T de student. Este porcentaje denota que se utilizarán menos recursos en el proceso, incrementando la cantidad de horas hombre de auxiliares de almacén disponibles para realizar otras actividades.

La herramienta resultante de la aplicación de inteligencia de negocios es un dashboard, el cual muestra los OKRs que son de interés para los supervisores de almacenes, usuarios y superintendentes y gerentes de áreas usuarias, permitiendo un análisis basado en información relevante y mejorando la toma de decisiones respecto a los Cores. Esta mejora se ve reflejada en la disminución de Cores con más de 120 días sin ser devueltos y en el valorizado de los Cores, donde se muestra una clara tendencia bajista que pasó de aproximadamente 4 millones de dólares a 1 millón de dólares.

## CONCLUSIONES

1. Se optimizó en un 86,79% el tiempo y costo del proceso de control y seguimiento de materiales Core, en el área de la Cadena Global de Suministro de una empresa minera ubicada en el sur del Perú mediante la aplicación de inteligencia de negocios.
2. Se desarrolló la gestión de proyectos de la optimización del proceso de control y seguimiento de materiales Core tomando como guía el PMBOK.
3. Se analizó cualitativamente el proceso de control y seguimiento de materiales Core, mediante un diagrama Causa-efecto, la técnica SIPOC, matriz RACI y un diagrama de procesos As-is; y, cuantitativamente mediante un análisis de costos y tiempos por rol, identificando a través de un diagrama de Pareto puntos de mejora para el proceso.
4. Se logró rediseñar el proceso de control y seguimiento de materiales Core, proponiendo con un diagrama de procesos To-Be y un análisis de costos y tiempos un nuevo proceso óptimo.
5. Se implementó el data mart utilizando SQL, resultando un modelo que cumple con los requerimientos del nuevo proceso siguiendo los pasos propuestos por Ralph Kimball.

6. Se desarrolló un ETL, el cual extrae los datos necesarios y de forma automatizada permite transformar y cargar los datos al Data mart.
7. Se logró implementar un Dashboard en PowerBi el cual mejoró la eficiencia del proceso permitiendo tener información del data mart visualmente fácil de interpretar, accesible y actualizada.
8. Se validó la eficiencia de la optimización del proceso aplicando la prueba de T student a métricas de costo y tiempo donde el resultado  $p = 2.2e-16$  es inferior a 0,05, por lo que se descarta la hipótesis nula de igualdad de medias, validando que esta diferencia de medias se debe a la reducción del tiempo del proceso en 61 minutos y \$7,19 en costos, y mostrando una tendencia bajista en la cantidad y el valorizado de materiales Core con más de 120 días sin ser devueltos.

## RECOMENDACIONES

1. Capacitar a analistas del área de la Cadena Global de Suministro sobre la solución desarrollada para que ellos también puedan darle mantenimiento tanto al Dashboard como a las tablas de dimensiones.
2. Coordinar que en la migración a SAP Hanna, se consideren reportes que incluyan los campos necesarios y los OKRs descritos en el presente documento para realizar seguimiento a los Cores.
3. Solicitar a la corporación la configuración de Sap Business Object para que permita la descarga programada de reportes directamente en una ruta de OneDrive específica, de esta forma se podrá automatizar la extracción de datos.
4. Alimentar la tabla de hechos del modelo dimensional cada semana, y realizar un análisis del nuevo proceso trimestralmente, teniendo el feedback de las áreas usuarias, superintendentes y supervisores, y de esta manera poder plantear nuevas mejoras en el proceso de seguimiento y control de Cores.

## REFERENCIAS

- Ahumada, M., & Caparachin, H. (2017). Implementación de un datamart para la toma de decisiones sobre los movimientos de materiales de Luz Del Sur S.A.A. *Universidad de San Martín de Porres*, 0(0), 125. <http://repositorio.usmp.edu.pe/handle/usmp/4228>
- Akhtar, J. (2013). *Production Planning and Control with SAP ERP*. [http://www.amazon.com/Production-Planning-Control-SAP-ERP/dp/1592298680/ref=sr\\_1\\_1?ie=UTF8&qid=1414574245&sr=8-1&keywords=production+planning](http://www.amazon.com/Production-Planning-Control-SAP-ERP/dp/1592298680/ref=sr_1_1?ie=UTF8&qid=1414574245&sr=8-1&keywords=production+planning)
- Aselmo, M., & Espinoza, R. (2015). *Implementación de un DataMart para toma de decisiones de recibos distribuidos a clientes postpago de telefónica del Perú* [Universidad San Martín de Porres]. [http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/bitstream/usmp/2023/1/anselmo\\_espinosa.pdf](http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/bitstream/usmp/2023/1/anselmo_espinosa.pdf)
- Barrios Juro, J., & Salazar Timoteo, F. (2020). *Propuesta de solución de inteligencia de negocios para optimizar la planificación de servicios mineros en una empresa de seguridad privada* [Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)]. <http://doi.org/10.19083/tesis/654009>
- Bendezu, R., Ccoyllo, D., Cubas, C., & Gastelu, M. (2019). *APLICACIÓN DE BUSINESS INTELLIGENCE PARA LA TOMA DE DECISIONES EN CINEPLANET LA MOLINA UTILIZANDO POWER BI EN EL ÁREA DE INVENTARIOS Trabajo Lima – Perú. 1*. <https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/Core/bitstreams/e1eddc4-3158-40ed-8178-0744c463c1e4/content>
- Bermeo-Pérez, S. K., & Campoverde-Molina, M. A. (2020). Implementación de inteligencia de negocios, en el inventario de la Cooperativa GranSol, con la

- herramienta Power BI. *FICAEC*, 5(2588-090X), 240–265.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.23857/fipcaec.v5i14.169> Implementación
- Blythe, M. (2020). *Data and data management: star schema*. Tech Target.  
<https://www.techtarget.com/searchdatamanagement/definition/star-schema>
- Boikanyo, D. H., Lotriet, R., & Buys, P. W. (2016). Investigating the use of business, competitive and marketing intelligence as management tools in the mining industry. *Problems and Perspectives in Management*, 14(2).  
[https://doi.org/http://dx.doi.org/10.21511/ppm.14\(2\).2016.03](https://doi.org/http://dx.doi.org/10.21511/ppm.14(2).2016.03)
- Brown, C. (2019). Why and how to employ the SIPOC model. *Journal of Business Continuity & Emergency Planning*, 12, 198–210.  
<https://www.ingentaconnect.com/content/hsp/jbcep/2019/00000012/00000003/art00002>
- Chavez, C. (2013). *T-Student y F-Snedecor*. 3–5.
- Chinosi, M., & Trombetta, A. (2012). BPMN: An introduction to the standard. *Computer Standards & Interfaces*, 34(1), 124–134. <https://doi.org/10.1016/J.CSI.2011.06.002>
- Chugh, R., & Grandhi, S. (2013). Why Business Intelligence? Significance of Business Intelligence Tools and Integrating BI Governance with Corporate Governance. *International Journal of E-Entrepreneurship and Innovation*, 1–14.  
<https://doi.org/10.4018/ijeei.2013040101>
- Cote, C. (2021). *What is descriptive analytics?* Harvard Business School.  
<https://online.hbs.edu/blog/post/descriptive-analytics#:~:text=Descriptive analytics is the process,but doesn't dig deeper>
- Damiano, K. (2021). IMPLEMENTACIÓN DE UNA APLICACIÓN DE INTELIGENCIA DE NEGOCIOS PARA PREDECIR LA DEMANDA DE

- MEDICAMENTOS EN UNA CLÍNICA DE CHICLAYO. *Universidad Tecnológica Del Peru*, 1, 6. <https://orcid.org/0000-0002-2311-4284>
- Darma, I. G. W., Utami, K. S., & Aryani, N. W. S. (2019). Data Warehouse Analysis to Support UMKM Decisions using the Nine-step Kimball Method. *International Journal of Engineering and Emerging Technology*, 4(1), 1–5.
- Deloitte. (2014). *Tracking the trends 2014 will face in the coming year*. [https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/global/Documents/Energy-and-Resources/dttl-er-Tracking-the-trends-2014\\_EN\\_final.pdf](https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/global/Documents/Energy-and-Resources/dttl-er-Tracking-the-trends-2014_EN_final.pdf)
- Dumas, M., Rosa, M. La, Mendling, J., & Hajo A. Reijers. (2018). Fundamental Business Process Management. In *Lecture Notes in Business Information Processing* (Vol. 168).
- Gutierrez Ruiz, E. I., & Velasquez Vasquez, R. T. (2019). *Diseño de un modelo de soporte a la toma de decisiones basado en minería de datos para mejorar el proceso de abastecimiento en las MYPES de Trujillo*.
- Joven Hoyos, J. J., López Díaz, Y. P., Rodríguez Berrio, Y. P., & Villamarin Moreno, J. A. (2020). Propuesta en Inteligencia de Negocios e Implementación Dashboard de Gestión en Servicio al Cliente. In *Institución Universitaria Politécnico Grancolombiano* (Vol. 5, Issue 3).
- Kimball Group. (2013). *Kimball Dimensional Modeling Techniques*. 1–21. <https://www.kimballgroup.com/wp-content/uploads/2013/08/2013.09-Kimball-Dimensional-Modeling-Techniques11.pdf>
- Lewis, S. (n.d.). *Project Management Body of Knowledge (PMBOK)*. Tech Target. <https://www.techtarget.com/whatis/definition/Project-Management-Body-of-Knowledge-PMBOK>

- Lokaadinugroho, I., Girsang, A. S., & Burhanudin, B. (2021). Tableau Business Intelligence Using the 9 Steps of Kimball's Data Warehouse & Extract Transform Loading of the Pentaho Data Integration Process Approach in Higher Education. *Engineering, MAtematics and Computer Science (EMACS) Journal*, 3(1), 1–11. <https://doi.org/10.21512/emacsjournal.v3i1.6816>
- Loshin, D. (2003). *Business Intelligence, the savvy manager's guide* (Morgan Kau).
- Malinowski, E., Zimányi, E., Joseph, S. K., Warehouse, D., Inmon, B., Analytical, O., Olap, P., Gatziu, S., Vavouras, A., Nilsson, A. A., & Merkle, D. (2019). VBScript, Scripting Language. In *Data Vault 2.0* (Issue January 1999). <https://doi.org/10.1007/978-3-322-94873-1>
- Marina Boillos, P. (2020). *Desarrollo de cuadros de mando (dashboard) para la industria 4.0*. <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/43254>
- Microsoft. (2021). *What is Power BI? - Power BI | Microsoft Docs*. <https://docs.microsoft.com/en-us/power-bi/fundamentals/power-bi-overview%0Ahttps://docs.microsoft.com/en-us/power-bi/fundamentals/power-bi-overview%0Ahttps://docs.microsoft.com/en-us/power-bi/fundamentals/power-bi-overview>
- Mukhopadhyay, S., & McConnell, J. (2009). Business Intelligence in Industry 4.0. *Scholarspace.Manoa.Hawaii.Edu*, 9, 3944–3953. <https://scholarspace.manoa.hawaii.edu/handle/10125/50383>
- Myers, P., & Follis, K. (2023). Understand star schema and the importance for Power BI. *Microsoft*. <https://learn.microsoft.com/en-us/power-bi/guidance/star-schema>
- Núñez, R. (2022). *Comunicación personal*.
- Pacci Ayala, C. F. (2017). *Aplicando Inteligencia De Negocios De Autoservicio*,

- Utilizando Power Bi, Para La Toma De Decisiones Dentro De Una Pyme En La Región De Tacna. In *Universidad Privada de Tacna*.  
<http://localhost:8080/xmlui/handle/UPT/165%0Ahttp://repositorio.upt.edu.pe/bitstream/UPT/165/1/Pacci-Ayala-Carlos-Ferrer.pdf>
- Paradis, E. (2015). R for Beginners. In *Institut des Sciences de l'Evolution* (Vol. 36, Issue 7). [https://cran.r-project.org/doc/contrib/Paradis-rdebuts\\_en.pdf](https://cran.r-project.org/doc/contrib/Paradis-rdebuts_en.pdf)
- Petrini, M., & Pozzebon, M. (2009). What Role is “Business Intelligence” Playing in Developing Countries? A Picture of Brazilian Companies. *IGI Global*, 21. <https://doi.org/10.4018/978-1-59904-657-0>
- PMI. (2017). Guía PMBOK. In *Guia de los Fundamentos para la direccion de Proyectos*.
- Ross, M., Thornthwaite, W., Mundy, J., & Becker, B. (2008). *The Data Warehouse Lifecycle Toolkit* (Vol. 02). Wiley. <https://www.kimballgroup.com/data-warehouse-business-intelligence-resources/kimball-techniques/dw-bi-lifecycle-method/>
- Rubio Hurtado, M. J., & Berlanga Silvente, V. (2012). Cómo aplicar las pruebas paramétricas bivariadas t de Student y ANOVA en SPSS. Caso Práctico. *Revista D'Innovació i Recerca En Educació*, 5(2). <https://doi.org/10.1344/reire2012.5.2527>
- Saavedra Machaca, A. (2006). *Inteligencia de negocios en una empresa minera* (Vol. 1).
- Sánchez Turcios, R. A. (2015). T-Student. Usos y abusos. *Revista Mexicana de Cardiología*, 26(1), 59–61.
- SAP. (n.d.). *Suite de SAP Business Objects*.  
<https://www.sap.com/latinamerica/products/bi-platform.html>
- Segovia, A. (2022). *Comunicación personal*.
- Silva Peñafiel, G. E., Zapata Yáñez, V. M., Morales Guamán, K. P., & Toaquiza Padilla, L. M. (2019). Análisis de metodologías para desarrollar Data Warehouse aplicado a

la toma de decisiones. *Ciencia Digital*, 3(3.4.), 397–418.

<https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i3.4..922>

Taylor, D. (2022). *What is Dimensional Modeling in Data Warehouse?*

<https://www.guru99.com/dimensional-model-data-warehouse.html>

The R Project for Statistical Computing. (2018). *Introduction to R and RStudio*.

[http://mercury.webster.edu/aleshunas/R\\_learning\\_infrastructure/Introduction\\_to\\_R\\_and\\_RStudio.html](http://mercury.webster.edu/aleshunas/R_learning_infrastructure/Introduction_to_R_and_RStudio.html)

Yiu, M. L., & Vista, D. (2008). Extract , Transform , Load ( ETL ) ETL Overview. *Aalborg University*.

Zadívar, A. R. (2015). Implementación De Un Data Mart Como Solución De Inteligencia De Negocios, Bajo La Metodología De Ralph Kimball Para Optimizar La Toma De Decisiones En El Departamento De Finanzas De La Contraloría General De La República. In *Universidad De San Martin de Porres*.

Zapana Mamani, L. A. P. (2018). *MEJORA DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA PRODUCTORA DE HARINAS APLICANDO INTELIGENCIA DE NEGOCIOS CON HERRAMIENTAS OPEN SOURCE*.

**ANEXOS**  
**ANEXO 01: PLAN DE TESIS**

**Universidad Católica de Santa María**  
**Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales**  
**Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas**



**“OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE SEGUIMIENTO Y CONTROL DE  
MATERIALES CORE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE INTELIGENCIA DE  
NEGOCIOS EN UNA EMPRESA MINERA EN EL SUR DEL PERÚ”**

**Investigación presentada por:**

Ramos Ramos, Gricel Yasmin

**Arequipa- Perú**

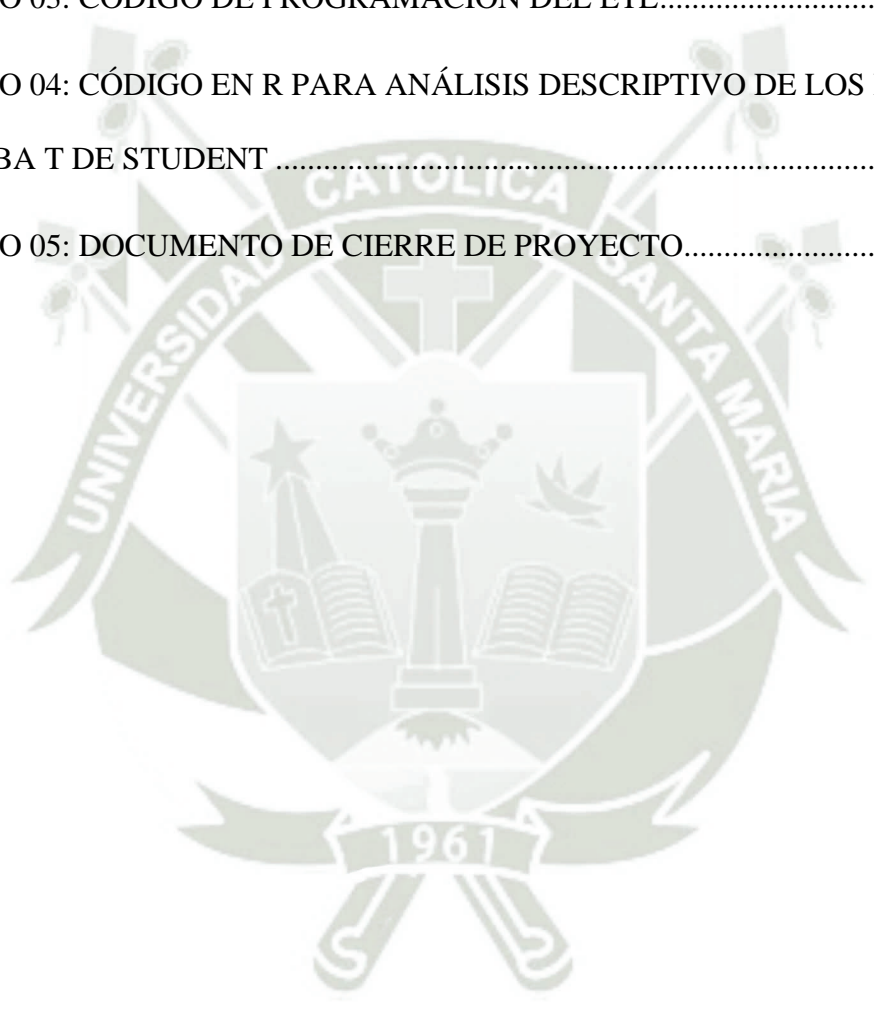
**2022**

## ÍNDICE

|  |     |
|--|-----|
| 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....  | 94  |
| 1.1. Caracterización del problema .....  | 94  |
| 1.2. Línea y Sub-línea de Investigación a la que corresponde el Problema ..... | 96  |
| 1.3. Palabras Clave .....  | 97  |
| 2. OBJETIVOS DEL PROYECTO.....   | 97  |
| 2.1. Objetivo General.....   | 97  |
| 2.2. Objetivos específicos.....  | 97  |
| 3. FUNDAMENTOS TEÓRICOS .....  | 98  |
| 3.1. Estado del arte .....   | 98  |
| 3.2. Bases Teóricas del proyecto .....   | 103 |
| 3.2.1. Inteligencia de negocios.....   | 103 |
| 3.2.2. Gestión de procesos de negocio BPM .....                                | 103 |
| 3.2.3. Business Process Model and Notation (BPMN).....                         | 103 |
| 3.2.4. Material Core .....   | 104 |
| 3.2.5. Power BI .....  | 104 |
| 3.2.6. SAP ERP.....  | 104 |
| 3.2.7. SAP Business Objects.....   | 105 |
| 3.2.8. Visual Basic Script.....  | 105 |
| 3.2.9. ETL .....   | 105 |

|  |     |
|--|-----|
| 3.2.10. Data Warehouse .....                               | 106 |
| 3.2.11. Data mart.....                                     | 106 |
| 3.2.12. Dashboard .....                                    | 106 |
| 3.2.13. Modelo dimensional .....                           | 107 |
| 4. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO .....                         | 107 |
| 4.1. Justificación .....                                   | 107 |
| 4.2. Resumen del Proyecto .....                            | 108 |
| 4.2.1. Descripción del proyecto a medio y largo plazo..... | 108 |
| 4.2.2. Usuarios del proyecto .....                         | 108 |
| 4.2.3. Beneficios .....                                    | 109 |
| 4.2.4. Localización.....                                   | 109 |
| 4.2.5. Análisis del futuro del proyecto.....               | 110 |
| 4.2.6. Riesgos del proyecto .....                          | 111 |
| 5. PLAN DE IMPLANTACIÓN DEL PROYECTO.....                  | 112 |
| 5.1. Definición del proyecto .....                         | 112 |
| 5.1.1. Aspectos técnicos.....                              | 112 |
| 5.1.2. Aspectos económicos.....                            | 112 |
| 5.1.3. Aspectos comerciales.....                           | 113 |
| 5.1.4. Recursos del proyecto .....                         | 113 |
| 5.1.5. Metodología a emplear .....                         | 114 |
| 6. PLAN DE TRABAJO .....                                   | 117 |

|   |     |
|---|-----|
| 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....  | 118 |
| ANEXO 02: MATRIZ DE CONSISTENCIA.....   | 121 |
| ANEXO 02: SCRIPT SQL DE MODELO DIMENSIONAL.....   | 122 |
| ANEXO 03: CÓDIGO DE PROGRAMACIÓN DEL ETL.....   | 124 |
| ANEXO 04: CÓDIGO EN R PARA ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LOS DATOS Y<br>PRUEBA T DE STUDENT ..... | 132 |
| ANEXO 05: DOCUMENTO DE CIERRE DE PROYECTO.....  | 134 |



## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1. Caracterización del problema

Las organizaciones mineras de todo el mundo enfrentan desafíos importantes, la presión sobre este tipo de organizaciones es grande para que sean eficientes, productivas y sigan siendo rentables a pesar de desafíos como la volatilidad del mercado de materias primas (Deloitte, 2014),

Una gran cantidad de datos se producen continuamente en una mina; por ello, sin una forma adecuada y sistemática de organizar estos datos y presentarlos de manera oportuna, simplificada, accesible y precisa, las decisiones tácticas y estratégicas con respecto a distintos procesos y la sostenibilidad a largo plazo de una mina se vuelven muy desafiantes (Boikanyo et al., 2016).

Algunas minas o áreas dentro de estas no pueden beneficiarse de ninguna forma de inteligencia porque no está integrada, organizada, procesada y disponible para las personas adecuadas en un formato idóneo para la toma de decisiones.

La inteligencia de negocios permite mejorar la toma de decisiones a través del procesamiento y uso de tecnologías y técnicas como OLAP, Dashboard y minería de datos (Loshin, 2003). Es un conjunto de metodologías y herramientas orientadas a mejorar la toma de decisiones en una organización mediante el análisis de datos existentes para crear nuevo conocimiento.

Saavedra Machaca, (2006), en su tesis aplicó inteligencia de negocios a la mina Porvenirm en Perú, desarrollando un sistema de gestión que apoya a la toma de decisiones, al diagnóstico y seguimiento de actividades claves del proceso de mina, a través de la aplicación de la inteligencia de negocios. Para ello, utilizó la metodología Ralph Kimball para el desarrollo de un sistema. Sus resultados mostraron mejoras en el análisis de información, en la toma de decisiones y un uso más eficiente de los recursos.

Bermeo-Pérez & Campoverde-Molina, (2020) y Gutierrez Ruiz & Velasquez Vasquez, (2019) también aplicaron inteligencia de negocios al inventario de una cooperativa y al proceso de abastecimiento de MYPES donde aplicaron las técnicas de Dashboard y minería de datos respectivamente. En ambos casos, los resultados mostraron mejora en el soporte a la toma de decisiones y usuarios satisfechos con las herramientas.

El lugar elegido para el estudio, el área de Cadena Global de Suministro de una minera ubicada en el Perú, de la cual no se mencionará su nombre por confidencialidad con dicha organización. La minera, se dedica a la extracción de cobre y molibdeno, y presenta el problema de que su proceso de control y seguimiento de materiales Core es ineficiente.

Dado que, los materiales Core son materiales de alto costo y mediana rotación, no son materiales de un único uso, sino que se prestan a los usuarios para su uso, y tras un periodo de tiempo estos deben ser devueltos al almacén. La problemática abordada, es que, a causa de que muchos usuarios no devuelven a tiempo los Cores que se les prestó, se necesita llevar un control constante de qué materiales Core se les prestó, a qué personas y cuándo deben devolverlo (Segovia, 2022).

Este control, actualmente se lleva a través de múltiples hojas de excel y enviando correos semanalmente a los usuarios y a sus superintendentes y gerentes para que devuelvan los Cores. Asimismo, se envía un reporte, también de excel a cada almacén semanalmente para que sepan qué materiales Core y en qué cantidad les faltan Realizar el control y seguimiento de los materiales Core es algo complejo, que consume bastantes recursos humanos, y es un proceso muy propenso a errores (Nuñez, 2022).

Como consecuencia, el proceso de control y seguimiento de materiales Core es ineficiente, no se tiene trazabilidad sobre los movimientos de los Cores de forma histórica pues sólo se puede saber el estado actual de los Cores, muchos usuarios no devuelven los Cores a tiempo, algunos de ellos nunca los devuelven, los superintendentes y gerentes reciben tantos correos que en múltiples oportunidades no leen los correos sobre los Cores, no tienen la información disponible en el formato, momento y lugar adecuado, por lo cual no se enfocan ni dedican su tiempo a revisar las tablas de excel y coordinar la devolución de Cores.

Por ello, el presente proyecto pretende optimizar el proceso de control y seguimiento de materiales Core mediante la aplicación de inteligencia de negocios bajo la metodología de Ralph Kimball.

## 1.2. Línea y Sub-línea de Investigación a la que corresponde el Problema

- Línea de investigación: Sistemas de Información y Bases de Datos
- Sub-línea de investigación: Gestión de procesos de negocio

### 1.3. Palabras Clave

Inteligencia de Negocios, Ralph Kimball, ETL, Data Mart, Gestión de procesos de negocio.

## 2. OBJETIVOS DEL PROYECTO

### 2.1. Objetivo General

Optimizar el proceso de control y seguimiento de materiales Core en el área de la Cadena Global de Suministro de una empresa minera ubicada en el sur del Perú mediante la aplicación de inteligencia de negocios.

### 2.2. Objetivos específicos

1. Gestionar el proyecto de optimización del proceso de control y seguimiento de materiales Core.
2. Analizar el proceso de control y seguimiento de materiales Core, identificando los puntos de mejora y requerimientos del proceso.
3. Rediseñar el proceso de control y seguimiento de materiales Core.
4. Modelar el data mart que cumpla con los requerimientos del nuevo proceso.
5. Desarrollar un ETL que de forma automatizada permita extraer, transformar y cargar los datos al Data mart.
6. Implementar un Dashboard en PowerBi el cual permita mejorar la eficiencia del proceso de control y seguimiento de materiales Core.
7. Validar la eficiencia de la optimización del proceso mediante métricas de costo y tiempo del nuevo proceso de control y seguimiento de materiales Core.

### 3. FUNDAMENTOS TEÓRICOS\

#### 3.1. Estado del arte

En la tesis “Mejora del proceso de producción de una empresa productora de harinas aplicando inteligencia de negocios con herramientas open source”, se detectó que una empresa productora de harinas elaboraba un reporte básico sobre la producción, de forma manual, el cual era poco eficiente y requería mucho recurso humano. Por eso, con el objetivo de automatizar y optimizar el trabajo de recolección de datos acerca de estados y cantidades de producción y bajo una metodología combinada de Kimball y Mossi, se implementó una solución basada en herramientas de inteligencia de negocios ágiles y escalables que permiten consultas de datos históricos del área de producción. Los resultados mostraron que se logró un control efectivo sobre su producción y un índice de efectividad ideal de la planta, el cual incrementó en un 7.7% dado que se pueden tomar decisiones de manera oportuna (*Zapana Mamani, 2018*)

En la tesis “Inteligencia de negocios en una empresa minera” aplicada a la mina Porvenir Perú, se desarrolló un sistema de gestión que da soporte al diagnóstico y seguimiento de actividades claves del proceso de mina, apoyando la toma de decisiones a través de la aplicación de la inteligencia de negocios. Es así que realizó la estimación de costo beneficios, analizó la viabilidad del proyecto y su aceptación, y utilizó la metodología Ralph Kimball. Los resultados fueron mejoras en la toma de decisiones debido, en el análisis de información, y un uso más eficiente de los recursos, concluyendo que el sistema de control de gestión de operaciones minas creó las condiciones favorecedoras para mejorar la gestión y el análisis así como representó la generación de un nuevo activo organizacional representado por el software (*Saavedra Machaca, 2006*).

El artículo de Lokaadinugroho et al., (2021) muestra una alternativa de cómo construir un Data Warehouse en el ámbito de la inteligencia de negocios para una “Typical marketing división” en una universidad. Para su elaboración, contempla cuatro fases que incluyeron la identificación y recolección de las fuentes de datos, la fase de análisis, el diseño y la fase de resultados. Estos cuatro pasos son planteados de acuerdo a los nueve pasos de la metodología de Kimball para la creación de Data Warehouses y del software Pentaho Data Integration. Como resultado, se muestra un dashboard como herramienta de inteligencia de negocios que muestra información estratégica relevante minimizando el tiempo para extraer esta información de 3 semanas a 77 minutos.

En el Departamento de Finanzas de la Contraloría General de la República del Perú, existía una carencia de información oportuna para la toma de decisiones, lo que hacía que el presupuesto de los departamentos no estén acorde a las cantidades y gastos que utilizaban. Por lo que, se evidenciaba una deficiente gestión por parte del Departamento de Finanzas. Zadívar, (2015), realizó la Implementación de un Data Mart como solución de inteligencia de negocios, bajo la metodología de Ralph Kimball para optimizar la toma de decisiones en el Departamento de Finanzas de la Contraloría General de la República, obteniendo como resultado un aplicativo con la que los usuarios interactúan y lo califican con 4.8/5 mostrando un 96% de satisfacción y cumplimiento de los requerimientos.

Bermeo-Pérez & Campoverde-Molina, (2020) aplicaron inteligencia de negocios, en el inventario de la Cooperativa GranSol, ubicada en la ciudad de Cuenca, Ecuador. Esta mediana empresa dispone de siete sucursales distribuidos dentro de la ciudad, ofreciendo

productos de primera necesidad, en el proceso de gestión de compras utilizaban la técnica de la observación para determinar las cantidades de productos en las órdenes de compra, el problema de la técnica elegida era la falta de confiabilidad, ya que no era precisa, entonces al vender productos que tienen caducidad; si hacen pedidos excesivos pueden suponer grandes pérdidas para la Cooperativa. Por otra parte, tampoco es conveniente hacer pedidos minoristas, en virtud de que la Cooperativa podría quedarse sin productos y esto llevaría a la pérdida de clientes. El objetivo de este trabajo fue implementar una herramienta de inteligencia de negocios en Power BI, para realizar un análisis descriptivo y predictivo de la demanda de productos, sirviendo como apoyo a la toma de decisiones acerca del volumen de productos a adquirir para el siguiente periodo comercial. Los resultados, mostraron un dashboard con los productos más vendidos en general y por sucursal, las tendencias y proyección de venta de los productos más vendidos. Con el análisis de los requerimientos se logró diseñar el modelo de datos, y con la herramienta Power Query de Power BI, se realizó el proceso de extracción, transformación, limpieza de los datos, y la construcción del DataMart. Además, facilitó el análisis de los datos y diseño del Dashboard interactivo, el cual proporciona información al gerente y jefe de ventas acerca de las ventas con datos precisos, veraces, actualizados y en el instante que los necesiten, reduciendo el tiempo en la generación de informes.

En la tesis “Propuesta de solución de inteligencia de negocios para optimizar la planificación de servicios mineros en una empresa de seguridad privada”, el problema yace en la falta de procesos automatizados y repositorios con información centralizada para el correcto planeamiento del servicio minero. Se detectó que las causas del problema se basan en que las actividades y procesos que participan en la planificación del servicio minero no

se encuentran interrelacionados debido a que son manuales, además, la inexistencia de herramientas unificadas para registrar las lecciones aprendidas de los contratos mineros anteriores y perfiles de personal idóneos para los servicios; asimismo, se presenta la inexistencia del seguimiento y monitoreo del personal y equipos de seguridad dentro del servicio minero. Por ello, los autores realizaron el análisis del negocio y del proceso de Planificación de Servicios Mineros apoyándose en el marco de referencia Zachman, luego detallaron la situación actual del proceso y propusieron la situación futura. Con la propuesta aceptada, establecieron el resultado del proyecto a través de las reglas de negocio, requerimientos funcionales y no funcionales, drivers funcionales y los casos de uso del sistema. Con toda la información previa, efectuaron los drivers arquitectónicos basada en la metodología Kimball. Para finalizar, mostraron la gestión del proyecto con el apoyo de la Guía del PMBOK (*Barrios Juro & Salazar Timoteo, 2020*).

Gutierrez Ruiz & Velasquez Vasquez, (2019), realizaron el diseño y desarrollo de un modelo de soporte a la toma de decisiones basado en minería de datos con el objetivo de mejorar el proceso de abastecimiento en las MYPES de Trujillo. Para lograrlo, utilizaron el ciclo de vida de desarrollo del software (SDLC) y en la etapa de pruebas, validaron el modelo mediante su aplicación en dos MYPES, en las cuales los resultados computacionales mostraron una eficacia del modelo del 92% y 90% y en ambos casos, el 100% de usuarios se mostraron satisfechos y consideran que el sistema responde a sus necesidades. Concluyendo que, a través de su modelo, se brinda soporte en la toma de decisiones en empresas en crecimiento para que estas puedan tomar decisiones a tiempo con un conocimiento previo de la información que brindan sus propios datos.

En el Perú, las soluciones de Inteligencia de negocios en las Pymes es escasa y estas no han podido beneficiarse de las tendencias de la Inteligencia de negocios, debido a la poca inversión de este tipo de empresas en tecnología e innovación. Los autores propusieron aplicar una solución de inteligencia de negocios de autoservicio para que sirva de apoyo a la toma de decisiones en la empresa SERTRANS Z & B S.R. Ltda. Para ello, recopilamos los datos tomando entrevistas a los empleados y observaciones. El despliegue de la solución se realizó con Power BI, puesto que es una herramienta flexible y sin costo alguno, la cual proporcionó el análisis de datos y capacidades de visualización orientados al usuario final. Se analizaron los resultados obtenidos, habiendo reducido en un 70% los tiempos de respuesta en el análisis de la información y los reportes elaborados son de la satisfacción de las necesidades del usuario, permitiendo un manejo fluido y sencillo. Concluyen así que se demostró la contribución a mejorar el proceso de toma de decisiones en la empresa SERTRANS Z & B S.R. Ltda (*Pacci Ayala, 2017*).

Se eligió utilizar la metodología de Ralph Kimball para el presente proyecto, dado que distintos autores como Zapana Mamani, (2018), Saavedra Machaca, (2006), Lokaadinugroho et al., (2021) y Zadívar, (2015) aplicaron inteligencia de negocios utilizando esta metodología para mejorar la toma de decisiones en distintos procesos. Barrios Juro & Salazar Timoteo, (2020) utilizaron la misma metodología y se basó en el PMBOK para realizar la gestión de proyectos que es parte de la metodología de Kimball. Además, se implementará un Dashboard como técnica de inteligencia de negocios utilizando la herramienta Power Bi, como lo realizaron Bermeo-Pérez & Campoverde-Molina, (2020) y Pacci Ayala, (2017).

### 3.2. Bases Teóricas del proyecto

#### 3.2.1. Inteligencia de negocios

Inteligencia de negocios (BI) es el proceso de aplicar herramientas y técnicas para recopilar y analizar los datos recopilados de múltiples fuentes internas como externas, para crear conocimiento que ayude en la toma de decisiones (*Sohollo, 2011*).

#### 3.2.2. Gestión de procesos de negocio BPM

Gestión de procesos de negocios o Business Process Management (BPM) es una disciplina que implica cualquier combinación de diseño, automatización, ejecución, control, medición y optimización de los flujos de actividad empresarial, en apoyo de los objetivos empresariales, abarcando sistemas, empleados, proveedores, clientes y socios. Las organizaciones utilizan Business Process Management (BPM) para establecer, administrar y optimizar los procesos comerciales (*Dumas et al., 2018*).

#### 3.2.3. Business Process Model and Notation (BPMN)

Business Process Model and Notation (BPMN) es la notación gráfica de la gestión de procesos de negocio, la cual permite detallar y automatizar los procesos de forma gráfica. BPMN es el estándar de facto para representar de una manera gráfica los procesos que ocurren en cualquier tipo de organización. Las organizaciones utilizan el estándar BPMN en las tareas diarias de modelado de procesos comerciales puesto que este proporciona un metamodelo bien definido y facilita el intercambio de

modelos, la integración de herramientas y la reutilización de herramientas de modelado existentes como Activiti, Bizagi o Cubetto (*Chinosi & Trombetta, 2012*).

#### **3.2.4. Material Core**

En la empresa minera donde se realizará el proyecto, los Cores son unidades malogradas que se pueden reacondicionar y regresar al inventario para su uso futuro. Son materiales de alto costo como partes de camiones, que se dan a diferentes áreas de la mina para su reparación. Una vez que el área correspondiente repara el material Core, este debe devolverlo al almacén para que su ubicación cambie en el sistema ERP SAP de Core al Almacén correspondiente.

#### **3.2.5. Power BI**

Power BI es una colección de servicios de software, aplicaciones y conectores que funcionan juntos para convertir fuentes de datos no relacionadas en información coherente e interactiva. Power BI permite conectarse fácilmente a las distintas fuentes de datos, crear dashboards y visualizaciones, descubrir lo que es importante y compartirlo con cualquier persona (*Microsoft, 2021*).

#### **3.2.6. SAP ERP**

SAP son las siglas de Systems Applications and Products in Data Processing. Es un software ERP (Enterprise Resource Planning o Planificación de Recursos Empresariales), que consta de distintos módulos totalmente integrados, que cubren prácticamente todos los aspectos de la gestión empresarial, ayudando a ejecutar procesos centrales en un único sistema para departamentos como finanzas,

fabricación, RR. HH., cadena de suministro, servicios, compras y otros.(*Akhtar, 2013*)

### **3.2.7. SAP Business Objects**

SAP Business Objects es una suite centralizada para informes, visualización y uso compartido de datos. Permite transformar los datos de SAP en información estratégica útil, disponible en cualquier momento y lugar. SAP Business Objects (SAP BO) posee una arquitectura flexible, con una implementación on-premise, le da mayor autonomía del usuario y el consumo de información es simplificado, personalizado y dinámico.(*SAP, n.d.*)

### **3.2.8. Visual Basic Script**

Microsoft VBScript (Visual Basic Script) es un lenguaje de secuencias de comandos activo, liviano y de propósito general desarrollado por Microsoft que se basa en Visual Basic (*Malinowski et al., 2019*).

### **3.2.9. ETL**

ETL (extraer, transformar y cargar) se refiere a un proceso en el uso de bases de datos y especialmente en datawarehouses que implica la extracción de datos de fuentes externas, transformarlos para que se ajusten a las necesidades operativas y cargarlos en el destino final es decir en una base de datos, específicamente, almacén de datos o data mart (*Yiu & Vista, 2008*).

### 3.2.10. Data Warehouse

Un Data Warehouse o almacén de datos es la principal fuente de información que alimenta el procesamiento analítico dentro de una organización. Un almacén de datos es un depósito centralizado de información organizado en torno a las áreas temáticas relevantes para la corporación en su conjunto. Un almacén de datos generalmente se construye utilizando un modelo dimensional. La información se carga en el almacén de datos después de una serie de procesos previos y puede ser consultada o extraída para informes o visualizaciones (*Loshin, 2003*).

### 3.2.11. Data mart

Es una Data Warehouse orientado a algún proceso o tema específico. Los Data Mart suelen ser usados por un departamento o grupo de usuarios en una compañía, para un conjunto definido de tareas. Los Data Mart aislados, es decir los que toman sus datos directamente desde sistemas transaccionales y no dependen de otros Data Warehouse, recién el nombre de “Data Marts Independientes” (*Zadívar, 2015*).

### 3.2.12. Dashboard

Se define un dashboard como una aplicación multicapa basada en una infraestructura de integración de datos e inteligencia de negocios que permite a las organizaciones medir, monitorear y administrar el desempeño de uno o más procesos de manera más efectiva mediante una vista gráfica de un conjunto de indicadores (*Eckerson, 2006*).

### 3.2.13. Modelo dimensional

El modelado dimensional (DM) es una técnica de estructura de datos optimizada para el almacenamiento de datos en un data mart o Datawarehouse. El propósito del modelado dimensional es optimizar la base de datos para la consulta más rápida de los datos. El concepto de modelado dimensional fue desarrollado por Ralph Kimball y consta de tablas de "hechos" y "dimensiones" (Taylor, 2022).

## 4. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO

### 4.1. Justificación

En la actualidad, el proceso de control y seguimiento de materiales Core en una empresa minera ubicada en el sur del Perú es ineficiente debido a que tarda mucho tiempo, consume muchos recursos, no es constante y es muy propenso a errores por tener alta intervención humana. Este proceso, es importante debido a que los materiales Core son materiales de alto costo y alta rotación, por lo que, si no se realiza un adecuado seguimiento y control, estos podrían quedarse con los usuarios por largos periodos de tiempo, alterando su uso y rotación; o podrían llegar a perderse, lo cual significaría un ajuste de inventario negativo para la minera. Por ello, se plantea optimizar el proceso de control y seguimiento de materiales Core mediante la aplicación de inteligencia de negocios.

El nuevo proceso, permitirá reducir el tiempo y costos del proceso, lo cual representa una mejora en la eficiencia del proceso en el área de Cadena Global de Suministro. Además, los supervisores y superintendentes podrán acceder, visualizar y analizar la información más relevante de los materiales Core y así tomar buenas decisiones, para su control y

seguimiento, teniendo trazabilidad sobre la salida y retorno de materiales Core y evitando la pérdida de estos. Asimismo, se pretende que el proyecto sea una referencia para que otras empresas puedan aplicar inteligencia de negocios a sus procesos y así contribuir con la transformación digital.

## **4.2. Resumen del Proyecto**

### **4.2.1. Descripción del proyecto a medio y largo plazo**

A un mediano plazo, se deben haber alcanzado todos los objetivos planteados, implementando un Dashboard en Power BI, y validando su eficiencia en términos de tiempo y costos. Se le hará seguimiento semanalmente a este proyecto, verificando la alimentación y uso del Dashboard.

A largo plazo, se espera poder realizar mejoras en el proceso siguiendo el ciclo de vida de la gestión de procesos así como aplicar inteligencia de negocios a otros procesos del área de Cadena Global de suministro de la minera.

### **4.2.2. Usuarios del proyecto**

- **Personal del área de almacenes**

En el área de almacenes, los usuarios son los auxiliares, analistas, supervisores y superintendente, quienes están involucrados en el proceso para la generación del reporte de Cores, análisis de usuarios de Cores e importancia de cada Core no

devuelto, comunicación con los superintendentes de los usuarios de Cores y supervisión del proceso.

- **Usuarios de materiales Core**

Los usuarios de materiales Core son 20 superintendentes y aproximadamente 500 usuarios que retiran Cores, pertenecientes a las distintas áreas de Mina, Aguas y Relaves, Concentradora 1 y Concentradora 2.

#### **4.2.3. Beneficios**

El aporte de optimizar el proceso de control y seguimiento de materiales Core será que los supervisores y superintendentes del área de Cadena Global de Suministro de la minera, mejoren la toma de decisiones sobre los Cores pendientes de devolución al contar con un dashboard accesible, fácil de interpretar y con información confiable. Además, se contribuirá con la mejora en la eficiencia del proceso medida en tiempo y costo reflejado en la reducción de horas hombre invertidas en el proceso, la disminución de recursos y la mejor gestión de Cores no devueltos.

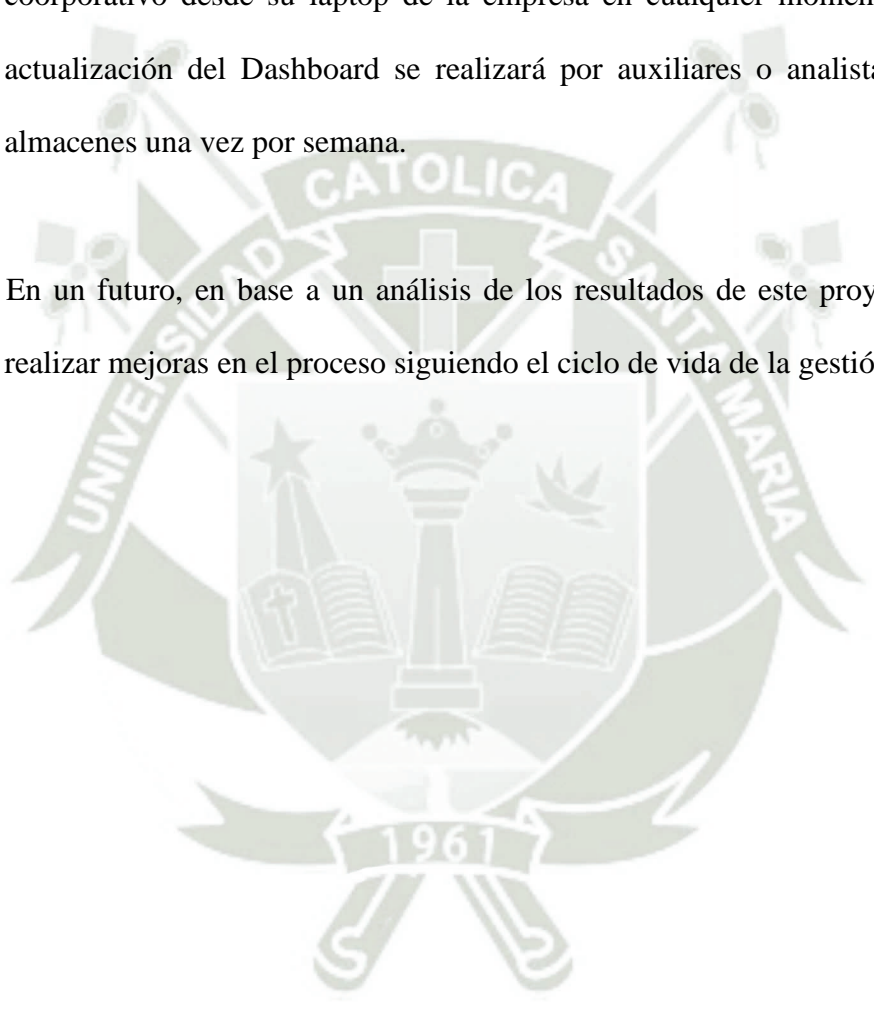
#### **4.2.4. Localización**

El presente proyecto se realizará en el área de Cadena Global de Suministro en una minera ubicada en el sur del Perú, cuyo nombre no se menciona por confidencialidad con dicha corporación.

#### 4.2.5. Análisis del futuro del proyecto

Una vez se implemente el proyecto, el dashboard resultante estará disponible para todos los empleados de la corporación quienes podrán acceder con su correo corporativo desde su laptop de la empresa en cualquier momento y lugar. La actualización del Dashboard se realizará por auxiliares o analistas del área de almacenes una vez por semana.

En un futuro, en base a un análisis de los resultados de este proyecto, se podrá realizar mejoras en el proceso siguiendo el ciclo de vida de la gestión de procesos.



#### 4.2.6. Riesgos del proyecto

*Tabla 1.*

*Registro de riesgos*

| <b>N° de riesgo</b> | <b>Categoría del riesgo</b> | <b>Nombre del riesgo</b>                                   | <b>Parte Responsable</b> |
|---------------------|-----------------------------|--|--------------------------|
| 01                  | Técnico                     | La laptop con el desarrollo del proyecto se malogra.       | Director del proyecto    |
| 02                  | Gestión del proyecto        | No alcanzar los objetivos del proyecto.                    | Director del proyecto    |
| 03                  | Gestión del proyecto        | Cambios constantes en el alcance.                          | Director del proyecto    |
| 04                  | Organizativo                | Cambios en la normativa impiden continuar con el proyecto, | Organización             |

| <b>N° de riesgo</b> | <b>Probabilidad del riesgo</b> | <b>Impacto del riesgo</b> | <b>Puntaje del riesgo</b> |
|---------------------|--------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 01                  | Media                          | Medio                     | Medio                     |
| 02                  | Baja                           | Muy Alto                  | Medio                     |
| 03                  | Muy baja                       | Alto                      | Bajo                      |
| 04                  | Muy bajo                       | Muy Alto                  | Bajo                      |

*Fuente: Elaboración propia*

## 5. PLAN DE IMPLANTACIÓN DEL PROYECTO

### 5.1. Definición del proyecto

#### 5.1.1. Aspectos técnicos

En este proyecto se consideran los siguientes aspectos técnicos: el conocimiento de la metodología Ralph Kimball con la cual se aplicará inteligencia de negocios, seguir la notación BPMN en los diagramas de procesos AS-IS y TO-BE, conocimiento sobre ETL y DataMarts para su correcta elaboración, dominio de la herramienta PowerBi en la cual se implementará el Dashboard, guiarse del PMBOK para la gestión del proyecto.

#### 5.1.2. Aspectos económicos

Se consideran los siguientes aspectos económicos necesarios para realizar el desarrollo de la propuesta:

- Membresía de PowerBi Pro
- Licencia de Excel
- Licencia de SAP
- Acceso a SAP BO

### 5.1.3. Aspectos comerciales

El proceso optimizado permitirá que el área de Cadena Global de Suministro de la empresa minera ubicada en el sur del Perú, sea más eficiente. La empresa minera pertenece a una corporación con estrictas reglas de confidencialidad de información, por lo cual el análisis y optimización del proceso de control y seguimiento de materiales Core será de uso exclusivo para la corporación y no podrá ser vendido ni transferido.

### 5.1.4. Recursos del proyecto

Los recursos necesarios para el proyecto son:

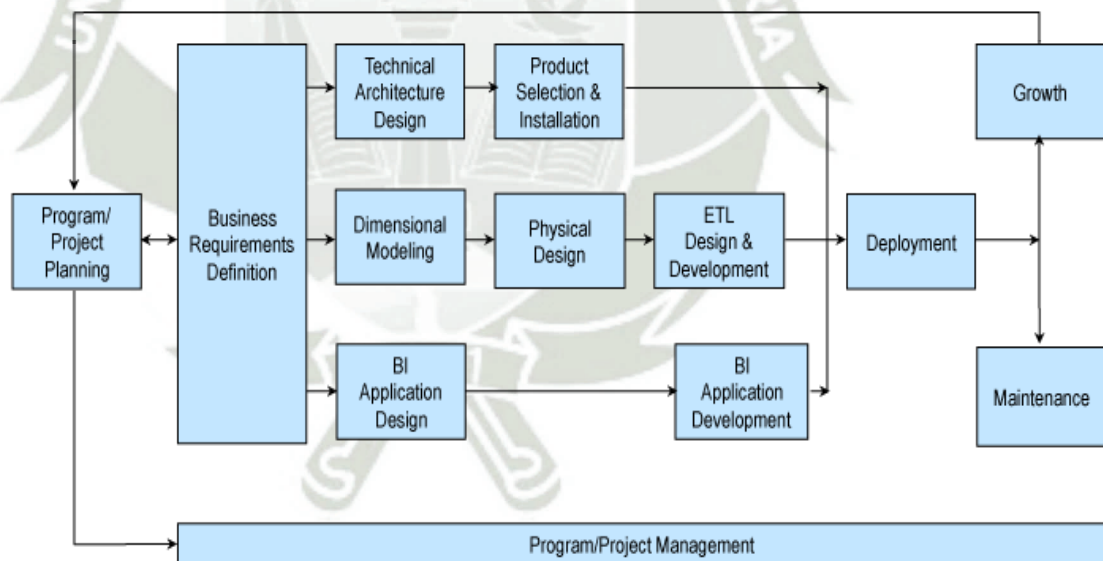
- Recursos Humanos: cubiertos por la autora para el análisis del proceso e implementación del proyecto.
- Recursos tecnológicos: cubiertos por la corporación para tener las herramientas tecnológicas necesarias como SAP, Excel, Power BI y SAP BO.
- Recursos económicos: cubiertos por la corporación para tener laptop, escritorio, electricidad, acceso a internet, oficina y licencias de las herramientas tecnológicas.
- Know how: el conocimiento de los involucrados en el proceso para contribuir con información relevante sobre el proceso

### 5.1.5. Metodología a emplear

El proyecto se realizará basándose en la metodología Ralph Kimball, puesto esta propone un enfoque cíclico para aplicar inteligencia de negocios en un proceso de negocio donde una implementación exitosa de una herramienta BI depende de la fusión adecuada de los componentes que se muestran en la Figura 1 desde la definición de requerimientos hasta la implementación y mantenimiento de la herramienta de Inteligencia de Negocios (*Darma et al., 2019*).

**Figura 1.**

*Metodología de Ralph Kimball*



En base a esta metodología, se llevarán a cabo las siguientes fases:

- **Gestión de proyectos**

Como parte de la gestión de proyectos, se elaborará el acta de constitución, la gestión del alcance, la gestión del cronograma, gestión de riesgos, gestión de costos, gestión de los interesados del proyecto y cierre del proyecto.

- **Definición de requerimientos:**

Se realizará el descubrimiento del proceso usando las técnicas RACI y SIPOC, y se elaborará el diagrama de procesos AS-IS el cual refleje la situación actual. Se realizará un análisis cualitativo y cuantitativo del proceso actual para determinar los requerimientos para la optimización del proceso. En base a los requerimientos definidos, se rediseñará el proceso y se elaborará el diagrama de procesos TO-BE donde se refleje el flujo del nuevo proceso.

- **Modelo Dimensional**

Siguiendo los pasos establecidos por Ralph Kimball, se modelará el Data mart con el proceso de diseño dimensional de cuatro pasos (*Kimball Group, 2013*).

Las cuatro decisiones clave para el diseño de un modelo dimensional incluyen:

1. Seleccionar el proceso de negocio.
2. Definir la granularidad.
3. Identificar las dimensiones.
4. Identificar los hechos

Las respuestas a estos pasos, se determinarán considerando las necesidades del proceso, definidas en la fase anterior junto a la estructura y tipo de datos fuente que se tienen.

- **Diseño y desarrollo del ETL**

Se desarrollará un ETL el cual se adecúe al enfoque Bottom-Up propuesto por Kimball y que de forma automatizada, permita extraer los datos de las distintas fuentes internas y externas, transformarlos y cargar los datos íntegros al Data mart creado previamente.

- **Diseño e Implementación de la herramienta BI**

Se definirán los OKRs del proceso, se realizará un mockup y se implementará un Dashboard en PowerBi, como herramienta de inteligencia de negocios.

- **Mantenimiento**

Se establecerá la frecuencia y forma de mantenimiento. Esto incluye cómo y cuándo se alimentará el Data mart para que el Dashboard muestre información relevante y actualizada.

## 6. PLAN DE TRABAJO

A continuación, se muestra el plan de trabajo como parte de la gestión del cronograma para la optimización del proceso de control y seguimiento de materiales Core mediante la aplicación de inteligencia de negocios.

**Figura 1.**

*Plan de trabajo.*

| ACTIVIDAD                                       | Nº<br>DÍAS | FASE<br>01 |     |     |     | FASE<br>02 |     |     |     |     | FASE<br>03 |     |     |     | FASE<br>04 |     |     |  |  |
|---|------------|------------|-----|-----|-----|------------|-----|-----|-----|-----|------------|-----|-----|-----|------------|-----|-----|--|--|
|   |            | S01        | S02 | S03 | S04 | S05        | S06 | S07 | S08 | S09 | S10        | S11 | S12 | S13 | S14        | S15 | S16 |  |  |
| <b>Plan de Tesis</b>                            | <b>28</b>  |            |     |     |     |            |     |     |     |     |            |     |     |     |            |     |     |  |  |
| Planteamiento de la investigación.              | 7          |            |     |     |     |            |     |     |     |     |            |     |     |     |            |     |     |  |  |
| Fundamentos teóricos.                           | 10         |            |     |     |     |            |     |     |     |     |            |     |     |     |            |     |     |  |  |
| Presentación del proyecto                       | 7          |            |     |     |     |            |     |     |     |     |            |     |     |     |            |     |     |  |  |
| Plan de implantación del proyecto.              | 4          |            |     |     |     |            |     |     |     |     |            |     |     |     |            |     |     |  |  |
| <b>Definición de requerimientos del proceso</b> | <b>35</b>  |            |     |     |     |            |     |     |     |     |            |     |     |     |            |     |     |  |  |
| Descubrimiento del proceso                      | 7          |            |     |     |     |            |     |     |     |     |            |     |     |     |            |     |     |  |  |
| Modelo As-Is                                    | 7          |            |     |     |     |            |     |     |     |     |            |     |     |     |            |     |     |  |  |
| Análisis cualitativo                            | 7          |            |     |     |     |            |     |     |     |     |            |     |     |     |            |     |     |  |  |
| Análisis cuantitativo                           | 7          |            |     |     |     |            |     |     |     |     |            |     |     |     |            |     |     |  |  |
| Modelo To-Be                                    | 7          |            |     |     |     |            |     |     |     |     |            |     |     |     |            |     |     |  |  |
| <b>Aplicación de Inteligencia de Negocios</b>   | <b>28</b>  |            |     |     |     |            |     |     |     |     |            |     |     |     |            |     |     |  |  |
| Modelado del Data Mart                          | 7          |            |     |     |     |            |     |     |     |     |            |     |     |     |            |     |     |  |  |
| Desarrollar ETL                                 | 10         |            |     |     |     |            |     |     |     |     |            |     |     |     |            |     |     |  |  |
| Definición de KPIs                              | 4          |            |     |     |     |            |     |     |     |     |            |     |     |     |            |     |     |  |  |
| Elaboración de Dashboard                        | 7          |            |     |     |     |            |     |     |     |     |            |     |     |     |            |     |     |  |  |
| <b>Validación del proyecto</b>                  | <b>21</b>  |            |     |     |     |            |     |     |     |     |            |     |     |     |            |     |     |  |  |
| Métrica de tiempo                               | 3          |            |     |     |     |            |     |     |     |     |            |     |     |     |            |     |     |  |  |
| Métrica de costos                               | 7          |            |     |     |     |            |     |     |     |     |            |     |     |     |            |     |     |  |  |
| Resultados                                      | 4          |            |     |     |     |            |     |     |     |     |            |     |     |     |            |     |     |  |  |
| <b>Planeamiento y gestión del proyecto</b>      | <b>39</b>  |            |     |     |     |            |     |     |     |     |            |     |     |     |            |     |     |  |  |
| Acta de constitución                            | 4          |            |     |     |     |            |     |     |     |     |            |     |     |     |            |     |     |  |  |
| Gestión del alcance del proyecto                | 3          |            |     |     |     |            |     |     |     |     |            |     |     |     |            |     |     |  |  |
| Gestión del cronograma del proyecto             | 7          |            |     |     |     |            |     |     |     |     |            |     |     |     |            |     |     |  |  |
| Gestión de riesgos del proyecto                 | 14         |            |     |     |     |            |     |     |     |     |            |     |     |     |            |     |     |  |  |
| Gestión de costos del proyecto                  | 7          |            |     |     |     |            |     |     |     |     |            |     |     |     |            |     |     |  |  |
| Cierre del proyecto                             | 4          |            |     |     |     |            |     |     |     |     |            |     |     |     |            |     |     |  |  |

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Akhtar, J. (2013). Production Planning and Control with SAP ERP. [http://www.amazon.com/Production-Planning-Control-SAP-ERP/dp/1592298680/ref=sr\\_1\\_1?ie=UTF8&qid=1414574245&sr=8-1&keywords=production+planning](http://www.amazon.com/Production-Planning-Control-SAP-ERP/dp/1592298680/ref=sr_1_1?ie=UTF8&qid=1414574245&sr=8-1&keywords=production+planning)

Barrios Juro, J., & Salazar Timoteo, F. (2020). Propuesta de solución de inteligencia de negocios para optimizar la planificación de servicios mineros en una empresa de seguridad privada [Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)]. <http://doi.org/10.19083/tesis/654009>

Bermeo-Pérez, S. K., & Campoverde-Molina, M. A. (2020). Implementación de inteligencia de negocios, en el inventario de la Cooperativa GranSol, con la herramienta Power BI. FICAEC, 5(2588-090X), 240–265. <https://doi.org/https://doi.org/10.23857/fipcaec.v5i14.169> Implementación

Boikanyo, D. H., Lotriet, R., & Buys, P. W. (2016). Investigating the use of business, competitive and marketing intelligence as management tools in the mining industry. Problems and Perspectives in Management, 14(2). [https://doi.org/http://dx.doi.org/10.21511/ppm.14\(2\).2016.03](https://doi.org/http://dx.doi.org/10.21511/ppm.14(2).2016.03)

Chinosi, M., & Trombetta, A. (2012). BPMN: An introduction to the standard. Computer Standards & Interfaces, 34(1), 124–134. <https://doi.org/10.1016/J.CSI.2011.06.002>

Darma, I. G. W., Utami, K. S., & Aryani, N. W. S. (2019). Data Warehouse Analysis to Support UMKM Decisions using the Nine-step Kimball Method. International Journal of Engineering and Emerging Technology, 4(1), 1–5.

Deloitte. (2014). Tracking the trends 2014 will face in the coming year. [https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/global/Documents/Energy-and-Resources/dttl-er-Tracking-the-trends-2014\\_EN\\_final.pdf](https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/global/Documents/Energy-and-Resources/dttl-er-Tracking-the-trends-2014_EN_final.pdf)

Dumas, M., Rosa, M. La, Mendling, J., & Hajo A. Reijers. (2018). Fundamental Business Process Management. In Lecture Notes in Business Information Processing (Vol. 168).

Gutierrez Ruiz, E. I., & Velasquez Vasquez, R. T. (2019). Diseño de un modelo de soporte a la toma de decisiones basado en minería de datos para mejorar el proceso de abastecimiento en las MYPES de Trujillo.

Kimball Group. (2013). Kimball Dimensional Modeling Techniques. 1–21. <https://www.kimballgroup.com/wp-content/uploads/2013/08/2013.09-Kimball-Dimensional-Modeling-Techniques11.pdf>

Lokaadinugroho, I., Girsang, A. S., & Burhanudin, B. (2021). Tableau Business Intelligence Using the 9 Steps of Kimball's Data Warehouse & Extract Transform Loading of the Pentaho Data Integration Process Approach in Higher Education. Engineering, Mathematics and Computer Science (EMACS) Journal, 3(1), 1–11. <https://doi.org/10.21512/emacsjournal.v3i1.6816>

Loshin, D. (2003). Business Intelligence, the savvy manager's guide (Morgan Kaufmann).

Malinowski, E., Zimányi, E., Joseph, S. K., Warehouse, D., Inmon, B., Analytical, O., Olap, P., Gatzju, S., Vavouras, A., Nilsson, A. A., & Merkle, D. (2019). VBScript, Scripting Language. In Data Vault 2.0 (Issue January 1999). <https://doi.org/10.1007/978-3-322-94873-1>

Microsoft. (2021). What is Power BI? - Power BI | Microsoft Docs. <https://docs.microsoft.com/en-us/power-bi/fundamentals/power-bi->

overview%0Ahttps://docs.microsoft.com/en-us/power-bi/fundamentals/power-bi-overview%0Ahttps://docs.microsoft.com/fi-fi/power-bi/fundamentals/power-bi-overview

Núñez, R. (2022). Comunicación personal.

Pacci Ayala, C. F. (2017). Aplicando Inteligencia De Negocios De Autoservicio, Utilizando Power Bi, Para La Toma De Decisiones Dentro De Una Pyme En La Región De Tacna. In Universidad Privada de Tacna. <http://localhost:8080/xmlui/handle/UPT/165%0Ahttp://repositorio.upt.edu.pe/bitstream/UPT/165/1/Pacci-Ayala-Carlos-Ferrer.pdf>

Saavedra Machaca, A. (2006). Inteligencia de negocios en una empresa minera (Vol. 1).

SAP. (n.d.). Suite de SAP Business Objects. <https://www.sap.com/latinamerica/products/bi-platform.html>

Segovia, A. (2022). Comunicación personal.

Taylor, D. (2022). What is Dimensional Modeling in Data Warehouse? <https://www.guru99.com/dimensional-model-data-warehouse.html>

Yiu, M. L., & Vista, D. (2008). Extract , Transform , Load ( ETL ) ETL Overview. Aalborg University.

Zadívar, A. R. (2015). Implementación De Un Data Mart Como Solución De Inteligencia De Negocios, Bajo La Metodología De Ralph Kimball Para Optimizar La Toma De Decisiones En El Departamento De Finanzas De La Contraloría General De La República. In Universidad De San Martin de Porres.

Zapana Mamani, L. A. P. (2018). MEJORA DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA PRODUCTORA DE HARINAS APLICANDO INTELIGENCIA DE NEGOCIOS CON HERRAMIENTAS OPEN SOURCE.

## ANEXO 02: MATRIZ DE CONSISTENCIA

| PROBLEMAS  | OBJETIVOS   | HIPÓTESIS   | VARIABLES E INDICADORES   |
|--|---|---|---|
| <b>Problema General</b>  | <b>Objetivo General</b>   | <b>Hipótesis General</b>  | <b>Independiente</b>  |
| Ineficiente proceso de control y seguimiento de materiales Core en el área de la Cadena Global de Suministro de una minera ubicada en el sur del Perú.   | Optimizar el proceso de control y seguimiento de materiales Core en el área de la Cadena Global de Suministro de una empresa minera ubicada en el sur del Perú mediante la aplicación de inteligencia de negocios.  | Se puede optimizar el proceso de mediante la aplicación de inteligencia de negocios.  | <b>VARIABLES independientes:</b><br>- Dashboard<br>- ETL<br><b>Indicadores:</b><br>- Costo<br>- Tiempo          |
| <b>Problemas específicos</b>   | <b>Objetivos específicos</b>  | <b>Hipótesis específicas</b>  | <b>Dependiente</b>  |
| <p>1. ¿Cómo se planificará y controlará el proyecto?</p> <p>2. ¿Cuál es el diagnóstico del proceso de control y seguimiento de materiales Core?</p> <p>3. ¿Cómo será el nuevo proceso optimizado?</p> <p>4. ¿Cuál será el modelo dimensional para el proceso optimizado?</p> <p>5. ¿Cómo se desarrollará el ETL automatizado?</p> <p>6. ¿Cómo implementar un Dashboard que permita mejorar la eficiencia del proceso?</p> <p>7. ¿Cuál será la validación de la optimización del proceso de control y seguimiento de materiales Core?</p> | <p>1. Desarrollar la gestión de proyectos de la optimización del proceso de control y seguimiento de materiales Core.</p> <p>2. Analizar el proceso de control y seguimiento de materiales Core, identificando los puntos de mejora y requerimientos del proceso.</p> <p>3. Rediseñar el proceso de control y seguimiento de materiales Core.</p> <p>4. Modelar el data mart que cumpla con los requerimientos del nuevo proceso.</p> <p>5. Desarrollar un ETL que de forma automatizada permita extraer, transformar y cargar los datos al Data mart.</p> <p>6. Implementar un Dashboard en PowerBi el cual permita mejorar la eficiencia del proceso de control y seguimiento de materiales Core.</p> <p>7. Validar la eficiencia de la optimización del proceso mediante métricas de costo y tiempo del nuevo proceso de control y seguimiento de materiales Core.</p> | <p>1. Se puede gestionar el proyecto de optimización del proceso de control y seguimiento de materiales Core.</p> <p>2. Se puede analizar el proceso de control y seguimiento de materiales Core, identificando puntos de mejora y requerimientos del proceso.</p> <p>3. Se puede rediseñar el proceso de control y seguimiento de materiales Core.</p> <p>4. Se puede modelar un data mart que cumpla con los requerimientos del nuevo proceso.</p> <p>5. Se puede desarrollar un ETL que de forma automatizada permita extraer, transformar y cargar los datos al Data mart.</p> <p>6. Se puede implementar un Dashboard en PowerBi el cual permita mejorar la eficiencia del proceso de control y seguimiento de materiales Core.</p> <p>7. Se puede validar la eficiencia de la optimización del proceso mediante métricas de costo y tiempo del nuevo proceso de control y seguimiento de materiales Core.</p> | <b>Variable dependiente:</b><br>Control y seguimiento de materiales Core<br><b>Indicadores:</b><br>- Eficiencia |

### ANEXO 03: SCRIPT SQL DE MODELO DIMENSIONAL

```

CREATE database CORES_PBI_
USE CORES_PBI_
CREATE TABLE Antiguedad(
    id_ant int PRIMARY KEY,
    dsc_ant varchar(45),
    orden int
)
CREATE TABLE Workcenters(
    id_wc varchar(9) PRIMARY KEY,
    collab varchar(120),
    area varchar(60),
    almacen varchar(4)
)
CREATE TABLE Material(
    id_mn varchar(8) PRIMARY KEY,
    desc_mat varchar(120),
    centro varchar(4),
    material_description varchar(150),
    material_group varchar(50),
    logistics_handling_group varchar(80),
    mrp_type varchar(2),
    material_type varchar(4),
    base_uom varchar(5),
    moving_code tinyint,
    moving_desc varchar(30),
    inventory_category varchar(30),
    price float(2)
)
CREATE TABLE Tiempo(
    id_fecha date PRIMARY KEY,
    dia tinyint,
    semana tinyint,
    mes tinyint,
    ano int
)
CREATE TABLE Almacenes(
    id_alm varchar(4) PRIMARY KEY,
    descripcion varchar(10),
)
CREATE TABLE Superintendencias(
    id_sptdte int PRIMARY KEY,
    superintendencia varchar(80),
    superintendente varchar(80),
    gerente varchar(80),
    gerencia varchar(80),
    gerente_general varchar(80),
    gerencia_general varchar(80),
)
CREATE TABLE Requesters(
    id_requ int PRIMARY KEY,
    id_sap varchar(8),
    nom_ape varchar(80),
    ape_nom varchar(80),
    posicion varchar(30),
    superintendencia varchar(40),

```

```

)
CREATE TABLE Hechos(
  id int,
  reserve_Core varchar(11),
  item tinyint,
  age int,
  material_code varchar(8),
  work_order varchar(12),
  reserv_date date,
  reserv_dispatched varchar(10),
  item_dispatched varchar(4),
  qty_open tinyint,
  almacen varchar(4),
  fecha date,
  workcenter varchar(9),
  requester int,
  superint int,
  CONSTRAINT fecha_fk
FOREIGN KEY (fecha) REFERENCES Tiempo (id_fecha),
  CONSTRAINT superint_fk
FOREIGN KEY (superint) REFERENCES Superintendencias (id_sptdte),
  CONSTRAINT material_fk
FOREIGN KEY (material_code) REFERENCES Material (id_mn),
  CONSTRAINT requester_fk
FOREIGN KEY (requester) REFERENCES Requesters (id_requ),
  CONSTRAINT almacen_fk
FOREIGN KEY (almacen) REFERENCES Almacenes (id_alm),
  CONSTRAINT antiguedad_fk
FOREIGN KEY (age) REFERENCES Antiguedad (id_ant),
  CONSTRAINT workcenter_fk
FOREIGN KEY (workcenter) REFERENCES Workcenters (id_wc),
)

```

## ANEXO 04: CÓDIGO DE PROGRAMACIÓN DEL ETL

```

Sub LimpiarTodo()
    ' Muestro columnas ocultas

    Sheets("Collaborative").Select
    Range("B2:N2").Select
    Selection.EntireColumn.Hidden = False
    Range(Selection, Selection.End(xlDown)).Select
    Selection.ClearContents
    Range("A2").Select

    Sheets("Reservation Detail").Select
    Columns("A:X").Select
    Selection.EntireColumn.Hidden = False
    Range("A2").Select
    ActiveWorkbook.Worksheets("Reservation
Detail").ListObjects("Table1").Sort.SortFields.Clear
    If ActiveSheet.AutoFilterMode Or ActiveSheet.FilterMode Then
        ActiveSheet.ShowAllData
    End If
    Range("A2:N2").Select
    Range(Selection, Selection.End(xlDown)).Select
    Selection.ClearContents
    Range("A2").Select

    Range("S2").Select
    Selection.AutoFill Destination:=Range("Table1[ASSIGNED REQUESTER]")
    Range("Table1[ASSIGNED REQUESTER]").Select
    Range("S2").Select

    Sheets("RESERV_ABIERTAS").Select
    Range("R24").Select
    Range(Selection, Selection.End(xlDown)).Select
    Selection.ClearContents
    Range("S4").Select
    Range(Selection, Selection.End(xlDown)).Select
    Selection.ClearContents

    Sheets("Reservation Detail").Select
    Range("A2").Select
End Sub

Sub Eliminar01()

    Dim rngFiltCol As Range
    Dim Last_Row As Long
    Application.DisplayAlerts = False

    ' Ordenar MB51
    Sheets("MB51").Select
    Range("B2").Select
    ActiveSheet.ListObjects("ALM_Table").Sort.SortFields.Add2
    Key:=Range("ALM_Table[[#All],[Almacen]]"), _
        SortOn:=xlSortOnValues, Order:=xlDescending, DataOption:=xlSortNormal

```

```

With ActiveWorkbook.Worksheets("MB51").ListObjects( _
    "ALM_Table").Sort
    .Header = xlYes
    .MatchCase = False
    .Orientation = xlTopToBottom
    .SortMethod = xlPinYin
    .Apply
End With
Sheets("Reservation Detail").Select
ActiveSheet.ListObjects("Table1").Range.AutoFilter Field:=15, Criteria1:=
-
    Array("ALM1", "ALM2", "ALM3"), Operator:=xlFilterValues

Range("B2").Select

Sheets("Reservation Detail").Select
Range("T5").Select
' Filtro Workcenter
ActiveSheet.ListObjects("Table1").Range.AutoFilter Field:=16,
Criteria1:="<>0"
'Filtro Assigned Requester
ActiveSheet.ListObjects("Table1").Range.AutoFilter Field:=19,
Criteria1:="<>0"
Range("T1").Select
'Sheets("MACRO").Select

'Filtro Area =0
On Error Resume Next
ActiveSheet.ListObjects("Table1").Range.AutoFilter Field:=18,
Criteria1:="<>0"
Range("R1").Select
Sheets("MACRO").Select
End Sub

Sub Aplicar_filtros()

Dim rngFiltCol As Range
Dim Last_Row As Long
' Dejar cursor en ultima celda mb51
Sheets("MB51").Select
Range("B2").Select
Last_Row = Cells(Rows.Count, 1).End(xlUp).Row
'MsgBox Last_Row
Range("A" & CStr(Last_Row + 1)).Select

' Filtrar Reservation Detail (reservas abiertas Yes)
On Error Resume Next
Sheets("Reservation Detail").Select
ActiveSheet.ListObjects("Table1").Sort.SortFields.Add2
Key:=Range("Table1[Open Reservation Flag (Y/N)]"), _
SortOn:=xlSortOnValues, Order:=xlAscending, DataOption:=xlSortNormal

ActiveSheet.ListObjects("Table1").Range.AutoFilter Field:=13,
Criteria1:"Yes"
Range("C6").Select

```

```

' Filtrar registros sin Almacen
On Error Resume Next
ActiveSheet.ListObjects("Table1").Range.AutoFilter Field:=15,
Criteria1:="0"
Range("Table1[Material Code]").Select

End Sub
Function GuardarReporteG(Path As String, PathHistorico As String, Filename As
String, CurrentFile As String)
'Genero Reporte y lo guardo en otro excel

Dim wb1 As Workbook
Dim wb2 As Workbook
Dim Sheet As Worksheet
Dim PasteStart As Range

Set wb1 = Workbooks.Open(Filename:=Path & CurrentFile)

Sheets("RESERV_ABIERTAS").Select
Range("C5").Select
ActiveSheet.PivotTables("Pvt_Ger_Area").PivotCache.Refresh
Range("M10").Select
ActiveSheet.PivotTables("Pvt_Area_Ger").PivotCache.Refresh
ActiveSheet.PivotTables("Pvt_Usuarios").PivotCache.Refresh
Range("C41").Select
ActiveSheet.PivotTables("Pvt_Ger").PivotCache.Refresh
Range("C42").Select

Sheets("Reservation Detail").Select
Range("Table1[Reserve for return of CORE]").Select
Range(Selection, Selection.End(xlToRight)).Select
Selection.Copy

Set wb2 = Workbooks.Open(Filename:=Path & Filename & "Gerencias.xlsx")

'Pegar datos en celda destino
Sheets("Reservation Detail").Select
Range("A2").PasteSpecial xlPasteValues
Application.CutCopyMode = False
Range("B2").Select

Sheets("Reservation Detail").Select
ActiveSheet.ListObjects("Table1").Range.AutoFilter Field:=15, Criteria1:=
- Array("ALM1", "ALM2", "ALM3"), Operator:=xlFilterValues

ActiveSheet.ListObjects("Table1").Range.AutoFilter Field:=16,
Criteria1:="<>="

wb2.Activate
Range("A2").Select
Sheets("RESERV_ABIERTAS").Select
Range("C5").Select
ActiveSheet.PivotTables("Pvt_Ger_Area").PivotCache.Refresh
Range("M10").Select
ActiveSheet.PivotTables("Pvt_Area_Ger").PivotCache.Refresh

```

```

ActiveSheet.PivotTables("Pvt_Usuarios").PivotCache.Refresh
Range("C41").Select
ActiveSheet.PivotTables("Pvt_Ger").PivotCache.Refresh
Range("C42").Select

Filename = Filename & Format(Now, "DD-MM-YYYY")
wb2.SaveAs Filename:=PathHistorico & Filename,
FileFormat:=xlOpenXMLWorkbook, CreateBackup:=False
GuardarReporteG = True
Workbooks(Filename).Close SaveChanges:=True

Windows(CurrentFile).Activate
Sheets("MACRO").Select
'wb2.Close
End Function

Function EnviarCorreoG(sheetname As String, RangeTo As Range, RangeCC As
Range)
Dim i, j As Integer
Dim pagina1 As Worksheet
Dim xCell As Range
Dim xEmailAddr As String
Dim xCCAddr As String

Sheets(sheetname).Select

Set pagina1 = ActiveWorkbook.Worksheets(sheetname)
Dim OutApp As Object
Dim Correo As Object
With Application
.EnableEvents = False
.ScreenUpdating = False
End With
'Comprobar si Outlook esta abierto y en caso de no estarlo abrirlo
On Error Resume Next
Set OutApp = GetObject("", "Outlook.Application")
Err.Clear
If OutApp Is Nothing Then Set OutApp = CreateObject("Outlook.Application")
OutApp.Visible = True
Set Correo = OutApp.CreateItem(0)
'Crear el correo y mostrarlo
For Each xCell In RangeTo
If xEmailAddr = "" Then
xEmailAddr = xCell.Value
Else
xEmailAddr = xEmailAddr & ";" & xCell.Value
End If
Next
For Each xCell In RangeCC
If xCCAddr = "" Then
xCCAddr = xCell.Value
Else
xCCAddr = xCCAddr & ";" & xCell.Value
End If
Next
With Correo

```

```

        .To = xEmailAddr
        .CC = xCCAddr
        .Subject = pagina1.Range("E33").Value
        .HTMLBody = pagina1.Range("E34").Value
        '.Attachments.Add ("C:\Users\GRAMOSRA\Documents\Reportes Reservas
SAP\Reporte de Reservas por Recoger " & Format(Now, "DD-MM-YYYY") & " al " &
Format(Now + 1, "DD-MM-YYYY"))
        .Display
        '.Save 'se enviaria automaticamente
    End With
    With Application
        .EnableEvents = True
        .ScreenUpdating = True
    End With
    EnviarCorreoG = True
End Function
Sub GenerarReporte02()
    'Eliminar Collab, Area, Superintendencia =0

    Sheets("Reservation Detail").Select
    ' Filtro Collaborative planning group
    ActiveSheet.ListObjects("Table1").Range.AutoFilter Field:=17,
Criteria1:="<>0"
    'Filtro Area
    ActiveSheet.ListObjects("Table1").Range.AutoFilter Field:=18,
Criteria1:="<>0"
    'Filtro Superintendente
    ActiveSheet.ListObjects("Table1").Range.AutoFilter Field:=20,
Criteria1:="<>0"
    Range("T1").Select

    'Generar reporte

    Dim i, j As Integer
    Dim pagina1 As Worksheet
    Dim xCell As Range
    Dim xEmailAddr As String
    Dim xCCAddr As String

    Dim Path As String
    Dim Filename As String
    Dim CurrentFile As String
    Dim gr As Boolean
    Dim ec As Boolean
    Dim PathHistorico As String

    Sheets("MACRO").Select
    Path = Range("E30")
    CurrentFile = Range("E32")
    Filename = "Cores_Abiertos_"
    PathHistorico = Range("E36")
    gr = GuardarReporteG(Path, PathHistorico, Filename, CurrentFile)
    Workbooks.Open (Path & CurrentFile)
    Sheets("MACRO").Select

```

```

End Sub
Sub EnviarCorreoGerencias()

    'Copiar recipientes
    Sheets("RESERV_ABIERTAS").Select
    ActiveSheet.PivotTables("Pvt_Usuarios").PivotCache.Refresh
    Range("C35").Select

    ActiveSheet.PivotTables("Pvt_Usuarios").PivotSelect "'ASSIGNED
REQUESTER'[All]", xlLabelOnly, True
    Selection.Copy

    Range("R24").Select
    Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValuesAndNumberFormats, Operation:= _
        xlNone, SkipBlanks:=False, Transpose:=False

    Sheets("Reservation Detail").Select
    Range("Table1[GERENTE ÁREA]").Select
    Application.CutCopyMode = False
    Selection.Copy
    Sheets("RESERV_ABIERTAS").Select
    Range("S4").Select
    Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValuesAndNumberFormats, Operation:= _
        xlNone, SkipBlanks:=False, Transpose:=False

    Sheets("Reservation Detail").Select
    Range("Table1[SUPERINTENDENTE]").Select
    Application.CutCopyMode = False
    Selection.Copy

    Sheets("RESERV_ABIERTAS").Select
    Dim Last_Row As Long
    Range("S3").Select
    Last_Row = Cells(Rows.Count, 1).End(xlUp).Row
    'MsgBox Last_Row
    Range("S" & CStr(Last_Row + 1)).Select
    Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValuesAndNumberFormats, Operation:= _
        xlNone, SkipBlanks:=False, Transpose:=False
    'Quitar duplicados
    ActiveSheet.Range("R:R").RemoveDuplicates Columns:=1
    ActiveSheet.Range("S:S").RemoveDuplicates Columns:=1
    'ActiveWorkbook.Save

    'Enviar Correo
    Dim Xto As Range
    Dim Xcc As Range
    Sheets("RESERV_ABIERTAS").Select
    Range("S3").Select
    Range(Selection, Selection.End(xlDown)).Select
    Set Xto = Selection
    Range("R3").Select
    Range(Selection, Selection.End(xlDown)).Select
    Set Xcc = Selection
    ec = EnviarCorreoG("MACRO", Xto, Xcc)

```

End Sub

```
Function GuardarReportePbi(Path As String, PathHistorico As String,  
CurrentFile As String)
```

```
'Genero Reporte y lo guardo en otro excel
```

```
Dim wb1 As Workbook  
Dim wb2 As Workbook  
Dim Sheet As Worksheet  
Dim PasteStart As Range
```

```
Set wb1 = Workbooks.Open(FileName:=Path & CurrentFile)
```

```
Sheets("PBI").Select  
Range("TblPBI[Reserve for return of CORE]").Select  
Range(Selection, Selection.End(xlToRight)).Select  
Selection.Copy
```

```
Set wb2 = Workbooks.Open(FileName:=Path & "PlantillaPbi.xlsx")
```

```
'Pegar datos en celda destino  
Sheets("Sheet1").Select  
Range("A2").PasteSpecial xlPasteValues  
Application.CutCopyMode = False  
Range("B2").Select
```

```
ActiveSheet.ListObjects("Table1").Range.AutoFilter Field:=16,  
Criteria1:="<>="
```

```
Filename = CStr(Format(Now, "DD-MM-YYYY"))  
'MsgBox PathHistorico & Filename  
wb2.SaveAs FileName:=PathHistorico & Filename,  
FileFormat:=xlOpenXMLWorkbook, CreateBackup:=False  
GuardarReportePbi = True  
Workbooks(Filename).Close SaveChanges:=True
```

```
Windows(CurrentFile).Activate  
Sheets("MACRO").Select  
'wb2.Close
```

```
End Function
```

```
Sub GenerarReportePbi()
```

```
'Eliminar Collab, Area, Superintendencia =0  
Sheets("Reservation Detail").Select  
Range("A2:N2").Select  
Range(Selection, Selection.End(xlDown)).Select  
Selection.Copy  
'Pegar datos en celda destino  
Sheets("PBI").Select  
Range("A2").PasteSpecial xlPasteValues  
Application.CutCopyMode = False  
Range("A2").Select
```

```
'Generar reporte
```

```
Dim Path As String  
Dim CurrentFile As String  
Dim gr As Boolean  
Dim PathHistorico As String
```

```
Sheets("MACRO").Select  
Path = Range("E30")  
CurrentFile = Range("E32")
```

```
PathHistorico = Range("E39")  
gr = GuardarReportePbi(Path, PathHistorico, CurrentFile)  
Workbooks.Open (Path & CurrentFile)  
Sheets("MACRO").Select
```

End Sub



## ANEXO 05: CÓDIGO EN R PARA ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LOS DATOS Y PRUEBA T DE STUDENT

```
Cores <-  
readXL("C:/Users/Gricel/Documents/Tesis/DataTiempoCostos.xlsx",  
rownames=FALSE, header=TRUE, na="", sheet="Hoja1",  
stringsAsFactors=TRUE)  
Cores <- within(Cores, {  
  Medición <- factor(Medición,  
    labels=c('Antes', 'Despues'))  
})  
numSummary(Cores[,c("Costo", "Tiempo"), drop=FALSE],  
groups=Cores$Medición,  
statistics=c("mean", "sd", "IQR", "quantiles"),  
quantiles=c(0, .25, .5, .75, 1))  
normalityTest(Tiempo ~ Medición, test="shapiro.test", data=Cores)  
with(Cores, qqPlot(Tiempo, dist="norm", id=list(method="y", n=2,  
  labels=rownames(Cores)), groups=Medición))  
normalityTest(Costo ~ Medición, test="shapiro.test", data=Cores)  
with(Cores, qqPlot(Costo, dist="norm", id=list(method="y", n=2,  
  labels=rownames(Cores)), groups=Medición))  
Tapply(Costo ~ Medición, var, na.action=na.omit, data=Cores)  
var.test(Costo ~ Medición, alternative='two.sided',  
conf.level=.95, data=Cores)  
Tapply(Tiempo ~ Medición, var, na.action=na.omit, data=Cores)
```

```
var.test(Tiempo ~ Medición, alternative='two.sided',  
conf.level=.95, data=Cores)  
t.test(Costo~Medición, alternative='two.sided', conf.level=.95,  
var.equal=TRUE, data=Cores)  
t.test(Tiempo~Medición, alternative='two.sided', conf.level=.95,  
var.equal=TRUE, data=Cores)
```



## **ANEXO 06: DOCUMENTO DE CIERRE DE PROYECTO**

### **CIERRE DEL PROYECTO**

#### **OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE SEGUIMIENTO Y CONTROL DE MATERIALES CORE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE INTELIGENCIA DE NEGOCIOS EN UNA EMPRESA MINERA EN EL SUR DEL PERÚ**

Este documento establece el cierre formal del proyecto, habiendo culminado todos los entregables del proyecto “Optimización del proceso de seguimiento y control de materiales Core mediante la aplicación de inteligencia de negocios en una empresa minera en el sur del Perú”. El proyecto ha cumplido con todos los entregables, hitos y la declaración del alcance del proyecto. Se ha realizado la validación del proyecto para verificar que todos los entregables cumplan con los requisitos de rendimiento y producto.

Se completó la transición a operaciones. La solución se entregó y también se completó la transferencia de conocimiento al personal de la empresa minera.

Aprobado por el Director del Proyecto

Gricel Yasmin Ramos Ramos

Fecha: 20 de diciembre del 2022

# OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE SEGUIMIENTO Y CONTROL DE MATERIALES CORE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE INTELIGENCIA DE NEGOCIOS EN UNA EMPRESA MINERA EN EL SUR DEL PERÚ

## INFORME DE ORIGINALIDAD

10%

INDICE DE SIMILITUD

9%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

1%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

|   |   |    |
|---|---|----|
| 1 | <a href="https://tesis.ucsm.edu.pe">tesis.ucsm.edu.pe</a><br>Fuente de Internet                   | 1% |
| 2 | <a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a><br>Fuente de Internet                         | 1% |
| 3 | <a href="http://www.cienciasinseso.com">www.cienciasinseso.com</a><br>Fuente de Internet          | 1% |
| 4 | <a href="https://upc.aws.openrepository.com">upc.aws.openrepository.com</a><br>Fuente de Internet | 1% |
| 5 | <a href="https://fipcaec.com">fipcaec.com</a><br>Fuente de Internet                               | 1% |
| 6 | <a href="https://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a><br>Fuente de Internet         | 1% |
| 7 | <a href="http://nfljerseysfans.com">nfljerseysfans.com</a><br>Fuente de Internet                  | 1% |
| 8 | Submitted to Universidad Católica de Santa María  | 1% |

9

[repositorioacademico.upc.edu.pe](http://repositorioacademico.upc.edu.pe)

Fuente de Internet

1 %

---

10

[www.simplesoft.at](http://www.simplesoft.at)

Fuente de Internet

1 %

---

11

[www.risti.xyz](http://www.risti.xyz)

Fuente de Internet

1 %

---

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Apagado