



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y
TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA**

CENTRO DE POSGRADOS

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

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

**MODELO DE CONTROL DE GASTOS BASADO EN INTELIGENCIA DE
NEGOCIOS PARA PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN DE INGENIERÍA
CIVIL**

AUTOR: ING. MOYANO RONCO, OSCAR MANUEL

DIRECTOR: ING. PARRAGA VILLAMAR, VIVIANA CRISTINA, MSc.

SANGOLQUÍ

2019



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y

TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

CENTRO DE POSGRADOS

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación “**MODELO DE CONTROL DE GASTOS BASADO EN INTELIGENCIA DE NEGOCIOS PARA PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN DE INGENIERÍA CIVIL**” fue realizado por el señor **Moyano Ronco, Oscar Manuel**, el mismo que ha sido revisado en su totalidad, analizado por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, 23 de mayo del 2019

Firma:

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Viviana Parraga Villamar', written over a horizontal dashed line.

Ing. Viviana Parraga Villamar MSc.

C.C.: 1721903407



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y
TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA
CENTRO DE POSGRADOS

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Moyano Ronco, Oscar Manuel**, con cédula de identidad n° 1715900997, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: **“MODELO DE CONTROL DE GASTOS BASADO EN INTELIGENCIA DE NEGOCIOS PARA PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN DE INGENIERÍA CIVIL”** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando citas bibliográficas.

Consecuentemente el contenido de la investigación mencionada es veraz.

Sangolquí, 23 de mayo del 2019

Firma:

.....
Ing. Oscar Manuel Moyano Ronco
C.C. 1715900997



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y
TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA
CENTRO DE POSGRADOS

AUTORIZACIÓN

Yo, **Moyano Ronco, Oscar Manuel** autorizo a la Universidad de la Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación “**MODELO DE CONTROL DE GASTOS BASADO EN INTELIGENCIA DE NEGOCIOS PARA PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN DE INGENIERÍA CIVIL**” en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Sangolquí, 23 de mayo del 2019

Firma:

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Oscar Manuel Moyano Ronco', written over a horizontal dotted line.

Ing. Oscar Manuel Moyano Ronco
C.C. 1715900997

DEDICATORIA

A mis hijas Kelly y Kelsy los motores que impulsan mi vida,

A Lily por estar a mi lado siempre mostrando su apoyo total e incondicional,

A mis padres Luis y Beatriz por su guía, enseñanzas y amor infinito,

A mis hermanos, familiares y amigos cercanos que apoyaron con su granito de arena.

Oscar.

AGRADECIMIENTO

A Dios,

Te agradezco infinitamente mi Señor Dios por haberme regalado el don de la vida, por permitirme seguir en este mundo y con tu ayuda lograr alcanzar este gran objetivo, por haberme dado tantas oportunidades y bendecido con una familia única. Definitivamente contigo todo es posible y mis agradecimientos hacia ti son infinitos. Este no es el principio y peor aún el fin, seguiré esforzándome para ser mejor cada día y con tu guía, tu compañía, y la fuerza, disciplina, y perseverancia que depositas en mi seguiré alcanzando grandes sueños, metas y proyectos.

A mis hijas Kelly y Kelsy,

Los dos motores que me dan la fuerza que necesito para seguir esforzándome día a día, aquellos seres tan especiales que llenan mi vida de alegría, de locuras, de juegos, de amor. Les agradezco por la paciencia que tuvieron conmigo, y el apoyo y comprensión brindado cuando tenía que estar lejos de Ustedes estudiando, sacrificando días y noches. De igual manera yo las apoyaré siempre en los largos caminos que tengan que cruzar para alcanzar sus grandes objetivos. Este es un ejemplo de que con la bendición de Dios, perseverancia, responsabilidad y disciplina podemos alcanzar todo en esta vida.

A Lily,

Por tu apoyo total e incondicional, ayudándome a alcanzar mis metas y objetivos en estos 15 años que sigues caminando a mi lado y de mi mano, por hacerte cargo de mis hijas y cuidarlas en los días en los que no pude estar con ellas, y brindarles el afecto, cariño y cuidado necesario para que yo pudiera estar tranquilo en esas largas jornadas académicas. Esta celebración y alegría la comparto contigo.

A mis padres,

Le doy gracias a Dios por haberlos puesto en mi camino, por desde pequeño haberme inculcado grandes principios y valores que hoy en día me han permitido alcanzar este importante logro académico, sin Ustedes no lo hubiera podido conseguir. Todo el esfuerzo que dedico para día a día ser mejor en lo familiar, profesional y laboral lo hago para que se sientan orgullosos de mí.

A mi directora,

Vivi, agradezco la confianza depositada en mí, gracias a tu agilidad, apoyo, guía y flexibilidad he podido culminar este importante proyecto en tiempo y forma, además de poder conocer el gran lado humano que tienes y seguir tú ejemplo de esfuerzo y superación profesional.

Oscar

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN	iv
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	iiv
AUTORIZACIÓN	ivii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Justificación e Importancia	2
1.3. Planteamiento del problema	4
1.4. Objetivo general	5
1.5. Objetivos específicos	5
1.6. Formulación del problema	6
2. CAPÍTULO II	8
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	8
2.1. Marco teórico	8

2.1.1. Fundamentación de la variable Independiente	9
2.1.2. Fundamentación de la variable dependiente.....	13
2.2. Antecedentes del estado del arte.....	14
2.3. Marco conceptual	24
CAPÍTULO III	29
MEMORIA TÉCNICA METODOLÓGICA	29
3.1. Metodología de Investigación	29
3.2. Ejecución del proceso de investigación.....	32
3.2.1. Definición de la tarea.....	32
3.2.2. Análisis de datos.....	34
3.2.3. Selección del modelo.....	47
Metodología de Barry Devlin.....	47
Metodología de William Inmon	49
Metodología de Ralph Kimball	51
3.2.4. Diseño, extracción, transformación, limpieza y carga de los datos.....	55
Planificación.....	56
Análisis de requerimientos	57
Modelo dimensional.....	58
Selección de proceso de negocio.....	58
Selección de las dimensiones	58
Establecimiento de nivel de granularidad.....	59
Identificación de las tablas de hechos y medidas	59
Modelo gráfico de alto nivel	60
Identificación de atributos de dimensiones y tablas de hechos	60

Dimensiones	61
Hechos	63
Ejecución ETL (Extracción – Transformación - Carga)	67
3.2.5. Reporte a los tomadores de decisión	86
3.2.6. Análisis de resultados	86
CAPÍTULO IV	88
RESULTADOS	88
4.1. Reporte a los tomadores de decisión	88
4.1.1. Diseño de los dashboard	89
Dashboard proyectos de construcción por tipo de gasto	91
Dashboard gastos en diferentes períodos de tiempo.....	93
Dashboard detalle de gastos para presupuestos referenciales	97
CAPÍTULO V	101
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	101
5.1. Conclusiones.....	101
5.2. Recomendaciones	104
BIBLIOGRAFÍA.....	106

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Estudios por grupo de control</i>	17
Tabla 2 <i>Construcción de la cadena de búsqueda</i>	17
Tabla 3 <i>Proyectos</i>	38
Tabla 4 <i>Ciudades</i>	39
Tabla 5 <i>Países</i>	39
Tabla 6 <i>Estados de proyectos</i>	40
Tabla 7 <i>Tipos de Proyectos</i>	40
Tabla 8 <i>Egresos cheques</i>	40
Tabla 9 <i>Cheques</i>	41
Tabla 10 <i>Detalles egresos cheques</i>	42
Tabla 11 <i>Tipos de gastos</i>	43
Tabla 12 <i>Estados de Pagos Tipos de gastos</i>	43
Tabla 13 <i>Egresos caja chica</i>	43
Tabla 14 <i>Detalles egresos caja chica</i>	45
Tabla 15 <i>Matriz Bus elaborada producto del análisis de requerimientos</i>	58
Tabla 16 <i>Dimensión gasto y sus atributos</i>	61
Tabla 17 <i>Dimensión proyecto y sus atributos</i>	61
Tabla 18 <i>Dimensión pago y sus atributos</i>	62
Tabla 19 <i>Dimensión documento y sus atributos</i>	62
Tabla 20 <i>Dimensión tiempo y sus atributos</i>	63
Tabla 21 <i>Hecho egreso caja chica y sus atributos</i>	63

Tabla 22 <i>Hecho egreso cheque y sus atributos</i>	64
Tabla 23 <i>Premisas que cumplen los dashboards elaborados</i>	90
Tabla 24 <i>Proyectos de construcción por tipo de gasto</i>	91
Tabla 25 <i>Gastos de proyectos en diferentes períodos de tiempo</i>	94
Tabla 26 <i>Detalle de gastos para presupuestos referenciales</i>	97

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Relación de variables	8
<i>Figura 2.</i> Estudios por Bases de Datos Científica	19
<i>Figura 3.</i> Metodología basada en el marco referencial de Ralf Harting.....	29
<i>Figura 4.</i> Base de Datos ERPUPE.....	36
<i>Figura 5.</i> Modelo entidad relación base de datos ERPUPE	36
<i>Figura 6.</i> Base de datos PAGOS.....	37
<i>Figura 7.</i> Modelo entidad relación base de datos PAGOS	37
<i>Figura 8.</i> Modelo entidad relación tablas seleccionadas base de datos PAGOS.....	46
<i>Figura 9.</i> Modelo entidad relación tablas seleccionadas base de datos ERPUPE	47
<i>Figura 10.</i> Cuadro comparativo Kimball, Inmon y Devlin	54
<i>Figura 11.</i> Modelo gráfico de alto nivel hecho egreso caja chica	60
<i>Figura 12.</i> Modelo gráfico de alto nivel hecho egreso cheque.....	60
<i>Figura 13.</i> Diagrama modelo multidimensional	65
<i>Figura 14.</i> Comparación principales herramientas ETL.....	67
<i>Figura 15.</i> Proceso ETL dimensión Tipo de Gastos.....	69
<i>Figura 16.</i> Proceso ETL dimensión Proyecto	72
<i>Figura 17.</i> Proceso ETL dimensión Estado de Pago	73
<i>Figura 18.</i> Proceso ETL dimensión Tipo de Documento	74
<i>Figura 19.</i> Proceso ETL dimensión Tiempo.....	75
<i>Figura 20.</i> Proceso ETL carga hechos Gastos Caja Chica	77
<i>Figura 21.</i> Proceso ETL carga hechos Gastos Cheque.....	80

Figura 22. Proceso ETL carga dimensiones y hechos	81
Figura 23. Creación de la base de datos en SQL Server.....	82
Figura 24. Conexión con la base de datos SQL Server mediante Pentaho Data Integration..	83
Figura 25. Población de base de datos de Data Warehouse	84
Figura 26. Datos cargados a FAC_GASTOS	85
Figura 27. Base de datos DWHCONSTRUCTORA con todas las tablas creadas	85
Figura 28. Arquitectura global de proyecto de investigación.....	87
Figura 29. Dashboard proyectos de construcción por tipo de gasto	93
Figura 30. Dashboard gastos de proyectos en diferentes períodos de tiempo enero 2019	95
Figura 31. Dashboard Proyectos en diferentes períodos de tiempo febrero 2019.....	96
Figura 32. Dashboard detalle de gastos para presupuestos referenciales	99

RESUMEN

La ejecución de proyectos que efectúan las empresas conlleva una inversión económica, la cual se realiza para la provisión de los bienes y servicios necesarios para tratar de entregar un producto de calidad, que cumpla con las expectativas del cliente, precautelando que el costo de inversión sea el adecuado para tener el margen de utilidad esperado. En la situación de la empresa caso de estudio al tener como giro de negocio la construcción de obras civiles, es sumamente importante controlar el gasto que se realiza en cada proyecto. Mediante este trabajo se analizaron los tipos de gastos que mantiene la empresa en sus proyectos de construcción, para lo cual se revisó la información de sus sistemas informáticos principales, y se diseñó el modelo multidimensional, que a través de procesos de extracción, transformación y carga permitieron implementar el Data Warehouse en la empresa. Con la implementación del modelo de control de gastos que aprovecha la información del Data Warehouse, se elaboraron los dashboards necesarios en la herramienta de inteligencia de negocios MicroStrategy. Para esto, se siguieron los lineamientos de la metodología de Dittert, Härting, Reichstein & Bayer, la cual según sus autores combina las mejores prácticas de las metodologías diseñadas para la analítica de datos de pequeñas y medianas empresas. Además se utilizó como guía la metodología de Ralph Kimball para implementación de modelos de Data Warehouse. El presente estudio permite que el personal gerencial de la empresa pueda conocer, a través de los dashboards del modelo de control de gastos, los gastos que tienen los proyectos de construcción, aquellos que tienen valores económicos excesivos, los que presentan una variación importante en diferentes períodos de tiempo, así como tener información histórica de obras de construcción finalizadas. De esta manera, se pueden tomar decisiones oportunas que ayudan a controlar los gastos y generar un margen de utilidad adecuado, lo cual aporta a la solvencia, crecimiento y sostenibilidad de la empresa caso de estudio.

PALABRAS CLAVES:

- **INTELIGENCIA DE NEGOCIOS**
- **PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN**
- **MODELO DE CONTROL DE GASTOS**
- **DATA WAREHOUSE**

ABSTRACT

The execution of projects carried out by companies involves an economic investment, which is made for the provision of goods and services, that are necessary to try to deliver a quality product that meets the expectations of the clients, taking care that the investment cost is adequate to have the expected profit margin. In the situation of the company case of study and dedicated to construction projects, it's extremely important to control the expenditure that is made in each project. Through this work, it was analyzed the types of expenses that the company keeps in its construction projects, to do this it was reviewed the information systems, and it was designed the multidimensional model, which through extraction, transformation and loading processes allowed to implement the Data Warehouse in the company. With the implementation of the expense control model that takes advantage of the Data Warehouse information, the necessary dashboards were elaborated in the MicroStrategy business intelligence tool. For this, it was followed the guidelines of the methodology of Dittert, Härting, Reichstein & Bayer, which according to its authors combines the best practices of the methodologies designed for the data analytics of small and medium enterprises. In addition, it was used as a guide the Ralph Kimball's methodology for the implementation of Data Warehouse. The present study allows the executives of the company to know, through the dashboards of the expense control model, the expenses that the construction projects have, those that have excessive economic values, those that present an important variation in different periods of time, as well as having historical information of completed construction works. In this way, timely decisions can be made that help to control expenses and generate an adequate profit margin, which contributes to the solvency, growth and sustainability of the company case of study.

KEYWORDS:

- **BUSINESS INTELLIGENCE**
- **CONSTRUCTION PROJECTS**
- **COST CONTROL MODEL**
- **DATA WAREHOUSE**

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

La empresa caso de estudio de este proyecto, fue constituida el 27 de marzo de 1969 para proveer servicios de ingeniería y obra civil en el sector de la construcción. Inició su operación construyendo carreteras paralelas al oleoducto ecuatoriano, además de ejecutar obras para la infraestructura y los caminos de acceso a las instalaciones petroleras del oriente ecuatoriano.

Actualmente, la empresa se mantiene como una de las empresas líderes en el sector de la construcción, la cual edifica obras principalmente en las áreas de vialidad, puentes, túneles y electrificación, proyectos que contribuyen con la competitividad y crecimiento económico del país, e incluso mantiene proyectos a nivel internacional pues ha abierto sucursales y se encuentra ejecutando obras de construcción también en países como: Colombia, Perú, El Salvador, Honduras y Panamá (Ojeda, 2018).

La empresa utiliza un sistema contable que lleva toda la contabilidad general de la organización, así como el sistema Integrated Management System “IMS”, sistema ERP desarrollado por personal interno del Departamento de TIC para mejorar y automatizar algunos procesos operativos y administrativos. El sistema IMS ha ido creciendo con el desarrollo e implementación de nuevos módulos, lo que ha permitido administrar, controlar, automatizar y

mejorar procesos importantes de la empresa, convirtiéndose de esta manera en uno de los principales sistemas de la organización (Ojeda, 2018).

El sistema IMS cuenta con un módulo que permite registrar los bienes y servicios contratados para ejecutar cada obra de construcción, para lo cual se realiza el ingreso de las facturas de los proveedores, ingresando por cada factura el detalle de los gastos y categorizándolos de acuerdo a su ámbito. Este sistema permite exportar los datos a un archivo en formato de hoja de cálculo para realizar un proceso laborioso de tratamiento de información y tener conocimiento de los gastos económicos que se están generando en cada proyecto de construcción.

Para contribuir con la solución al problema de falta de control y supervisión en los gastos que se están generando en los proyectos de construcción, resulta ser una gran solución la aplicación de técnicas de inteligencia de negocios para el presente proyecto.

1.2. Justificación e Importancia

La justificación del presente proyecto de titulación se basa en la necesidad que tenía la empresa de poder realizar un control más efectivo y oportuno en los gastos que se realizan en los proyectos de construcción, considerando la gran cantidad de información almacenada en sus bases de datos, puesto que se ingresan en el sistema IMS aprox. 8.000 facturas mensuales, y cada una con alrededor de 100 ítems, ítems que son categorizados para que pertenezcan a un tipo de gasto (administrativos, de personal, de repuestos de maquinaria, de herramientas, entre otros). Además de la deficiencia que existía en los reportes que se obtienen del sistema IMS, pues contienen un sinnúmero de filas sobre las cuales resultaba complicado, tedioso y lento realizar un análisis, control y seguimiento para conocer los gastos que se encontraban elevados, y que podían desfinanciar un proyecto de construcción.

Existe el antecedente hace algunos años de un proyecto de construcción en el cual la empresa tuvo graves pérdidas económicas, esto debido a que el control de los gastos se realizaba con el reporte que se obtenía del sistema de Contabilidad, sistema generalmente desactualizado, puesto que la contabilidad en la empresa suele estar atrasada. Además, la información dentro del sistema contable podía ser recién revisada cuando se ejecutaban los cierres contables, esto provocó que los encargados del proyecto no pudieran darse cuenta oportunamente que en el segundo año de construcción de la obra se tuvieron gastos desmedidos y sumamente elevados, lo que provocó que finalmente se cierre el proyecto con una pérdida de aprox. 4 millones de dólares. (Ojeda, 2018)

Situaciones como la anteriormente expuesta, hacen notar que los gastos o la inversión económica que se tiene en los proyectos, son de especial cuidado y de mucho interés por parte del personal gerencial de la empresa, pues un gasto desmedido podía provocar que el proyecto no genere utilidad y peor aún que se tengan pérdidas económicas que afecten de manera directa la liquidez y solvencia de la empresa, considerando que en el campo de la construcción de grandes obras de infraestructura civil están en juego muchos millones de dólares.

Es así como la implementación de un modelo de control de gastos basado en inteligencia de negocios para proyectos de construcción permitió que a través de la implementación de un Data Warehouse y de dashboards desarrollados en la herramienta MicroStrategy, personal de la empresa tenga a la mano información valiosa sobre los tipos de gastos que tienen los proyectos de construcción de manera gráfica, precisa, oportuna y categorizada. Estos reportes muestran resúmenes gerenciales fáciles de entender e interpretar, para que de esta manera se puedan conocer los gastos excesivos que tienen los proyectos, los gastos que presentan una variación abrupta e importante en diferentes períodos de tiempo, pudiendo duplicar o triplicar su inversión respecto al período anterior. Además de permitir obtener información más real sobre la estimación de costos

para los nuevos proyectos de construcción en base al análisis de información histórica de proyectos de similares características. Toda la información que puede ser ahora obtenida mediante el modelo de control de gastos ayuda a analizar y entender las condiciones que hicieron que algunos proyectos de construcción sean más rentables que otros, por qué algunos tuvieron gastos excesivos a diferencia de otros, que factores ayudaron a que en ciertos proyectos se cumplan con los presupuestos asignados, entre otras características.

1.3. Planteamiento del problema

Anteriormente, para poder obtener información sobre los gastos de los proyectos de construcción, se debía exportar los datos del sistema contable o del sistema IMS a reportes en formato de hojas de cálculo, reportes que contenían información poco ordenada, masiva, con demasiado nivel de detalle, por lo cual se tenía que realizar un tratamiento de la información y aplicar fórmulas que permitieran obtener los resúmenes de los tipos de gastos de un proyecto y sus valores económicos, para lo cual se necesitaba tener personal dedicado a estas tareas, además de que los resultados podían ser presentados fuera de tiempo, pues la información era procesada en horas, e incluso en días.

El personal directivo de la empresa y con los reportes que eran generados de los sistemas transaccionales, no podía analizar con claridad los gastos económicos que se estaban presentando en los proyectos de construcción y que podían corresponder a gastos de maquinaria, materiales de construcción, equipos, servicios ejecutados por empresas subcontratistas, y otros tipos de gastos importantes y necesarios para poder ejecutar las obras de construcción, lo cual hacía que se tomen decisiones erróneas y que se continúe pagando valores altos y desmedidos en la provisión de los bienes y servicios.

Además, el personal de la empresa no contaba con los medios necesarios para identificar los gastos excesivos que podían presentarse en los proyectos de construcción y que podían desfinanciar las obras de construcción, gastos que en algunos casos presentaban anomalías y duplicaban o triplicaban sus valores respecto a los períodos anteriores, provocando que no se finalicen los trabajos y que las obras no puedan ser entregadas en los tiempos estipulados.

Para realizar una estimación de costos y participar en un nuevo proyecto de construcción, se tenía que buscar documentos físicos de otras obras de construcción que fueron ejecutadas en el pasado, lo cual involucraba la utilización de personal para realizar actividades manuales que podían llevar días, teniendo el riesgo de no contar con los insumos necesarios y a tiempo para poder elaborar las ofertas técnicas y económicas.

Es por esta razón, que se hacía sumamente necesario implementar un modelo de control de gastos basado en inteligencia de negocios para proyectos de construcción, que permita dar solución a todas las necesidades planteadas a través de la implementación de un Data Warehouse y dashboards elaborados en la herramienta MicroStrategy.

1.4. Objetivo general

Desarrollar un modelo de control de gastos mediante inteligencia de negocios, para mejorar el análisis y supervisión que se realiza en los gastos de los productos y servicios necesarios para la ejecución de los proyectos de construcción.

1.5. Objetivos específicos

OE1: Recolectar información, mediante el análisis de los sistemas informáticos de la empresa para evaluación de los gastos en los proyectos de construcción.

OE2: Evaluar la metodología y las herramientas necesarias para manejo de control de gastos en la empresa constructora, mediante una revisión sistemática parcial.

OE3: Diseñar un modelo de control de gastos, mediante un Data Warehouse y dashboards.

OE4: Implementar un modelo de control de gastos, mediante un Data Warehouse y dashboards.

OE5: Validar los resultados que entrega el modelo de control de gastos, mediante pruebas de funcionamiento.

1.6. Formulación del problema

Este proyecto analiza la información obtenida de las bases de datos de los sistemas transaccionales de la empresa caso de estudio, y realiza un modelo de control de gastos para ayudar a mejorar el control y supervisión que se realiza en los gastos de los proyectos de construcción de ingeniería civil.

Las preguntas a resolver mediante este modelo son las siguientes:

OE1-RQ1.1: ¿Qué sistemas se utilizan para gestionar la información de los proyectos de construcción y de los gastos económicos asociados?

OE1-RQ1.2: ¿Los gastos de los proyectos de construcción se encuentra categorizados en el sistema?

OE2-RQ2.1: ¿Qué metodología servirá de manera más adecuada como guía para el desarrollo del Data Warehouse y dashboards?

OE2-RQ2.2: ¿Cuáles serán los criterios que se utilizarán para realizar el análisis comparativo de las herramientas y metodologías seleccionadas?

OE3-RQ3.1: ¿Qué tipo de información se debe obtener de la base de datos del sistema IMS que permitirá alimentar el Data Warehouse?

OE3-RQ3.2: ¿Cuáles son los dashboards que permitirán que la empresa pueda realizar un control y supervisión más efectivo de los gastos de los proyectos de construcción?

OE4-RQ4.1: ¿Se cuenta con el conocimiento necesario para implementar el Data Warehouse y dashboards en la empresa?

OE4-RQ4.2: ¿La empresa cuenta con los recursos de hardware y software necesarios para implementar el Data Warehouse y dashboards en la empresa?

OE4-RQ5.1: ¿Qué proceso debe seguirse para aplicar el protocolo de validación y pruebas?

OE4-RQ5.2: ¿De qué manera se puede verificar que la información de los gastos puede ser obtenida de manera rápida y resumida a diferencia de cómo era obtenida en el pasado?

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. Marco teórico

El marco teórico busca relacionar la congruencia teórica planteada con la hipótesis. Por esta razón es importante organizar una red de categorías en donde se realiza un desarrollo teórico que parte de categorías que incluyen las variables del problema, para ir descendiendo jerárquicamente hasta aquellas que comprenden y explican la esencia de las variables que intervienen en la explicación y entendimiento científico del tema de estudio. La red planteada se muestra a continuación en la figura 1.

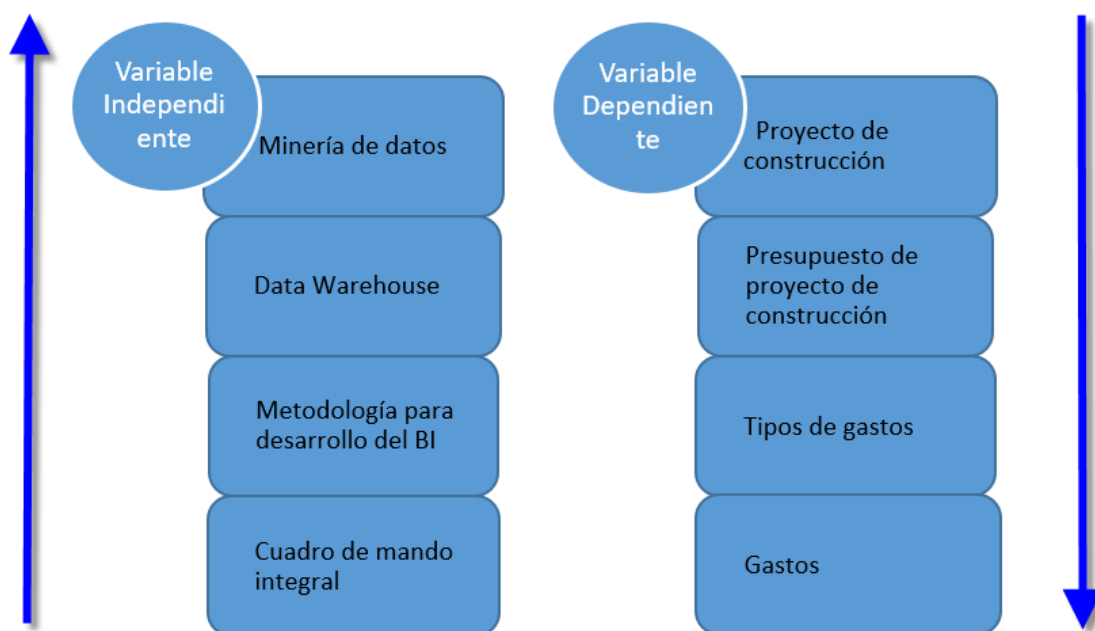


Figura 1. Relación de variables

2.1.1. Fundamentación de la variable Independiente

MINERÍA DE DATOS

De acuerdo con (Molina, 2017) minería de datos es el conjunto de técnicas y tecnologías que permiten obtener los mayores beneficios de las grandes bases de datos, de manera automática o semiautomática, con el propósito de encontrar patrones repetitivos, tendencias o reglas que manifiesten el comportamiento de los datos en un determinado contexto.

La minería de datos según (Ribas, 2018) dio su inicio con la intención o el objetivo de ayudar a comprender una enorme cantidad de datos, y que estos, pudieran ser utilizados para extraer conclusiones para contribuir en la mejora y crecimiento de las empresas, sobre todo orientado a las ventas o fidelización de clientes,

Su principal finalidad es explorar, mediante la utilización de distintas técnicas y tecnologías, bases de datos enormes de manera automática con el objetivo de encontrar patrones repetitivos, tendencias o reglas que expliquen el comportamiento de los datos que se han ido recopilando con el tiempo. Estos patrones pueden encontrarse utilizando estadísticas o algoritmos de búsqueda próximos a la Inteligencia Artificial y a las redes neuronales.

DATA WAREHOUSE

Según (Sinergia e Inteligencia de Negocio S.L., 2015) un Data Warehouse es una base de datos corporativa que se caracteriza por integrar y depurar información de una o más fuentes distintas, para luego procesarla para su análisis desde infinidad de perspectivas y con grandes velocidades de respuesta. La creación de un Data Warehouse representa en la mayoría de las ocasiones el primer paso, desde el punto de vista técnico, para implantar una solución completa y fiable de Business Intelligence

De acuerdo a lo definido por (Astudillo, 2017), el Data Warehouse se construye a partir de un proceso ETL (Extracción, Transformación y Carga), utilizando información de diferentes fuentes o repositorios de datos, donde la extracción permite obtener la información de las distintas fuentes, la transformación realiza el filtrado, limpieza, depuración, homogeneización y agrupación de la información, mientras que la carga habilita la organización y actualización de los datos y metadatos en la base de datos.

De conformidad con lo publicado en el sitio web Reporte Digital (Reporte Digital, 2018), las principales ventajas que se pueden obtener con la implementación de un Data Warehouse son las siguientes:

- Facilidad de acceso: los responsables pueden acceder a los datos de forma sencilla y manipularlos posteriormente, lo que permite el uso flexible de los mismos, acorde a los requerimientos de los clientes.
- Altos rendimientos de inversión: implementar un Data Warehouse implica un gran monto de inversión inicial. No obstante, al aplicarlo existe un retorno mayor y más rápido de la inversión, en comparación con los sistemas operacionales.
- Ofrece una ventaja competitiva: los datos significativos se emplean para análisis de datos que usualmente no están disponibles y en tiempo real, por ejemplo, patrones de compra, tendencias, demanda, entre otros que darán la alerta temprana para dar un paso adelante entre las grandes empresas.
- Productividad en la toma de decisiones: se cuenta con el procesamiento de la información mediante consultas determinadas. El procesamiento analítico, a través de datos detallados y específicos, brinda a los responsables de tomar decisiones datos integrados y consistentes,

ofreciendo una visión coherente de la organización. Por ende, se cuentan con análisis más precisos y significativos.

Mejor inteligencia empresarial: el Data Warehouse es vital para la inteligencia del negocio, por lo que los datos traerán efectos positivos al ser la base para los dashboards analíticos. Genera insumos para el control de procesos: el control monitorea los datos proyectados versus los reales; contar con datos históricos logrará la comparación de las grandes empresas en relación al objetivo a alcanzar en la organización.

METODOLOGÍAS PARA EL DESARROLLO DEL BI

Existen varias metodologías desarrolladas para que la implementación de un sistema de inteligencia de negocios tenga un resultado exitoso, entre las principales se puede citar:

Metodología Inmon

Como lo establece (Bigeek, 2015), en este modelo la premisa es que la información se almacene al máximo nivel de detalle (garantizando la futura exploración de los datos), permaneciendo invariable y no volátil, de manera que los cambios que sufran los datos a lo largo del tiempo queden registrados sin que puedan modificarse o eliminarse. El DataWarehouse centraliza todos los datos de la compañía, a continuación se generan pequeños DataMarts temáticos, que serán los puntos de acceso para las herramientas de reporting. En este sentido, cada departamento tendrá su propio Data Mart, abastecido con la información del Data Warehouse, listo para su análisis y explotación.

Metodología Kimball

La Metodología Kimball según (Corminola, 2016), es una metodología empleada para la construcción de un almacén de datos (Data warehouse) que no es más que una colección de datos orientada a un determinado ámbito (empresa, organización, entre otros), integrado, no volátil, variable en el tiempo, que ayuda a la toma de decisiones en la entidad en la que se utiliza. La

metodología se basa en lo que Kimball denomina ciclo de vida dimensional del negocio. Este ciclo de vida está basado en cuatro principios básicos:

- Centrarse en el negocio.
- Construir una infraestructura de información adecuada.
- Realizar entregas en incrementos significativos, que consiste en crear el almacén de datos en entregables en plazos de 6 a 12 meses.
- Ofrecer la solución completa, proporcionando todos los elementos necesarios para entregar valor a los usuarios de negocios.

Metodología Hefesto

De acuerdo con (Bernabeu, 2017) Hefesto es una metodología propia, cuyo principal sustento está fundamentado en una muy amplia investigación, además de haber comparado metodologías existentes, experiencias propias en implementaciones de procesos de confección de almacenes de datos. Cabe destacar que Hefesto está creciendo constantemente y en continua evolución. La construcción e implementación de un DW puede adaptarse de manera correcta a cualquier ciclo de vida de desarrollo de software, con la excepción de que para algunas fases en particular, las acciones que se han de realizar tendrán alguna variación. Lo que se debe considerar, es no entrar en la utilización de metodologías que requieran fases extensas de reunión de requerimientos y análisis, fases de desarrollo monolítico que conlleve mucho tiempo y fases de despliegue muy extensas. La metodología Hefesto puede ser utilizada en cualquier ciclo de vida que cumpla con las consideraciones antes detalladas.

Cuadro de Mando Integral

De acuerdo a lo indicado por (Berenguer, 2017), el concepto de Balanced Scorecard o Cuadro de Mando Integral (CMI) fue iniciado en el año 1992 por los economistas estadounidenses Robert Kaplan y David Norton. El Cuadro de Mando Integral según el sitio web (Sinergia e Inteligencia de Negocio S.L., 2016) es una herramienta para el control empresarial que permite establecer y monitorizar los objetivos de una empresa y de sus diferentes áreas o departamentos.

También se puede considerar como una aplicación que ayuda a una compañía a expresar los objetivos e iniciativas necesarias para cumplir con su estrategia, mostrando de forma continua cuándo la empresa y los empleados alcanzan los resultados definidos en su plan estratégico.

2.1.2. Fundamentación de la variable dependiente

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN

Según (Mundo Constructor, 2018) la actividad de la construcción es uno de los pilares en los que se sostiene la economía nacional. En los últimos años, el sector de las empresas de construcción tuvo importantes tasas de incremento, resultado de la fuerte inversión del sector público, lo cual empezó a dinamizar la economía. Además de la mayor capacidad de compra de los hogares y el acceso a crédito. Esto resultó en que la actividad haya mantenido un nivel de crecimiento tangible desde el año 2008 hasta el 2014, siendo el 2011 el año con mayor aumento, con un crecimiento del 17,6% de su PIB.

Un proyecto de construcción permite edificar obras de ingeniería civil, como puentes, túneles, carreteras, anillos viales, canales de riego, entre otros.

PRESUPUESTO PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN

Determina los estudios que fueron realizados para poder contar con la estimación de costos que tendrá la ejecución de una obra de construcción.

TIPOS DE GASTOS

Determina los diferentes tipos de gastos que se mantienen en los proyectos de construcción, es decir los pagos que se deben realizar frecuentemente para que la empresa cuente con los bienes y servicios necesarios para poder ejecutar satisfactoriamente las obras de construcción.

GASTOS

Según la definición de (Pedrosa, 2019) gasto es la utilización o consumo de un bien o servicio a cambio de una contraprestación, que se suele realizar mediante una cantidad saliente de dinero. Para el presente proyecto podemos definirlo como el valor económico que ha sido utilizado en los proyectos de construcción para que las obras cuenten con los productos y servicios necesarios para su ejecución, es decir el pago efectuado por ejemplo por gastos de maquinaria, de materiales, de repuestos, de vehículos, entre otros.

2.2. Antecedentes del estado del arte

De conformidad con lo indicado por (Normas APA, 2017), en el área de los estudios académicos el estado del arte hace referencia a la construcción de un análisis de tipo documental. Este muestra los avances más importantes que se han logrado con respecto al conocimiento de un tema. Este tipo de desarrollo investigativo es más común en los estudios de especialización, puesto que implican conocimientos muy amplios sobre determinados problemas.

En el estado del arte se realizó una revisión de la literatura básica para identificar, evaluar e interpretar los trabajos relevantes relacionados con el objeto de la investigación, cabe señalar que los objetivos de utilizar un Systematic Mapping Study “SMS” son el de resumir la evidencia existente, identificar algún vacío que se esté presentando en la investigación en curso y fortalecer el tema de investigación.

La revisión de la literatura estuvo enfocada en temas relacionados con la implementación de una solución de inteligencia de negocios que permita mejorar y optimizar los gastos que se realizan en los proyectos de construcción de la empresa caso de estudio.

Para el análisis del estado del arte se usaron las fases de criterios de inclusión y estrategia de búsqueda que son parte de un Systematic Mapping Study. Como repositorios de búsqueda de la información para la investigación se usaron los siguientes repositorios académicos: ACM Digital Library, Emerald, IEEEExplore y Science Direct.

Definición del objetivo: El objetivo del estudio del estado del arte se sustenta en dar respuesta a las preguntas de los objetivos específicos planteados en el presente proyecto de investigación.

Criterios de inclusión y exclusión: Los criterios de inclusión y exclusión muestran los parámetros que deben cumplir los trabajos para que puedan ser considerados dentro de la investigación. Los criterios son planteados por quien conduce la investigación y discutidos con los investigadores.

Para el presente estudio se tomaron en cuenta los siguientes criterios:

Criterios de Inclusión

- Con el fin de analizar metodologías, técnicas y herramientas que se utilizan actualmente, se incluyeron los trabajos publicados a partir del año 2011.
- Fueron considerados solamente artículos científicos y documentos de conferencias publicados en el idioma español e inglés.
- Se tomaron en cuenta trabajos de investigación que tengan las siguientes especificaciones: el sector de aplicación, la herramienta utilizada y los resultados que se obtuvieron al ejecutar la implementación.

- Que el artículo contenga información referente al uso de metodologías y/o herramientas de inteligencia de negocios o de soporte de decisiones.

Criterios de Exclusión

- No se tomaron en cuenta trabajos con análisis comparativos con resultados similares a este estudio, los cuales no detallan de forma clara el por qué se adopta una herramienta de inteligencia de negocios en un sector específico.
- Se excluyeron artículos que tengan implementación de herramientas de inteligencia de negocios, donde el beneficio o mejora obtenidos no estén claros.
- Artículos que no se encontraban en el idioma inglés o español.
- No se consideraron trabajos que presentaban contradicciones entre lo que manifiesta su objetivo o alcance y lo que realmente hacen.

Definición de la estrategia de búsqueda

Revisión Inicial: como primer paso se realizó una búsqueda inicial en los distintos repositorios académicos más utilizados, para buscar estudios relacionados con las preguntas de investigación.

Validación cruzada de estudios: En esta fase se procedió a verificar que los estudios cumplan con los criterios de inclusión y exclusión que fueron anteriormente detallados, con lo cual finalmente se obtuvo un listado inicial de documentos académicos con los cuales se trabajó en las siguientes fases del estudio.

Integración del Grupo de Control: El grupo de control estuvo conformado por los estudios que cumplen con los criterios de inclusión y exclusión, para lo cual se procedió a realizar un análisis inicial del título de los estudios, introducción y palabras claves. Los estudios seleccionados para el grupo de control fueron los que se muestran en la tabla 1.

Tabla 1
Estudios por grupo de control


Grupo Control	Título
EC1	Flexible decision support in dynamic inter-organisational networks
EC2	Datafication: making sense of big data in a complex world
EC3	How to get the most from a business intelligence application during the post implementation phase? Deep structure transformation at a U.K. retail bank
EC4	A critical analysis of decision support systems research revisited: the rise of design science
EC5	Data analysis and decision making: a case study of re-accommodating passengers for an airline company
EC6	Understanding the value and organizational implications of big data analytics: the case of AUDI AG

Construcción de la cadena de búsqueda

Se definió la creación de una cadena de búsqueda válida como se muestra en la tabla 2, con operadores lógicos para obtener trabajos de investigación en los repositorios de información más utilizados. Para la creación de la cadena de búsqueda se verificó las palabras tomando en cuenta el título, resumen y palabras clave.

Tabla 2
Construcción de la cadena de búsqueda

Palabra Clave	EC1	EC2	EC3	EC4	EC5	EC6	Número de Repeticiones
decision support	X	X		X	X		4
Solution	X		X		X		3

Continúa 

Business Intelligence System		X	X	X	X		4
Analysis		X		X	X	X	4
Analytic				X	X	X	3
BI Data	X	X	X	X	X		5
DSS	X						1
big data		X				X	2

La cadena de búsqueda está formada por la unión de las palabras claves que más se repiten en cada contexto, los conectores usados son OR para las palabras que están dentro del mismo contexto y el conector AND para las palabras que están en contextos distintos, con lo cual se obtiene la siguiente cadena de búsqueda:

“(BUSINESS INTELLIGENCE OR BI OR DECISION SUPPORT SYSTEM) AND (SYSTEM OR SOLUTION) AND (DECISION) AND (ANALYSIS OR ANALYTIC)”

Al aplicar la cadena de búsqueda en los repositorios académicos seleccionados para el estudio se obtuvieron los siguientes resultados que se muestran en la figura 2, para esto se procedió a filtrar sólo los documentos que estén en el idioma inglés, cuya fecha de publicación sea mayor al 2011 y que sean artículos científicos o documentos de conferencias.

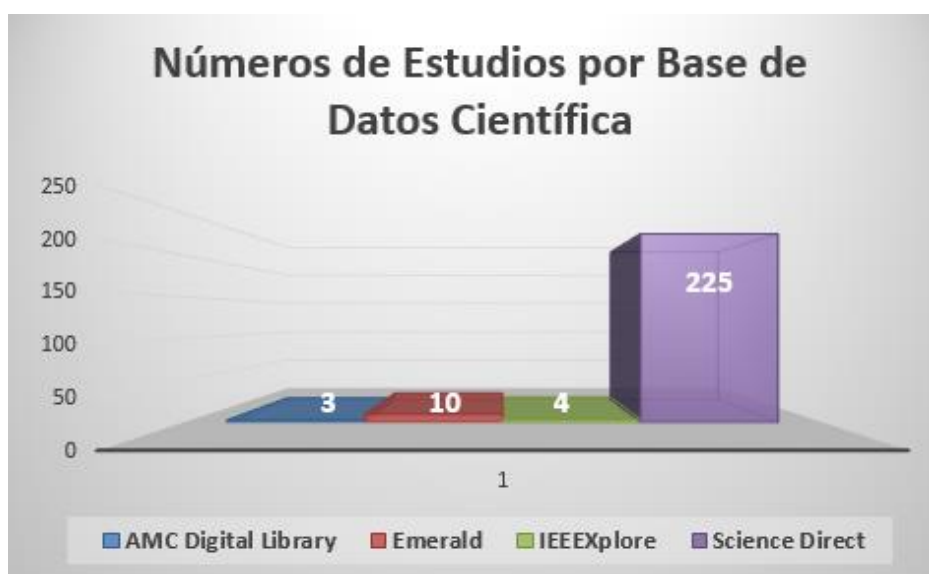


Figura 2. Estudios por Bases de Datos Científica

Para poder obtener los estudios que mejor se acoplen y aporten al presente proyecto, se realizaron configuraciones en los diferentes repositorios de información utilizados como: idioma, fuentes de publicaciones fiables, año de publicación (2011-2019), estudios duplicados, área de interés, tipo de publicación, entre otros, verificando coincidencias y discrepancias respecto a los criterios de inclusión y exclusión para determinar los 7 estudios primarios relacionados a la problemática planteada.

Los estudios primarios encontrados se detallan a continuación:

(Stefanovic, Milosevic, 2017) DEVELOPING ADAPTIVE BUSINESS INTELLIGENCE SYSTEMS FOR AGILE SUPPLY CHAIN ANALYTICS.

Los autores de este estudio consideran técnicas y un enfoque orientado al proceso para el desarrollo, gestión y entrega de soluciones de BI, además resaltan que, para lograr un BI ágil, las cadenas de suministro deben proveer y establecer la infraestructura necesaria, arquitectura, herramientas y procesos, de tal manera que los sistemas sean capaces de adaptarse rápida y eficazmente a las cambiantes necesidades de negocio y factores ambientales. Debido a que esta no es la realidad de

muchas empresas, los autores proporcionan un análisis de la situación actual de las mismas y un fondo conciso, investigación seguida de la introducción de los servicios integrados y cadena de suministro adaptable al modelo de inteligencia empresarial. Modelo que permite el diseño de sistemas analíticos generalizados para la colaboración, toma de decisiones, seguimiento y gestión de la oferta. Este sistema permite la inclusión de una nueva generación de sistemas de BI flexibles y ágiles, siendo su adaptación e implementación mucho más efectiva.

(Nguyen, Schiefer, Tjoa, 2015) SENSE & RESPONSE SERVICE ARCHITECTURE (SARSA): AN APPROACH TOWARDS A REAL-TIME BUSINESS INTELLIGENCE SOLUTION AND ITS USE FOR A FRAUD DETECTION APPLICATION

El trabajo de investigación muestra la importancia de tener alertas o alarmas oportunas para detectar eventos importantes que tengan que ver con asuntos financieros, sobre todo cuando se manejan grandes volúmenes de información. Además, recalcan la importancia de que, ante movimientos no comunes en las cuentas financieras, se pueda alertar tempranamente y tomar una acción, un punto que no funciona del todo bien en que los sistemas convencionales de BI.

Los autores proponen una arquitectura que permite analizar, interpretar y predecir de forma más rápida los eventos importantes, de tal manera que las acciones a tomar puedan ser inmediatas y en tiempo real. La demostración de funcionamiento de esta técnica se ejemplifica en el artículo analizando información para detectar de manera oportuna fraudes financieros.

(Azizah Ahmad, 2015) BUSINESS INTELLIGENCE FOR SUSTAINABLE COMPETITIVE ADVANTAGE

El estudio muestra la importancia de considerar a los sistemas de BI como una herramienta estratégica de apoyo competitivo, y da a notar que la mayor parte de estos sistemas no son correctamente investigados y explotados. Para contrarrestar esta falencia, el estudio genera un

modelo que permita desarrollar en gran medida los sistemas de BI y realiza un caso de estudio de este modelo en una empresa de Telecomunicaciones de Malasia.

(Giannis Milolidakis, 2014) DIGITAL TRACES FOR BUSINESS INTELLIGENCE A CASE STUDY OF MOBILE TELECOMS SERVICE BRANDS IN GREECE

El propósito del estudio es describir una Metodología genérica para la recopilación de datos y su transformación en un valioso sistema de BI, considerando que los sistemas informáticos se encuentran en constante evolución y crecimiento. El estudio muestra una técnica enfocada al campo de las redes sociales y analiza y asocia información tomando como referencia la manipulación de los dispositivos y aplicaciones móviles, centrandó su estudio en la aplicación Facebook.

(Boyton, Ayscough, Kaveri, 2015) SUBOPTIMAL BUSINESS INTELLIGENCE IMPLEMENTATIONS: UNDERSTANDING AND ADDRESSING THE PROBLEMS

Los autores indican que el propósito del estudio es examinar las fallas que existen en las implementaciones de sistemas de inteligencia de negocios (BI) y entender por qué fallan, así como qué acciones se pueden tomar para garantizar el éxito en su implementación. El artículo basa su investigación en una revisión bibliográfica de revistas académicas y estudios de caso relacionados con BI, y el éxito o fracaso de la implementación de dichos proyectos. Finalmente, se enfoca en cuatro áreas de proyectos de BI para medir el éxito: retorno de la inversión, medidas no concretas, medidas de gestión de proyectos y satisfacción del usuario. La literatura proporciona información sobre qué factores contribuyen al éxito de una implementación de BI y qué factores contribuyen a su fracaso, determinando las fallas, además de realizar una discusión con un enfoque estratégico para remediar dichas fallas.

(Zulkifli, Yahaya, Deraman, 2015) AN INTEGRATED FRAMEWORK OF BUSINESS INTELLIGENCE AND ANALYTIC WITH PERFORMANCE MANAGEMENT SYSTEM: A CONCEPTUAL FRAMEWORK

Los autores dan a notar la necesidad de descubrir información oculta para acelerar el desempeño organizacional. Sin embargo, existe una brecha importante entre TI y la parte Administrativa, por lo que el estudio revisa la amplia perspectiva que existe entre los sistemas de BI y los Sistema Administrativos. El estudio busca construir un marco integrado para la implementación, marco que ha distinguido cuatro capas principales que contribuyen a los elementos claves en la implementación.

(Tanko Ishaya , 2012) A SERVICE ORIENTED APPROACH TO BUSINESS INTELLIGENCE IN TELECOMS INDUSTRY

El estudio realiza su investigación sobre sistemas de tipo CRM Y CDR que utilizan los operadores de telefonía, sistemas que sirven de base para determinar el plan de tarifa que utilizan los usuarios. El propósito del estudio es analizar la información versus los requerimientos de los usuarios que han sido capturados mediante cuestionarios y entrevistas a clientes, desarrollando un prototipo llamado SOBI que utiliza diferentes repositorios de información y realiza simulaciones sobre las operaciones básicas que se realiza en el segmento operativo de las telecomunicaciones, buscando mejorar la satisfacción del servicio en los usuarios.

(Romina, Arnold, Arend, 2017) THE SOCIAL SIDE OF SPATIAL DECISION SUPPORT SYSTEMS: INVESTIGATING KNOWLEDGE INTEGRATION AND LEARNING

Los autores intentan a través de su estudio ayudar a los formuladores de políticas y profesionales a acceder, interpretar y comprender información de datos, análisis y modelos, y guiarlos en la identificación de posibles acciones durante un proceso de toma de decisiones, además de informar las dificultades que se pueden tener en la adopción de un DSS.

En conclusión, luego de realizar la revisión de literatura, se identificaron aspectos muy importantes que deben ser considerados en la implementación de un sistema de inteligencia de negocios, aspectos que pueden determinar el éxito o fracaso de un proyecto, para la cual los autores proponen soluciones para cubrir diversas necesidades. Los aspectos que fueron de mayor interés en la revisión de literatura realizada, son los que tienen relación a como los sistemas de inteligencia de negocios son capaces de adaptarse rápida y eficazmente a las cambiantes necesidades de negocio y factores ambientales, la importancia de que las alertas y alarmas sean enviadas de manera oportuna y en línea, de tal manera que las acciones a tomar puedan ser inmediatas y en tiempo real. Además de proponer una metodología genérica para la recopilación de datos y su transformación en un valioso sistema de BI, lo cual ayuda a que la implementación de una plataforma de BI sea realizada de manera más rápida y efectiva.

Adicionalmente, se realizó la revisión de estudios relacionados con el presente trabajo de investigación, que aportaron con ideas y técnicas para el desarrollo del presente proyecto. El estudio de (Francisco Reyes, 2018) muestra la importancia que tiene la inteligencia de negocios en el análisis de vulnerabilidades ante incidentes informáticos, en el caso del estudio de (Walter Fuertes, 2017) se puede observar como un modelo integrado basado en inteligencia de negocios puede ayudar a proveer acción reactiva y proactiva al equipo de respuesta ante incidencias de seguridad informática, y en el caso del estudio de (Francisco Reyes, 2018) se puede evidenciar como se logra automatizar el proceso manual de difusión de información de un equipo de respuesta

ante incidencias de seguridad informática, con el propósito de identificar amenazas de ataques cibernéticos en tiempo real.

En consecuencia, la revisión de la literatura hace notar como grandes empresas a nivel mundial mejoraron su productividad, sus procesos y sus ingresos, a través de la implementación de sistemas de inteligencia de negocios, lo cual permite ver a este tipo de soluciones como una inversión necesaria para mejorar el desarrollo y competitividad de las empresas.

2.3. Marco conceptual

En base a los requerimientos del proyecto, se procedió a seleccionar las herramientas.

POWER DESIGNER

Herramienta de modelamiento propiedad de la empresa SAP¹, que permite realizar el análisis, diseño inteligente, visualización y manipulación de metadatos para la construcción sólida de bases de datos.

Brinda un enfoque orientado a modelos a nivel físico y conceptual, facilitando el proceso de implementación de arquitecturas efectivas de información basándose en tecnologías actuales.

Está compuesto de algunas técnicas básicas de modelamiento mediante herramientas de desarrollo, como Sybase Powerbuilder, Eclipse, Java, .NET y Sybase WorkSpace. Proporciona respuestas de diseño y análisis de bases de datos (Ecured, 2012).

Mediante esta herramienta se diseñó el modelo entidad relación y multidimensional de acuerdo a los datos entregados y analizados, para posteriormente utilizarlos en la implementación del Data Warehouse.

¹ SAP (Sistemas, Aplicaciones & Productos en Procesamiento de Datos") es una empresa multinacional de software europea con sede en Alemania.

Power designer pertenece a la empresa *SAP* o “Systems, Applications, Products in Data Processing”, puede ser encontrada y descargada de su sitio web (SAP, 2019).

MICROSOFT SQL SERVER

SQL Server es un sistema de gestión de bases de datos relacionales (RDBMS) de la empresa mundial Microsoft, el cual está orientado al entorno empresarial. SQL Server se ejecuta en T-SQL (Transact-SQL), un conjunto de extensiones de código de programación de Microsoft que añaden varias características a SQL estándar, con lo cual se incluye el control de transacciones, excepción y manejo de errores, procesamiento fila, así como variables declaradas (ROUSE, 2017).

Entre las principales características de SQL Server se puede citar las siguientes:

- **Simplicidad de uso:** la principal característica que deben tener las bases de datos es la facilidad de uso porque se debe trabajar con gran cantidad de información y la simplicidad es el mejor aliado. Al trabajar con una interfaz que pertenece a Microsoft, el uso de SQL Server resulta familiar para los usuarios.
- **Seguridad:** un pilar fundamental en las bases de datos es la seguridad de la información que se almacenan. Por lo general se trata de datos sensibles a los cuales no deben tener acceso personas no autorizadas. SQL Server integra herramientas que permiten encriptar los datos para evitar ataques externos o de algún malware o virus. También permite proteger los datos de usuarios registrados para su uso, activando el uso de alertas en el caso de violaciones de políticas que se hayan establecido.
- **Multi formato:** no solamente se puede trabajar con números o datos en forma de texto sino también con otros formatos como imágenes, vídeo, música o ubicación geográfica. SQL

Server también incluye herramientas para el análisis y la elaboración de informes que permiten a las empresas trabajar mejor con la información.

- **Almacenamiento en la nube:** permite trabajar con datos almacenados en la nube, algo que en la actualidad es fundamental para poder acceder a la información desde cualquier dispositivo, permitiendo una mejor gestión de los datos (WIRENET, 2015)

Debido a todas las prestaciones y ventajas que presenta SQL Server, y a que principalmente la empresa caso de estudio cuenta con licencias y utiliza este motor de base de datos para sus sistemas principales, incluso con esquemas de alta disponibilidad, se utilizó esta base de datos para que a través de los ETL desarrollados se pueda alimentar el repositorio de Data Warehouse. Más información del producto SQL Server puede ser encontrada en su sitio web (Microsoft, 2019)

PENTAHO DATA INTEGRATION

Pentaho es una suite de herramientas de Inteligencia de Negocios de código abierto, programadas en código 100% Java, dentro de las que destaca un producto para la integración de datos llamado PDI. Pentaho cuenta con su propio sitio web que contiene información sobre sus productos y servicios (Hitachi Vantara, 2019).

Brinda un conjunto amplio de herramientas que facilitan la integración de información para el análisis inteligente de los datos, puesto que permite una rápida y eficiente extracción, transformación, limpieza, validación y carga, sin importar donde se encuentren.

Ofrece grandes capacidades en el proceso de manejo de procesos ETL, además, análisis multidimensionales de información e informes interactivos.

Según los requerimientos del usuario, las herramientas permiten utilizar los módulos de manera conjunta o independientemente. Transforma e integra datos entre sistemas de información existentes y los *Data marts* que compondrán el sistema BI. Se compone de 4 módulos:

SPOON: brinda una interfaz gráfica de diseño de transformaciones.

PAN: permite ejecutar transformaciones diseñadas con *Spoon* utilizando línea de comandos.

CARTE: para ejecutar trabajos y transformaciones en un servidor Web de forma remota (López & Galindo, 2013).

Luego de analizar y revisar las características principales de algunas herramientas ETL, se seleccionó a Pentaho Data Integration para el presente proyecto, lo que permitió desarrollar e implementar los procesos ETL que permitan alimentar el Data Warehouse.

MICROSTRATEGY

MicroStrategy es un software de inteligencia de negocios empresarial que tiene una amplia gama de capacidades de análisis de datos y que puede ser descargado de su sitio web (MicroStrategy Enterprise Analytics, 2019). MicroStrategy encuentra respuestas y perspectivas en el análisis de datos comerciales, con funciones potentes como descubrimiento de datos, análisis avanzados, visualizaciones de datos, inteligencia empresarial integrada, informes, entre otros aspectos.

MicroStrategy brinda la tecnología necesaria para entregar de manera instantánea informes personalizados a miles de usuarios, además de facultar a los usuarios de negocios con análisis de autoservicio o aumentar la adopción de análisis en las empresas. El motor de análisis de MicroStrategy, el conjunto de herramientas integral, la variedad de conectores de datos y la arquitectura escalable y abierta, permite que cuente con todo lo necesario para extender el acceso al análisis en todos los equipos y funciones de negocio (CHETU, 2018).

Entre las principales características de MicroStrategy podemos citar las siguientes:

Fácil de usar: con herramientas intuitivas para crear e implementar potentes aplicaciones, ofrece información detallada sin dificultades a los usuarios en prácticamente cualquier dispositivo.

Escalabilidad empresarial: flexibilidad para entregar aplicaciones para individuos, departamentos o para la empresa completa, MicroStrategy brinda todas las herramientas escalables necesarias para entregar análisis más rápidamente.

Integración: desde el descubrimiento de datos hasta la elaboración de informes, la distribución automatizada, los cuadros de mando personalizados, las aplicaciones de aprendizaje automático, el Big Data, BI móvil y en la nube, con HyperIntelligence de MicroStrategy se puede obtener una plataforma para la transformación digital que cubre todo.

Dosieres y cuadros de mando: los dosieres hacen que los análisis sean simples, sociales e interactivos, proporcionando análisis a más individuos.

Descubrimientos de datos: cuenta con las herramientas necesarias para que los usuarios por su cuenta puedan explorar, visualizar y analizar los datos. Los usuarios pueden crear cuadros de mando y dosieres y luego implementarlos a un entorno empresarial regulado.

Conectividad de datos: tiene la capacidad para conectarse a cualquier fuente de información, desde bases de datos NoSQL hasta sistemas de Big Data y aplicaciones basadas en la nube (MicroStrategy, 2019).

Debido a que la empresa caso de estudio tenía ya adquiridas suscripciones del sistema MicroStrategy, se procedió a elaborar en esta herramienta los dashboards que permitan visualizar la información de los gastos de los proyectos de construcción de manera analítica.

CAPÍTULO III

MEMORIA TÉCNICA METODOLÓGICA

3.1. Metodología de Investigación

Para el presente trabajo de investigación se tomó como referencia el marco teórico de procesos para pequeñas y medianas empresas propuesto por (Harting, 2017), adaptando esta metodología a la realidad y necesidades de la empresa caso de estudio, de tal manera que se pueda obtener el mayor beneficio y alcanzar los objetivos planteados. La metodología de (Harting, 2017) para la analítica de datos se encuentra compuesta por las etapa que se muestran en la figura 3.

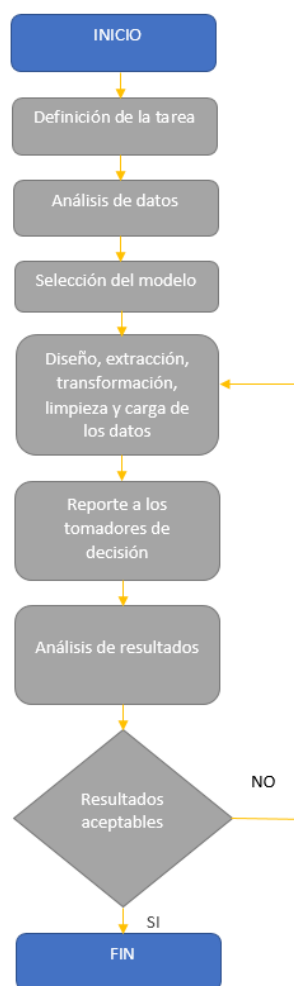


Figura 3. Metodología basada en el marco referencial de Ralf Harting

- **Definición de la tarea**

La definición de la tarea fue realizada en conjunto con el área gerencial de la empresa. Esto puede ser realizado internamente basado en grupos de trabajos o se puede contratar especialistas. Para esto se definieron las necesidades de la organización para enlazarlas a las diferentes tareas de la inteligencia de negocios. Para el presente estudio la tarea fue la implementación de un modelo de control de gastos basado en inteligencia de negocios para proyectos de construcción de ingeniería civil.

- **Análisis de datos**

En esta etapa se analizaron las fuentes de datos con las que cuenta la empresa y que puedan ser útiles para la tarea a realizar, según (Harting, 2017) la mayoría de las pymes por lo general no tienen bien estructurada su información por lo que es necesario un análisis previo que permita conocer la estructura de datos que mantiene la empresa.

En el caso de la empresa de construcción caso de estudio, en esta fase se realizó la revisión del funcionamiento del sistema IMS, así como de las bases de datos que éste utiliza, para poder contar con los datos necesarios de las fuentes de información para el proyecto.

- **Selección del modelo**

Dependiendo de la tarea de inteligencia de negocios a ejecutar, en esta fase se cuenta con varias opciones de técnicas para su implementación. Para poder hacer una correcta selección del modelo, se realizó un análisis de las principales metodologías para implementación de sistemas de inteligencia de negocios existentes en el mercado, donde se compararon las características principales de las metodologías seleccionadas a fin de

determinar la que mejor se acople y aporte a la ejecución del proyecto en base a la realidad y necesidades de la empresa caso de estudio.

- **Diseño, extracción, transformación, limpieza y carga de los datos.**

La ejecución de esta tarea fue guiada por la metodología de inteligencia de negocios seleccionada, que consiste básicamente en la selección del proceso de negocio, identificación de atributos, dimensiones y tablas de hechos, definición de niveles de granularidad, modelos gráficos de alto nivel y desarrollo y ejecución de los procesos ETL (Extracción – Transformación – Carga).

- **Reporte a los tomadores de decisión**

Los datos almacenados en el Data Warehouse son compartidos con las áreas gerenciales de la empresa, a fin de que esta se convierta en un insumo que permita mejorar la toma de decisiones. Para el efecto, en esta fase se implementaron los dashboards en el sistema de inteligencia de negocios con el que cuenta la empresa, que permiten que el personal directivo cuente con una herramienta de gestión de la información que monitorea, analiza y muestra de manera visual la información clave de los gastos que se realizan en los proyectos de construcción.

- **Análisis de resultados**

La evaluación de resultados depende del modelo implementado, que una vez obtenidos son analizados conjuntamente con expertos de la organización quienes determinan si son óptimos y si ayudan a cumplir los objetivos del proyecto de investigación.

3.2. Ejecución del proceso de investigación

3.2.1. Definición de la tarea

Esta fase contó con la participación de personal experto de la empresa caso de estudio, tanto del giro de negocio de la construcción como del departamento de Tecnologías de la Información y Comunicación, con quienes se analizaron los requerimientos que tiene la empresa y se definió como primer objetivo obtener la información más relevante de los gastos que se realizan en los proyectos de construcción para la provisión de los bienes y servicios necesarios para la ejecución de las obras, considerando la información importante relacionada con los gastos como: descripción del proyecto de construcción, tipo de proyecto y pagos efectuados con cheque y caja chica. Finalmente, se enfatizó en que uno de los objetivos esenciales del proyecto fue que el personal gerencial de la empresa cuente con un modelo de control y supervisión de gastos basados en inteligencia de negocios, que se convierta en una herramienta de apoyo para la toma de decisiones.

La empresa caso de estudio ejecuta obras de construcción en las áreas de vialidad, puentes, túneles, saneamiento y electrificación, para lo cual debe proveerse de todos los bienes y servicios necesarios para poder ejecutar y entregar las obras de construcción a su cargo, para lo cual incurre en diferentes tipos de gastos.

La necesidad de la empresa es contar con un modelo de control de gastos mediante inteligencia de negocios, que permita obtener la información sobre los diferentes tipos de gastos que se están teniendo en los proyectos de manera gráfica y analítica, y de esta manera convertirse en una herramienta de apoyo en la toma de decisiones que ayude a mejorar el control en la inversión económica que se tiene en los gastos de los proyectos de construcción. Para esto, en el presente proyecto se utilizaron los datos que la empresa mantienen en sus bases de datos transaccionales

para obtener información importante como: pagos que se realizan por la adquisición de un bien o servicio, tipo de pago que se genera ya sea con un egreso de cheque o caja chica, estado del pago, datos del proyecto como: tipo, nombre, estado, lugar, y la definición de a que categoría corresponde cada gasto, además de otros datos relacionados.

Por lo expuesto, la tarea principal consistió en implementar los dashboards en la herramienta de inteligencia de negocios Microstrategy, que permitan que el personal directivo de la empresa pueda conocer los tipos de gastos y los valores que tienen los proyectos de construcción, los gastos excesivos que están teniendo algunos proyectos, los gastos que presentan una variación abrupta e importante en diferentes períodos de tiempo, para de esta manera poder tomar decisiones oportunas que permitan controlar los gastos. Además de poder obtener información más real sobre la estimación de costos para los nuevos proyectos de construcción en base al análisis de información histórica de otros proyectos que fueron ejecutados en el pasado.

Una vez que fue determinada la tarea principal, se establecieron las siguientes tareas secundarias:

- Análisis de las bases de datos transaccionales con las que cuenta la empresa y que se encuentran almacenadas en el motor de base de datos SQL Server 2014, para de esta manera determinar la información necesaria de los gastos de los proyectos de construcción que alimenta el Data Warehouse.
- Selección de la metodología para implementación de sistemas de inteligencia de negocios que mejor se adapte a las necesidades de la empresa.
- Diseño del modelo dimensional del Data Warehouse, estableciendo los atributos, dimensiones, hechos, medidas y otros elementos importantes necesarios para la

implementación del modelo de control de gastos, esto utilizando la metodología seleccionada en la tarea anterior.

- Desarrollo de los procesos ETL para carga de información en el Data Warehouse, para lo cual se realizó la conexión a las bases de datos transaccionales PAGOS y ERPUPE de la empresa, realizando el proceso de extracción de información de las tablas principales, aplicando reglas para depuración de los datos (datos nulos, códigos repetidos, caracteres especiales, entre otros), y finalmente realizando la carga de información en la base de datos del Data Warehouse llamada DHWCONSTRUCTORA.
- Desarrollo de los dashboards necesarios para que el personal directivo de la empresa pueda visualizar de manera gráfica los aspectos más importantes de los gastos que se están manteniendo en los proyectos de construcción para provisión de bienes y servicios.
- Evaluación de los resultados mediante pruebas de funcionamiento con personal directivo de la empresa, para determinar que el modelo de control de gastos basado en inteligencia de negocios cumple la tarea principal del proyecto de ayudar en el control y supervisión de los gastos que se presentan en las obras de construcción.

3.2.2. Análisis de datos

Una vez que se contó con la información de la etapa anterior, se procedió a realizar un análisis más exhaustivo sobre datos que son necesarios y que se encuentran relacionados con los gastos que realiza la empresa para proveerse de los bienes y servicios para ejecución de las obras de construcción. Es así que se analizaron las fuentes de información con las que cuenta la empresa, y se definió que los datos necesarios a ser explotados para alcanzar el objetivo del presente proyecto

son los que se encuentran almacenados en las bases de datos relacionales que se muestran a continuación:

Base de Datos “ERPUPE”: se obtuvo información sobre el detalle del proyecto de construcción, su estado, el tipo de proyecto al que pertenece, y su ubicación (país y ciudad).

Base de Datos “PAGOS”: se obtuvo información sobre los pagos que se realizan, los egresos de cheque y caja chica, el tipo de documento que se genera, el tipo de gasto al que pertenece y el estado del pago.

En esta fase se realizó el ingreso a las bases de datos SQL Server de los sistemas transaccionales de la empresa, para determinar las tablas que contienen la información necesaria y que a través de los procesos ETL alimentarán el Data Warehouse.

De las diferentes bases de datos analizadas, se puede concluir que se extrajo información de 2 bases de datos, las cuales son mostradas en las figuras 4,5,6 y 7, que son las que contienen la información requerida sobre los gastos de los proyectos de construcción y que permiten aplicar el modelo de control de gastos, estas son:

BASE DE DATOS ERPUPE

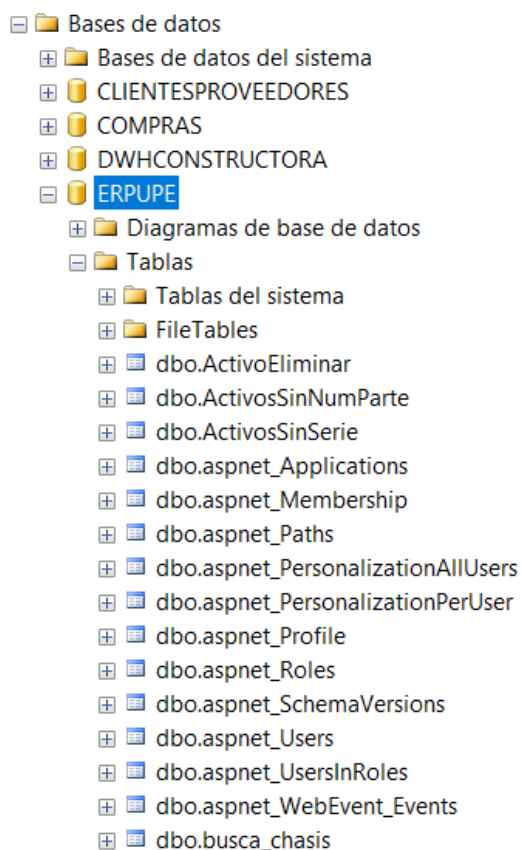


Figura 4. Base de Datos ERPUPE

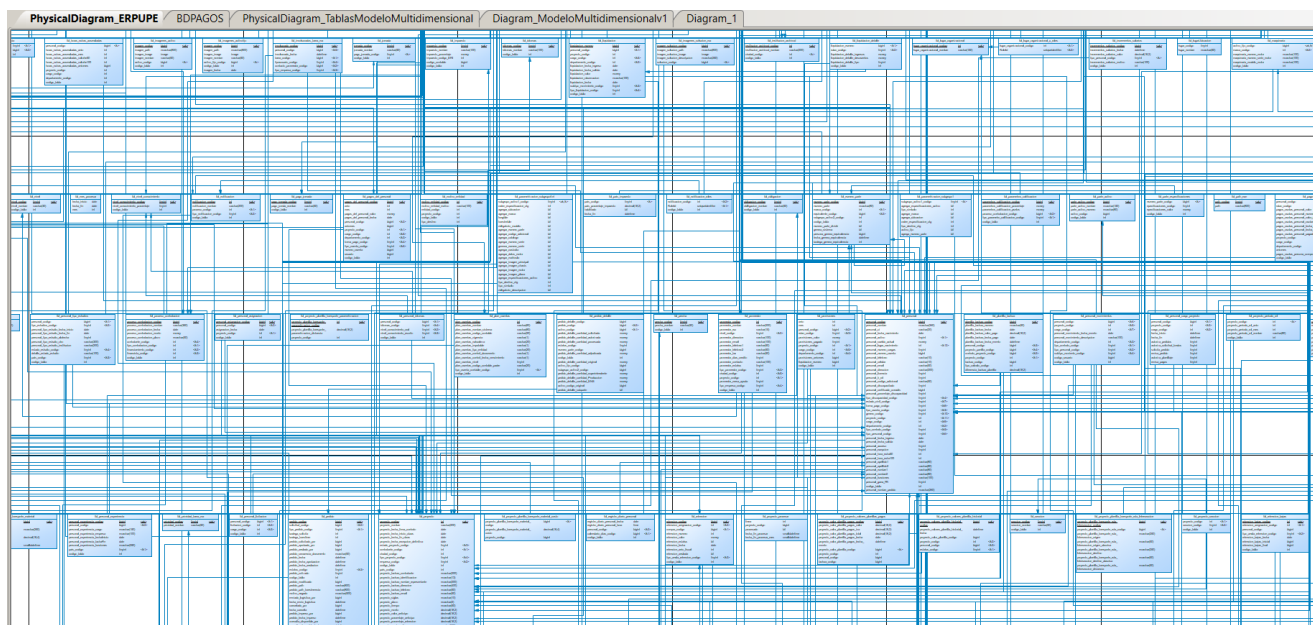


Figura 5. Modelo entidad relación base de datos ERPUPE

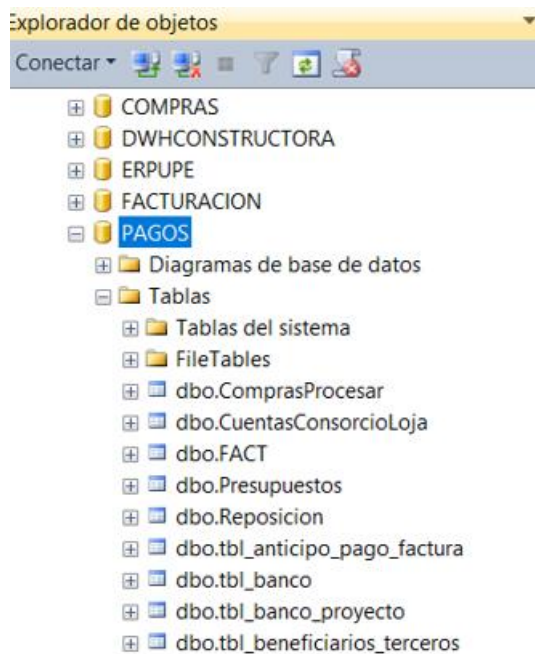


Figura 6. Base de datos PAGOS

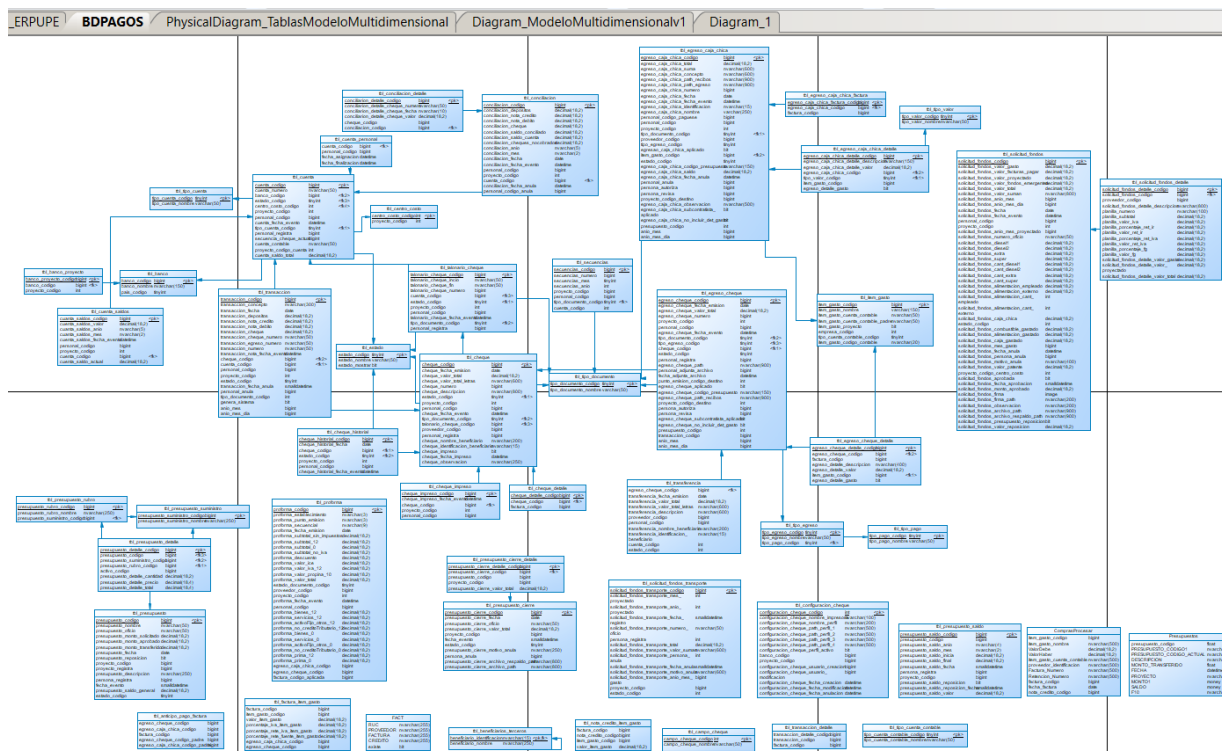


Figura 7. Modelo entidad relación base de datos PAGOS

A continuación en las tablas 3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13 y 14, se muestran los atributos de las tablas de las dos bases de datos que fueron analizadas para el presente proyecto:

Tabla 3

Proyectos

Base de Datos: ERPUPE

Tabla nombre: tbl_proyecto
ATRIBUTO
proyecto_codigo
proyecto_nombre
proyecto_fecha_firma_contrato
proyecto_fecha_inicio_obras
proyecto_fecha_fin_obras
proyecto_fecha_recepcion_definitiva
estado_proyecto_codigo
contratante_codigo
ciudad_codigo
tipo_proyecto_codigo
empresa_codigo
codigo_tabla
pais_codigo
proyecto_factura_contratante
proyecto_factura_identificacion
proyecto_factura_nombre_representante
proyecto_factura_direccion
proyecto_factura_telefono
proyecto_factura_email

Continúa 

proyecto_siglas

proyecto_plazo

proyecto_tiempo

proyecto_monto

proyecto_valor_anticipo

proyecto_porcentaje_anticipo

proyecto_porcentaje_retencion

proyecto_nombre_alias

proyecto_realiza_compras

Tabla 4

Ciudades

Base de Datos: ERPUPE

Tabla nombre: tbl_ciudad

ATRIBUTO

ciudad_codigo

ciudad_nombre

provincia_codigo

codigo_tabla

ciudad_siglas0

Tabla 5

Países

Base de Datos: ERPUPE

Tabla nombre: tbl_pais

ATRIBUTO

pais_codigo

pais_nombre

codigo_tabla

pais_porcentaje_impuesto

Tabla 6*Estados de proyectos***Base de Datos: ERPUPE****Tabla nombre: tbl_estado_proyecto****ATRIBUTO**

estado_proyecto_codigo

estado_proyecto_nombre

codigo_tabla

Tabla 7*Tipos de Proyectos***Base de Datos: ERPUPE****Tabla nombre: tbl_tipo_proyecto****ATRIBUTO**

tipo_proyecto_codigo

tipo_proyecto_nombre

codigo_tabla

Tabla 8*Egresos cheques***Base de Datos: PAGOS****Tabla nombre: tbl_egreso_cheque****ATRIBUTO**

egreso_cheque_codigo

egreso_cheque_fecha_emision

egreso_cheque_valor_total

egreso_cheque_numero

proyecto_codigo


personal_codigo

egreso_cheque_fecha_evento

tipo_documento_codigo

tipo_egreso_codigo

cheque_codigo

Continúa 

estado_codigo
personal_registra
egreso_cheque_path
personal_adjunta_archivo
fecha_adjunta_archivo
punto_emision_codigo_destino
egreso_cheque_aplicado
egreso_cheque_codigo_presupuesto
egreso_cheque_path_recibos
proyecto_codigo_destino
persona_autoriza
persona_revisa
egreso_cheque_subcontratista_aplicado
egreso_cheque_no_incluir_det_gasto
presupuesto_codigo
transaccion_codigo
anio_mes
anio_mes_dia

Tabla 9*Cheques***Base de Datos: PAGOS****Tabla nombre: tbl_cheque****ATRIBUTO**

cheque_codigo

cheque_fecha_emision

cheque_valor_total

cheque_valor_total_letras

Continúa 

cheque_numero
cheque_descripcion
estado_codigo
proyecto_codigo
personal_codigo
cheque_fecha_evento
tipo_documento_codigo
talonario_cheque_codigo
proveedor_codigo
personal_registra
cheque_nombre_beneficiario
cheque_identificacion_beneficiario
cheque_impreso
cheque_fecha_impreso
cheque_observacion

Tabla 10*Detalles egresos cheques***Base de Datos: PAGOS**

Tabla nombre: egreso_cheque_detalle
ATRIBUTO
egreso_cheque_detalle_codigo
egreso_cheque_codigo
factura_codigo
egreso_detalle_descripcion
egreso_detalle_valor
item_gasto_codigo
egreso_detalle_gasto

Tabla 11*Tipos de gastos***Base de Datos: PAGOS****Tabla nombre: tbl_item_gasto****ATRIBUTO**

item_gasto_codigo

item_gasto_nombre

item_gasto_cuenta_contable

item_gasto_cuenta_contable_padre

item_gasto_proyecto

empresa_codigo

tipo_cuenta_contable_codigo

item_gasto_codigo_contable

Tabla 12*Estados de Pagos Tipos de gastos***Base de Datos: PAGOS****Tabla nombre: tbl_estado****ATRIBUTO**

estado_codigo

estado_nombre


estado_mostrar

Tabla 13*Egresos caja chica***Base de Datos: PAGOS****Tabla nombre: tbl_egreso_caja_chica****ATRIBUTO**

egreso_caja_chica_codigo

egreso_caja_chica_total

egreso_caja_chica_suma

Continúa 

egreso_caja_chica_concepto

egreso_caja_chica_path_recibos

egreso_caja_chica_path_egreso

egreso_caja_chica_numero

egreso_caja_chica_fecha

egreso_caja_chica_fecha_evento

egreso_caja_chica_identificacion

egreso_caja_chica_nombre

personal_codigo_paguese

personal_codigo

proyecto_codigo

tipo_documento_codigo

proveedor_codigo

tipo_egreso_codigo

egresao_caja_chica_aplicado

item_gasto_codigo

estado_codigo

egreso_caja_chica_codigo_presupuesto

egreso_caja_chica_saldo

egreso_caja_chica_fecha_anula

personal_anula


persona_autoriza

persona_revisa

proyecto_codigo_destino

egreso_caja_chica_observacion

egreso_caja_chica_subcontratista_aplicado

Continúa 

egreso_caja_chica_no_incluir_det_gasto

presupuesto_codigo

anio_mes

anio_mes_dia

Tabla 14

Detalles egresos caja chica

Base de Datos: PAGOS

Tabla nombre: tbl_egreso_caja_chica_detalle

ATRIBUTO

egreso_caja_chica_detalle_codigo

egreso_caja_chica_detalle_descripcion

egreso_caja_chica_detalle_valor

egreso_caja_chica_codigo

tipo_valor_codigo

item_gasto_codigo

egreso_detalle_gasto

A continuación en la figura 8 y 9, se muestran los diagramas entidad – relación de las tablas necesarias que fueron seleccionadas de los sistemas transaccionales de la empresa, que contienen la información de los gastos y la información relacionada de los proyectos de construcción y que permitirán alimentar el modelo multidimensional.

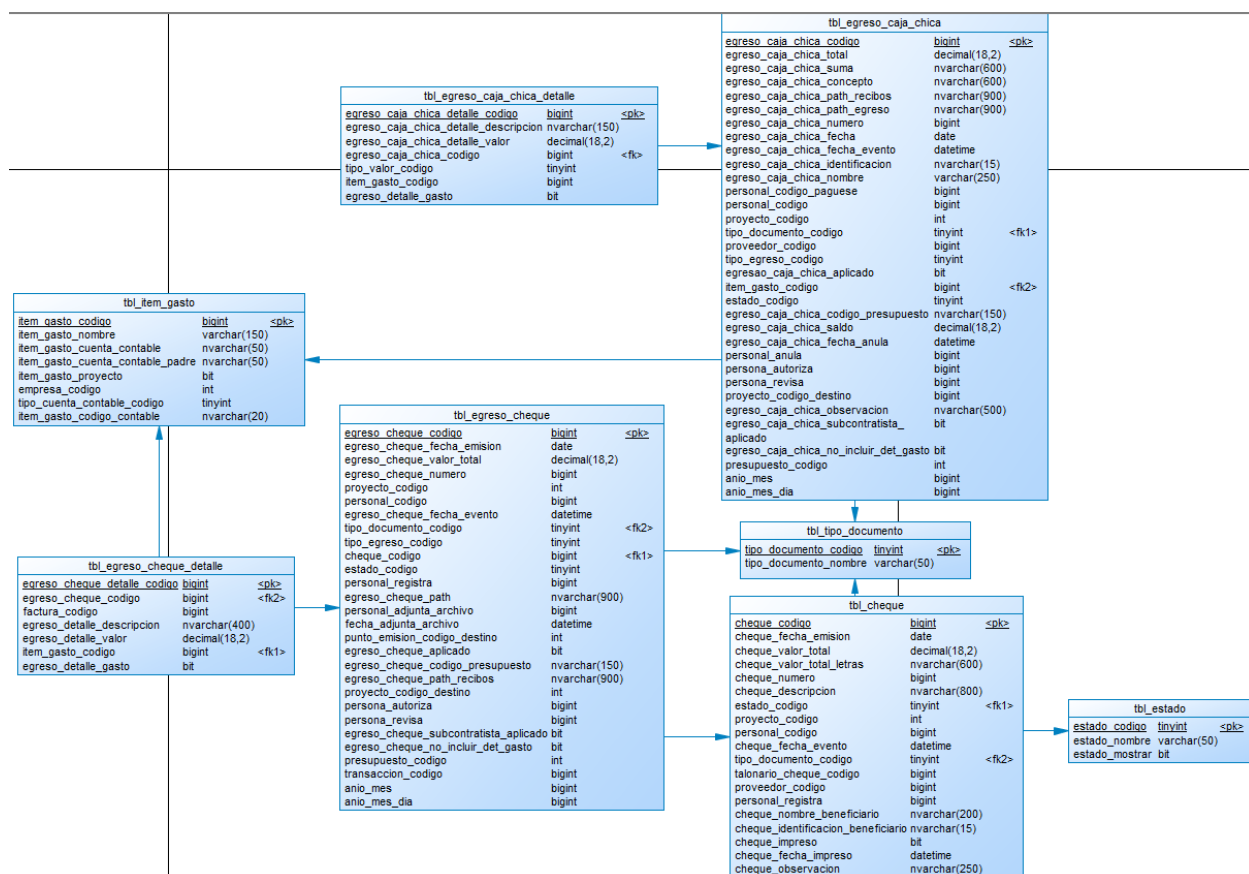


Figura 8. Modelo entidad relación tablas seleccionadas base de datos PAGOS

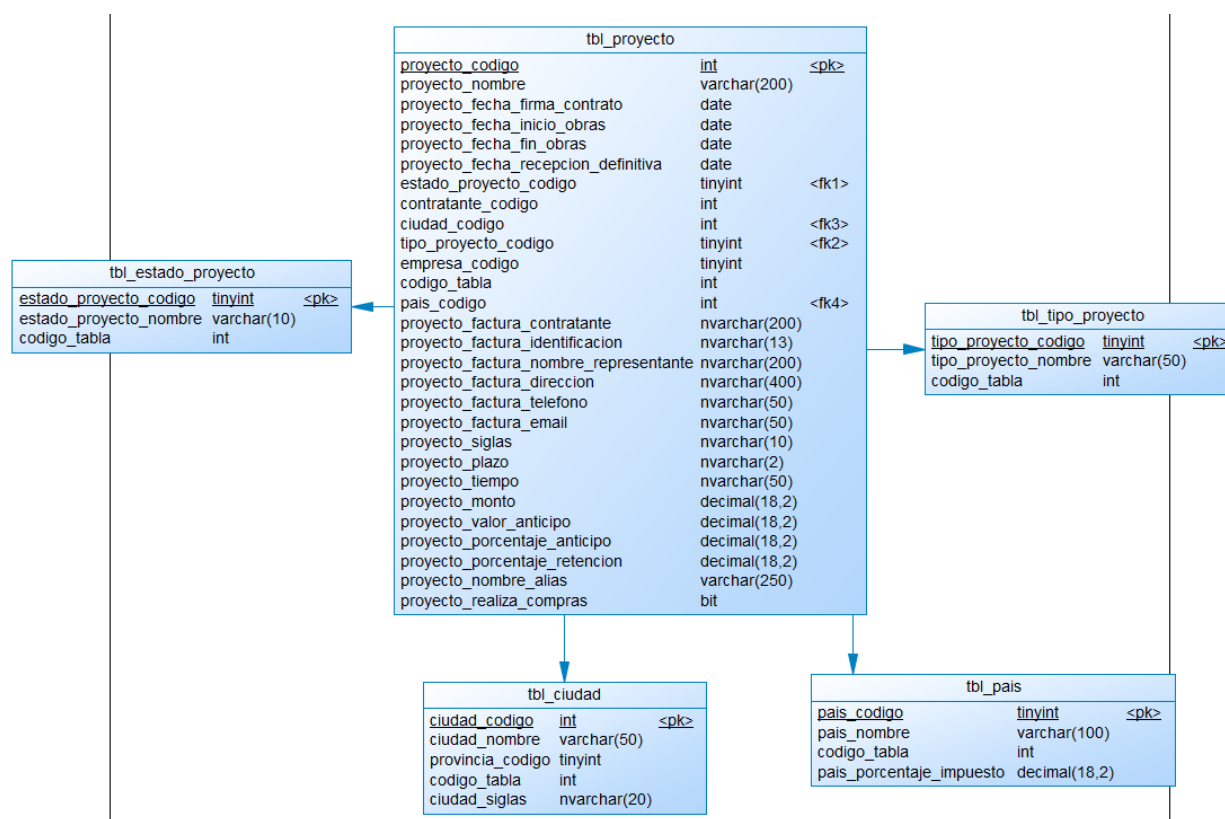


Figura 9. Modelo entidad relación tablas seleccionadas base de datos ERPUBE

3.2.3. Selección del modelo

A continuación, se realizó un análisis de las principales metodologías existentes en el mercado para desarrollo de Data Warehouse, de tal manera que se pueda seleccionar la que mejor se acople a la realidad y necesidades de la empresa caso de estudio, De esta manera el modelo de control de gastos pueda ser implementado tomando como base un adecuado marco de referencia, para lo cual se analizaron las metodologías más utilizadas:

METODOLOGÍA DE BARRY DEVLIN

Esta metodología provee una fundamentación teórica excelente para diseñar un ambiente integral de Inteligencia de Negocio (cualquier información que pertenece a la historia, estado actual o proyecciones futuras de una organización). Devlin estructuró su punto de vista como una

arquitectura comprensiva al integrar el Data Warehouse al desarrollo de los sistemas de información y considerarlos como un todo. Para Devlin el Data Warehouse es parte del diseño de sistemas a nivel corporativo, lo cual es un enfoque muy apropiado e innovador.

En su visión, la base de datos del Data Warehouse es parte de una solución más grande, no un final en sí mismo. El Data Warehouse es un activo estratégico desarrollado para servir los intereses de la comunidad de negocios. El Data Warehouse es una colección de datos que será usada por los usuarios de negocio para suplir la mayor parte de las necesidades de acceso y análisis de información. El Data Warehouse también será un vehículo para incrementar la calidad y disponibilidad de los datos conforme a una naturaleza diversa de necesidades y usuarios, esto permite luego ingresar datos integrados y de calidad en el ciclo de retroalimentación de la información y para que puedan ser usados por otros sistemas corporativos.

En su enfoque, Devlin separa claramente los distintos componentes de una arquitectura eficaz y adecuada para la realización de un proyecto de Data Warehouse, que deben de estructurarse y trabajar en conjunto para asegurar el éxito del proyecto. Además, él proporciona un número de técnicas, sugerencias y tips de cómo implementar y diseñar el ambiente de Inteligencia de Negocio.

El elemento diferenciador de la Arquitectura propuesta por Devlin, es la Arquitectura en tres capas, entre ellas destaca la capa intermedia de datos reconciliados. Su propósito es tomar los datos de sistemas operacionales diversos, heterogéneos, distribuidos geográficamente y combinarlos y enriquecerlos en una imagen única y lógica del modelo de datos empresarial. De esta capa los datos pasan a la capa de datos derivados a través de procesos que generan cualquier combinación de datos que los usuarios puedan requerir.

Esta característica resulta de mucho valor para aquellos ambientes donde existen muchos y diversos sistemas de fuentes de datos y algunos sistemas de soporte a la toma de decisiones que no

están logrando su objetivo. Entonces, se hace necesario reconciliar los datos procedentes de estos sistemas sin introducir nuevos entornos, porque implican más duplicación de datos, sin forzar los datos existentes para que quepan en los ambientes presentes aunque no sean adecuados para ellos, porque no se lograría suplir las necesidades de información de la empresa, y hacer coincidir todo en un ambiente acorde a los estándares de buenas prácticas de arquitectura de datos que proclaman una clara separación del entorno operativo con el informacional.

Una de las debilidades de la propuesta de Devlin es que no muestra la forma en los distintos componentes de la arquitectura que él describe, estos deben estar ensamblados e interactuar para formar un todo coherente, por lo que deja inconcluso este aspecto metodológico y arquitectónico medular.

METODOLOGÍA WILLIAM INMON

La definición de Data Warehouse de Inmon ha puesto en claro una buena síntesis de lo que es un Data Warehouse y ha ayudado inmensamente al desarrollo de la industria, debido a que provee guías concretas para construir un Data Warehouse.

Implícitamente, esta definición sustenta uno de los principios fundamentales del desarrollo de un Data Warehouse, el principio que el ambiente de origen de los datos y el ambiente de acceso de datos deben estar físicamente separados en diferentes bases de datos y en equipos separados.

Inmon también identifica la importancia de utilizar un Data Warehouse para guardar datos históricos continuos, ya que uno de los mayores obstáculos para el análisis de información relevante es no contar con datos disponibles sobre un periodo de tiempo extendido. Operacionalmente, se tiende a almacenar solamente una vista actual del negocio, lo cual es un período mucho muy corto para un análisis serio de tendencias (Kaufman, 2012).

A Inmon se le asocia frecuentemente con los esfuerzos de Data Warehouse a nivel empresarial, que involucran desde un inicio todo el ámbito corporativo, sin centrarse en un incremento específico hasta después de haber terminado completamente el diseño del Data Warehouse. En su filosofía, un Data Mart es sólo una de las capas del Data Warehouse, los Data Marts son dependientes (obtienen la información) del depósito central de datos o Data Warehouse Corporativo y por lo tanto se construyen luego de él (Kaufman, 2012).

El enfoque de Inmon de desarrollar una estrategia de Data Warehouse e identificar las áreas principales desde el inicio del proyecto es necesario para asegurar una solución integral. Esto ayuda a evitar la aparición de situaciones inesperadas en el futuro cercano del proyecto que le puedan poner en peligro, debido a que se conoce con antelación y bastante exactitud la estructura que presentarán los principales núcleos del desarrollo, lo cual permite enfocar los esfuerzos del desarrollo actual para ser compatible con los subsiguientes.

Inmon coincide en que el modelado dimensional está bien para los Data Mart, pero hace énfasis en que estos deben ser dependientes del Data Warehouse Corporativo; sin embargo está muy convencido que un diseño basado en Diagramas Entidad Relación es mucho más apropiado para el Data Warehouse central de mayor magnitud. Según Inmon la estructura ideal que se busca para un Data Warehousees, porque proporciona la manera más efectiva de coleccionar, almacenar y diseminar la información, es muy probablemente:

- Datos antiguos, limpiados en un RDBMS (potencialmente un Data Warehouse Empresarial).
- Datos reconciliados, desde el Data Warehouse Empresarial obtienen su información los Data Marts, cubos y otras herramientas para análisis y reportes que utilicen un enfoque multidimensional para mostrar la información.

El problema que trae consigo este enfoque es que es ideal para los propósitos de desarrollo del equipo de Tecnología de Información, pero no para las finanzas de la organización. A esta estructura no es posible dividirlo en partes modulares que al implementarse comiencen a ser explotadas, sino que es hasta que toda la arquitectura está en su lugar que los usuarios de negocio obtienen beneficio de ella (Kaufman, 2012).

METODOLOGÍA RALPH KIMBALL

Kimball difiere de los otros autores abordados en enfoque pues indica que el Data Mart es el Data Warehouse, esto se afirma en el sentido de que Kimball expone que al construir los Data Marts ya se está construyendo el Data Warehouse de una manera incremental. Un Data Mart es un subconjunto de datos organizados, como en el Data Warehouse, para el soporte a la toma de decisiones, pero que sólo representa la visión de un departamento o individuo, por este motivo Kimball es frecuentemente asociado con esfuerzos departamentales y no corporativos.

En la actualidad la mayoría de los proyectos de Data Warehouse implementan el modelo de Data Marts de Kimball en lugar del esquema de Data Warehouse empresarial propuesto por Bill Inmon o de la arquitectura en tres capas de Devlin, esto obedece a motivos de tiempo, costo y el riesgo de fracaso asociados con el desarrollo de los dos últimos.

El punto medular de la metodología de Kimball es el modelado dimensional. Un buen diseño ayuda a tener proyecto exitoso. El objetivo primordial que se persigue con un Data Warehouse, servir de ayuda a la toma de decisiones, sólo es alcanzado si el diseño del Data Warehouse - Data Mart propone una estructura consistente, sólida y adecuada a las necesidades de información de la empresa. Por este motivo Kimball pone énfasis en el diseño de los Data Marts, para lo cual utiliza el modelado dimensional en la versión del esquema estrella. Kimball afirma que esta tecnología

siempre puede ser aplicada en cualquier proyecto de Data Warehouse y que es el método más adecuado para alcanzar el objetivo ya mencionado. El esquema estrella representa la desnormalización óptima de los datos que mejor se adapta a las necesidades de los usuarios (Kimball Ralph, 2013).

El concepto clave que ha popularizado la metodología del señor Kimball es que él aborda el proyecto de Data Warehouse como un proceso de Implementación Gradual, Data Mart a Data Mart. Sin embargo, Kimball también pone en claro que lo primero que se debe hacer al comenzar el modelado dimensional es analizar la sólida base que representa el Diagrama Entidad Relación de la empresa y a partir de allí iniciar el modelado dimensional, es decir, primero se debe contemplar toda la organización empresarial para encontrar los procesos discretos del negocio, luego corresponde establecer cuales son todos los posibles Data Marts y de entre ellos seleccionar cual es el más adecuado de implementar, en la correspondiente iteración del Data Warehouse. A continuación ya se puede enfocar en él o los Data Mart que pertenecen a la etapa actual del proyecto y proceder con el ciclo de vida que expone en su metodología (Kimball Ralph, 2013).

El ciclo de vida propuesto trae como consecuencia que exista Data Marts que se traslapen, para el caso en que se tienen que contemplar las diferentes vistas que distintos usuarios o departamentos tienen acerca del Modelo de Datos Corporativos, las implementaciones de vistas disímiles deben realizarse en Data Mart separados. Para asegurar la correcta unión y engranaje de los Data Marts y evitar que se conviertan en conjuntos disjuntos (islas) de información, Kimball establece el método de dimensiones conformadas y lo designa como el Bus del Data Warehouse (Kimball Ralph, 2013).

Todos estos elementos deben ajustarse en un marco de trabajo sólido para que funcionen sinérgicamente, flexible y extensible, que constituye la arquitectura que servirá de guía a la implementación del Data Warehouse. Kimball utiliza una matriz para clasificar tres grandes áreas:

Datos, Tecnología e Infraestructura, los cuales tienen cuatro niveles de detalles siendo el más bajo la implementación física del Data Warehouse. Luego de que se establece la arquitectura, se procede a implementar los primeros incrementos (Kimball Ralph, 2013).

La Implementación por incrementos de Data Marts trae consigo algunos puntos importantes, tales como:

- La arquitectura Data Warehouse se debe ejecutar al principio del proyecto.
- El primer incremento se desarrolla en base a la arquitectura.
- La operación del Data Warehouse puede implicar la realización de cambios en la arquitectura.
- Cada aumento adicional puede extender el Data Warehouse.
- Cada aumento puede causar ajustes en la arquitectura.
- La operación continua puede causar ajustes en la arquitectura.

Por estas consideraciones muchos expertos afirman en que el enfoque de Kimball trabaja mejor si primero existe una estrategia de implementación en la Organización, pues de esta forma se reduce el número de cambios, que en muchos casos representa una gran parte de los esfuerzos de mantenimiento o de desarrollo del nuevo incremento. Estos cambios son necesarios de realizar para asegurar el adecuado funcionamiento y crecimiento del Data Warehouse (Kimball Ralph, 2013).

Un esquema en estrella se construye luego de obtener y asimilar los requerimientos de los usuarios, lo que determina la forma y contenido de la estrella. El resultado de la estrella es óptimo para los usuarios que participan en el proceso de levantamiento de requerimientos. El modelado dimensional es excelente para representar las vistas del personal que son de pensamientos similares,

pero diferentes grupos de personas querrán su propia estrella que represente sus propias vistas. El esquema estrella se forma en base a los requerimientos de usuarios y porque estos requerimientos varían de un tipo de usuarios a los otros no llama la atención que diferentes estrellas sean óptimas para diferentes tipos de usuarios.

El problema es cuando existen múltiples ambientes independientes de esquemas estrella, los mismos datos detallados aparecen en cada uno. No existe reconciliación de datos y las nuevas estrellas requieren la misma cantidad de trabajo para la creación que las antiguas.

Metodologías	ESTÁNDAR	USABILIDAD	VISUALIZABLE	MECANIZABLE	ADAPTABLE	EXTENSIBLE
Kimball	Se da en base a la priorización de algunos procesos específicos del Negocio.	Desarrollo directo de data marts en los procesos seleccionados del negocio.	Utiliza métodos de análisis orientados a objetos, esquemas de clases navegacionales y clases.	Uso exclusivo de modelos dimensionales Desnormalizados (esquema estrella)	Esta metodología se usa se usa para el desarrollo de aplicaciones de diversa índole	Las etapas de desarrollo de un data mart se basan en procesos específicos del negocio y están vinculadas a las dimensiones, que forman la arquitectura de bus data warehouse.
Inmon	Se da en base al modelo de datos de toda la empresa.	Desarrollo de un data warehouse empresarial basado en un esquema de base de datos normalizado. El desarrollo de data marts, se basa en datos obtenidos del data warehouse.	Un data mart se construye mediante la extracción de datos del data warehouse de la empresa (también llamados data marts dependientes).	Un data mart mantiene una historia limitada, ya que ésta se mantiene en el data warehouse de la empresa.	El diseño de un data warehouse para toda la empresa se basa en su modelo de datos. Es una aplicación progresiva de las áreas temáticas, de acuerdo con las prioridades establecidas.	Los data marts no están vinculados entre sí.
Devlin	La metodología expuesta por él, es una guía para implementar y construir un Data Warehouse que incluye el análisis racional del negocio que debe ser hecho, la arquitectura técnica con la que se debe contar y el proceso de implementación completo.	Devlin es coincidente con Inmon en colocar los Data Marts como una capa aparte del Data Warehouse central, pero introduce otra capa intermedia, la capa de datos reconciliados en su arquitectura del Data Warehouse	Arquitectura en tres capas, entre ellas destaca la capa intermedia de datos reconciliados.	Uso exclusivo de modelos dimensionales Desnormalizados (esquema estrella)	Su propósito es tomar los datos de sistemas operacionales diversos, heterogéneos, distribuidos geográficamente y combinarlos y enriquecerlos en una imagen única y lógica del modelo de datos empresarial	Las etapas de desarrollo de un data mart se basan en procesos específicos del negocio.

Figura 10. Cuadro comparativo Kimball, Inmon y Devlin

Fuente: (Tuñoque, 2016)

Luego de haber realizado un análisis de las principales características de las metodologías más utilizadas para el desarrollo de Data Warehouse como es mostrado en la figura 10, se optó por utilizar la metodología de Kimball, esto debido principalmente a que la metodología prioriza algunos procesos específicos de la empresa, que en el caso del presente proyecto está orientado al proceso de gestión, control y supervisión de los gastos de los proyectos de construcción, además de que la metodología permite el desarrollo directo de data marts, que en este caso se utiliza para

el data mart de los pagos que se realizan por las compras de productos y servicios que adquiere la empresa para poder ejecutar las obras. Adicionalmente, la metodología trabaja con un modelo desnormalizado (esquema en estrella) que permite simplificar el modelo multidimensional y mejorar el procesamiento y velocidad de los cálculos que se realizan sobre la información del Data Warehouse.

3.2.4. Diseño, extracción, transformación, limpieza y carga de los datos.

Una vez que se seleccionó la metodología más adecuada para la implementación del modelo de control de gastos basado en inteligencia de negocios para la empresa caso de estudio, se realizó la conexión a la bases de datos SQLServer 2014, donde se encuentran alojadas las bases de datos ERPUPE y PAGOS, esto con el objetivo de realizar una revisión de las tablas que contienen los datos necesarios para alimentar el Data Warehouse, así como las relaciones existentes entre ellas.

Luego, se procedió a realizar el diseño del modelo dimensional, definiendo las tablas de hechos, de dimensiones y las medidas necesarias que permitan establecer el modelo de control de gastos objeto del presente proyecto. A continuación, se creó la base de datos necesaria para el Data Warehouse, y se desarrollaron los procesos ETL que permiten extraer la información de las bases de datos de los sistemas relacionales de la empresa, así como realizar el mapeo de valores, depuración y homologación de información, para finalmente efectuar la carga de información en el Data Warehouse.

Para desarrollar esta fase se utilizó la metodología previamente seleccionada que se basa en el ciclo de vida dimensional del negocio de Kimball, de esta metodología se utilizaron las siguientes etapas principales:

Planificación

El problema identificado. -

El personal directivo de la empresa y con los reportes que son generados de los sistemas actuales, no puede analizar con claridad los gastos económicos que se están presentando en los proyectos de construcción y que pueden corresponder a gastos de maquinaria, materiales de construcción, equipos, servicios contratados a empresas subcontratistas, y otros tipos de gastos importantes y necesarios para poder ejecutar las obras de construcción, lo cual hace que se tomen decisiones erróneas y que se sigan pagando valores altos y desmedidos en la provisión de los bienes y servicios.

El alcance del proyecto. -

La investigación se centró en la problemática que tiene la empresa, es decir en mejorar el control y supervisión de los gastos que se realizan en los proyectos de construcción, implementando para el efecto un Data Warehouse y los dashboards en el sistema de inteligencia de negocios MicroStrategy, para que de esta manera la empresa cuente con el modelo de control de gastos que permitirá obtener información analítica sobre los tipos de gastos que tienen los proyectos de construcción de manera gráfica, precisa, oportuna y categorizada.

Los objetivos del proyecto. -

General: Desarrollar un modelo de control de gastos mediante inteligencia de negocios, para mejorar el análisis y supervisión que se realiza en los gastos de los productos y servicios necesarios para la ejecución de los proyectos de construcción.

Específicos:

- a. Recolectar información, mediante el análisis de los sistemas informáticos de la empresa para evaluación de los gastos en los proyectos de construcción.
- b. Evaluar la metodología y las herramientas necesarias para manejo de control de gastos en la empresa constructora, mediante una revisión sistemática parcial.
- c. Diseñar un modelo de control de gastos, mediante un Data Warehouse y dashboards.
- d. Implementar un modelo de control de gastos, mediante un Data Warehouse y dashboards.
- e. Validar los resultados que entrega el modelo de control de gastos, mediante pruebas de funcionamiento.

Análisis de requerimientos

En esta fase y como se muestra en la tabla 15, se recabaron y analizaron los requerimientos del personal de negocio y técnico de la empresa, los cuales fueron identificados en la herramienta de la metodología denominada matriz de procesos/dimensiones “BUS”, la cual está compuesta por:

- Columnas: dimensiones que son las formas, vistas o criterios por medio de los cuales se puede resumir, cruzar o cortar datos numéricos a analizar, datos que se denominan medidas.
- Filas: que corresponden a los procesos de negocio identificados
- Intersección: cuando se marca con una “X” en la intersección de la filas y columna significa que en el proceso de negocio de la fila seleccionada se identifica con la dimensión propuesta.

Tabla 15*Matriz Bus elaborada producto del análisis de requerimientos*

PROCESO DE NEGOCIO	DIMENSIONES				
	Gasto	Proyecto	Pago	Documento	Tiempo
Egreso pago caja chica provisión de bienes y/o servicios	X	X	X	X	X
Egreso pago cheque provisión de bienes y/o servicios	X	X	X	X	X

Modelo dimensional**SELECCIÓN DE PROCESO DE NEGOCIO**

El proceso de negocio seleccionado es controlar y supervisar los gastos que mantiene la empresa para la provisión de bienes y servicios para ejecución de las obras de construcción. Esto implica que se evalúa:

- a. Pagos por egresos de caja chica
- b. Pagos por egresos de cheques

Los dos pagos anteriores son los hechos considerados para el DataMart y que han sido identificados en la fase anterior de levantamiento de requerimientos.

SELECCIÓN DE LAS DIMENSIONES

La fase de captura de requerimientos ha permitido identificar las dimensiones con las que se trabajará en el proyecto de investigación, las cuales se citan a continuación:

- Gasto
- Proyecto
- Pago
- Documento
- Tiempo

ESTABLECIMIENTO DE NIVEL DE GRANULARIDAD

La granularidad para las dimensiones que se vinculan con los hechos son las siguientes:

- a. Dimensión de gasto: campo nombre de tipo de gasto.
- b. Dimensión de proyecto: campo nombre de proyecto.
- c. Dimensión pago: campo nombre de estado de pago.
- d. Dimensión documento: campo nombre de tipo de documento.
- e. Dimensión tiempo: campo fecha.

IDENTIFICACIÓN DE LAS TABLAS DE HECHOS Y MEDIDAS

Los hechos son los procesos de negocio principales que implica la presente investigación, los cuales son egresos de caja chica y egresos de cheques que realiza la empresa constructora. Éstos tienen las siguientes medidas que se muestran en las figuras 11 y 12:

- a. Hecho Egresos Caja Chica: valor egreso caja chica.
- b. Hecho Egresos Cheques: valor egreso cheque.

MODELO GRÁFICO DE ALTO NIVEL

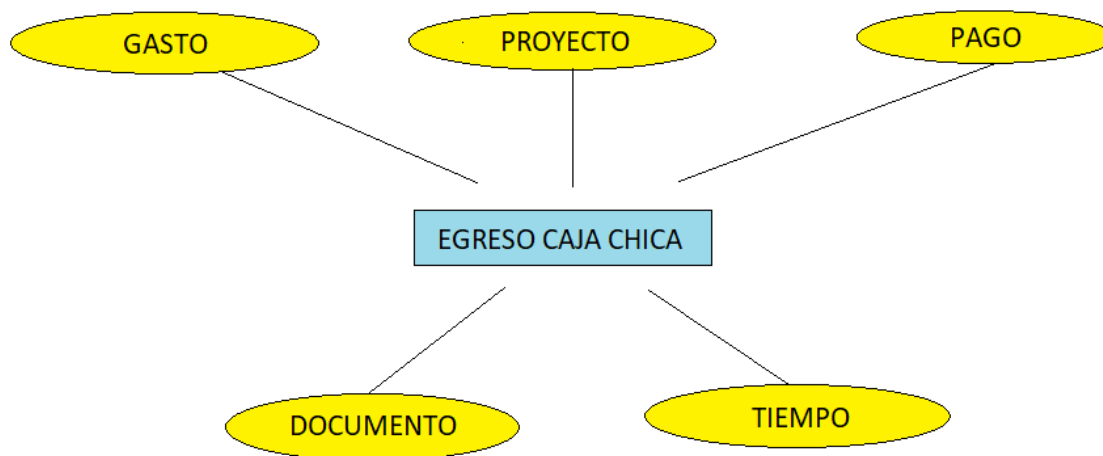


Figura 11. Modelo gráfico de alto nivel hecho egreso caja chica

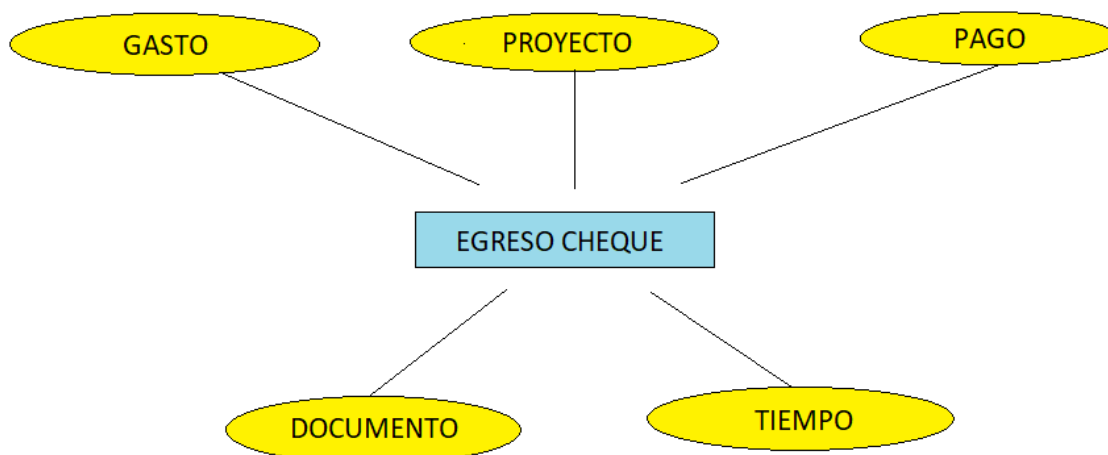


Figura 12. Modelo gráfico de alto nivel hecho egreso cheque

IDENTIFICACIÓN DE ATRIBUTOS DE DIMENSIONES Y TABLAS DE HECHOS

Después de haber realizado el proceso de identificación de dimensiones y su granularidad, así como haber determinado los hechos y medidas, el siguiente paso fue proceder a profundizar en ellas mediante la identificación de atributos adicionales.

A continuación, se realiza el detalle de las dimensiones en las tablas 16,17,18,19 y 20, y de los hechos y sus atributos en las tablas :

DIMENSIONES

Tabla 16

Dimensión gasto y sus atributos

Nombre columna	Descripción	Tipo de dato	Tamaño	Clave?	Null?	Valor por defecto
DGAS_Gasto_Codigo	Identificador de la dimensión en el sistema transaccional.	Int	-	SI	NO	-
DGAS_Id	Identificador de la dimensión. Autoincremental	Int	-	-	NO	-
DGAS_Nombre	Descripción del tipo de gasto	varchar	300	-	NO	-
DGAS_Cuenta_Padre	Descripción cuenta padre del tipo de gasto	Varchar	50	-	NO	-
Fecha_Etl	Fecha de carga del registro	Date	-	-	NO	-

Tabla 17

Dimensión proyecto y sus atributos

Nombre columna	Descripción	Tipo de dato	Tamaño	Clave?	Null?	Valor por defecto
DPRO_Proyecto_Codigo	Identificador de la dimensión en el sistema transaccional.	Int	-	SI	NO	-
DPRO_Id	Identificador de la dimensión. Autoincremental	Int	-	NO	NO	-
DPRO_Nombre	Descripción del proyecto	Varchar	400	-	NO	-
DPRO_Nombre_Alias	Descripción alias del proyecto	Varchar	400	-	SI	-
DPRO_Monto	Descripción monto del proyecto	Decimal	18,2	NO	SI	-
DPRO_Estado	Descripción estado de ejecución del proyecto	Varchar	40	NO	NO	-

Continúa 

DPRO_Tipo	Descripción del tipo al que pertenece el proyecto	Varchar	80	NO	NO	-
DPRO_Ciudad	Descripción de la ciudad donde está ubicado el proyecto	Varchar	80	NO	NO	-
DPRO_Pais	Descripción del país donde está ubicado el proyecto	Varchar	80	NO	NO	-
Fecha_Etl	Fecha de carga del registro	Date	-	-	NO	-

Tabla 18*Dimensión pago y sus atributos*

Nombre columna	Descripción	Tipo de dato	Tamaño	Clave?	Null?	Valor por defecto
DEPA_Estado_Codigo	Identificador de la dimensión en el sistema transaccional.	Int	-	SI	NO	-
DEPA_Id	Identificador de la dimensión. Autoincremental	Int	-	-	NO	-
DEPA_Nombre	Descripción del estado del pago	varchar	50	-	NO	-
Fecha_Etl	Fecha de carga del registro	Date	-	-	NO	-

Tabla 19*Dimensión documento y sus atributos*

Nombre columna	Descripción	Tipo de dato	Tamaño	Clave?	Null?	Valor por defecto
DTDO_Tdocumento_Codigo	Identificador de la dimensión en el sistema transaccional.	Int	-	SI	NO	-
DTDO_Id	Identificador de la dimensión. Autoincremental	Int	-	-	NO	-
DTDO_Nombre	Descripción del tipo de documento	Varchar	50	-	NO	-
Fecha_Etl	Fecha de carga del registro	Date	-	-	NO	-

Tabla 20*Dimensión tiempo y sus atributos*

Nombre columna	Descripción	Tipo de dato	Tamaño	Clave?	Null?	Valor por defecto
DTIE_Id	Identificador de la dimensión Autoincremental	Int	-	SI	NO	-
DTIE_Fecha	Fecha	Date	-	-	NO	-
DTIE_Dia_Mes	Día del mes del campo DTIE_Fecha	Int	-	-	NO	-
DTIE__Mes	Mes del campo DTIE_Fecha	Int	-	-	NO	-
DTIE__Anio	Año del campo DTIE_Fecha	Int	-	-	NO	-
DTIE_Trimestre	Trimestre del campo DTIE_Fecha	Int	-	-	NO	-
DTIE__Cuatrimestre	Cuatrimestre del campo DTIE_Fecha	Int	-	-	NO	-
DTIE__Semestre	Semestre del campo DTIE_Fecha	Int	-	-	NO	-

HECHOS

A continuación en las tablas 21 y 22 se detallan las tablas de hechos del presente proyecto.

Tabla 21*Hecho egreso caja chica y sus atributos*

Nombre columna	Descripción	Tipo de dato	Tamaño	Clave?	Null?	Valor por defecto
FGAS_Id	Identificador del hecho Autoincremental	Int	-	SI	NO	-
FGAS_Egreso_Caja_Chica_Codigo	Identificador del hecho en el sistema transaccional.	Int	-	NO	NO	-
FGAS_Valor_Total	Medida del hecho	Decimal	18,2	NO	NO	-
FGAS_Fecha_Transaccion	Fecha del hecho en el sistema transaccional	Date	-	NO	NO	-

Continúa 

DEPA_Estado_Codigo	Identificador de la dimensión Pago	Int	-	NO	NO	-
DGAS_Gasto_codigo	Identificador de la dimensión Gasto	Int	-	NO	NO	-
DPRO_Proyecto_Codigo	Identificador de la dimensión Proyecto	Int	-	NO	NO	-
DTDO_Tdocumento_Codigo	Identificador de la dimensión Documento	Int	-	NO	NO	-
DTIE_Id	Identificador de la dimensión Tiempo	Int	-	NO	NO	-
Fecha_Etl	Fecha de carga del registro	Date	-	NO	NO	-

Tabla 22
Hecho egreso cheque y sus atributos

Nombre columna	Descripción	Tipo de dato	Tamaño	Clave?	Null?	Valor por defecto
FGAS_Id	Identificador del hecho Autoincremental	Int	-	SI	NO	-
FGAS_Egreso_Cheque_Codigo	Identificador del hecho en el sistema transaccional.	Int	-	NO	NO	-
FGAS_Cheque_Codigo	Identificador del hecho en el sistema transaccional.	Int	-	NO	NO	-
FGAS_Valor_Total	Medida del hecho	Decimal	18,2	NO	NO	-
FGAS_Fecha_Transaccion	Fecha del hecho en el sistema transaccional	Date	-	NO	NO	-
DEPA_Estado_Codigo	Identificador de la dimensión Pago	Int	-	NO	NO	-
DGAS_Gasto_codigo	Identificador de la dimensión Gasto	Int	-	NO	NO	-
DPRO_Proyecto_Codigo	Identificador de la dimensión Proyecto	Int	-	NO	NO	-

Continúa 

DTDO_Tdocumento to_Codigo	Identificador de la dimensión Documento	Int	-	NO	NO	-
DTIE_Id	Identificador de la dimensión Tiempo	Int	-	NO	NO	-
Fecha_Etl	Fecha de carga del registro	Date	-	NO	NO	-

El modelo multidimensional se muestra a continuación en la figura 13.

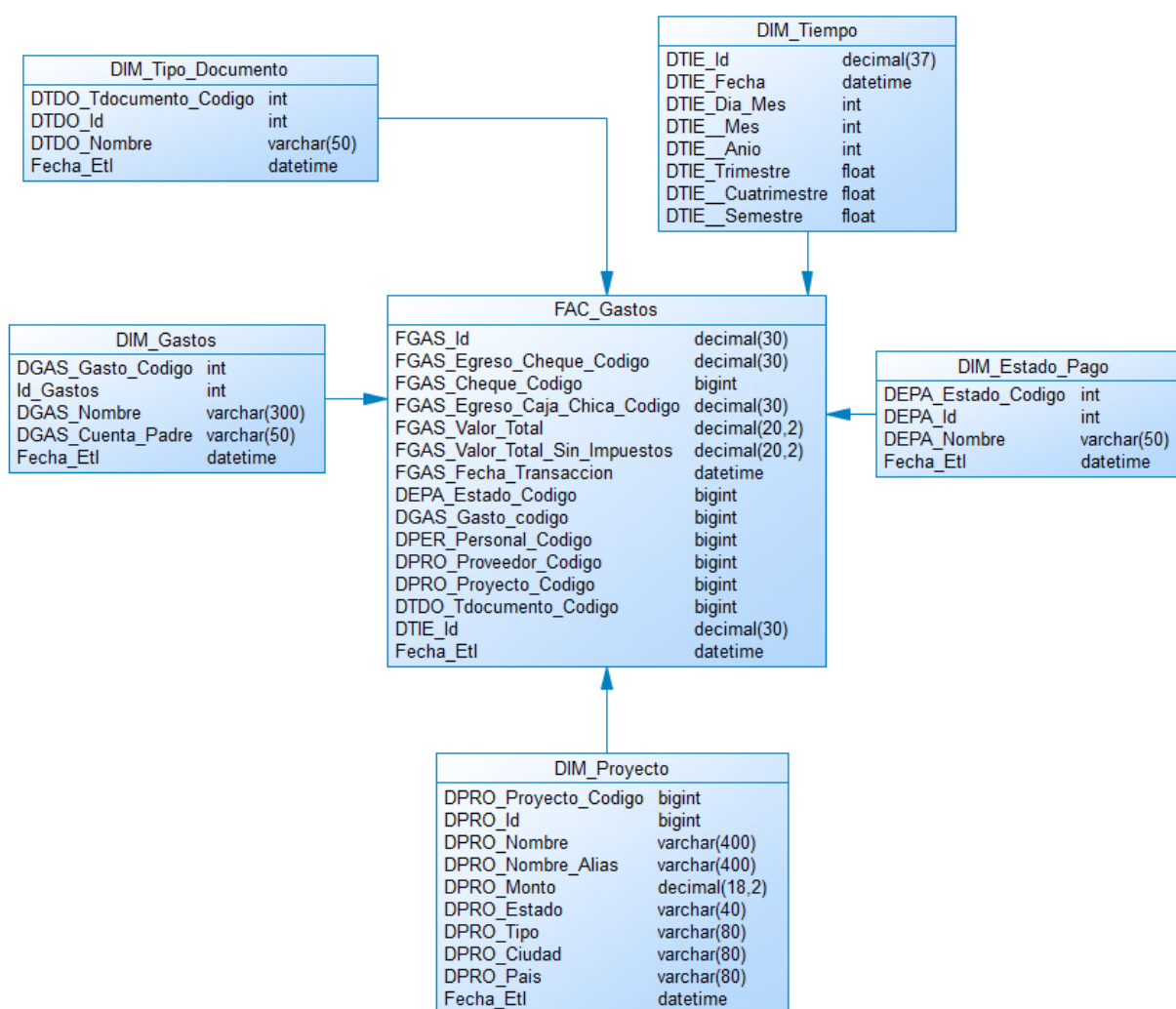


Figura 13. Diagrama modelo multidimensional

El modelo multidimensional está compuesto por cinco dimensiones y una tabla de hechos, los cuales son descritos a continuación:

DIMENSION TIPO DE GASTOS (DIM_Gastos). - Tabla que contiene todos los tipos de gastos en los que incurre un proyecto de construcción para para provisión de bienes y servicios, por ejemplo: materiales, combustibles, repuestos, maquinaria, gastos administrativos, entre otros.

DIMENSION PROYECTO (DIM_Proyecto). - Tabla que contiene la información de los proyectos de construcción que ejecutó y que se encuentra ejecutando la empresa, con datos importantes como nombre, monto, tipo de proyecto (vial, puente, concesión, central hidroeléctrica, entre otros) y su ubicación geográfica.

DIMENSION ESTADO DE PAGO (DIM_Estado_Pago). - Tabla que contiene la información sobre el estado del pago que se realiza a cada gasto.

DIMENSION TIPO DE DOCUMENTO (DIM_Tipo_Documento). - Contiene información sobre el tipo de documento tributario que se utiliza para cada gasto, por ejemplo: egreso de caja chica, egreso de cheque, nota de crédito, nota de débito, entre otros).

DIMENSION TIEMPO (DIM_Tiempo)-. Contiene los registros de fechas autogeneradas, con los principales parámetros que se pueden obtener de la fecha de la transacción, segmentando de esta manera la búsqueda por día de la semana, del mes, semana del mes, mes del año, trimestre, semestre, entre otros, con lo cual se logra optimizar los tiempos de procesamiento y obtención de resultados.

TABLA DE HECHOS GASTOS (Fac_Gastos). - Tabla designada para la carga de los hechos del modelo multidimensional. Es importante señalar que debido a que tanto la tabla origen del modelo relacional tbl_egreso_caja_chica como la tabla tbl_egreso_cheque contienen casi la misma estructura, pues las dos tablas registran los egresos que se realizan para pagos de los gastos de los proyectos de construcción, pero con diferente método de transacción de pago, para el presente

proyecto se almacenará la información de las dos tablas en la tabla de hechos FAC_Gastos, de esta manera se centralizan los datos de mejor manera y se mejora el mantenimiento del modelo.

Ejecución ETL (Extracción – Transformación - Carga)

Para poder realizar el proceso de extracción, transformación y carga, primero se realizó una búsqueda de las herramientas que comúnmente son utilizadas para realizar este proceso, considerando que la herramienta MicroStrategy que utiliza la empresa no tiene incluido el desarrollo de ETL, por lo cual se realizó una comparación de las principales herramientas como se muestra en la figura 14.

	TALEND	PENTAHO	POWER CENTER	INAPORT	DATA MANAGER	ORACLE WAREHOUSE	SERVER INTEGRATION
COSTO	●	●	●	●	●	●	●
RIESGO	●	●	●	●	●	●	●
FACILIDAD	●	●	●	●	●	●	●
SOPORTE	●	●	●	●	●	●	●
IMPLEMENTACIÓN	●	●	●	●	●	●	●
VELOCIDAD	●	●	●	●	●	●	●
CALIDAD DATA	●	●	●	●	●	●	●
MONITOREO	●	●	●	●	●	●	●
CONECTIVIDAD	●	●	●	●	●	●	●

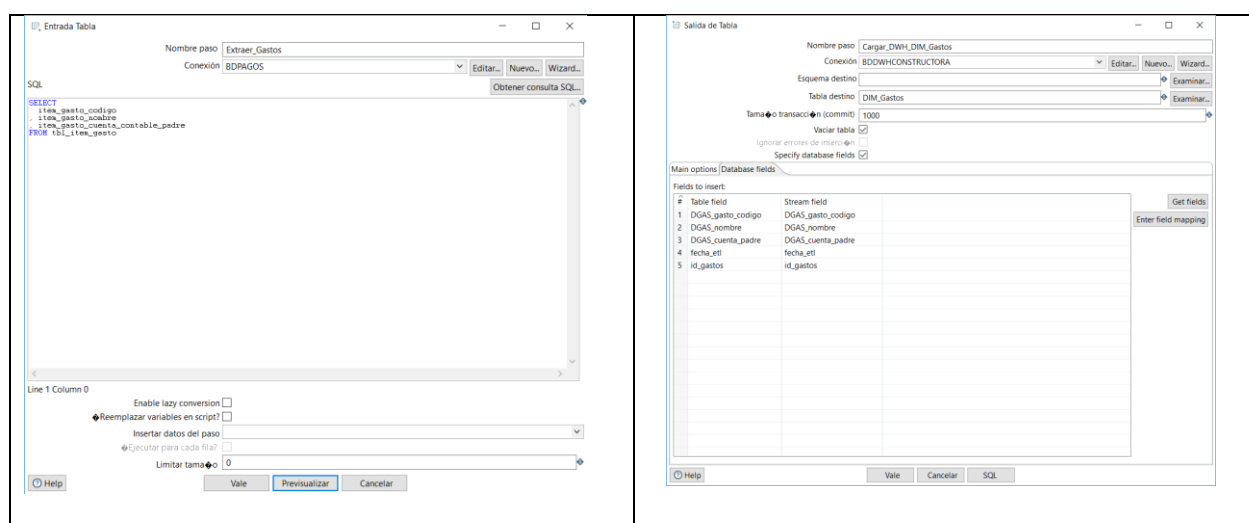
Figura 14. Comparación principales herramientas ETL


Fuente: (Bustillos, 2014)

Debido a que la herramienta Pentaho Data Integration “PDI” cumple con todos los requerimientos necesarios para que los flujos ETL sean desarrollados de manera óptima, y tomando en cuenta que tiene una versión con todas las funcionalidades en edición Community (gratuita), además de que la empresa al momento no tiene asignado un presupuesto para compra de este tipo de software, se concluyó que se va a utilizar la herramienta PDI para el presente proyecto de investigación.

Luego se empezó a desarrollar cada uno de los procesos ETL como se muestra en las figuras 15,16,17,18,19,20 y 21, considerando lo siguiente en cada flujo:

- Se realizó la conexión a la base de datos del sistema ERP Integrated Management System “IMS”, motor de base de datos SQL Server 2014 en el cual se encuentran alojadas las bases.
- Extracción de los datos más importantes de las bases de datos transaccionales, que fueron analizados y determinados en el modelo multidimensional.
- Aplicación de reglas para limpieza de datos y mapeo de variables y valores.
- Carga de información en las tablas del modelo multidimensional.



Continúa 

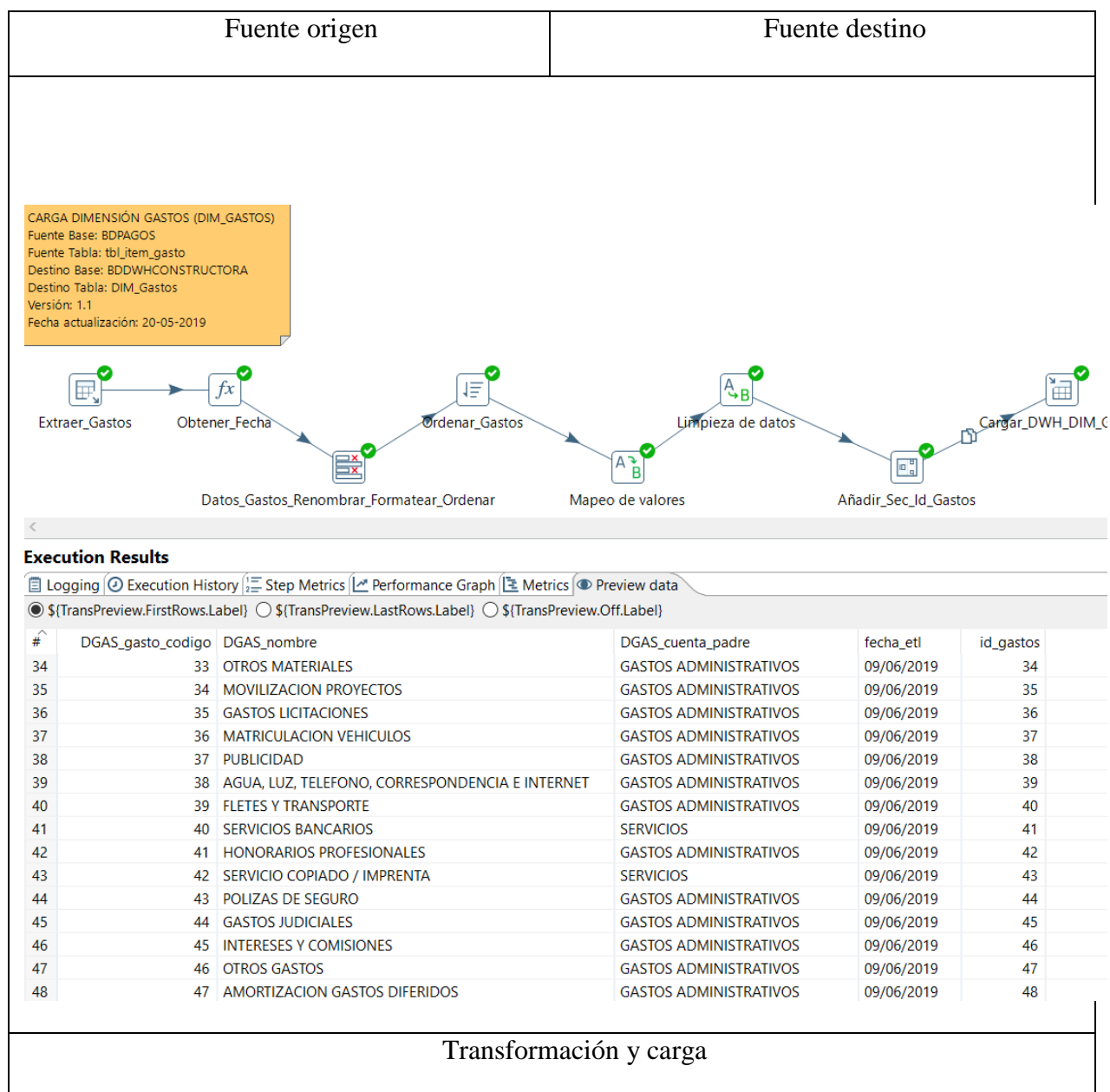


Figura 15. Proceso ETL dimensión Tipo de Gastos

The image displays five overlapping windows titled "Entrada Tabla", each showing a different SQL query for data extraction. All windows are connected to the "BDERPUPE" database.

- Extraer_Proyectos:** `SELECT proyecto_codigo, proyecto_nombre, estado_proyecto_codigo, ciudad_codigo, tipo_proyecto_codigo, pais_codigo, proyecto_monto, proyecto_nombre_alias FROM tbl_proyecto`
- Extraer_Estados:** `SELECT estado_proyecto_codigo, estado_proyecto_nombre FROM tbl_estado_proyecto`
- Extraer_Ciudades:** `SELECT ciudad_codigo, ciudad_nombre FROM tbl_ciudad`
- Extraer_Paises:** `SELECT pais_codigo, pais_nombre FROM tbl_pais`
- Extraer_Pry_Tipo:** `SELECT tipo_proyecto_codigo, tipo_proyecto_nombre FROM tbl_tipo_proyecto`

Fuente origen

Continúa

Salida de Tabla

Nombre paso: Cargar_DWH_DIM_Proyecto

Conexión: BDDWHCONSTRUCTORA

Esquema destino: [] Examinar...

Tabla destino: DIM_proyecto Examinar...

Tamaño de transacción (commit): 1000

Vaciar tabla:

Ignorar errores de inserción:

Specify database fields:

Main options Database fields

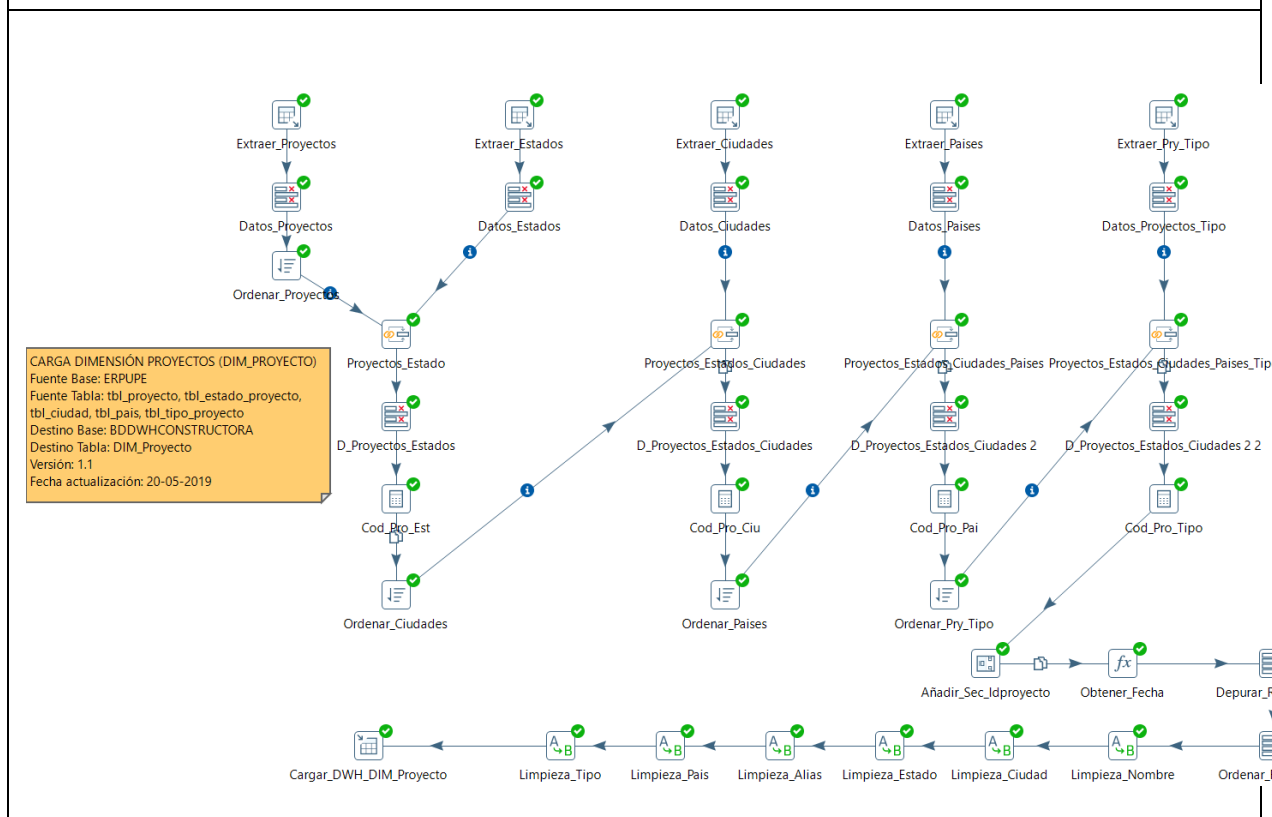
Fields to insert:

#	Table field	Stream field
1	DPRO_Id	DPRO_Id
2	DPRO_Proyecto_Codigo	DPRO_Proyecto_Codigo
3	DPRO_Nombre	DPRO_Nombre
4	DPRO_Nombre_Alias	DPRO_Nombre_Alias
5	DPRO_Monto	DPRO_Monto
6	DPRO_Estado	DPRO_Estado
7	DPRO_Tipo	DPRO_Tipo
8	DPRO_Ciudad	DPRO_Ciudad
9	DPRO_Pais	DPRO_Pais
1..	fecha_etl	fecha_etl

Get fields

Enter field mapping

Fuente destino



Continúa

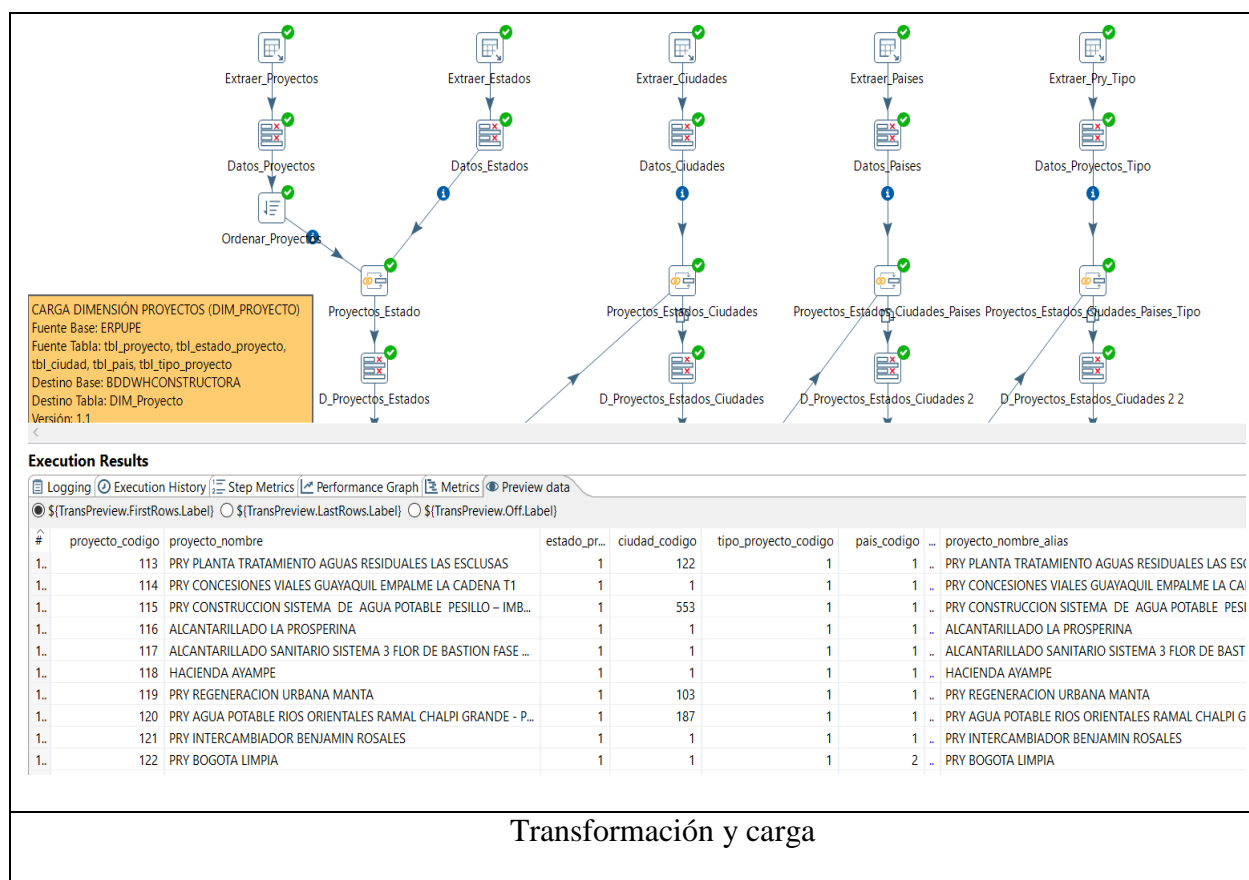


Figura 16. Proceso ETL dimensión Proyecto

Fuente origen

#	Table field	Stream field
1	DEPA_Esta...	DEPA_Estado_Codigo
2	DEPA_id	DEPA_id
3	DEPA_nom...	DEPA_nombre
4	fecha_etl	fecha_etl

Fuente destino

CARGA DIMENSIÓN ESTADO DE PAGO (DIM_ESTADO_PAGO)
Fuente Base: BDPAGOS
Fuente Tabla: tbl_estado
Destino Base: BDDWHCONSTRUCTORA
Destino Tabla: DIM_Estado_Pago
Versión: 1.1
Fecha actualización: 20-05-2019

Transformación y carga

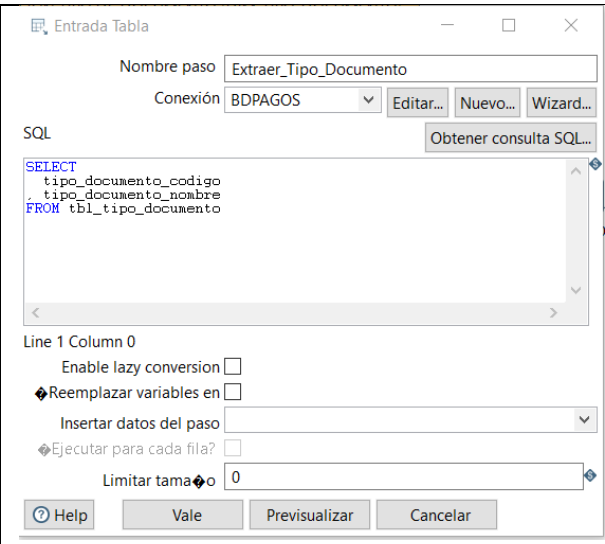
Execution Results

Logging | Execution History | Step Metrics | Performance Graph | Metrics | Preview data

\${TransPreview.FirstRows.Label}
 \${TransPreview.LastRows.Label}
 \${TransPreview.Off.Label}

#	DEPA_Estado_Codigo	DEPA_id	DEPA_nombre	fecha_etl
1	1	1	ACTIVO	2019/06/10 00:00:00.000
2	2	2	BLOQUEADO	2019/06/10 00:00:00.000
3	3	3	SIN CHEQUE	2019/06/10 00:00:00.000
4	4	4	GENERADO	2019/06/10 00:00:00.000
5	5	5	PAGADO	2019/06/10 00:00:00.000
6	6	6	GENERADO - NO COBRADO	2019/06/10 00:00:00.000
7	7	7	ANULADO	2019/06/10 00:00:00.000
8	8	8	FINALIZADO	2019/06/10 00:00:00.000
9	9	9	INACTIVO	2019/06/10 00:00:00.000
1..	10	10	COBRADO	2019/06/10 00:00:00.000
1..	11	11	INGRESADO	2019/06/10 00:00:00.000
1..	12	12	DEVUELTO ANULADO	2019/06/10 00:00:00.000
1..	13	13	DEVUELTO NO COBRADO	2019/06/10 00:00:00.000

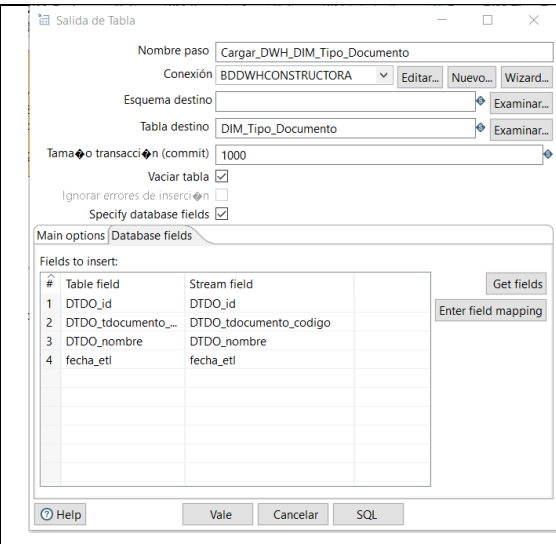
Figura 17. Proceso ETL dimensión Estado de Pago



Nombre paso: Extraer_Tipo_Documento
 Conexión: BDPAGOS
 SQL:

```
SELECT
tipo_documento_codigo
, tipo_documento_nombre
FROM tbl_tipo_documento
```

Line 1 Column 0
 Enable lazy conversion
 Reemplazar variables en
 Insertar datos del paso
 Ejecutar para cada fila?
 Limitar tama: 0



Nombre paso: Cargar_DWH_DIM_Tipo_Documento
 Conexión: BDDWHCONSTRUCTORA
 Esquema destino: DIM_Tipo_Documento
 Tabla destino: DIM_Tipo_Documento
 Tamaño transacción (commit): 1000
 Vaciar tabla
 Ignorar errores de inserción
 Specify database fields

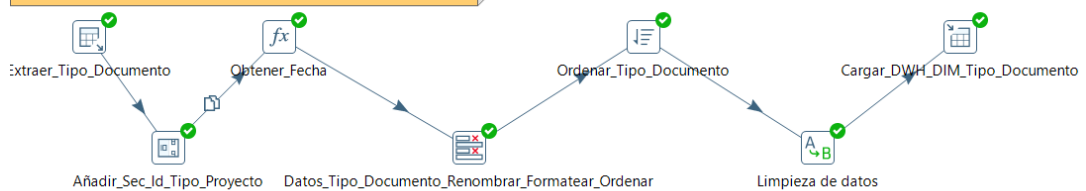
Main options | Database fields

#	Table field	Stream field
1	DTDO_id	DTDO_id
2	DTDO_documento...	DTDO_documento_codigo
3	DTDO_nombre	DTDO_nombre
4	fecha_etl	fecha_etl

Fuente origen

Fuente destino

CARGA DIMENSIÓN TIPO DE DOCUMENTO (DIM_TIPO_DOCUMENTO)
 Fuente Base: BDPAGOS
 Fuente Tabla: tbl_tipo_documento
 Destino Base: BDDWHCONSTRUCTORA
 Destino Tabla: DIM_Tipo_Documento
 Versión: 1.1
 Fecha actualización: 20-05-2019



```

graph LR
    A[Extraer_Tipo_Documento] --> B[Añadir_Sec_Id_Tipo_Proyecto]
    B --> C[Obtener_Fecha]
    C --> D[Datos_Tipo_Documento_Renombrar_Formatear_Ordenar]
    D --> E[Ordenar_Tipo_Documento]
    E --> F[Limpieza de datos]
    F --> G[Cargar_DWH_DIM_Tipo_Documento]
    
```

Execution Results

Logging | Execution History | Step Metrics | Performance Graph | Metrics | Preview data

\${TransPreview.FirstRows.Label}
 \${TransPreview.LastRows.Label}
 \${TransPreview.Off.Label}

#	DTDO_id	DTDO_tdocume...	DTDO_nombre	fecha_etl
1	1	1	TALONARIO CHEQUE	10/06/2019
2	2	2	CHEQUE	10/06/2019
3	3	3	EGRESO CHEQUE	10/06/2019
4	4	4	EGRESO CAJA CHICA	10/06/2019
5	5	5	COMPROBANTE PAGO	10/06/2019
6	6	6	DEPOSITO	10/06/2019
7	7	7	NOTA DE CREDITO	10/06/2019
8	8	8	NOTA DE DEBITO	10/06/2019
9	9	9	TRANSFERENCIA SUELDOS	10/06/2019
1..	10	10	TRANSFERENCIA PAGO	10/06/2019

Transformación y carga

Figura 18. Proceso ETL dimensión Tipo de Documento

Salida de Tabla

Nombre paso: Cargar Dim_Tiempo

Conexión: BDDWHCONSTRUCTORA

Esquema destino: [] Examinar...

Tabla destino: DIM_Tiempo Examinar...

Tamaño de transacción (commit): 1000

Vaciar tabla:

Ignorar errores de inserción:

Specify database fields:

Main options | Database fields

Fields to insert:

#	Table field	Stream field
1	DTIE_Id	DTIE_Id
2	DTIE_Fecha	DTIE_Fecha
3	DTIE_Dia_Mes	DTIE_Dia_Mes
4	DTIE_Mes	DTIE_Mes
5	DTIE_Año	DTIE_Año
6	DTIE_Trimestre	DTIE_Trimestre
7	DTIE_Cuatrimestre	DTIE_Cuatrimestre
8	DTIE_Semestre	DTIE_Semestre

Buttons: Help, Vale, Cancelar, SQL

Fuente destino

CARGA DIMENSIÓN TIEMPO (DIM_TIEMPO)
Destino Base: BDDWHCONSTRUCTORA
Destino Tabla: DIM_Tiempo
Versión: 1.1
Fecha actualización: 20-05-2019

Generamos 18250 días a partir del 01/01/2010

50 años: 18250 días

Execution Results

Logging | Execution History | Step Metrics | Performance Graph | Metrics | Preview data

TransPreview.FirstRows.Label | TransPreview.LastRows.Label | TransPreview.Off.Label

#	START_DAY	Dias_desde	Date	Year	Month	DayOfMonth	quarter
1	20100101	0	2010/01/01 00:00:00.000	2010	1	1	1
2	20100101	1	2010/01/02 00:00:00.000	2010	1	2	1
3	20100101	2	2010/01/03 00:00:00.000	2010	1	3	1
4	20100101	3	2010/01/04 00:00:00.000	2010	1	4	1

Transformación y carga

Figura 19. Proceso ETL dimensión Tiempo

<p>Entrada Tabla</p> <p>Nombre paso: <input type="text" value="Extraer_Egresos_Caja_chica"/></p> <p>Conexión: <input type="text" value="DBPAGOS"/> <input type="button" value="Editar..."/> <input type="button" value="Nuevo..."/> <input type="button" value="Wizard..."/></p> <p>SQL: <input type="button" value="Obtener consulta SQL..."/></p> <pre>SELECT egreso_caja_chica_codigo , egreso_caja_chica_total , egreso_caja_chica_fecha , personal_codigo , proyecto_codigo , tipo_documento_codigo , proveedor_codigo , estado_codigo FROM tbl_egreso_caja_chica</pre> <p>Line 5 Column 17</p> <p>Enable lazy conversion <input type="checkbox"/></p> <p>Reemplazar variables en <input type="checkbox"/></p> <p>Insertar datos del paso <input type="text"/></p> <p>Ejecutar para cada fila? <input type="checkbox"/></p> <p>Limitar tamaño <input type="text" value=""/></p> <p><input type="button" value="Help"/> <input type="button" value="Vale"/> <input type="button" value="Previsualizar"/> <input type="button" value="Cancelar"/></p>	<p>Salida de Tabla</p> <p>Nombre paso: <input type="text" value="Cargar_DWH_FAC_Gastos"/></p> <p>Conexión: <input type="text" value="BDDWHCONSTRUCTOF"/> <input type="button" value="Editar..."/> <input type="button" value="Nuevo..."/> <input type="button" value="Wizard..."/></p> <p>Esquema destino: <input type="text"/> <input type="button" value="Examinar..."/></p> <p>Tabla destino: <input type="text" value="FAC_Gastos"/> <input type="button" value="Examinar..."/></p> <p>Tamaño de transacción (commit): <input type="text" value="1000"/></p> <p>Vaciar tabla <input type="checkbox"/></p> <p>Ignorar errores de inserción <input type="checkbox"/></p> <p>Specify database fields <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Main options Database fields</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>#</th> <th>Table field</th> <th>Stream field</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>FGAS_Id</td> <td>FGAS_Id</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>FGAS_Egreso_Caja...</td> <td>FGAS_Egreso_Caja_Chica_Codigo</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>FGAS_Valores_Total</td> <td>FGAS_Valores_Total</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>FGAS_Valores_Total_...</td> <td>FGAS_Valores_Total_Sin_Impuestos</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>FGAS_Fecha_Trans...</td> <td>FGAS_Fecha_Transaccion</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>DEPA_Estado_Codi...</td> <td>DEPA_Estado_Codigo</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>DGAS_Gasto_codi...</td> <td>DGAS_Gasto_codigo</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>DPER_Personal_Co...</td> <td>DPER_Personal_Codigo</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>DPRO_Proveedor_...</td> <td>DPRO_Proveedor_Codigo</td> </tr> <tr> <td>1..</td> <td>DPRO_Proyecto_C...</td> <td>DPRO_Proyecto_Codigo</td> </tr> <tr> <td>1..</td> <td>DTDO_Tdocument...</td> <td>DTDO_Tdocumento_Codigo</td> </tr> <tr> <td>1..</td> <td>fecha_etl</td> <td>fecha_etl</td> </tr> </tbody> </table> <p><input type="button" value="Get fields"/> <input type="button" value="Enter field mapping"/></p> <p><input type="button" value="Help"/> <input type="button" value="Vale"/> <input type="button" value="Cancelar"/> <input type="button" value="SQL"/></p>	#	Table field	Stream field	1	FGAS_Id	FGAS_Id	2	FGAS_Egreso_Caja...	FGAS_Egreso_Caja_Chica_Codigo	3	FGAS_Valores_Total	FGAS_Valores_Total	4	FGAS_Valores_Total_...	FGAS_Valores_Total_Sin_Impuestos	5	FGAS_Fecha_Trans...	FGAS_Fecha_Transaccion	6	DEPA_Estado_Codi...	DEPA_Estado_Codigo	7	DGAS_Gasto_codi...	DGAS_Gasto_codigo	8	DPER_Personal_Co...	DPER_Personal_Codigo	9	DPRO_Proveedor_...	DPRO_Proveedor_Codigo	1..	DPRO_Proyecto_C...	DPRO_Proyecto_Codigo	1..	DTDO_Tdocument...	DTDO_Tdocumento_Codigo	1..	fecha_etl	fecha_etl
#	Table field	Stream field																																						
1	FGAS_Id	FGAS_Id																																						
2	FGAS_Egreso_Caja...	FGAS_Egreso_Caja_Chica_Codigo																																						
3	FGAS_Valores_Total	FGAS_Valores_Total																																						
4	FGAS_Valores_Total_...	FGAS_Valores_Total_Sin_Impuestos																																						
5	FGAS_Fecha_Trans...	FGAS_Fecha_Transaccion																																						
6	DEPA_Estado_Codi...	DEPA_Estado_Codigo																																						
7	DGAS_Gasto_codi...	DGAS_Gasto_codigo																																						
8	DPER_Personal_Co...	DPER_Personal_Codigo																																						
9	DPRO_Proveedor_...	DPRO_Proveedor_Codigo																																						
1..	DPRO_Proyecto_C...	DPRO_Proyecto_Codigo																																						
1..	DTDO_Tdocument...	DTDO_Tdocumento_Codigo																																						
1..	fecha_etl	fecha_etl																																						
<p>Entrada Tabla</p> <p>Nombre paso: <input type="text" value="Extraer_Egreso_Caja_Chica_Detalle"/></p> <p>Conexión: <input type="text" value="DBPAGOS"/> <input type="button" value="Editar..."/> <input type="button" value="Nuevo..."/> <input type="button" value="Wizard..."/></p> <p>SQL: <input type="button" value="Obtener consulta SQL..."/></p> <pre>SELECT egreso_caja_chica_detalle_valor , egreso_caja_chica_codigo , item_gasto_codigo FROM tbl_egreso_caja_chica_detalle</pre> <p>Line 5 Column 35</p> <p>Enable lazy conversion <input type="checkbox"/></p> <p>Reemplazar variables en <input type="checkbox"/></p> <p>Insertar datos del paso <input type="text"/></p> <p>Ejecutar para cada fila? <input type="checkbox"/></p> <p>Limitar tamaño <input type="text" value="0"/></p> <p><input type="button" value="Help"/> <input type="button" value="Vale"/> <input type="button" value="Previsualizar"/> <input type="button" value="Cancelar"/></p>																																								
Fuente origen	Fuente destino																																							

Continúa 

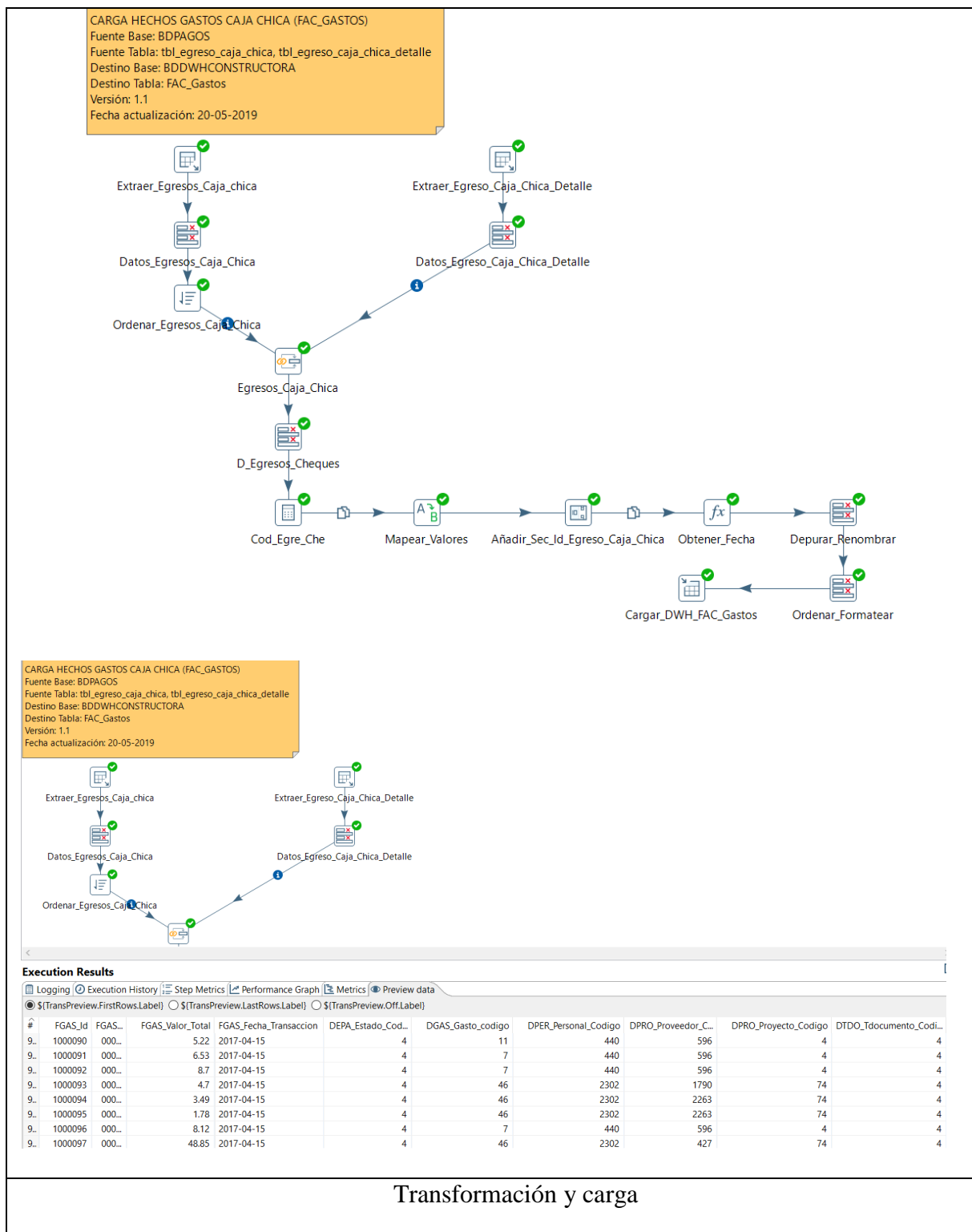


Figura 20. Proceso ETL carga hechos Gastos Caja Chica

Entrada Tabla

Nombre paso: **Extraer_Egresos_Cheques**

Conexión: **DBPAGOS** [Editar... Nuevo... Wizard...]

SQL: **Obtener consulta SQL...**

```
SELECT
egreso_cheque_codigo
, egreso_cheque_fecha_emision
, egreso_cheque_valor_total
, proyecto_codigo
, personal_codigo
, tipo_documento_codigo
, estado_codigo
, cheque_codigo
FROM tbl_egreso_cheque
```

Line 11 Column 0

Enable lazy conversion

Reemplazar variables

Insertar datos del paso: []

Ejecutar para cada fila?

Limitar tamaño: []

[Help] [Vale] [Previsualizar] [Cancelar]

Entrada Tabla

Nombre paso: **Extraer_Cheques**

Conexión: [] [Editar... Nuevo... Wizard...]

SQL: **Obtener consulta SQL...**

```
SELECT
cheque_codigo
, proveedor_codigo
FROM tbl_cheque
```

Line 1 Column 0

Enable lazy

Reemplazar

Insertar datos del: []

Ejecutar para

Limitar tamaño: **0**

[Help] [Previsualizar] [Cancelar]

Salida de Tabla

Nombre paso: **Cargar_DWH_FAC_Gastos**

Conexión: **BDDWHCONSTRUCTORA** [Editar... Nuevo... Wizard...]

Esquema destino: [] [Examinar...]

Tabla destino: **FAC_Gastos** [Examinar...]

Tamaño de transacción (commit): **1000**

Vaciar tabla

Ignorar errores de inserción


Specify database fields

Main options | Database fields

#	Table field	Stream field
1	FGAS_Id	FGAS_Id
2	FGAS_Egreso_Cheque_Codigo	FGAS_Egreso_Cheque_Codigo
3	FGAS_Cheque_Codigo	FGAS_Cheque_Codigo
4	FGAS_Egreso_Caja_Chica_Codigo	FGAS_Egreso_Caja_Chica_Codigo
5	FGAS_Valor_Total	FGAS_Valor_Total
6	FGAS_Valor_Total_Sin_Impuestos	FGAS_Valor_Total_Sin_Impuestos
7	FGAS_Fecha_Transaccion	FGAS_Fecha_Transaccion
8	DEPA_Estado_Codigo	DEPA_Estado_Codigo
9	DGAS_Gasto_codigo	DGAS_Gasto_codigo
1.	DPER_Personal_Codigo	DPER_Personal_Codigo
1.	DPRO_Proveedor_Codigo	DPRO_Proveedor_Codigo
1.	DPRO_Proyecto_Codigo	DPRO_Proyecto_Codigo
1.	DTDO_Tdocumento_Codigo	DTDO_Tdocumento_Codigo
1.	DTIE_Id	DTIE_Id
1.	fecha_etl	fecha_etl

[Get fields] [Enter field mapping]

[Help] [Vale] [Cancelar] [SQL]

Continúa 

<div style="border: 1px solid gray; padding: 5px;"> <p>Entrada Tabla</p> <p>Nombre paso: <input type="text" value="Extraer_Egreso_Cheque_Detalle"/></p> <p>Conexión: <input type="text" value="DBPAGOS"/> <input type="button" value="Editar..."/> <input type="button" value="Nuevo..."/> <input type="button" value="Wizard..."/></p> <p>SQL: <input type="button" value="Obtener consulta SQL..."/></p> <pre style="font-family: monospace; font-size: 0.9em;">SELECT egreso_cheque_codigo , item_gasto_codigo , egreso_detalle_valor FROM tbl_egreso_cheque_detalle</pre> <p>Line 5 Column 31</p> <p>Enable lazy conversion <input type="checkbox"/></p> <p>Reemplazar variables <input type="checkbox"/></p> <p>Insertar datos del paso <input type="text" value=""/></p> <p>Ejecutar para cada <input type="checkbox"/></p> <p>Limitar tamaño <input type="text" value="0"/></p> <p><input type="button" value="Help"/> <input type="button" value="Vale"/> <input type="button" value="Previsualizar"/> <input type="button" value="Cancelar"/></p> </div>	
Fuente origen	Fuente destino
<div style="border: 1px solid orange; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <p>CARGA HECHOS GASTOS CHEQUE (FAC_GASTOS) Fuente Base: BDPAGOS Fuente Tabla: tbl_egreso_cheque, tbl_egreso_cheque_detalle Destino Base: BDDWHCONSTRUCTORA Destino Tabla: FAC_Gastos Versión: 1.1 Fecha actualización: 20-05-2019</p> </div>	

Continúa ➔

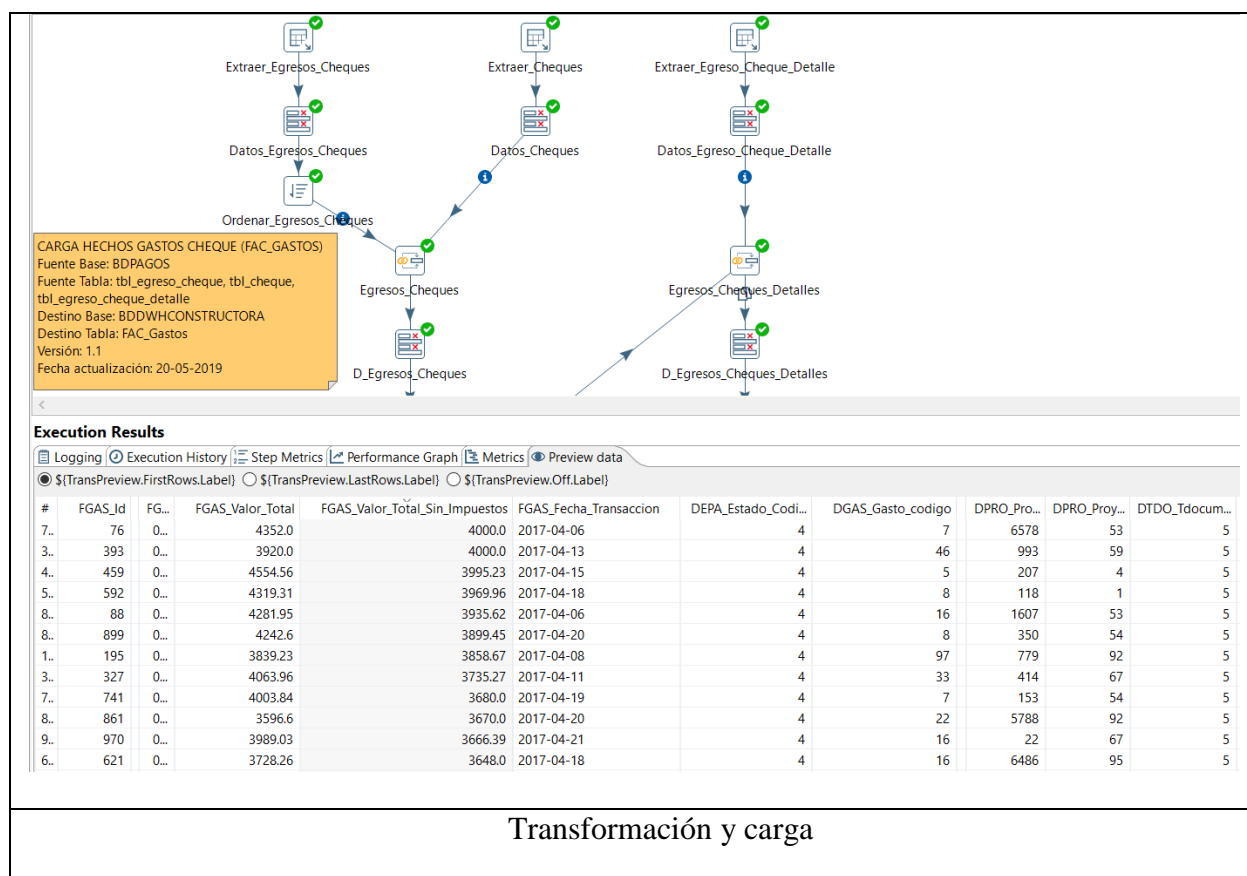


Figura 21. Proceso ETL carga hechos Gastos Cheque

A continuación en la figura 22, se muestra el proceso ETL macro que fue desarrollado para realizar la corrida de todas las dimensiones y hechos que alimentan el Data Warehouse, alimentando de manera ordenada el almacén de datos y cargando primero los ETL de las dimensiones y luego los ETL de los hechos.

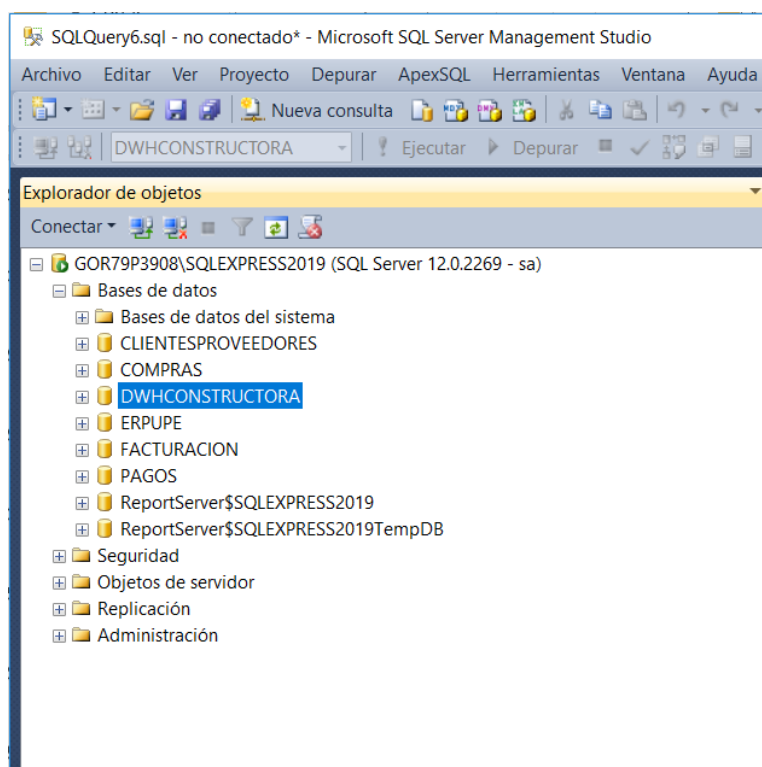


Figura 23. Creación de la base de datos en SQL Server

Desde cada uno de los procesos ETL de las dimensiones se cargó los datos a las respectivas tablas de la base de datos en SQL Server, mediante la conexión creada en la herramienta Data Integration de Pentaho, como lo muestra la figura 24.

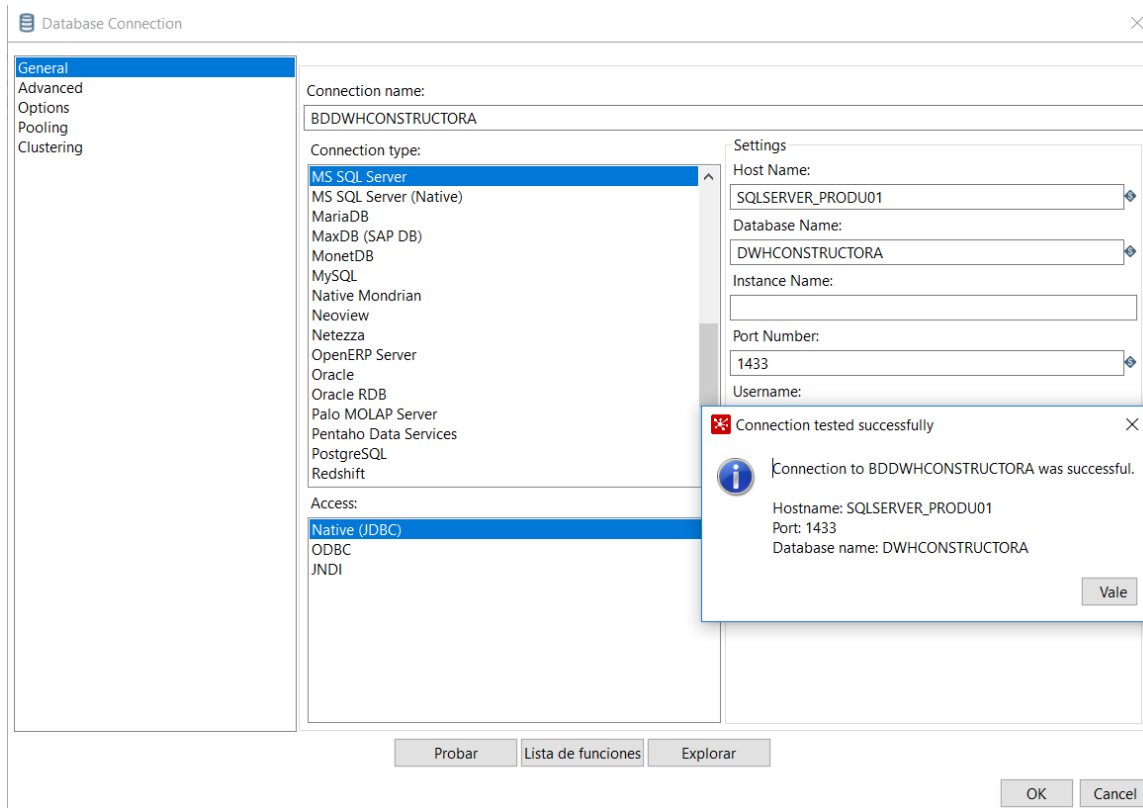
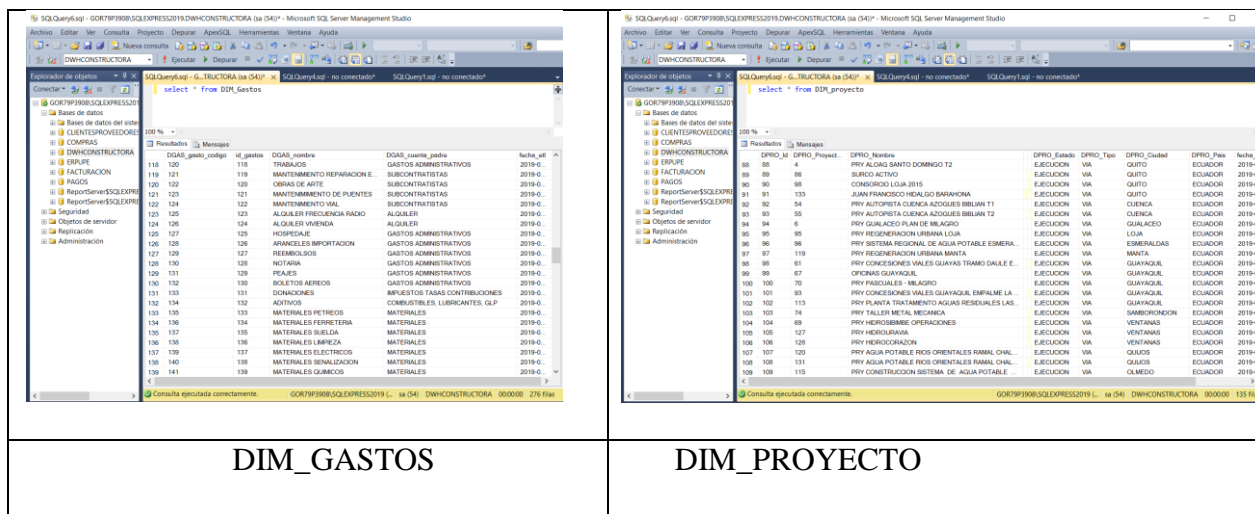


Figura 24. Conexión con la base de datos SQL Server mediante Pentaho Data Integration

De esta manera y como se muestra en las figuras 25,26 y 27, se fue realizando la población de la base de datos a través de cada uno de los procesos ETL creados.



DIM_GASTOS

DIM_PROYECTO

Continúa



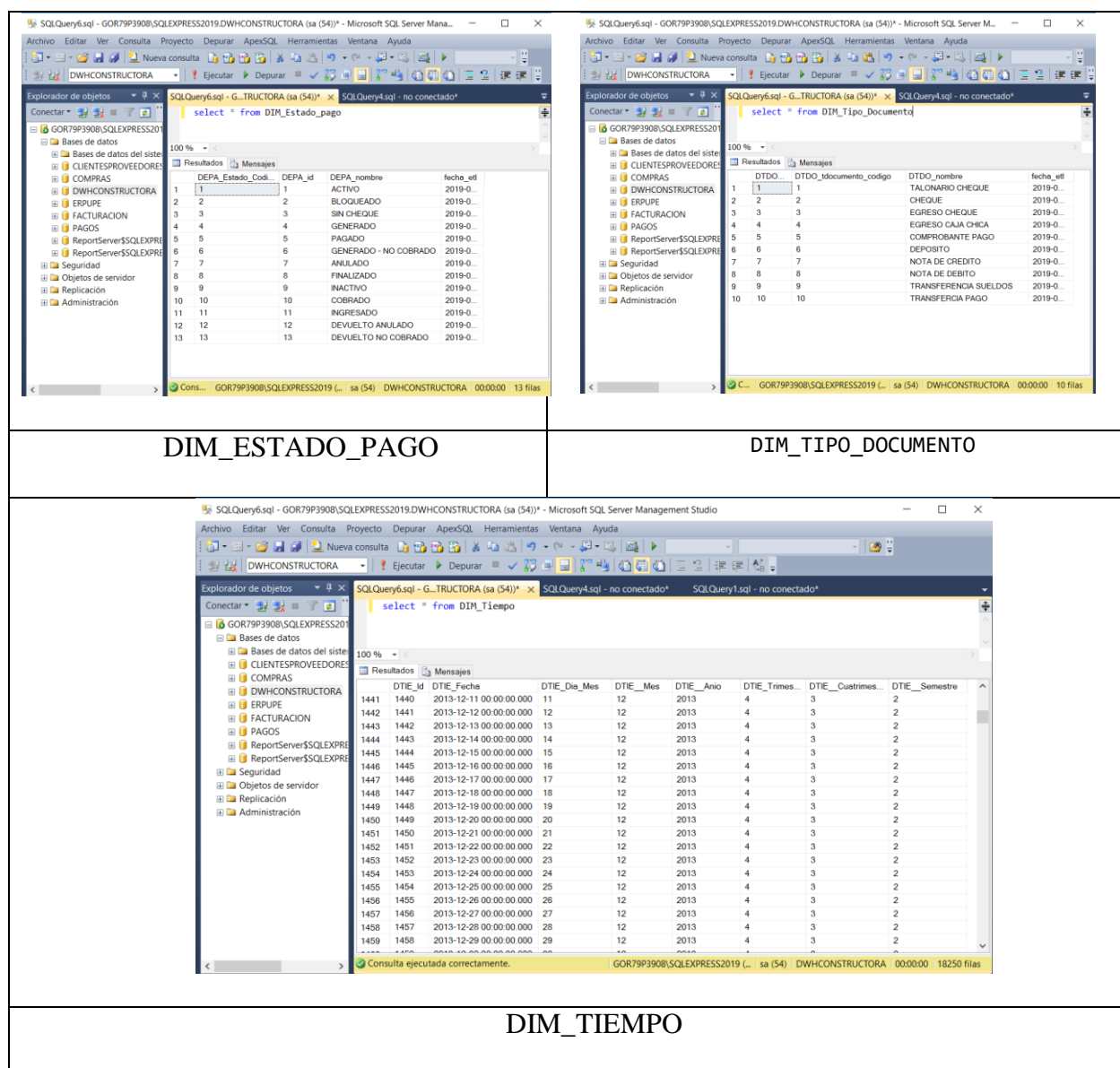


Figura 25. Población de base de datos de Data Warehouse

Luego de realizar el proceso de carga de datos de las dimensiones, se realizó la carga de los hechos FAC_GASTOS, con esto se finalizó la carga de información en el modelo multidimensional del Data Warehouse DWHCONSTRUCTURA creada para el presente proyecto.

SQLQuery6.sql - GOR79P3908\SQLEXPRESS2019.DWHCONSTRUCTORA (sa (54)) - Microsoft SQL Server Management Studio

SQLQuery6.sql - G...RUCTORA (sa (54))
 select * from FAC_Gastos

FGAS_Id	FGAS_Egreso_Cheque_Co...	FGAS_Cheque_Cod...	FGAS_Valor_T...	FGAS_Fecha...	DEPA_Estado_Codigo	DGAS_Gasto_codigo	DPRO_Proyecto_Cod...	DTDO_Tdocumento...	DTE_Id	fecha
1	2	2	252.45	2017-04-01	4	97	4	5	2647	2019
2	3	3	1000.00	2017-04-01	4	46	4	5	2647	2019
3	4	4	2000.00	2017-04-01	4	46	4	5	2647	2019
4	5	5	2700.00	2017-04-02	4	46	4	5	2648	2019
5	6	6	100.00	2017-04-03	4	46	53	5	2649	2019
6	7	7	100.00	2017-04-03	4	46	53	5	2649	2019
7	8	8	1000.00	2017-04-03	4	46	53	5	2649	2019
8	9	9	1000.00	2017-04-03	4	46	53	5	2649	2019
9	10	10	300.00	2017-04-03	4	46	53	5	2649	2019
10	11	11	801.68	2017-04-03	4	9	4	5	2649	2019
11	12	12	19112.80	2017-04-03	4	46	3	5	2649	2019
12	13	13	155.24	2017-04-03	4	46	4	5	2649	2019
13	14	14	13710.18	2017-04-03	4	9	4	5	2649	2019
14	15	15	1169.60	2017-04-03	4	10	69	5	2649	2019
15	16	16	1897.85	2017-04-03	4	29	69	5	2649	2019
16	17	17	1000.00	2017-04-03	4	46	69	5	2649	2019
17	18	18	1939.62	2017-04-03	4	97	4	5	2649	2019
18	19	19	150.00	2017-04-04	4	46	53	5	2650	2019
19	20	20	10392.94	2017-04-04	4	46	3	5	2650	2019
20	21	21	375.00	2017-04-04	4	46	53	5	2650	2019
21	22	22	375.00	2017-04-04	4	46	53	5	2650	2019
22	23	23	3000.00	2017-04-04	4	46	92	5	2650	2019
23	24	24	579.60	2017-04-04	4	26	92	5	2650	2019

Consulta ejecutada correctamente. GOR79P3908\SQLEXPRESS2019 (sa (54)) DWHCONSTRUCTORA 00:00:01 103704 filas

Figura 26. Datos cargados a FAC_GASTOS

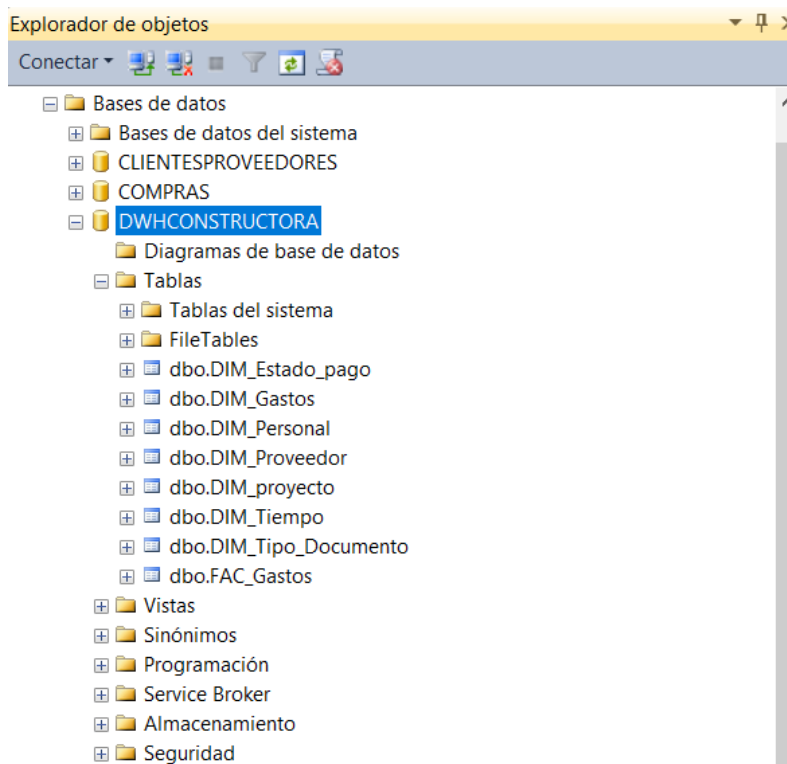


Figura 27. Base de datos DWHCONSTRUCTORA con todas las tablas creadas

3.2.5. Reporte a los tomadores de decisión

Una vez que se realizó la implementación del Data Warehouse, se desarrollaron los dashboards necesarios para el modelo de control de gastos en la herramienta de business intelligence Microstrategy, que permiten que el personal directivo de la empresa cuente con información valiosa sobre los tipos de gastos que tienen los proyectos de construcción de manera gráfica, precisa, oportuna y categorizada, para que de esta manera se pueda conocer los gastos excesivos que tienen los proyectos, los gastos que presentan una variación abrupta e importante en diferentes períodos de tiempo, pudiendo duplicar o triplicar su inversión respecto al período anterior. Además de poder obtener información más real sobre la estimación de costos para los nuevos proyectos de construcción en base al análisis de información histórica de proyectos de similares características.

3.2.6. Análisis de resultados

Luego de haber implementado el Data Warehouse y los dashboard del modelo de control de gastos, los resultados fueron analizados con el Jefe de Tecnologías de la Información y Comunicación y con el supervisor del área de Obras de Construcción de la empresa caso de estudio, con quienes se analizó la solución implementada, validando en el caso del Data Warehouse que se cuente con toda la información necesaria para alimentar los dashboards del modelo de control de gastos, el tamaño y proyección de crecimiento del almacén de datos, la frecuencia de actualización de la información y los tiempos de procesamiento.

En el caso de los dashboards del modelo de control de gastos, se analizó que los mismos cumplan el objetivo principal de que el personal directivo de la empresa cuente con una herramienta analítica que le permita mejorar la gestión que realiza en el control y supervisión de los gastos de los proyectos de construcción.

En la figura 28 se muestra la arquitectura global del presente proyecto de investigación

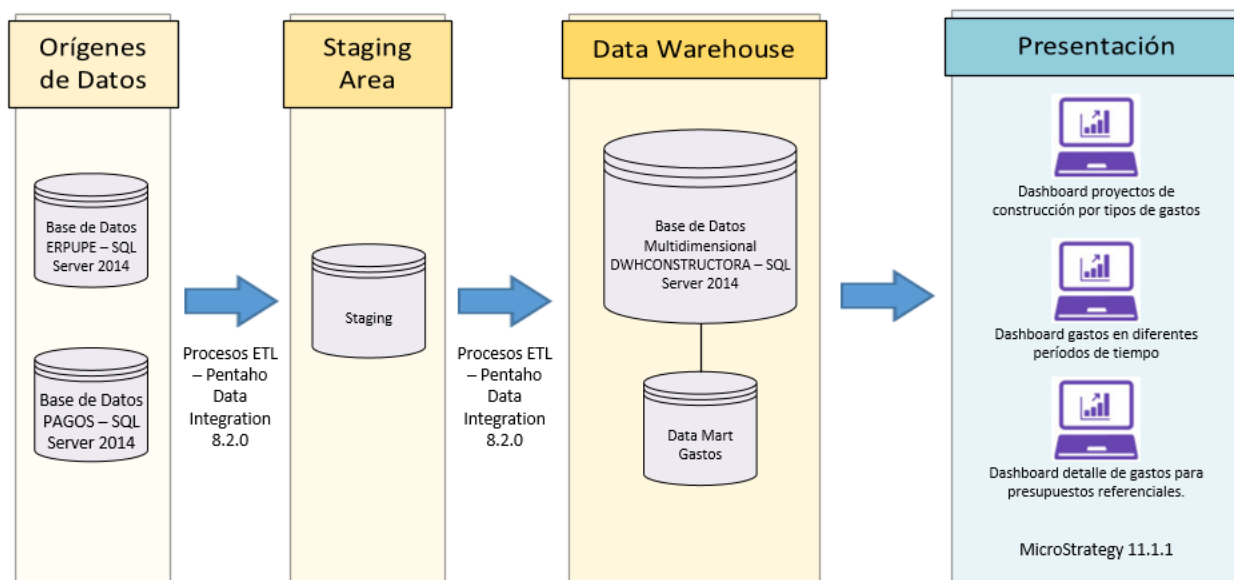


Figura 28. Arquitectura global de proyecto de investigación

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Reporte a los tomadores de decisión

Para poder entregar los resultados al personal directivo de la empresa caso de estudio, se utilizó la herramienta de inteligencia de negocios MicroStrategy con la que cuenta el personal de TIC de la empresa, por lo que fue necesario definir los lineamientos básicos que deben ser considerados para el desarrollo de los dashboards que permitan cubrir los requerimientos de la empresa y entregar la información esperada.

Esta definición se alinea a los objetivos planteados para el presente proyecto de investigación que consisten en recolectar información y diseñar e implementar un modelo de control de gastos mediante un Data Warehouse y un dashboard.

Como parte de los objetivos estratégicos de la empresa, fue necesario contar con una herramienta de inteligencia de negocios que permita al personal directivo poder analizar la información de los gastos que se están generando en los proyectos de construcción, de tal manera que se puedan aplicar las medidas preventivas que permitan optimizar los recursos económicos de inversión en los proyectos. Debido a lo citado, fue necesario implementar un modelo de control de gastos que mediante la elaboración de los Dashboards sirva como herramienta de apoyo para alcanzar el objetivo.

En este contexto, se mantuvieron algunas reuniones con el Jefe de TIC y el supervisor operativo de la empresa para contar con los lineamientos básicos para el diseño que permitan:

- Agrupar la información de los proyectos de construcción por tipos de gastos: combustibles, equipos, herramientas, mantenimientos, materiales, entre otros.

- Visualizar por cada proyecto el valor total que tiene cada gasto necesario para la provisión de un bien o servicio.
- Seleccionar el estado actual en el que se encuentra un proyecto (en ejecución o finalizado), para poder visualizar los valores totales de los gastos que mantiene.
- Filtrar y seleccionar un proyecto de construcción en base al país al que pertenece y al tipo de proyecto de construcción (vial, puente, concesión, central hidroeléctrica, entre otros).
- Realizar una comparación de los valores de los tipos de gastos principales que mantienen los proyectos de construcción en diferentes períodos de tiempo (mensual, trimestral y anual), y de esta manera poder analizar su comportamiento.
- Revisar el detalle de los tipos de gastos y los valores que tienen los proyectos de construcción en diferentes períodos de tiempo, para de esta manera poder analizar información histórica para el establecimiento de presupuestos referenciales.

Luego de haber definido en la sección anterior aspectos importantes que deben ser considerados en la fase de análisis y diseño, se desarrollaron los dashboards en la herramienta MicroStrategy.

4.1.1. Diseño de los dashboard

El desarrollo e implementación de los dashboards debe estar sujeto a las definiciones y lineamientos que fueron levantados con la empresa caso de estudio, de tal manera que cubran las expectativas esperadas. A continuación en la tabla 23, se describen los dashboards que fueron elaborados y las premisas que cumplen:

Tabla 23*Premisas que cumplen los dashboards elaborados*

Dashboard	Detalle	Premisa
1	Proyectos de construcción por tipo de gasto	Agrupar la información de los proyectos de construcción por tipos de gastos: combustibles, equipos, herramientas, mantenimientos, materiales, entre otros.
		Permite visualizar por cada proyecto el valor total que tiene cada gasto necesario para la provisión de un bien o servicio.
		Permite seleccionar el estado actual en el que se encuentra un proyecto (en ejecución o finalizado), para poder visualizar los valores totales de los gastos que mantiene.
		Permite filtrar y seleccionar un proyecto de construcción en base al país al que pertenece y al tipo de proyecto de construcción (vial, puente, concesión, central hidroeléctrica, entre otros).
2	Gastos de los proyectos de construcción en diferentes períodos de tiempo	Realiza una comparación de los valores de los tipos de gastos principales que mantienen los proyectos de construcción en diferentes períodos de tiempo (mensual, trimestral y anual), y de esta manera poder analizar su comportamiento.
		Permite filtrar y seleccionar un proyecto de construcción en base al país al que pertenece y al tipo de proyecto de construcción (vial, puente, concesión, central hidroeléctrica, entre otros).
		Permite seleccionar el estado actual en el que se encuentra un proyecto (en ejecución o finalizado), para poder visualizar los valores totales de los gastos que mantiene.
3	Detalle de gastos para presupuestos referenciales	Revisa el detalle de los tipos de gastos y los valores que tienen los proyectos de construcción en diferentes períodos de tiempo, para de esta manera poder analizar información histórica para el establecimiento de presupuestos referenciales.
		Permite filtrar y seleccionar un proyecto de construcción en base al país al que pertenece y al tipo de proyecto de construcción (vial, puente, concesión, central hidroeléctrica, entre otros).

Continúa 

Permite seleccionar el estado actual en el que se encuentra un proyecto (en ejecución o finalizado), para poder visualizar los valores totales de los gastos que mantiene.

En la siguiente sección se detallan los dashboards que fueron desarrollados en la herramienta MicroStrategy, donde se puede verificar que cumplen con los requerimientos de la empresa y la información útil que estos generan.


DASHBOARD PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN POR TIPO DE GASTO

Para poder contar con la información de los proyectos de construcción, así como los tipos de gastos y sus valores, fue necesario tener la información detallada en la tabla 24.

Tabla 24

Proyectos de construcción por tipo de gasto

ID	Información	Detalle
1	Proyectos	Contiene información sobre los proyectos de construcción que realiza la empresa.
2	Tipos de Gastos	Permite acceder a la información de los diferentes tipos de gastos a los cuales se asocia la compra de un bien o servicio.
3	Valor de Gastos	Contiene información sobre el valor total que se registró para el pago de cada gasto.
4	Estado del proyecto	A través de la aplicación de un filtro, permite seleccionar el estado del proyecto de construcción para optimizar las búsquedas de los proyectos requeridos.
5	Tipo de Proyecto de Construcción	A través de la aplicación de un filtro, permite seleccionar el tipo el proyecto de construcción para optimizar las búsquedas de los proyectos requeridos.

Continúa 

6	País del Proyecto	A través de la aplicación de un filtro, permite seleccionar el país de ubicación del proyecto de construcción para optimizar las búsquedas de los proyectos requeridos.

Con la información recopilada en la tabla anterior, se puede aplicar filtros para poder seleccionar proyectos de construcción por su tipo de proyecto, por su estado y por su país de ubicación, para de esta manera poder seleccionar un proyecto en específico y sobre este visualizar información de los tipos de gastos que se generan en el proyecto y el valor económico que tuvo cada uno.

A continuación, se muestra el dashboard que permitió que personal directivo de la empresa cuente con información valiosa sobre los tipos de gastos y sus valores económicos de manera gráfica, oportuna y categorizada. De esta manera se puede realizar un proceso efectivo de supervisión y control de los gastos.

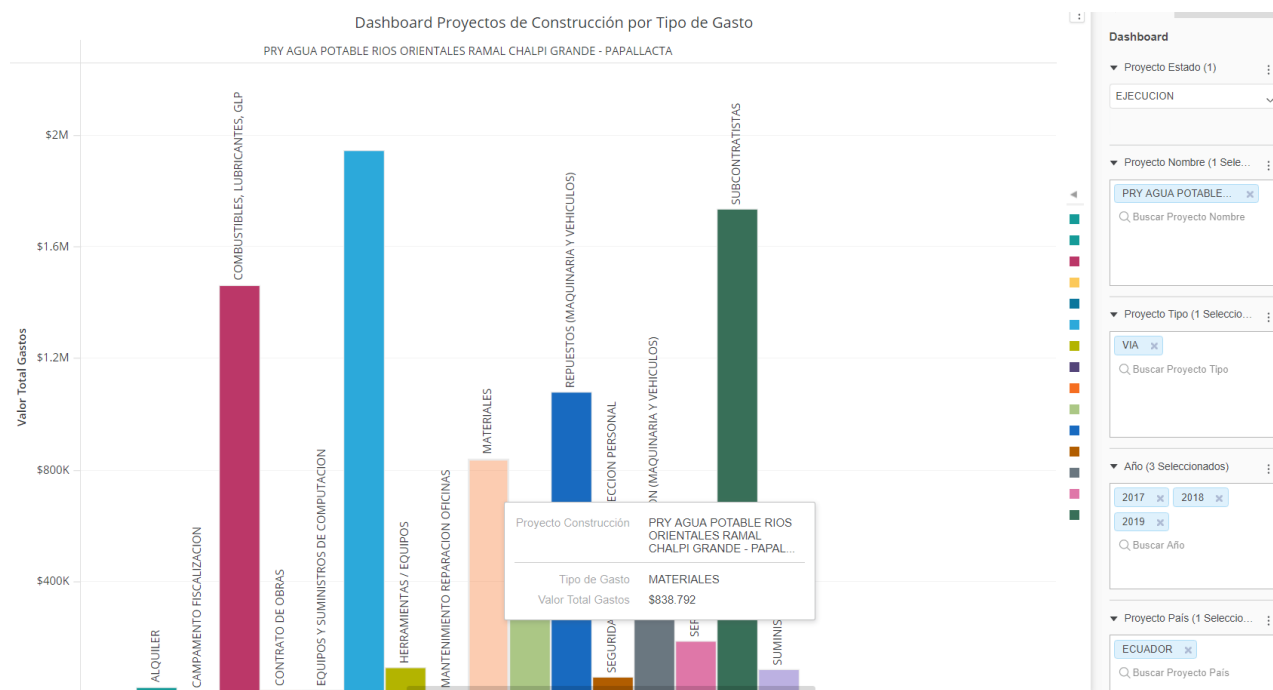


Figura 29. Dashboard proyectos de construcción por tipo de gasto

Como se puede observar en la figura 29, el dashboard permite aplicar filtros para poder buscar proyectos por su estado, su nombre, el tipo de proyecto, el país al que pertenece e incluso por los años en los que se realizaron los gastos, permitiendo de esta manera obtener la información de los tipos de gastos que se efectuaron en el proyecto de construcción, junto con sus valores económicos.

DASHBOARD GASTOS DE LOS PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN EN DIFERENTES PERÍODOS DE TIEMPO.

Para poder contar con la información de los proyectos de construcción, así como los tipos de gastos y los valores que tuvieron en diferentes períodos de tiempo, fue necesario contar con la información detallada en la tabla 25.

Tabla 25
Gastos de proyectos en diferentes períodos de tiempo

ID	Información	Detalle
1	Proyectos	Contiene información sobre los proyectos de construcción que realiza la empresa.
2	Tipos de Gastos	Permite acceder a la información de los diferentes tipos de gastos a los cuales se asocia la compra de un bien o servicio.
3	Valor periódico de Gastos	Contiene información sobre el valor total que se registró para el pago de cada gasto de manera mensual, permitiendo analizar el comportamiento de los gastos en diferentes períodos de tiempo.
4	Estado del proyecto	A través de la aplicación de un filtro, permite seleccionar el estado del proyecto de construcción para optimizar las búsquedas de los proyectos requeridos.
5	Tipo de Proyecto de Construcción	A través de la aplicación de un filtro, permite seleccionar el tipo el proyecto de construcción para optimizar las búsquedas de los proyectos requeridos.
6	País del Proyecto	A través de la aplicación de un filtro, permite seleccionar el país de ubicación del proyecto de construcción para optimizar las búsquedas de los proyectos requeridos.

Con la información recopilada en la tabla anterior, se pudo aplicar filtros para seleccionar proyectos de construcción por su tipo de proyecto, por su estado y por su país de ubicación, para de esta manera seleccionar un proyecto en específico y sobre este visualizar información de los tipos de gastos que se generaron en el proyecto y el valor económico que tuvo cada uno en diferentes períodos de tiempo.

A continuación se muestra el dashboard que permitió que personal directivo de la empresa cuente con información valiosa sobre los tipos de gastos y sus valores económicos en diferentes períodos de tiempo, para que de esta manera se pueda conocer los gastos excesivos que tienen los proyectos, los gastos que presentan una variación abrupta e importante en diferentes períodos de tiempo, pudiendo duplicar o triplicar su inversión respecto al período anterior, lo cual permite tomar decisiones preventivas y/ o correctivas para controlar los gastos que presentan valores fuera del rango normal.

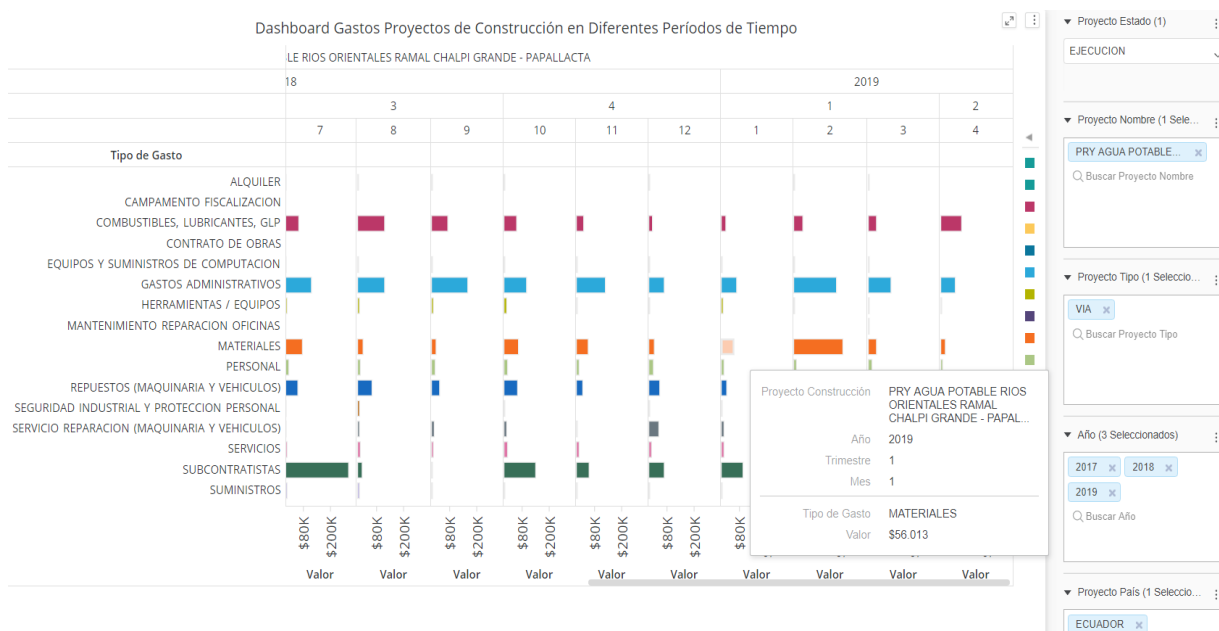


Figura 30. Dashboard gastos de proyectos en diferentes períodos de tiempo enero 2019

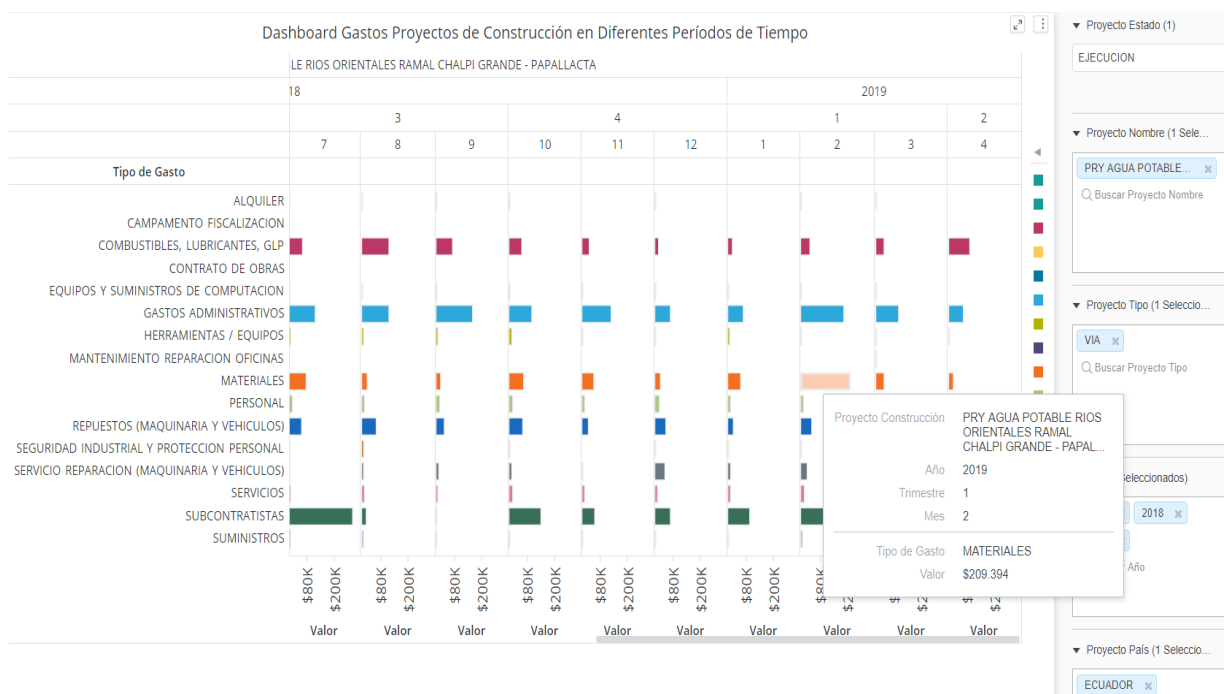


Figura 31. Dashboard Proyectos de construcción en diferentes períodos de tiempo febrero 2019

Como se puede observar en las figura 30 y 31, el dashboard permite aplicar filtros para poder buscar proyectos por su estado, su nombre, el tipo de proyecto, el país al que pertenece e incluso por los años en los que se realizaron los gastos, permitiendo de esta manera obtener la información de los tipos de gastos que se efectuaron en el proyecto de construcción y pudiendo comparar sus valores de manera mensual.

Como se muestra en la figura 30 y en la figura 31, se puede observar como en el mes de enero del año 2019 se gastó en materiales de construcción el valor de \$56.013,00, mientras que en el mes de febrero el valor de \$ 209.394,00, es decir que en el mes de febrero casi se cuadruplica el valor de gasto en materiales respecto al mes de enero, esto puede corresponder a una alarma que debe ser monitoreada y analizada por parte del personal directivo de la empresa, para determinar si el gasto excesivo en materiales en el mes de febrero tiene una justificación razonable, como la

provisión de materiales especiales para la obra, o si corresponde a un gasto excesivo no justificado que puede poner en riesgo el presupuesto del proyecto si no es controlado en los siguientes meses.

DASHBOARD DETALLE DE GASTOS PARA PRESUPUESTOS REFERENCIALES

Para poder contar con la información de los proyectos históricos de construcción que fueron ejecutados en el pasado, así como los tipos de gastos y los valores que tuvieron, fue necesario contar con la información detallada en la tabla 26.

Tabla 26

Detalle de gastos para presupuestos referenciales

ID	Información	Detalle
1	Proyectos	Contiene información sobre los proyectos de construcción que realizó la empresa.
2	Tipos de Gastos principales	Permite acceder a la información de la categoría principal de los tipos de gastos que se ejecutaron en el proyecto de construcción.
3	Tipos de Gastos desglosados	Permite acceder a la información detallada de los gastos de la categoría principal.
4	Valor periódico de Gastos	Contiene información sobre el valor total que se registró para el pago de cada gasto de manera anual, estos valores permiten tener un valor aproximado para la estimación de costos para los nuevos proyectos de construcción.
5	Estado del proyecto	A través de la aplicación de un filtro, permite seleccionar el estado del proyecto de construcción para optimizar las búsquedas de los proyectos requeridos, permitiendo en este caso seleccionar los proyectos históricos que se encuentran en estado terminado.
6	Tipo de Proyecto de Construcción	A través de la aplicación de un filtro, permite seleccionar el tipo el proyecto de construcción para optimizar las búsquedas de los

Continúa 

		proyectos requeridos, con lo cual se puede seleccionar el mismo tipo de proyecto del que se requiere elaborar el nuevo presupuesto.
7	País del Proyecto	A través de la aplicación de un filtro, permite seleccionar el país de ubicación del proyecto de construcción para optimizar las búsquedas de los proyectos requeridos.

Con la información recopilada en la tabla anterior, se pueden aplicar filtros para seleccionar proyectos de construcción por su tipo de proyecto, por su estado y por su país de ubicación, para de esta manera seleccionar un proyecto en específico y sobre este visualizar información del detalle de los gastos que tiene cada categoría de gasto principal, lo cual permite revisar de manera minuciosa todos los gastos que tuvo un proyecto.

A continuación, se muestra el dashboard que permite que personal directivo de la empresa cuente con información valiosa sobre el detalle de los tipos de gastos y los valores económicos que tuvieron los proyectos de construcción, lo cual permite obtener información más real sobre la estimación de costos para los nuevos proyectos de construcción en base al análisis de información histórica de proyectos de similares características.

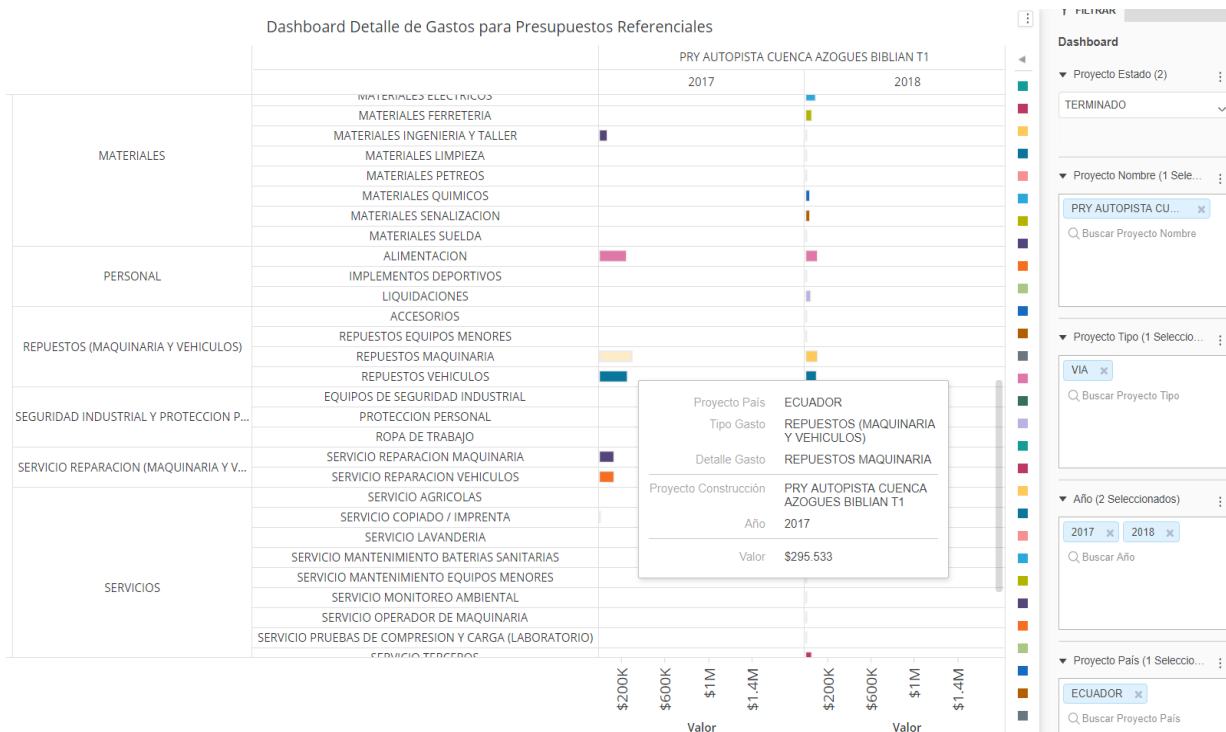


Figura 32. Dashboard detalle de gastos para presupuestos referenciales

Como se puede observar en la figura 32, el dashboard permite aplicar filtros para poder buscar proyectos por su estado, su nombre, el tipo de proyecto, el país al que pertenece e incluso por los años en los que se realizaron los gastos, permitiendo de esta manera obtener la información del detalle de los valores de los tipos de gastos que tuvieron los proyectos de construcción, para establecer presupuestos referenciales más reales y acertados en base al análisis de información histórica.

Como se muestra en la figura 32, se puede observar como en el proyecto de construcción de tipo vial “PRY AUTOPISTA CUENCA AZOGUES BIBLIAN T1”, se tuvo en el año 2016 en el tipo de gasto “repuestos maquinaria” un valor total de gasto de \$295.533. Es decir que para un nuevo proyecto vial, con características similares al proyecto en mención (carriles de carretera, tipo

de asfalto, señalización, geografía, número de kilómetros, entre otros), se puede tomar este valor como dato referencial para el nuevo presupuesto en el rubro de repuestos maquinaria.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Las ventajas que tienen hoy en día las empresas de contar con técnicas, metodologías y herramientas informáticas para poder explotar los grandes volúmenes de información con los que cuentan deben ser aprovechadas a su máximo nivel, pues esto les permite contar con información analítica, precisa y oportuna para análisis de sus principales indicadores, ayudando a mejorar la estrategia empresarial, lo cual las mantendrá a la vanguardia ante su competencia.

Mediante este proyecto se ha logrado aprovechar la información almacenada en las bases de datos de la empresa caso de estudio, para conocer los tipos de gastos que mantienen los proyectos de construcción y sus valores económicos, lo cual ayuda a mejorar el control y supervisión de la inversión económica que se realiza en la provisión de los bienes y servicios necesarios para la ejecución de las obras de construcción.

La utilización de la metodología de Dittert, Härting, Reichstein & Bayer, la cual combina las mejores prácticas de las metodologías diseñadas para la analítica de datos de pequeñas y medianas empresas, además de la utilización de la metodología de Ralph Kimball para implementación de modelos de Data Warehouse, fueron importantes para guía del presente proyecto, pues dentro de su desarrollo se pudieron aplicar algunas definiciones de estándares, mejores prácticas informáticas y modelos tecnológicos probados en el mercado.

Como parte del presente proyecto se realizó un análisis comparativo de las principales herramientas informáticas para extracción, transformación y carga de datos “ETL”, para lo cual se compararon sus características principales y se tomó en cuenta las necesidades y la realidad de la

empresa caso de estudio, con lo cual se seleccionó la herramienta Pentaho Data Integration para armar el modelo multidimensional planteado.

A través de la implementación del Data Warehouse, la empresa caso de estudio cuenta con un modelo multidimensional que relaciona la información principal y más importante de los gastos que se tienen en los proyectos de construcción, modelo que es alimentado a través de los procesos ETL desarrollados que extraen información de las bases de datos de los sistemas principales de la organización, y que aplican reglas de limpieza y transformación que permiten que los datos que reposan en el Data Warehouse cumplan con criterios de integridad, calidad, trazabilidad y seguridad.

Para el desarrollo de los dashboards del modelo de control de gastos se utilizó la herramienta de inteligencia de negocios MicroStrategy, herramienta con la que ya contaba la empresa y que tiene una amplia gama de capacidades de análisis de datos. De esta herramienta se aprovechó para el presente proyecto su capacidad de encontrar respuestas y perspectivas en el análisis de datos, las funciones para descubrimiento, análisis avanzados y visualizaciones de datos. Estas funciones permitieron que se puedan implementar los siguientes dashboards: proyectos de construcción por tipos de gastos, gastos de los proyectos de construcción en diferentes períodos de tiempo y detalle de gastos para establecer presupuestos referenciales.

El dashboard proyectos de construcción por tipo de gasto permite aplicar filtros para poder buscar proyectos por su estado, su nombre, el tipo de proyecto, el país al que pertenece e incluso mostrar los gastos sólo de los años seleccionados, lo cual permite obtener información de los tipos de gastos que han sido efectuados en los proyectos de construcción, junto con sus valores económicos. Esta información es de gran utilidad pues el personal directivo de la empresa puede ver de manera macro todos los gastos que se están presentando en los proyectos de construcción,

cuales tienen mayor o menor inversión económica, lo que facilita realizar análisis puntuales sobre aquellos gastos que tienen valores fuera de los rangos normales.

El dashboard gastos de los proyectos de construcción en diferentes períodos de tiempo permite aplicar filtros para poder identificar un proyecto en particular, lo cual facilita obtener información de los tipos de gastos que han sido efectuados en los proyectos de construcción y comparar sus valores mes a mes. Esta información permite alertar sobre gastos que por ejemplo han duplicado o triplicado su valor respecto al período anterior, para realizar un análisis y determinar las causas que provocaron este acontecimiento y que de ser el caso se tomen las medidas preventivas que permitan controlar los gastos en los períodos futuros, evitando poner en riesgo el presupuesto del proyecto.

El dashboard detalle de gastos para presupuestos referenciales permite aplicar filtros para poder identificar un proyecto en particular, lo cual facilita buscar proyectos ejecutados en el pasado y mostrar información histórica con el detalle de los tipos de gastos para establecer los presupuestos referenciales de los nuevos proyectos de construcción. Con esto se tiene mayor certeza sobre los valores económicos que tendrán los gastos de los nuevos proyectos, basados en la búsqueda de proyectos de similares características (viales, puentes, túneles, hidroeléctricas, entre otros). La información que se obtiene de este dashboard también es de mucha utilidad para preparar las ofertas económicas para participar en licitaciones de nuevos proyectos de construcción que son de interés de la empresa.

A través del Data Warehouse y de los dashboards implementados, se pudo cumplir con los requisitos y expectativas de la empresa caso de estudio, además de realizar pruebas de funcionamiento con el Jefe de TIC, donde se pudo comprobar que el modelo de control de gastos cumple con aspectos de rapidez en el procesamiento de información y en el retorno de resultados,

de facilidad de uso y navegación (usabilidad) y claridad en la información que despliega por lo que puede ser interpretada con facilidad.

5.2. Recomendaciones

Se recomienda al jefe de Tecnologías de la Información y Comunicación que se habilite accesos al sistema MicroStrategy para poder visualizar los dashboards implementados en el presente proyecto al personal directivo de la empresa, tanto administrativo como operativo y que la revisión de la información que se realice sea frecuente, de tal manera que si presenta un valor económico excesivo en un gasto de un proyecto de construcción, se puedan tomar las acciones inmediatas preventivas para poder controlar y disminuir los valores de dicho gasto y evitar desfinanciamientos en el proyecto.

Debido a que el sistema ERP Integrated Management System de la empresa, sistema que alimenta el Data Warehouse implementado, se encuentra en un proceso continuo de desarrollo y versionamiento para cubrir las necesidades de la empresa, se recomienda que a la par se realicen reuniones para analizar el impacto de los cambios que tendría el sistema y sus bases de datos en el Data Warehouse y dashboards, así como validar otro tipo de nueva información útil que podría ser agregada al modelo multidimensional.

A través del presente proyecto se ha demostrado como se puede establecer un punto de mejora en la empresa, para que el personal y con la ayuda de herramientas analíticas de datos pueda optimizar un proceso crítico como es el control y supervisión de los gastos que se realizan en los proyectos de construcción, por lo que se recomienda que este tipo de tecnologías y soluciones sean también implementadas en otros procesos críticos de la empresa. Como ejemplo el control de los materiales, maquinaria, equipos y otros insumos que se encuentran almacenados en las bodegas de

la empresa y que son distribuidos en los proyectos de construcción, que al hablar de equipos y maquinaria civil costosa, se necesita conocer su ubicación y trazabilidad, además de conocer el stock que tienen las bodegas pues la falta de materiales, equipos o maquinaria pueden provocar retrasos en la ejecución de las obras, comprometiendo los plazos de entrega.

BIBLIOGRAFÍA

- Astudillo, L. (2017). *¿Qué es y para qué sirve a las empresas el Data Warehouse?* Obtenido de <http://matrixcpmsolutions.com/que-es-y-para-que-sirve-a-las-empresas-el-data-warehouse/>
- Berenguer, J. M. (15 de 06 de 2017). *Prevenblog*. Obtenido de Cómo implementar correctamente un Cuadro de Mando Integral: <http://prevenblog.com/como-implementar-un-cuadro-de-mando-integral/>
- Bernabeu, D. (7 de 05 de 2017). *Dataprix*. Obtenido de Introducción a la Metodología HEFESTO: <https://www.dataprix.com/data-warehousing-y-metodologia-hefesto/-metodologia-hefesto/51-introduccion>
- Bigeek. (09 de 03 de 2015). *Bigeek*. Obtenido de Arquitectura BI (Parte II): El enfoque de William H. Inmon: <https://blog.bi-geek.com/arquitectura-enfoque-de-william-h-inmon/>
- Bustillos, J. (6 de Agosto de 2014). *Comparativa herramientas ETL*.
- CHETU. (7 de septiembre de 2018). *Medium*. Obtenido de <https://medium.com/@simonbrady85/qu%C3%A9-es-microstrategy-y-c%C3%B3mo-funciona-ce5b9f8b5bc1>
- Corminola, Y. (2016). *Metodología de Kimball*. Obtenido de Scribd: <https://es.scribd.com/document/343831757/Metodologia-de-Kimball-y-otros>
- Ecured. (2012). *Ecured*. Obtenido de <https://www.ecured.cu/PowerDesigner>
- Francisco Reyes, W. F. (2018). Aplicación de Inteligencia de Negocios para el análisis de vulnerabilidades en pro de incrementar el nivel de seguridad en un CSIRT académico. *Revista Facultad de Ingeniería*, 10.

- Francisco Reyes, W. F. (2018). A BI Solution to Identify Vulnerabilities and Detect Real-Time Cyber-Attacks for an Academic CSIRT. *Springer*.
- Harting, M. D. (2017). *Springer Link*. Obtenido de A Data Analytics Framework for Business in Small and Medium-Sized Organizations: https://doi.org/10.1007/978-3-319-59424-8_16
- Hitachi Vantara. (2019). *Hitachi Vantara*. Obtenido de <https://www.hitachivantara.com/go/pentaho.html>
- Kaufman, M. (2012). The architecture for the next generation of data warehousing.
- Kimball Ralph, M. R. (2013). The Data Warehouse Toolkit. En *The complete guide to dimensional modeling*.
- Microsoft. (2019). *Microsoft*. Obtenido de Introduction to SQL Server: <https://www.microsoft.com/es-es/sql-server/>
- MicroStrategy. (2019). *Microstrategy Enterprise Analytics and Mobility*. Obtenido de <https://www.microstrategy.com/es/product/analytics>
- MicroStrategy Enterprise Analytics. (2019). *MicroStrategy Enterprise Analytics*. Obtenido de MicroStrategy 2019: <https://www.microstrategy.com/es>
- Molina, L. C. (2017). *Sinnexus Business Intelligence Informática Estratégica* . Obtenido de Minería de datos: https://www.sinnexus.com/business_intelligence/datamining.aspx
- Mundo Constructor. (21 de 02 de 2018). *Mundo Constructor*. Obtenido de Las constructoras más destacadas del país: <https://www.mundoconstructor.com.ec/las-constructoras-mas-destacadas-del-pais/>
- Normas APA. (Marzo de 2017). *Normas APA*. Obtenido de ¿Qué es el estado del arte?: <http://normasapa.net/que-es-el-estado-del-arte/>
- Ojeda, I. E. (Diciembre de 2018). Jefe de Departamento de TIC. (I. O. Ronco, Entrevistador)

- Pedrosa, S. J. (Enero de 2019). *Economipedia*. Obtenido de Gasto: <https://economipedia.com/definiciones/gasto.html>
- Reporte Digital. (31 de 07 de 2018). *Reporte Digital*. Obtenido de 6 beneficios de la data warehouse en la toma de decisiones organizacionales: <https://reportedigital.com/cloud/beneficios-data-warehouse-toma-decisiones-organizacionales/>
- Ribas, E. (08 de 01 de 2018). *Innovation & Entrepreneurship Business School*. Obtenido de ¿Qué es el Data Mining o minería de datos?: <https://www.iebschool.com/blog/data-mining-mineria-datos-big-data/>
- ROUSE, M. (Noviembre de 2017). *Data Center Information*. Obtenido de <https://searchdatacenter.techtarget.com/es/definicion/SQL-Server>
- SAP. (2019). Obtenido de SAP PowerDesigner: Enterprise Architecture tools for digital transformation success : <https://www.sap.com/products/powerdesigner-data-modeling-tools.html>
- Sinergia e Inteligencia de Negocio S.L. (2015). *Datawarehouse*. Obtenido de https://www.sinnexus.com/business_intelligence/datawarehouse.aspx
- Sinergia e Inteligencia de Negocio S.L. (2016). *Cuadro de Mando Integral*. Obtenido de https://www.sinnexus.com/business_intelligence/cuadro_mando_integral.aspx
- Tuñoque, M. (2016). Aplicación de inteligencia de negocios haciendo uso del data Warehouse 2.0 en la empresa constructora Beaver para mejorar el proceso de control de información de los centros de costo. En M. Tuñoque. Pimentel.
- Walter Fuertes, F. R. (2017). An Integral Model to Provide Reactive and Proactive Services in an Academic CSIRT Based on Business Intelligence. *MDPI*, 20.

WIRENET. (2015). *Wirenet Chile*. Obtenido de ¿Qué es Microsoft SQL Server?:

<https://www.wirenetchile.com/Que-es-Microsoft-SQL-Server>