



**UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN DE GRADO PREVIO A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE GRADO EN LA CARRERA DE
INGENIERO EN SISTEMAS COMPUTACIONALES**

PROYECTO TÉCNICO

**TEMA: DESARROLLO DE UN CUBO OLAP PARA EL ÁREA DE
INVENTARIOS DEL COMERCIAL EL FAVORITO DEL CANTÓN
DE PUEBLOVIEJO.**

Autores:

Sr. JEAN PAUL PAZMIÑO VILLAFUERTE

Srta. ODALIS JESSIBEL REINA ÁLAVA

Tutor:

Mgtr. VERA PAREDES DANIEL ALEXANDER

Milagro, Diciembre, 2022

ECUADOR

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado especialmente a mis padres y a todas las personas que me han apoyado a lo largo de mi desarrollo estudiantil y más que todo en el desarrollo de esta tesis. También por siempre apoyarme y no dejarme vencer ante las adversidades para desarrollar este trabajo de gran importancia para culminar mi carrera universitaria.

- Odalis Jessibel Reina Álava

DEDICATORIA

Este trabajo de grado va dedicado a toda mi familia la cual siempre me supo apoyar en todos los momentos en esta travesía, felicitándome en los buenos y apoyándome en los malos.

- Jean Paul Pazmiño Villafuerte

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios y a mis padres, quienes siempre han puesto su fe y perseverancia en mí, y por ello he podido seguir adelante ante cualquier adversidad o problema. También me gustaría mencionar a la institución y a los docentes que me han formado en el ámbito educativo y profesional, ya que gracias a ello he llegado hasta donde me encuentro hoy en día. ¡Muchas gracias por todo!

- Odalis Jessibel Reina Álava

AGRADECIMIENTO

Comenzando le doy gracias a Dios por darme el entendimiento y la fortaleza para cumplir una mis más grandes metas propuestas, de igual manera agradecer a mis padres los cuales son el pilar fundamental de mi vida y fueron aquellas personas que siempre me supieron dar su apoyo incondicional en todo este proceso desde el inicio hasta ahora la culminación, también a mis compañeros, personas que fui conociendo a lo largo de estos 4 años de estudio las cuales han sido un gran apoyo, de manera especial a mi compañera de tesis y amiga Odalis Reina la cual siempre me supo ayudar en todo este camino con paciencia y entereza, por ultimo pero no menos importante a todos los docentes que pasaron por las aulas dándonos un poco de su conocimiento, enseñándonos como ser buenos profesionales y buenas personas.

- Jean Paul Pazmiño Villafuerte

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE GENERAL	4
ÍNDICE DE FIGURAS	5
ÍNDICE DE TABLAS	7
RESUMEN	1
DEVELOPMENT OF AN OLAP CUBE FOR THE INVENTORY AREA OF THE COMMERCIAL EL FAVORITO OF THE CANTON OF PUEBLOVIEJO.	2
ABSTRACT	2
CAPÍTULO 1	3
1. INTRODUCCIÓN	3
1.1. Planteamiento del problema	4
1.2. Objetivos	5
1.2.1. Objetivo General	5
1.2.2. Objetivos Específicos	5
1.3. Alcance	5
1.4. Estado del arte	6
CAPÍTULO 2	22
2. METODOLOGÍA	22
2.1. Metodología CRISP-DM	22
2.2. Fase 1. Comprensión del negocio	23
2.3. Fase 2. Comprensión de los datos	26
2.4. Fase 3. Preparación de los datos	27
2.5. Fase 4. Modelado	27
2.6. Fase 5. Evaluación	28
CAPÍTULO 3	29
3. PROPUESTA DE SOLUCIÓN	29
3.1. Tema	29
3.2. Descripción de la propuesta	29
3.3. Especificaciones técnicas	29
CONCLUSIONES	67
RECOMENDACIONES	68
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69
ANEXOS	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Arquitectura de una solución BI	9
Figura 2. Centro de datos dependiente.....	12
Figura 3. Centro de datos independiente.....	12
Figura 4. Modelo de estrella	13
Figura 5. Modelo Copo de nieve	14
Figura 6. Modelo Constelación	14
Figura 7. Estructura de un Cubo OLAP	17
Figura 8. Arquitectura de Power BI	20
Figura 9. Estructura CRISP-DM.....	22
Figura 10. Modelo transaccional de la base de datos de Inventario.....	30
Figura 11. Modelo transaccional de la base de datos de Inventario.....	34
Figura 12. Conexión ADO.NET	35
Figura 13. Conexión ADO.NET	35
Figura 14. Conexión OLE DB con base de datos multidimensional	36
Figura 15. Paquetes de migración de datos	36
Figura 16. Flujo de datos de Movimiento	37
Figura 17. Recuadro Origen de Movimiento	38
Figura 18. Vista previa de consulta de Movimiento	38
Figura 19. Recuadro Origen DimMovimiento	39
Figura 20. Recuadro Ordenar de Movimiento	40
Figura 21. Recuadro Combinación de mezcla de Movimiento	41
Figura 22. Recuadro de División condicional.....	42
Figura 23. Destino ADO.NET de Movimiento	42
Figura 24. Recuadro División condicional para actualizar datos	43
Figura 25. Recuadro Comando OLE DB para actualizar registros.....	44
Figura 26. Sentencia SQL para actualizar datos en Movimiento	44
Figura 27. Flujo de datos de Bodeguero	45
Figura 28. Flujo de datos de Bodega	45
Figura 29. Flujo de datos de Proveedor	46
Figura 30. Flujo de datos de Producto	46
Figura 31. Flujo de datos de Tiempo.....	47
Figura 32. Proceso de flujo de control.....	47
Figura 33. Tarea de ejecutar SQL en la tabla de Hecho_Inventario	48
Figura 34. Flujo de datos de la tabla de Inventario	48
Figura 35. Recuadro Origen Hecho_Inventario	49
Figura 36. Vista previa de la tabla de inventarios.....	49
Figura 37. Destino ADO.NET de tabla de hechos	50
Figura 38. Verificación de paquetes de migración	50
Figura 39. Controlador de eventos OnError	51
Figura 40. Código del mensaje	51
Figura 41. Código del mensaje para enviar correo	52
Figura 42. Código del mensaje para enviar correo	52
Figura 43. Resultados de implementación.....	53
Figura 44. Resultados de implementación.....	53
Figura 45. Nuevo Trabajo en SQL Server	54
Figura 46. Nuevo paso dentro del paquete de trabajo.....	55
Figura 47. Nueva programación.....	55

Figura 48. Nuevo origen de datos	56
Figura 49. Selección de tablas para la vista	57
Figura 50. Vista de origen de datos.....	57
Figura 51. Cubo de inventario.....	58
Figura 52. Jerarquía de tiempo	59
Figura 53. Jerarquía de producto	59
Figura 54. Jerarquía de proveedor	59
Figura 55. Jerarquía de bodega.....	60
Figura 56. Inventario promedio.....	60
Figura 57. Rotación de inventario.....	61
Figura 58. Rotación de inventario.....	61
Figura 59. Duración de inventario.....	62
Figura 60. Cubo Inventario en SQL Server Analysis Services.....	62
Figura 61. Obtener datos en Power BI	63
Figura 62. Informe histórico de Inventario.....	64
Figura 63. Reporte de rotación de inventarios.....	65
Figura 64. Reporte de rotación de inventarios.....	65

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Plan de proyecto	25
Tabla 2. Entidades y atributos	30
Tabla 3. Mapeo de información	32

DESARROLLO DE UN CUBO OLAP PARA EL ÁREA DE INVENTARIOS DEL COMERCIAL EL FAVORITO DEL CANTÓN DE PUEBLOVIEJO.

RESUMEN

El trabajo que se realizó describe el desarrollo de un cubo OLAP para el área de inventarios del comercial El Favorito del Cantón de Pueblo Viejo. Esta propuesta se desarrolló basada en la metodología CRISP-DM debido a la facilidad con la que permite trabajar un proyecto de minería y analítica de datos como fue el caso de una solución de inteligencia de negocios.

En la empresa de estudio, específicamente en el área de inventarios se encontró que los procesos eran realizados de forma manual por medio de la herramienta de Excel, lo cual ocasiona que exista déficit en los procesos de análisis en ese departamento y por ende hay retrasos en las tomas de decisiones.

Al existir estos problemas, se estableció como objetivo desarrollar una solución de inteligencia de negocios con el uso de herramientas visuales en Power BI para la generación de reportes de información de fácil entendimiento y que permitan facilitar la toma de decisiones a favor de mejorar los procesos en el área de inventario.

Además, para esta propuesta se realizó el análisis y mapeo de la información para crear la base de datos multidimensional o datamart que permitió a su vez definir las tablas dimensionales, tablas de hechos y los paquetes de migración. Luego, se desarrolló el cubo olap con sus respectivas medidas, dimensiones e indicadores que permitieron desarrollar los reportes para mejorar la gestión del área de inventarios.

PALABRAS CLAVE: Inteligencia de negocios, datamart, cubo olap, inventario, reportes

DEVELOPMENT OF AN OLAP CUBE FOR THE INVENTORY AREA OF THE COMMERCIAL EL FAVORITO OF THE CANTON OF PUEBLOVIEJO.

ABSTRACT

The work that was carried out describes the development of an OLAP cube for the inventory area of the El Favorito commercial of the Canton of Puebloviejo. This proposal was developed based on the CRISP-DM methodology due to the ease with which it allows to work on a data mining and analytics project as was the case with a business intelligence solution.

In the study company, specifically in the inventory area, it was found that the processes were carried out manually through the Excel tool, which causes there to be a deficit in the analysis processes in that department and therefore there are delays in decision making.

As these problems exist, the objective was to develop a business intelligence solution with the use of visual tools in Power BI for the generation of information reports that are easy to understand and that allow facilitating decision-making in favor of improving processes in the inventory area.

In addition, for this proposal, the analysis and mapping of the information was carried out to create the multidimensional database or datamart that allowed in turn to define the dimensional tables, fact tables and migration packages. Then, the olap cube was developed with its respective measurements, dimensions and indicators that allowed to develop the reports to improve the management of the inventory area.

KEY WORDS: Business intelligence, datamart, olap cube, inventory, reports

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el continuo desarrollo de las tecnologías de la información y las comunicaciones a nivel de servicio, red, software y equipos se ha convertido en un pilar importante y fundamental sobre el que se desarrolla toda la sociedad, denominada sociedad de la información. La información es de gran importancia para cualquier campo, su disponibilidad, integridad y confiabilidad son los principales factores que estimulan el desarrollo humano tanto individual como colectivo en un entorno.

El ámbito empresarial también se encuentra inmerso en esta realidad, siendo el sector que se aprovecha y rentabiliza el uso de la información, y además se considera de gran relevancia para la toma de decisiones. Por eso, el uso de esta se convierte en una ventaja competitiva en el mercado; Sin embargo, se pueden generar grandes volúmenes de información que son difíciles de procesar de la forma habitual, es aquí donde el uso de la tecnología y sus herramientas ayudan y hacen posible su utilización.

Por esta razón, la tecnología ofrece un sin número de herramientas para manejar el gran volumen de datos que se genera en las operaciones diarias de una empresa, estas herramientas se enfocan en la lectura e interpretación de datos para que se conviertan en información valiosa para la toma de decisiones y es aquí donde se utiliza la inteligencia de negocios o Business Intelligence (BI) como una metodología para entregar un conjunto de datos que en base a ciertas aplicaciones de estrategia organizacional y lectura de datos, se conviertan en una herramienta de análisis de datos para la toma de decisiones que permita una visión más clara y sobre todo fundamental de las operaciones y resultados de la empresa.

El comercial El Favorito de venta de víveres al por mayor y menor de la ciudad de Pueblo Viejo en la parroquia de San Juan, es una mini empresa con más de 7 años de operación y presencia en el sector retail o mercado minorista que entiende la necesidad de que, si quieres posicionarse mejor en el mercado local y también con una perspectiva nacional, debes aplicar la inteligencia empresarial como herramienta para la toma de decisiones. Actualmente, el negocio cuenta con una forma tradicional de almacenar los datos (Excel) que básicamente realiza reportes estandarizados con datos mínimos, tabulados, pero no estructurados, que no agregan valor y complican la toma de decisiones.

En otras palabras, los reportes o informes que entrega el sistema actual, no proporcionan información consolidada o resumida que permita a los gerentes o directivos de un departamento tener clara la situación actual llegando a utilizar otras herramientas de análisis como hojas de cálculo, donde se realizan procesos manuales y en consecuencia pueden provocar errores humanos en el procesamiento de los datos.

El presente trabajo de titulación tiene como objetivo desarrollar una solución de inteligencia de negocios como herramienta que facilite los procesos analíticos y toma de decisiones del comercial El Favorito de la ciudad de Pueblo Viejo, el cual consiste en el procesamiento, limpieza y presentación de los datos obtenidos ya procesados y mostrados como información consolidada lista para su análisis. El área en que se va a desarrollar esta solución, es la de inventarios, ya que de este departamento depende la administración de los productos que tiene la empresa.

1.1. Planteamiento del problema

El comercial El Favorito, es un negocio que no cuenta con muchas herramientas tecnológicas, por lo tanto, tiene una dificultad en la operatividad dentro del área de inventarios, debido a la ausencia de información histórica que brinde al departamento o área una visión clara y actual que permita a los gerentes realizar un proceso analítico y la toma de decisiones.

Como consecuencia este inconveniente impide un correcto abastecimiento en la bodega, además, el índice de rotación de inventarios también es fundamental en esta actividad, pues al no existir esta información, se obtienen mercancías de baja rotación, reduciendo el área de almacén, afectando la competitividad de la empresa y afectando los beneficios.

El departamento de inventario se encuentra dentro de esta problemática porque la plataforma informática que da soporte a la empresa no cuenta con los elementos necesarios para generar información para la toma de decisiones. Al utilizar una herramienta como Excel, es muy limitado en términos de informes y proporciona pequeños reportes que no ayudan al modelo de negocio.

Por esta razón, surge la propuesta de desarrollar una solución de inteligencia de negocios para el área de inventarios con el objetivo de ayudar al proceso analítico de datos y a la toma de decisiones.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Desarrollar un cubo olap para el área de inventarios del comercial El Favorito en el cantón de Puebloviejo enfocada al análisis de la información dedicada a la venta de víveres al por mayor y menor.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Definir los requerimientos y necesidades del negocio para determinar las dimensiones y medidas necesarias para realizar el análisis de datos.
- Desarrollar un Datamart en SQL Server basado en el modelo de estrella para el análisis de la información del área de inventarios.
- Generar informes gerenciales usando la herramienta de Power BI para la visualización y análisis de la información.

1.3. Alcance

El proyecto tendrá como alcance los siguientes puntos:

Recopilación de información sobre las necesidades de los usuarios de los departamentos de inventario y ventas, quienes conocerán las necesidades técnicas y funcionales específicas de cada departamento y así proceder a implementarlas en la herramienta de análisis de información sobre la base de datos.

Creación de una base de datos multidimensional con sus respectivas dimensiones y medidas correspondientes a las áreas a analizar. El datamart se realizará en Microsoft SQL Server Management Studio 2018, mismo motor de la base de datos.

Desarrollo de los procesos de extracción, transformación y carga de datos (ETL) para la realización del datamart por medio de la interfaz Visual Studio y el motor de SQL, mismos que nos servirán para lo siguiente:

- Depurar la información para los datamart.
- Realizar las migraciones de las dimensiones y la tabla de hechos correspondientes a cada área.
- Programación de la actualización del datamart en un periodo de tiempo mensual.

Procesos de la creación del datamart para las áreas de inventario:

- Modelado físico.

- Modelado lógico (tipo estrella).
- Determinar las dimensiones.
- Determinar las medidas.

Implementación de Power BI, una herramienta de inteligencia de negocios que se utiliza para analizar informes basados en los datos de la empresa. También pueden administrar grandes volúmenes de datos, ayudar a los usuarios a detectar tendencias y a la toma de decisiones.

A continuación, en la Figura 1, se presenta a detalle el alcance del proyecto mediante un organizador gráfico:



Ilustración 1. Cubo Olap de Inventario
Fuente: Autores

1.4. Estado del arte

1.4.1. Marco Legal

En la realización de este trabajo de titulación, en cuanto a su base legal se toma en cuenta lo que se difunde en el artículo 3, literal 2; el cual menciona lo siguiente:

Promover el desarrollo de la ciencia, la tecnología, la innovación y la creatividad para satisfacer necesidades y efectivizar el ejercicio de derechos de las personas, de los pueblos y de la naturaleza. (Coesci, 2016, art. 3)

1.4.2. Marco Teórico

Inteligencia de negocios (BI)

Business Intelligence (BI) o inteligencia de negocios se define como el proceso mediante el cual las personas y los sistemas intervienen para obtener, recopilar, analizar y presentar la información que mejor respalda la toma de decisiones comerciales. El proceso se puede dividir en cuatro fases: extracción, consolidación, explotación y visualización.

Del mismo modo, (Vásquez & Sucerquía, 2011) afirman que, BI es una colección de metodologías, aplicaciones y tecnologías que recolectan, refinan y transforman datos de sistemas transaccionales de información no estructurada a información estructurada, para minería directa o para análisis y transformación en conocimiento, apoyando la toma de decisiones sobre la empresa.

Existen muchas definiciones del término de inteligencia de negocios, entre otras de las más relevantes se encuentra la definición de (Rodríguez, 2014), quien expresa que la inteligencia de negocios es una combinación de prácticas, capacidades y tecnologías utilizadas por las empresas para recopilar e integrar información, aplicar reglas comerciales y garantizar la visibilidad de la información para mejorar la comprensión de la misma y obtener una mejora del rendimiento.

(Herrera , 2015) presenta las ventajas que se pueden obtener al implementar inteligencia de negocios en tres grupos:

- Tangibles, básicamente se ve reflejado en la reducción de tiempo, costes y la generación de ingresos.
- Intangibles, lo usuarios tienen mayor accesibilidad a la información para la toma de decisiones.
- Estratégicos, los gerentes pueden tomar decisiones de alto nivel en la empresa.

Componentes de la tecnología de BI

Fuente de datos

Se puede considerar cualquier conjunto de datos que sea apropiado para el negocio y que esté almacenado correctamente en un formato estándar que pueda usarse más adelante, como hojas de cálculo, archivos planos, bases de datos, etc.

Datawarehouse

También conocido como almacén de datos, allí encontramos información contable, ventas, recursos humanos, producción y otros sistemas de ingresos que la empresa quiere analizar. Este almacén de datos almacena información histórica y actual sobre la empresa. El objetivo es aprovechar al máximo la gran cantidad de información que se le envía. (Contel, 2018)

Se encuentra compuesto por los siguientes elementos básicos:

- Tabla de dimensión, es la representación de una vista para cierto proceso de negocio.
- Tabla de hecho, es la representación de una vista transaccional para el proceso de negocio de la empresa.
- Métricas, son indicadores numéricos para el proceso de negocio.

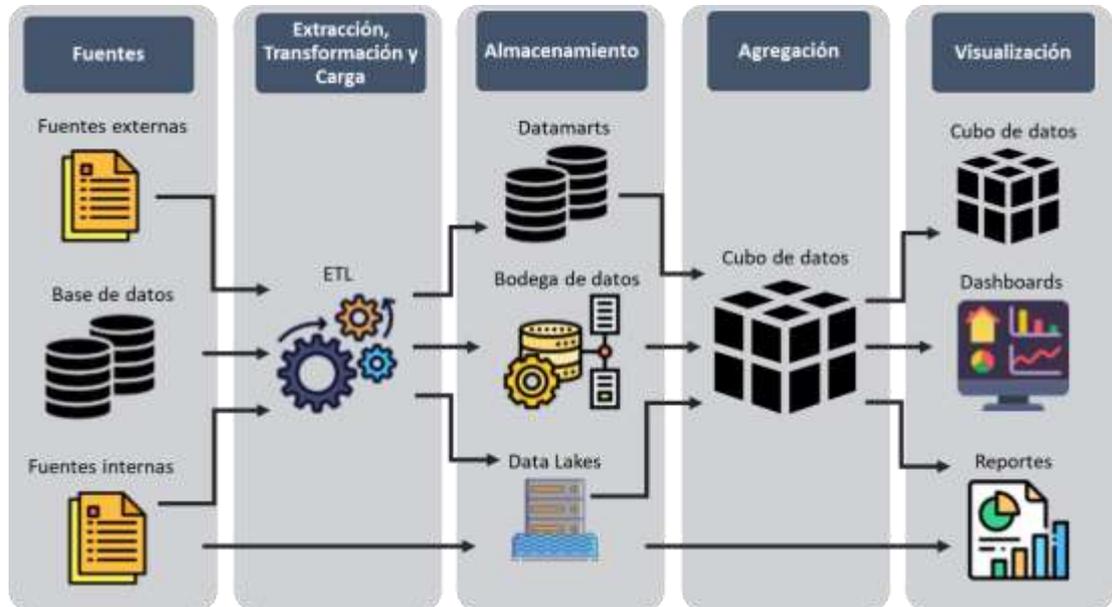
Arquitectura de una solución BI

Una solución de Business Intelligence parte del sistema de origen de una organización (bases de datos, ERP, archivos de texto, etc.), en el que a menudo se requiere una transformación estructural para optimizar los procesos analíticos de la organización.

Para ello, se realiza una fase de extracción, transformación y carga de datos (ETL). Este paso suele estar respaldado por un repositorio intermedio, llamado ODS, que actúa como puerta de enlace entre el sistema de origen y el sistema de destino (generalmente el almacén de datos), y cuyo objetivo principal es evitar la saturación de los servidores de funciones. (Lucido, 2015)

La información resultante, que ha sido refinada y asegurada, se almacena en un datawarehouse corporativo, que puede servir de base para la construcción de diferentes almacenes de datos departamentales. Estos almacenes de datos se

caracterizan por tener una estructura adecuada para el análisis de datos, ya sea mediante una base de datos transaccionales (OLTP) o una base de datos analíticas (OLAP).



*Figura 1. Arquitectura de una solución BI
Fuente: Autores*

La información almacenada en el datawarehouse o en los datamarts se utiliza mediante herramientas de visualización como los sistemas de soporte a la decisión (DSS), los cuadros de mando (CMI) o Balanced Scorecard (BSC).

Metodologías de minería de datos

La minería de datos es un conjunto de métodos y herramientas que, a través del análisis de grandes cantidades de datos, nos ayudan a derivar patrones de comportamiento o tendencias potenciales que pueden ser de gran ayuda en la toma de decisiones.

Para obtener buenos resultados, se debe entender que la minería de datos no se basa en una metodología general y estándar para resolver todo tipo de problemas, sino que incluye una metodología dinámica e iterativa que dependerá del problema planteado, la disponibilidad de recursos, datos, conocimiento de las herramientas requeridas, metodología desarrollada, necesidades y recursos de la empresa. (Martínez de Pisón, Pernía Espinoza, & González Marcos, 2015)

Existen tres metodologías imperiosas para el proceso de minería de datos que son KDD (Descubrimiento de conocimiento en Base de Datos), SEMMA (Muestra, Explorar, Modificar, Modelar y Evaluar) y CRISP-DM, siendo este último la metodología que se aplicará en este proyecto de grado.

Metodología CRISP-DM (Cross Industry Standard Process for Data Mining)

Es el modelo de referencia para el desarrollo de proyectos e investigaciones de minería de datos más conocido en el mundo, debido a que surgió de la iniciativa de varias empresas privadas (NCR, AG, SPSS, Daimler-Chrysler). (García, 2018)

Esta metodología está estructurada por seis fases, se caracterizan por tener ciertas etapas bidireccionales, es decir, de una fase exacta se puede volver a la fase anterior para volver a verla, por lo que la sucesión de fases no es ordenada desde la primera hasta la última fase. A continuación, se explican las fases que componen esta metodología:

1. **Comprensión del negocio:** Esta es la primera fase con la que debe comenzar cualquier proyecto de minería de datos, con una comprensión profunda del problema y el establecimiento de los requisitos y objetivos del proyecto desde una perspectiva comercial, traducirlos en objetivos técnicos y planes del proyecto.
2. **Comprensión de los datos:** Durante esta fase, se realiza la recolección y exploración inicial de datos, con el objetivo de establecer la primera conexión con el problema.
3. **Preparación de los datos:** La fase de preparación incluye seleccionar, limpiar y crear el conjunto de datos correcto, organizado y listo para usar para la fase de modelado. Esta es una etapa extremadamente importante en un proyecto de minería de datos.
4. **Modelado:** En esta fase, la creación de modelos de conocimiento se realiza a partir de los datos proporcionados por la etapa anterior.
5. **Evaluación:** Si los modelos que se han obtenido como resultado cumplen con las expectativas de la empresa entonces el modelo es explotado. Si no, se

evalúa en esta fase si continúa iterando sobre los pasos anteriores para encontrar nuevos resultados.

- 6. Despliegue:** En esta fase final se determinan las estrategias de implementación, seguimiento y mantenimiento de los modelos.

Datamart

El Datamart se define como un subconjunto de datos pertenecientes al Datawarehouse, en sí es un almacén de datos que se basa únicamente en un área en específico como un departamento dentro de la organización como ventas, marketing o finanzas. Es decir, enfocado a cubrir las necesidades de un grupo o de un determinado departamento de la organización. (Falcón, 2017)

Asimismo, se puede utilizar el banco de información o almacén de datos (Datamart) con el objetivo de realizar consultas rápidas que permitan a esa área en específico tomar decisiones que ayuden a mejorar alguna actividad o proyecto del mismo.

También es importante mencionar otras definiciones acerca de Datamart expuestas por autores que pretendía sintetizar el significado de esta tecnología.

En base al informe de (Valderrama & Garces, 2018) en el que se citó a Bill Inmon en el año 1999, expone que lo más importante de una Datamart, constituye que la parte de la organización posea el hardware, el software y los datos que la componen. Puedo comprender que intenta expresar la relevancia de contar con una infraestructura propia de este almacén de datos y que ese departamento o área en específico tiene todo el control y manejo del mismo.

Tipos de Datamart

Dependiente

Son aquellos que obtienen sus datos directamente desde una Datawarehouse. Ayuda también a mejorar la centralización de datos e inclusive tiene dos enfoques importantes al construir un centro de datos dependiente, de manera que el usuario pueda acceder tanto al Datamart como a la bodega de datos (Datawarehouse) o únicamente tiene acceso a manejar los datos de la Datamart. (Valderrama & Garces, 2018)

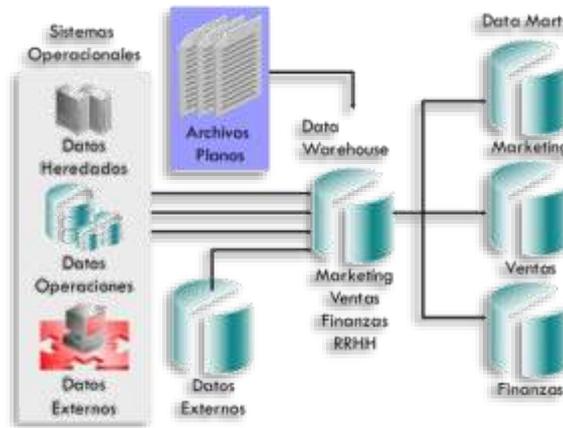


Figura 2. Centro de datos dependiente
Fuente: (Azcurra, 2017)

Independiente

A diferencia del anterior, estos obtienen sus datos de sistemas transaccionales y no de la bodega de datos (Datawarehouse). Se considera un centro de datos más adecuado para un área específica o departamentos más pequeños de una organización. Asimismo, debido a que no se obtiene del almacén de datos, estos sistemas extraen, transforman y cargan desde fuentes externas.

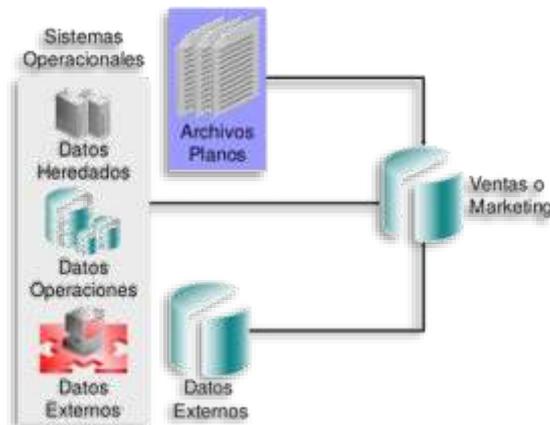


Figura 3. Centro de datos independiente
Fuente: (Azcurra, 2017)

Técnicas de modelamientos

Para reducir los tiempos de respuesta a las consultas de la base de datos, es necesario seguir o seleccionar técnicas preestablecidas para realizar esta tarea. Luego veremos las principales técnicas.

Modelo Estrella

El modelo estrella se caracteriza por una tabla de datos maestra, que contiene los datos para realizar el análisis correspondiente. El tablero principal se coloca en el centro y los otros tableros a su alrededor se llaman dimensiones, por lo que se asemeja a una estrella, las cuales pueden contener atributos interesantes que pueden servir como criterios de filtro, también esta tabla contiene datos desnormalizados y dentro de cada tabla de dimensión debe existir una Clave Primaria (IBM, 2021).

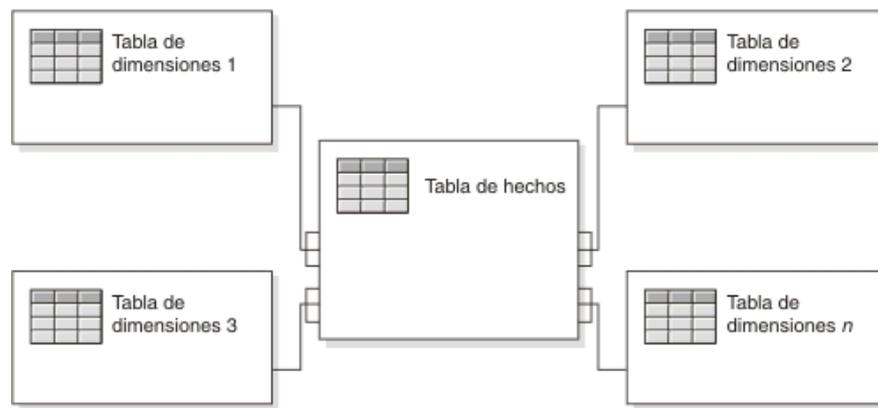


Figura 4. Modelo de estrella
Fuente: (IBM, 2021)

Modelo Copo de nieve

El esquema de copo de nieve se parece mucho al esquema de estrella, pero este tipo de esquema consta de una sola tabla de hechos que está conectada a muchas tablas de dimensiones, las cuales pueden estar conectadas a otras tablas de dimensiones a través de una relación de muchos a uno. (IBM, 2021)

Dentro de las tablas de un esquema de copo de nieve generalmente se normalizan los datos para evitar tener redundancias.

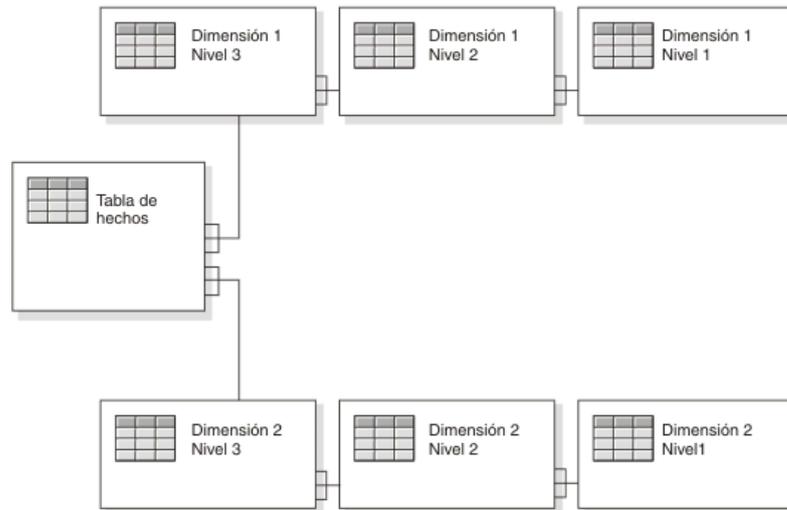


Figura 5. Modelo Copo de nieve
Fuente: (IBM, 2021)

Modelo Constelación

Un esquema de constelación es la combinación de un esquema de estrella y un esquema de copo de nieve. En sí un esquema de constelación, es un esquema de copo de nieve donde sólo algunas de las tablas de dimensiones se han desnormalizado (IBM, 2021).

El objetivo de los esquemas de constelación es aprovechar las ventajas de ambos esquemas (de estrella y de copo de nieve). Las jerarquías de los esquemas de estrella están desnormalizadas, mientras que las jerarquías de los esquemas de copo de nieve están normalizadas. Los esquemas de constelación están normalizados para eliminar las redundancias de las dimensiones.

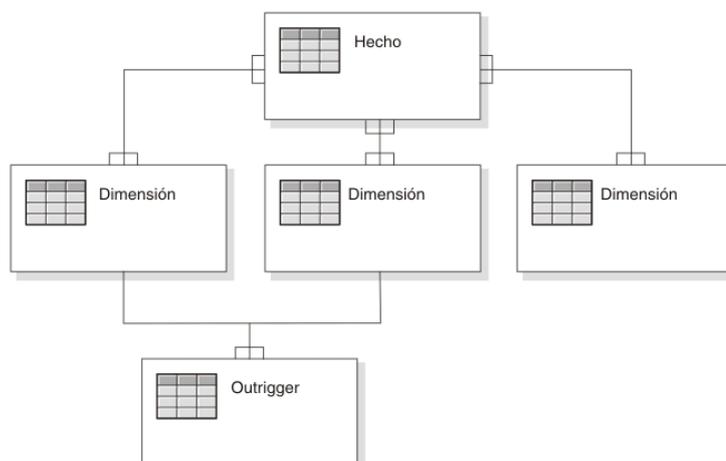


Figura 6. Modelo Constelación
Fuente: (IBM, 2021)

Proceso ETL (Extract Transform Load)

Los procesos ETL son aquellos que conforman parte de la integración de datos, es decir que son utilizados para movimiento y transformación de los datos, con el fin de analizarlos, es un elemento importante su función es completar el desarrollo de coherencia de aplicaciones y sistemas. (Munoz, Mazon, & Trujillo, 2011)

Las siglas ETL corresponden a:

- **Extraer:** Extract.
- **Transformar:** Transform.
- **Cargar:** Load.

Fase de Extracción:

Para cumplir con la primera fase se debe seguir los siguientes pasos:

- Extraer los datos del sistema origen.
- Analizar los datos que se obtienen mediante un chequeo.
- Interpretar los resultados del chequeo, de esta manera verificar los datos que sean extraídos cumplan con lo requerido, caso contrario los datos deberían ser rechazados.
- Convertir los datos a un tipo de formato adecuado para iniciar la fase de transformación.

Una de las pautas que se deben considerar al momento de la extracción de datos es que se debe causar un menor de impacto al sistema de origen, debido a que si los datos a extraer son demasiados pueden provocar un colapso.

Fase de Transformación:

Se aplican reglas o funciones dependiendo de la empresa a los datos que serán extraídos para luego ser convertidos en datos que serán cargados. En pocas palabras los datos serán transformados, con la opción de reformatear y limpiar los datos cuando se requiera. En ciertas ocasiones es necesario aplicar las siguientes transformaciones:

- Seleccionar las columnas necesarias para la carga (valores nulos no se carguen).
- Traducción de siglas o códigos (Por ejemplo, se debe convertir “Masculino” si en el registro está la letra “M”; lo mismo para Femenino si en el registro está la letra “F”).
- Se deben obtener valores calculados (Por ejemplo, total de ventas).
- Unión de registros de diferentes columnas (Por ejemplo: Unificación de nombres y apellidos de diferentes columnas)
- Generar campos clave en el lugar de destino de los datos.

Si los datos están correctamente pasan a la fase de Carga, pero si existen datos erróneos, se deben ejecutar políticas con tratamiento de excepciones, es decir indicar el rechazo del registro completo junto con el campo invalido.

Fase de Carga:

Una vez que los datos cumplan con el proceso adecuado de transformación son cargados en el sistema que tiene como destino, con el objetivo de analizar o aportar en algún proceso, según los requerimientos de la empresa, el proceso puede generar distintas acciones.

Cubos OLAP

La tecnología OLAP (On-Line Analytical Processing) permite un uso más eficiente de los almacenes de datos para el análisis en línea, proporcionando respuestas rápidas a consultas analíticas complejas y repetitivas. Los almacenes de datos multidimensionales y los métodos de agregación de datos de OLAP organizan y resumen grandes volúmenes de datos para que puedan evaluarse rápidamente utilizando herramientas de análisis y gráficos en línea (Mantilla, 2011). En la figura 7, se presenta la estructura que posee un cubo OLAP.



Figura 7. Estructura de un Cubo OLAP
Fuente: Autores

Los usuarios de los sistemas de inteligencia empresarial deben analizar la información en diferentes niveles de agregación y en múltiples dimensiones.

Por ejemplo, en un departamento de venta se necesitaría analizar la venta de productos por industria, por período, por cliente o tipo de cliente y por región geográfica. Los usuarios pueden realizar este análisis al más alto nivel agregado o al más alto nivel de detalle. OLAP permite estas funciones y algunas más, con flexibilidad para descubrir relaciones y tendencias que otras herramientas menos flexibles no pueden.

KPI (Indicador clave de rendimiento)

Los KPI o indicadores clave de desempeño son medidas financieras o no financieras que se utilizan para medir el cumplimiento de metas previamente establecidas, a menudo forman parte del plan estratégico de una organización y reflejan el desempeño de la organización en un período determinado; Los KPI se utilizan en diferentes áreas del negocio, incluidas compras, ventas, logística, servicio y atención al cliente.

De acuerdo a (Buglioni & Contreras, 2018) al implementar esos indicadores, existen diversos beneficios, entre los que destacan:

- Precisión en la toma decisiones.
- Dashboards o cuadros de mando para una vista de "panorama general" de toda la información disponible.
- Proveen información necesaria para gestionar los procesos más rápido.

Windows 10

Es un sistema operativo desarrollado por Microsoft como parte de la familia Windows NT.5, la compañía lo anunció en 2014 y lo lanzó al público en julio de 2015. La edición de Windows 10 es una versión Super completa diseñada para todo el producto Microsoft línea como: portátiles, tabletas, smartphones, Xbox One, etc. (Adrián, 2019)

Windows 10 tiene una interfaz orientada a dispositivos que tiene la empresa, una orientada al ratón y la otra orientada a dispositivos táctiles. Estas dos interfaces cuentan con un menú de inicio muy similar al de Windows 7, además, se ha integrado un sistema de escritorio virtual, navegador Microsoft Edge y vista de tareas, entre otras aplicaciones nuevas.

Visual Basic

Uno de los lenguajes más conocidos es Visual Basic, desarrollado en 1991 por Alan Cooper para Microsoft, este paquete permite programar contenidos gráficos por ordenador de forma sencilla y accesible.

Este lenguaje de programación se creó con el objetivo de proporcionar a los programadores de computadoras un conjunto de utilidades simple y accesible. Esta es la razón por la que Visual Basic puede ser utilizado y entendido fácilmente tanto por profesionales como por usuarios novatos. Está establecido en el dialecto BASIC, pero con nuevos componentes que ayudan a adaptarlo a los lenguajes informáticos modernos. Además, Visual Basic también es un lenguaje de programación dirigido por eventos que permite una mayor operatividad y mejores resultados. (Bembibre, 2009)

Microsoft SQL Server

Es uno de los principales sistemas de gestión de bases de datos relacionales del mercado, que sirve a una amplia gama de aplicaciones de software para operaciones comerciales y análisis del entorno empresarial. (Darias Pérez, 2021)

Este sistema cuenta con varias características, en las que podemos destacar:

- Escalabilidad y seguridad

- Soporte de transacciones
- Permiso de administrar información de otros servidores
- Tiene modo cliente-servidor

Microsoft SSIS (SQL Server Integration Services)

Es un componente de la plataforma SQL Server que nos proporciona una herramienta ETL (Extract, Transform, Load) que nos permite recolectar datos de fuentes heterogéneas, transformarlos en datos compatibles con nuestras reglas de negocio e integrarlos en nuestro datawarehouse.

SSIS Integration Services integra un entorno de desarrollo gráfico completo que está en Visual Studio. Cada proceso constituye una tarea y tiene puntos de conexión que permiten la creación de un flujo de trabajo entre todas las tareas, con asociaciones especiales para la captura y manejo de errores.

Microsoft Analysis Services

Es una herramienta de datos analíticos que se utiliza para brindar soporte BI y soluciones de apoyo a la toma de decisiones, Analysis Services brinda datos analíticos para crear: aplicaciones cliente como Excel, informes comerciales, informes de Reporting Services, entre otras herramientas de BI.

Power BI

Power BI es una herramienta que se utiliza primordialmente para crear paneles que respalden la toma de decisiones. La información se puede actualizar de forma automática o manual y permite compartir informes a través de la propia herramienta.

Power BI contiene una variedad de informes y paneles que le permiten ver la información de diferentes formas, y lo más importante es poder comprender la información y ayudar al usuario final a tomar decisiones. En la figura 8, se presenta la arquitectura de esta herramienta.

De acuerdo a (Microsoft, 2019) se presentan algunos beneficios al utilizar esta herramienta:

- Información con predicciones y tendencias

- Informes interactivos
- Interfaz amigable y fácil de usar

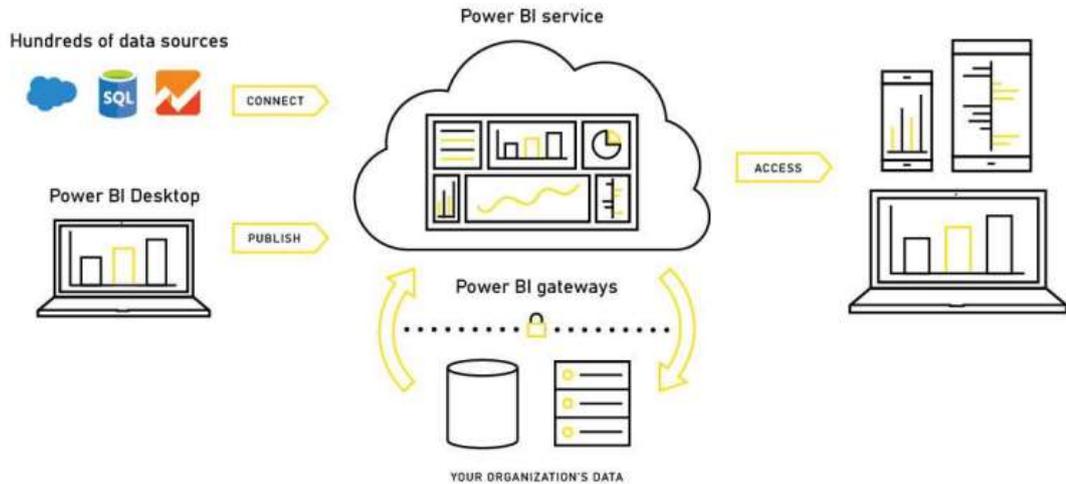


Figura 8. Arquitectura de Power BI
Fuente: (Microsoft, 2019)

1.4.3. Marco Referencial

El uso de la metodología de cubos OLAP ha ido en aumento en la última década, ya que es una nueva opción para poder manejar un amplio volumen de datos y a la vez realizar un análisis de estos, en un tiempo considerablemente menor y con más detalles, por esta y muchas más ventajas es que esta metodología emergente se ha posicionado como la favorita para los expertos en análisis de datos, también es usada para fines comerciales por parte de las PYMES ya que ayuda a tener un mejor control sobre todos los datos importantes para la empresa, por eso es que esta metodología es la que se usara para poder cumplir con el objetivo del proyecto.

A continuación, se presentarán dos proyectos que decidieron implementar esta metodología en sus proyectos.

En la Universidad Estatal de Milagro se han presentado varios proyectos enfocados a la implementación de la metodología de los cubos OLAP orientado al manejo de información de comerciales, como es el caso de Jara Viviana y Guijarro Daysi, los cuales proponen el diseño de un cubo OLAP para la empresa DISJEVISA S.A. orientada para el área de ventas, la cual buscó mejorar la manera en que se manejaba la información, ya que al tener una base de datos transaccional esta no proporcionaba

la información necesaria causando así inconvenientes en el análisis de la misma. (Jara & Guijarro, 2020)

Otro proyecto que de igual manera decidió usar la metodología del cubo OLAP como base principal, fue Diego Gallardo de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Sede Latacunga, el cual realizó el análisis e implementación de un sistema de administración orientada a proyectos teniendo como base de funcionamiento el uso de cubos de información para la empresa “Babel Software”, quien tenía como objetivo buscar una manera óptima de tratar la información y hacer un cambio de metodologías, desde OLTP (Procesamiento transaccional) a OLAP (Procesamiento analítico), esperando ver una mejora significativa en la información y el análisis de la misma. (Gallardo, 2012)

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

2.1. Metodología CRISP-DM

Para desarrollar una tecnología en un negocio es necesario utilizar una metodología, debido a que permiten llevar una secuencia de etapas de forma ordenada y eficiente. En el caso de este proyecto que tiene como objetivo desarrollar una solución de inteligencia de negocios (Cubo OLAP) una de las metodologías que ha tenido mucho apoyo por empresas privadas y públicas es CRISP-DM, la cual se decidió utilizar debido a que presenta un enfoque dinámico, cíclico y bidireccional, con un conjunto de tareas que afirman que el proyecto se desarrolle en base a los requerimientos y objetivos que se han planteado con anterioridad. En la figura 9 se presenta la estructura de la metodología CRISP-DM.

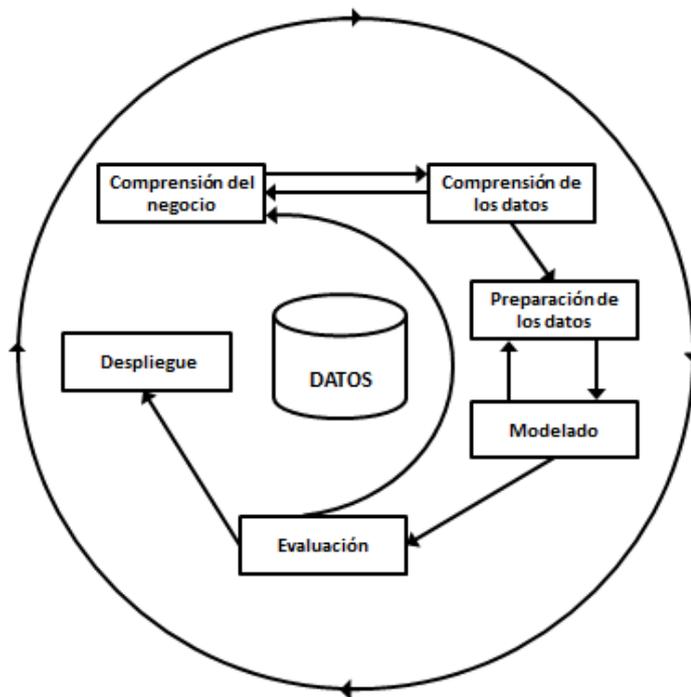


Figura 9. Estructura CRISP-DM

Fuente: (Gallardo Arancibia, 2017)

A continuación, se describen cada una de las fases en que se divide CRISP-DM:

2.2. Fase 1. Comprensión del negocio

2.2.1. Determinar los objetivos del negocio

El objetivo principal de este proyecto para el negocio es realizar una solución de inteligencia de negocios que permita efectuar una analítica de datos profunda para que el negocio pueda analizar, evaluar y tomar decisiones eficientes en el área de estudio (Inventario). De manera que, proporcione informes estructurados que capten los movimientos de este departamento y ayuden a los usuarios a la toma de decisiones.

Contexto

En cuanto a la situación del negocio, al principio de este proyecto se indicó que el área de inventarios cuenta con datos históricos de sus movimientos guardados en tablas de Excel. Por lo tanto, al no existir una base de datos no posee un estudio profundo y estructurado que permita realizar procesos analíticos sobre los movimientos de inventario.

Objetivos del negocio

Como se ha mencionado anteriormente, los objetivos de negocio son los procesos analíticos que permitan evaluar los datos y tendencias en el departamento de inventario en cuando a sus movimientos. Se pueden realizar varios procesos en función de las necesidades del negocio, pero en este proyecto se definieron los siguientes objetivos:

- Realizar procesos analíticos de los datos históricos de inventario.
- Realizar estudios en base a los datos de la rotación de inventario.
- Realizar análisis acerca de la duración de un producto dentro de bodega.

Estos informes pueden ser muy útiles para los usuarios al momento de adquirir más productos o conocer la situación actual de bodega, entre otros aspectos que permitirá al negocio mejorar su situación actual.

2.2.2. Evaluación de la situación de negocio

Se cuenta con información registrada en tablas de Excel, las cuales tienen información detallada acerca del departamento de inventario, desde el año de 2017 hasta la actualidad. La empresa únicamente nos dio información acerca de los movimientos de inventario, de manera que nos permite conocer los siguientes datos:

- Nombres de productos
- Nombres de proveedores
- Cantidad de entrada y salida de productos
- Cantidad y costo unitario de productos

Inventario de recursos

En cuanto a los recursos de software se dispone de ciertas herramientas para realizar el proyecto en cuestión. En este caso se utiliza SQL Server para almacenar los datos que se obtienen por medio de las tablas de Excel proporcionadas por la empresa; Visual Basic, para realizar los procesos de ETL (Extracción, Transformación y Carga) y por último Power BI, programa donde se efectúa la solución final de inteligencia de negocios.

Del mismo modo, en cuanto a los recursos de hardware se dispone de un ordenador de sobremesa con las siguientes características:

- Marca: Acer Inc.
- Procesador: Intel(R) Core (TM) i5-3450 CPU @ 3.10GHz 3.10 GHz
- Memoria RAM: 8,00 GB
- Capacidad de almacenamiento: 341 GB
- Sistema operativo: Windows 10 Home

Costes y beneficios

Los datos de este proyecto no suponen ningún coste adicional ya que estos datos pertenecen al negocio, y únicamente estamos haciendo uso de esa información y desarrollando una solución de negocios que permita optimizar esa información ya registrada.

En cuanto a los beneficios, no se puede decir que este proyecto genere algún beneficio económico al negocio, pero si se puede suponer que, al mejorar el proceso analítico de los datos de inventario, la empresa tenga un mejor manejo de los productos que ingresan y salen de bodega, e inclusive mejorara el proceso de la toma de decisiones.

2.2.3. Determinar los objetivos de minería de datos

Los objetivos que se han planteado en función a la analítica de datos son:

- Determinar el costo de inventario anual y mensual mediante los datos históricos.
- Determinar el tiempo de duración de productos en bodega.
- Identificar que productos tienen más rotación de inventario anual y mensual.

Criterios de éxito de minería de datos

Se establece un criterio de éxito desde el punto de vista de la minería de datos, como la posibilidad de efectuar el proceso analítico y predictivo deseado con un porcentaje del 80%. Este grado de confiabilidad será determinado por la solución de negocios que se presente al final del proyecto.

2.2.4. Plan del proyecto

Para facilitar la organización del proyecto y estimar el tiempo que llevara su desarrollo, se plantearon las siguientes etapas:

Tabla 1. Plan de proyecto

	Plan de proyecto	Tiempo
Etapa 1	Revisión y evaluación de las inconsistencias de los datos.	5 horas
Etapa 2	Mapeo de información para crear las tablas dimensionales y la tabla de hechos.	2/3 horas
Etapa 3	Elaboración del Datamart.	1 hora
Etapa 4	Realizar la migración de datos por medio del proceso ETL (Extracción, Transformación y Carga)	8 horas
Etapa 5	Desarrollo del cubo OLAP	1/2 horas
Etapa 6	Realización de KPI (Indicadores Clave de Desempeño)	4 horas
Etapa 7	Producción de informes en función de los objetivos de negocio en Power BI.	1 semana

Fuente: Autores

Evaluación inicial de herramientas y técnicas

Las herramientas que se utilizaron para la realización del proyecto son Microsoft SQL Server, donde efectuamos las consultas para la migración de datos, luego en Visual Basic se utilizan específicamente los componentes de SQL Server Integration Services (SSIS) que permite realizar el proceso ETL y SQL Server

Analysis Services (SSAS) para el desarrollo del cubo OLAP. En cuanto a la realización del portafolio de informes se utilizó la herramienta de visualización denominada Power BI.

2.3. Fase 2. Comprensión de los datos

2.3.1. Recolección de datos iniciales

Los datos utilizados en este proyecto son datos referentes al departamento de inventario en el que se incluyen los siguientes datos:

- Códigos, nombres y categorías de los productos
- Códigos, nombres y tipos de proveedor
- Existencias máximas y mínimas
- El valor de stock o existencias
- Movimientos en bodega
- Cantidad de entrada del producto
- Cantidad de salida del producto
- El valor unitario por producto
- Fecha de ingreso y salida.

2.3.2. Descripción de los datos

En este apartado se describen de forma detallada la estructura y el formato de los campos que se tienen en las tablas de Excel iniciando con:

- Al referirse al termino código o identificador, se describe un campo de tipo numérico que identifica y es único para cada producto.
- Nombres, tipos y categorías, son campos alfanuméricos que representan la descripción de un producto o proveedor con una longitud máxima de 255 caracteres.
- Existencias, es un campo numérico que representa el valor total de productos en inventario.
- Valor unitario, es un campo numérico que representa el precio por unidad de un producto.
- Fecha, es un campo de tipo fecha que indica la fecha en la que se registra una entrada o salida de productos en inventario.

2.4. Fase 3. Preparación de los datos

En esta etapa se recolectan los datos finales antes de aplicar los modelos a través de los cuales se establece el conjunto de datos sobre los que se trabajó, principalmente para obtener datos limpios y completos, con la condición de que, se registre toda la información disponible de las tablas de Excel. Luego se realizó un análisis para normalizar estos datos y construir un modelo transaccional.

Según los datos que fueron otorgados por la empresa, se definieron las tablas que integran el modelo transaccional en lo siguiente:

- Producto
- Proveedor
- Tipo de Proveedor
- Bodeguero
- Bodega
- Categoría
- Marca
- Movimiento
- Inventario

Del mismo modo, es importante mencionar que se deben realizar diversos procesos para la creación del modelo que van desde la identificación de entidades y atributos y sus relaciones y cardinalidad.

2.5. Fase 4. Modelado

En esta etapa, se escogieron las técnicas más apropiadas para realizar diversos pasos necesarios para la elaboración del datamart y cubo olap, entre los siguientes:

- Se desarrolló una técnica por medio de la herramienta SQL Server que realizó la limpieza de datos, es decir, eliminar formatos incorrectos en las tablas, campos vacíos y nulos, entre otros que podían afectar la migración de datos.
- Luego, la migración de datos se realizó en la herramienta Visual Basic, utilizando el componente de Integration Services.

- Finalmente, se fijó una técnica para la creación del cubo olap, por medio de Visual Basic usando el componente Analysis Services, el cual permite describir las dimensiones, tabla de hechos y la jerarquía para el análisis de datos.

2.6. Fase 5. Evaluación

Durante esta fase de la metodología se intenta evaluar los modelos generados, pero esta vez la evaluación se hace desde el punto de vista de los objetivos de negocio. Una vez realizada esta evaluación, se debe decidir si se han logrado los objetivos y, si se logran, se puede pasar a la siguiente fase, si no se identifican los factores que podrían pasarse por alto, omitir y reconsiderar el proceso.

2.6.1. Evaluar los resultados

En este caso, para determinar si los indicadores, filtros y predicciones son aceptadas y cumplen con los objetivos del negocio se deben evaluar los modelos realizados en la herramienta de Power BI. De manera que, realizamos una evaluación en función de las métricas obtenidas a través de la herramienta.

- En el primer objetivo de negocio se estableció realizar procesos de análisis con los datos históricos de inventario. En ese caso, el primer modelo es factible debido a que permite al usuario conocer la visión general de la situación actual de ese departamento con datos mensuales y anuales de su actividad comercial, además de permitir filtrar información por diversos ítems como producto, proveedor, ciudad, entre otros.
- En el segundo objetivo de negocio se planteó realizar predicciones con el indicador de rotación de inventario, en ese caso el modelo propuesto también es aceptable, debido a que ofrece al usuario un gráfico donde indica el producto que posiblemente rotara en el siguiente mes o año dependiendo de lo que el usuario necesite.

CAPÍTULO 3

3. PROPUESTA DE SOLUCIÓN

3.1. Tema

Desarrollo de un cubo olap para el análisis de la información en el área de inventarios del comercial El Favorito en el cantón de Puebloviejo.

3.2. Descripción de la propuesta

Esta propuesta de solución tiene como objetivo principal desarrollar una solución de inteligencia de negocios como herramienta que facilite los procesos analíticos y toma de decisiones del comercial El Favorito de la ciudad de Puebloviejo, el cual consiste en el procesamiento, limpieza y presentación de los datos obtenidos ya procesados y mostrados como información consolidada lista para su análisis. El área en que se va a desarrollar esta solución, es la de inventarios, ya que de este departamento depende la administración de los productos que tiene la empresa.

Para la realización de esta propuesta, se desarrolló una base de datos transaccional con la información requerida, que después ayudaría a llegar al modelo multidimensional. Para ello, se ejecutaron paquetes de migración desde la base de datos transaccional hasta el datamart creado en Visual Basic (Integration Services), posterior a eso se creó el cubo olap empleando la herramienta de Analysis Services y finalmente la creación de los informes utilizando la herramienta de visualización de Power BI.

3.3. Especificaciones técnicas

3.3.1. Fuente de datos

La empresa proporcionó información de este departamento en archivos de Excel, de manera que la información necesitaba de una normalización y un estándar que elimine redundancia e inconsistencia de los datos. Además, que para realizar un cubo olap, se necesita primordialmente una base de datos transaccional, entonces con la información otorgada se procedió a realizar la normalización y construcción de la base de datos en SQL Server. La figura 10 muestra este proceso.

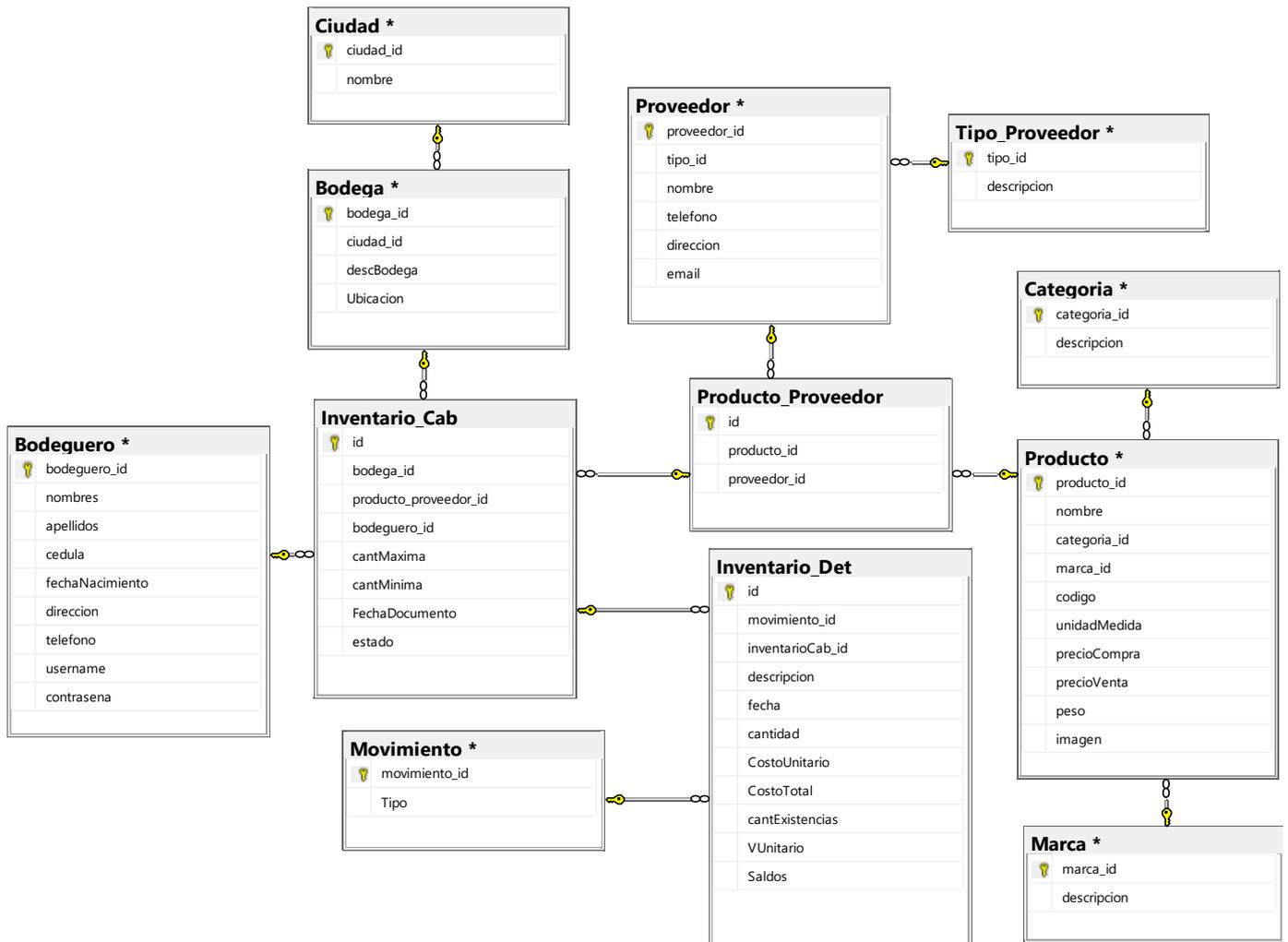


Figura 10. Modelo transaccional de la base de datos de Inventario
Fuente: Autores

El modelo transaccional consta de entidad y cada una de ellas con sus respectivos atributos, en la siguiente table se explica detalladamente lo que contiene cada entidad:

Tabla 2. Entidades y atributos

Tabla	Descripción	Atributos
Bodeguero (Tabla maestra)	Almacena información de los bodegueros.	bodeguero_id bigint , nombres nvarchar(50) , apellidos nvarchar(50) , cedula nvarchar(10) , fechaNacimiento date , direccion nvarchar(255) , telefono nvarchar(10) , username nvarchar(40) , contraseña nvarchar(255)
Bodega (Tabla maestra)	Almacena información de las bodegas.	bodega_id bigint , ciudad_id bigint , descBodega nvarchar(50) ,

		ubicacion nvarchar(255)
Ciudad (Tabla paramétrica)	Almacena información de las ciudades.	ciudad_id bigint , nombre nvarchar(255)
Movimiento (tabla maestra)	Almacena información de los movimientos de inventario.	movimiento_id bigint , tipo nvarchar(15)
Inventario_Cab (Tabla transaccional)	Contiene la cabecera de información de inventario.	id bigint , bodega_id bigint , bodeguero_id bigint , cantMaxima int , cantMinima int , fechaDocumento date , estado bit
Proveedor (Tabla maestra)	Contiene información de los proveedores.	proveedor_id bigint , tipo_id bigint , nombre nvarchar(255) , telefono nvarchar(255) , direccion nvarchar(255) , email nvarchar(255) ,
Tipo_Proveedor (Tabla paramétrica)	Almacena información de los tipos de proveedores.	tipo_id bigint , descripcion nvarchar(255)
Inventario_Det (Tabla transaccional)	Contiene información del detalle de inventarios y los valores cuantitativos.	id bigint , inventarioCab_id bigint , movimiento_id bigint , descripcion nvarchar(255) , fecha date , cantidad int , CostoUnitario float , CostoTotal decimal(10,2) , cantExistencias int , VUnitario float , Saldos decimal(10,2)
Producto (Tabla maestra)	Almacena información de los productos.	Product_id bigint , categoria_id bigint , marca_id bigint , nombre nvarchar(255) , codigo nvarchar(255) , unidadMedida nvarchar(255) , precioCompra float , precioVenta float , peso nvarchar(20) , imagen nvarchar(255) ,
Categoría (Tabla paramétrica)	Almacena información de las categorías del producto.	tipo_id bigint , descripcion nvarchar(255)
Marca (Tabla paramétrica)	Almacena información de las marcas del producto.	tipo_id bigint , descripcion nvarchar(255)

Fuente: Autores

3.3.2. Datamart

Para la construcción del Datamart, se utilizó el modelo transaccional de inventario desarrollado en base a la información otorgada por la empresa en archivos de Excel. Es importante mencionar que la base transaccional es un pilar fundamental para desarrollar el modelo multidimensional, este último se realizó usando una metodología de estrella debido a que es el esquema más apropiado para el rendimiento de consultas y procesamiento de resultados.

Se realizó el mapeo de la información para las tablas del modelo transaccional, y de esa manera elegir las tablas necesarias que aportan relevancia para el datamart y desnormalizar la base obteniendo un modelo obtenido para el proceso de inventario. En la tabla 3 se evidencian las tablas dimensionales, la tabla de hechos y sus atributos.

Tabla 3. Mapeo de información

Tablas	Descripción de atributos
	<p>Dim_Producto</p> <p>ProductId (PK) Nombre Categoria Marca Unidad</p>
	<p>Dim_Bodega</p> <p>BodegalId (PK) descripcion</p>
	<p>Dim_Movimiento</p> <p>MovimientId (PK) Tipo</p>

<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Bodeguero</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> bodeguero_id</td></tr> <tr><td>nombres</td></tr> <tr><td>apellidos</td></tr> <tr><td>cedula</td></tr> <tr><td>fechaNacimiento</td></tr> <tr><td>direccion</td></tr> <tr><td>telefono</td></tr> <tr><td>username</td></tr> <tr><td>contrasena</td></tr> </tbody> </table>	Bodeguero		 bodeguero_id	nombres	apellidos	cedula	fechaNacimiento	direccion	telefono	username	contrasena	<p align="center">Dim_Bodeguero</p> <p>Bodeguerold (PK) Nombres Cedula Edad</p>		
Bodeguero														
 bodeguero_id														
nombres														
apellidos														
cedula														
fechaNacimiento														
direccion														
telefono														
username														
contrasena														
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Proveedor</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> proveedor_id</td></tr> <tr><td>tipo_id</td></tr> <tr><td>nombre</td></tr> <tr><td>telefono</td></tr> <tr><td>direccion</td></tr> <tr><td>email</td></tr> </tbody> </table>	Proveedor		 proveedor_id	tipo_id	nombre	telefono	direccion	email	<p align="center">Dim_Proveedor</p> <p>ProveedorId (PK) Nombre Telefono Direccion Email</p>					
Proveedor														
 proveedor_id														
tipo_id														
nombre														
telefono														
direccion														
email														
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Inventario Cab</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> id</td></tr> <tr><td>bodega_id</td></tr> <tr><td>producto_proveedor_id</td></tr> <tr><td>bodeguero_id</td></tr> <tr><td>cantMaxima</td></tr> <tr><td>cantMinima</td></tr> <tr><td>FechaDocumento</td></tr> <tr><td>estado</td></tr> </tbody> </table>	Inventario Cab		 id	bodega_id	producto_proveedor_id	bodeguero_id	cantMaxima	cantMinima	FechaDocumento	estado	<p align="center">Dim_Tiempo</p> <p>Tiempold (PK) Dia Mes Anio</p>			
Inventario Cab														
 id														
bodega_id														
producto_proveedor_id														
bodeguero_id														
cantMaxima														
cantMinima														
FechaDocumento														
estado														
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Inventario Det</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> id</td></tr> <tr><td>movimiento_id</td></tr> <tr><td>inventarioCab_id</td></tr> <tr><td>descripcion</td></tr> <tr><td>fecha</td></tr> <tr><td>cantidad</td></tr> <tr><td>CostoUnitario</td></tr> <tr><td>CostoTotal</td></tr> <tr><td>cantExistencias</td></tr> <tr><td>VUnitario</td></tr> <tr><td>Saldos</td></tr> </tbody> </table>	Inventario Det		 id	movimiento_id	inventarioCab_id	descripcion	fecha	cantidad	CostoUnitario	CostoTotal	cantExistencias	VUnitario	Saldos	<p align="center">Hecho_Inventario</p> <p>Bodegald Productold ProveedorId Bodeguerold Movimientold Tiempold CantEntrada CantSalida CostoTotal</p>
Inventario Det														
 id														
movimiento_id														
inventarioCab_id														
descripcion														
fecha														
cantidad														
CostoUnitario														
CostoTotal														
cantExistencias														
VUnitario														
Saldos														

Fuente: Autores

Finalmente, luego del mapeo de la información, las tablas del modelo multidimensional ya han sido consolidadas en base a los conceptos necesarios para el departamento de estudio. En la tabla 4 se muestra el modelo multidimensional en esquema de estrella.

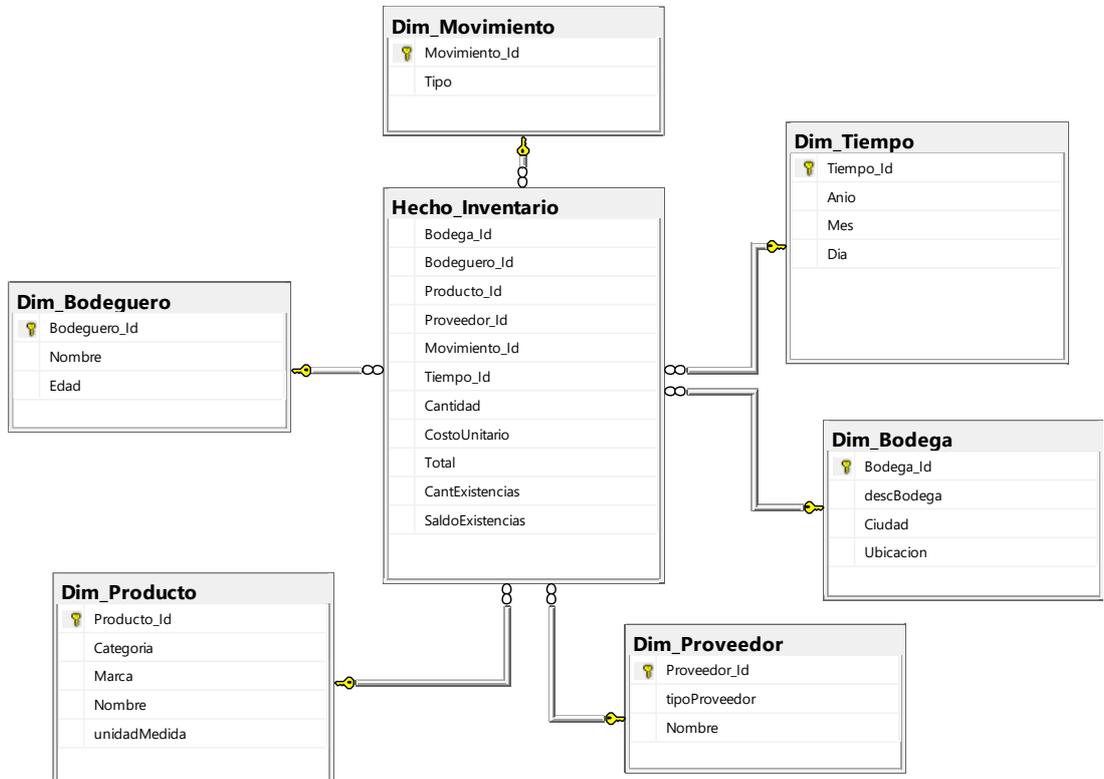


Figura 11. Modelo transaccional de la base de datos de Inventario
Fuente: Autores

3.3.3. Construcción de los paquetes de migración en Integration Services

En primer lugar, para realizar la construcción de los paquetes de migración debemos utilizar el componente de Visual Basic (Integration Services), una vez que se desarrolló un nuevo proyecto con este componente, se establecieron conexiones ADO.NET con la base de datos transaccional y con el Datamart en SQL Server, y también una conexión OLE DB con el Datamart para procesos de actualización. A continuación, se evidencian figuras con las conexiones a la base de datos.

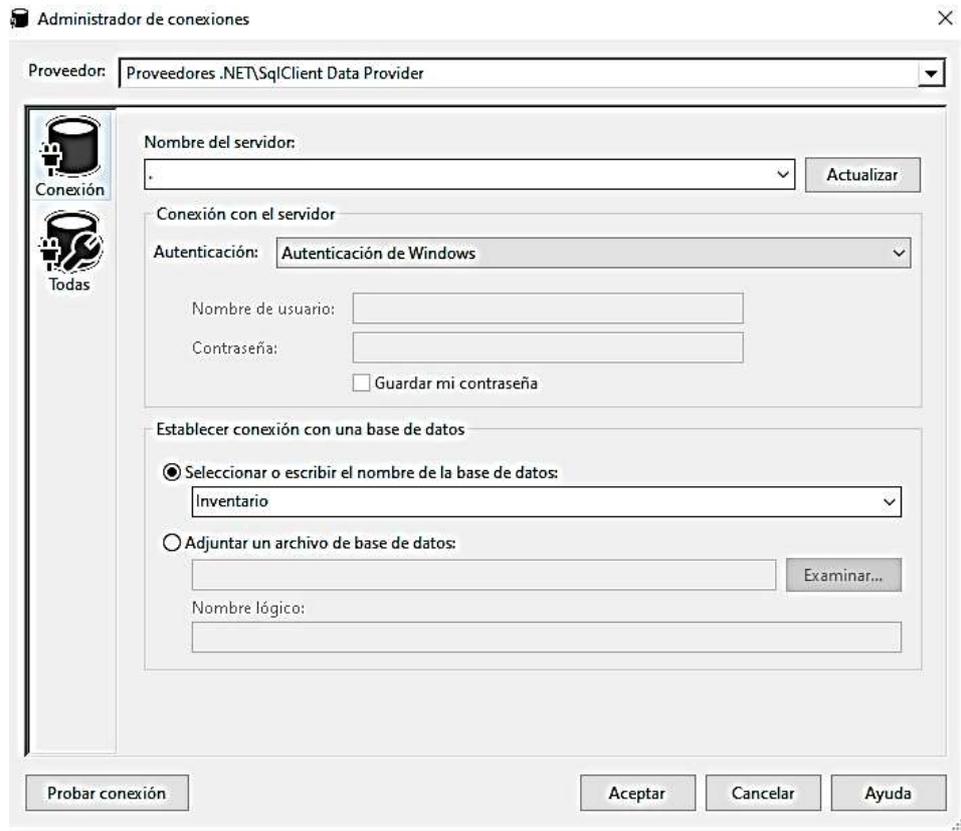


Figura 12. Conexión ADO.NET

Fuente: Autores

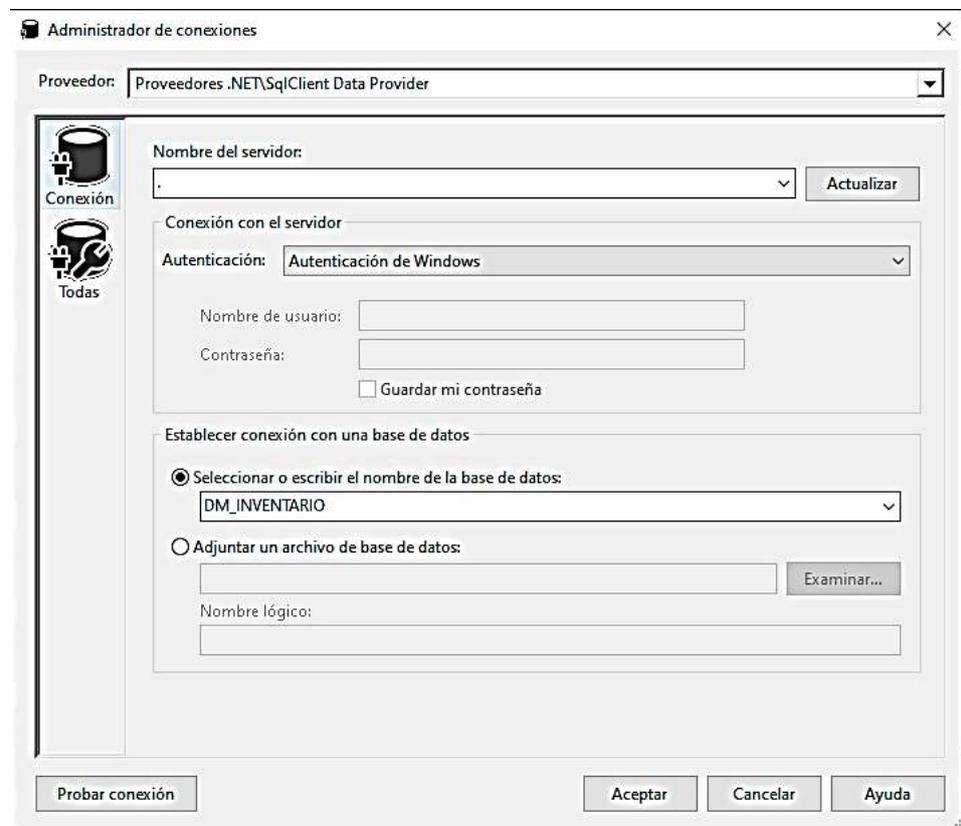


Figura 13. Conexión ADO.NET

Fuente: Autores

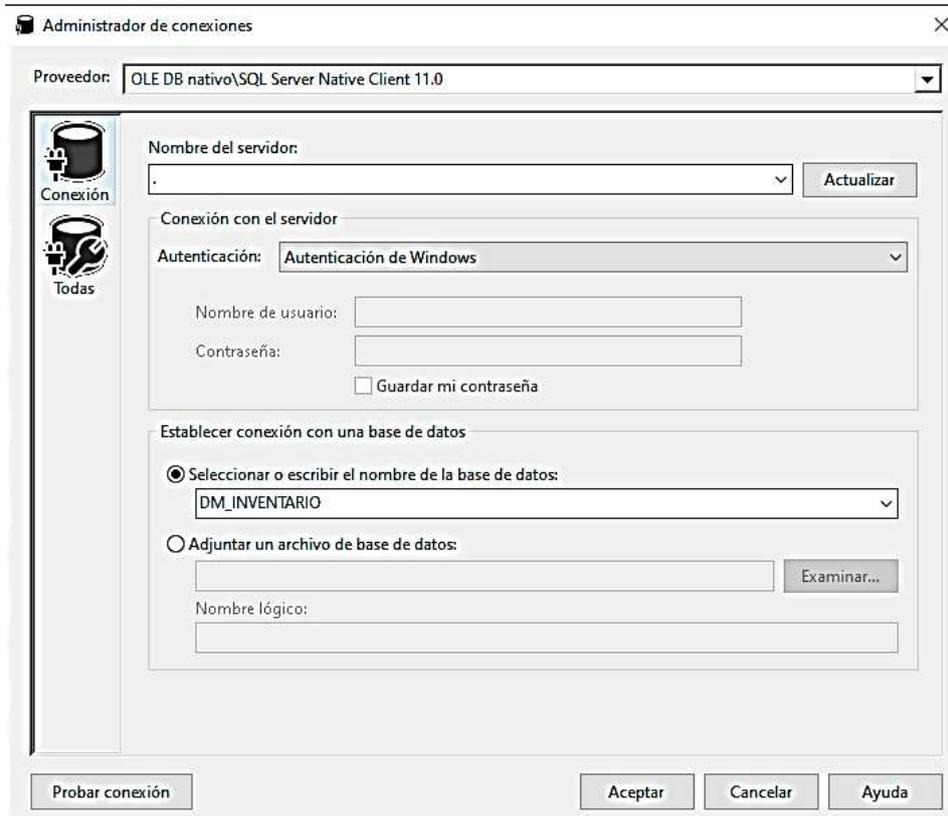


Figura 14. Conexión OLE DB con base de datos multidimensional
Fuente: Autores

Una vez que se realizaron las conexiones correspondientes para realizar el proceso de migración, se procede a diseñar tareas de flujo de control con sus respectivas tareas de flujos de datos de acuerdo a cada tabla que se definió en el Datamart. En la figura 15 se presenta el esquema de migración de todas las tablas dimensionales y la tabla de hechos.

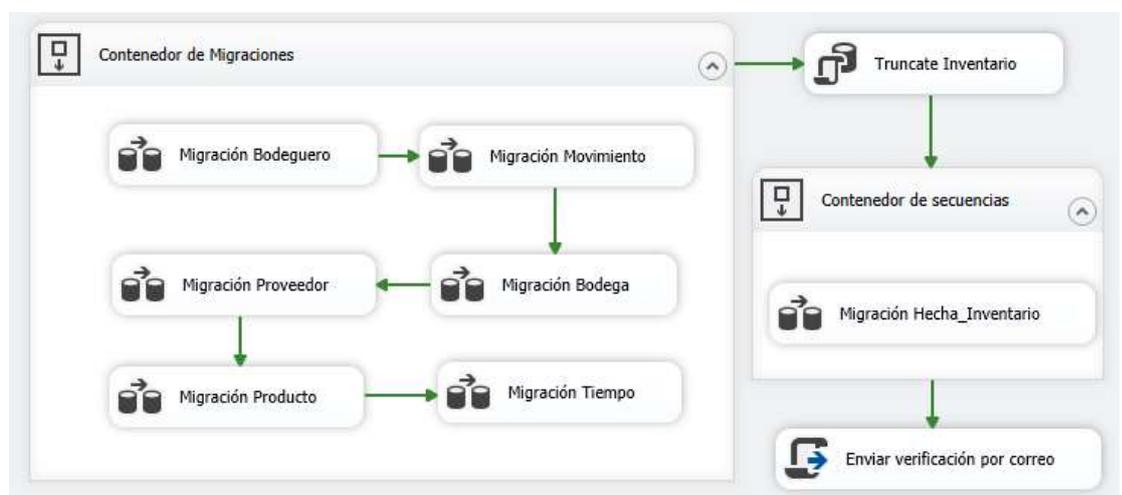


Figura 15. Paquetes de migración de datos
Fuente: Autores

Cada una de las tareas de flujo de control tiene sus respectivas tareas de flujo de datos, a continuación, se podrá observar donde se detallan las tareas desde el recuadro de origen donde se indica su conexión a la base de datos y la consulta¹ para cargar los datos que contenga dicha tabla en la base transaccional, asimismo se crea un origen con la base de datos multidimensional para guardar los nuevos registros que se hayan almacenado en la base transaccional. De esa manera para cada tabla que compone nuestro esquema multidimensional.

En la figura 16 se presenta el flujo de datos de la tabla de movimiento.

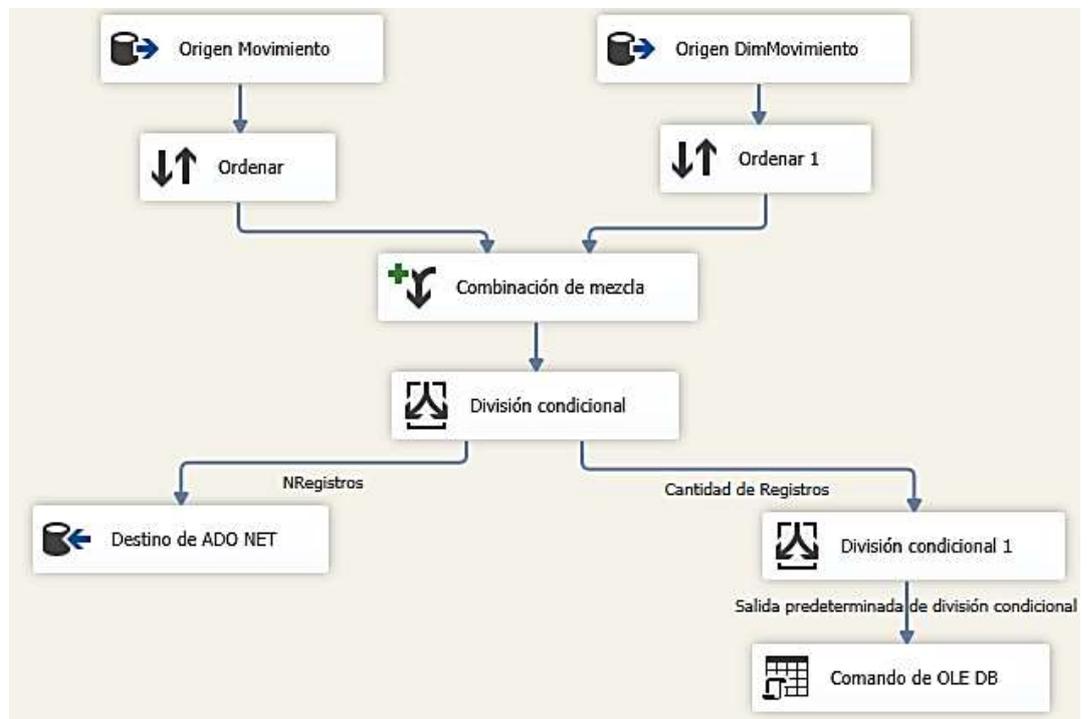


Figura 16. Flujo de datos de Movimiento
Fuente: Autores

En el primer recuadro denominado “Origen Movimiento” se establece dentro del editor de ADO.NET la conexión a la base de datos transaccional y la consulta SQL Server para cargar los datos. En la figura 17 se muestra el apartado de origen con los pasos detallados y en la figura 18, la vista previa de la consulta de datos.

¹ Consultas de SQL Server (Anexo 1)

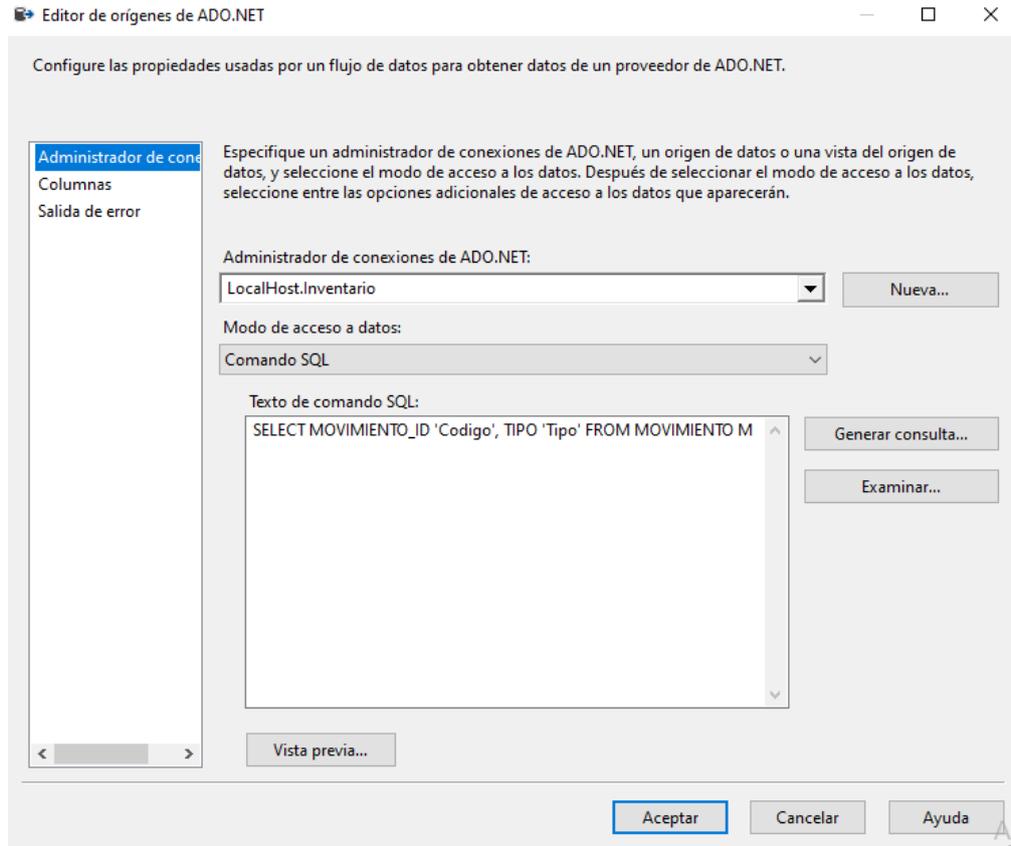


Figura 17. Recuadro Origen de Movimiento
Fuente: Autores

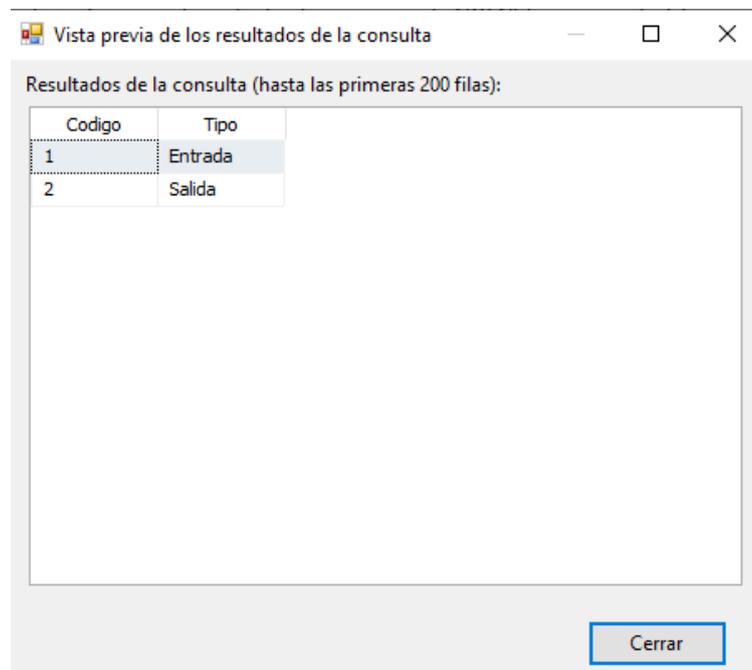


Figura 18. Vista previa de consulta de Movimiento
Fuente: Autores

Al igual que se realiza un proceso para conectar la base transaccional, en la figura 19 se realiza la conexión con la base multidimensional en el recuadro “Origen DimMovimiento” donde se detalla la instancia de conexión con la base DM_INVENTARIO y se realiza una consulta sencilla de SQL Server.

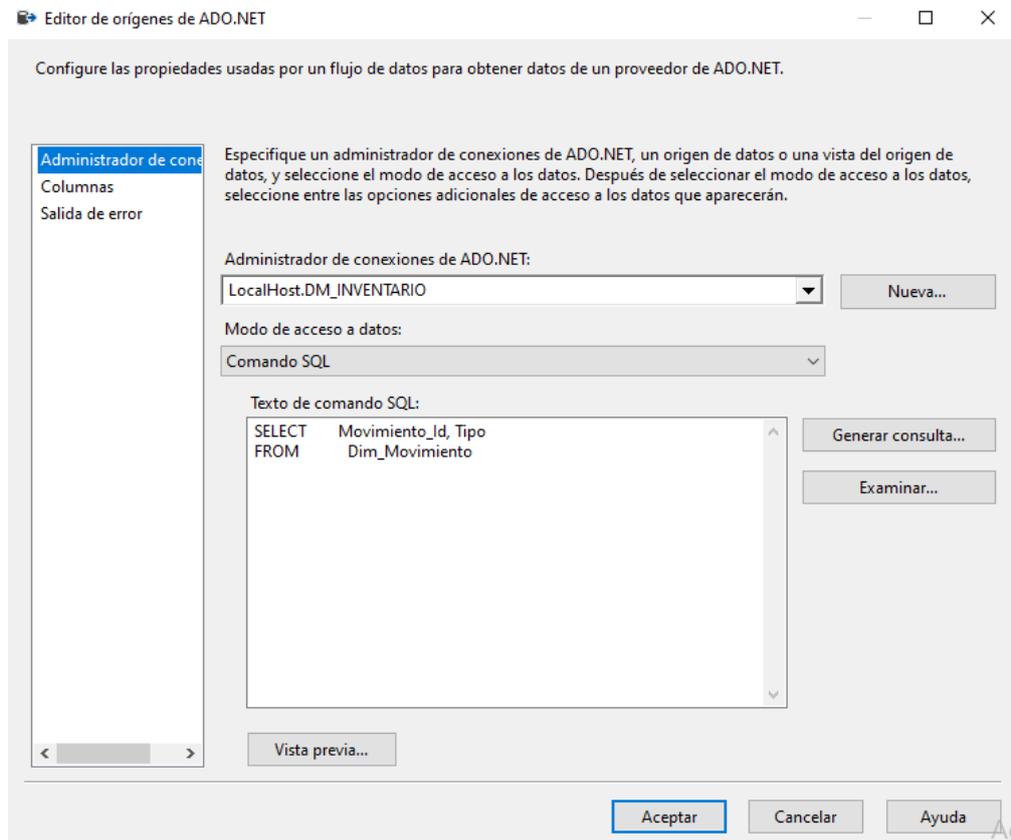


Figura 19. Recuadro Origen DimMovimiento
Fuente: Autores

Luego, se muestra la herramienta Ordenar que sirve propiamente como su nombre lo indica para ordenar las columnas y así tengan un criterio de ordenación al momento de transferir la información de una base a otra. En este caso, se especifica el identificador como columna de entrada y se establece un tipo de orden ascendente y criterio de uno a uno como se muestra a continuación en la figura 20.

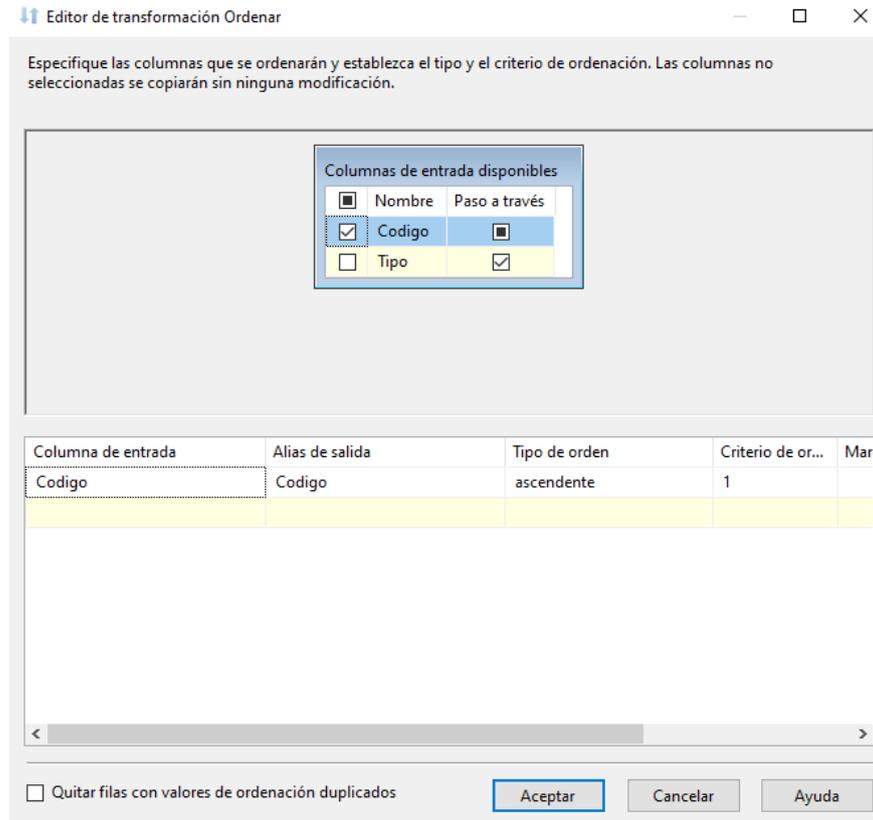


Figura 20. Recuadro Ordenar de Movimiento
Fuente: Autores

En la figura 21 se muestra el recuadro de combinación de mezcla, que sirve para combinar dos flujos de datos ordenados en uno mediante la combinación LEFT, INNER o FULL. En el caso de este procedimiento se usó la combinación externa completa o FULL para conseguir que se incluyan todas las filas de ambas tablas dependiendo de lo que correspondan, en la figura se definen los atributos de la tabla emisor y de la tabla receptora de los nuevos registros diferenciándose en el prefijo “Dim” para los nuevos registros al ejecutar la migración.

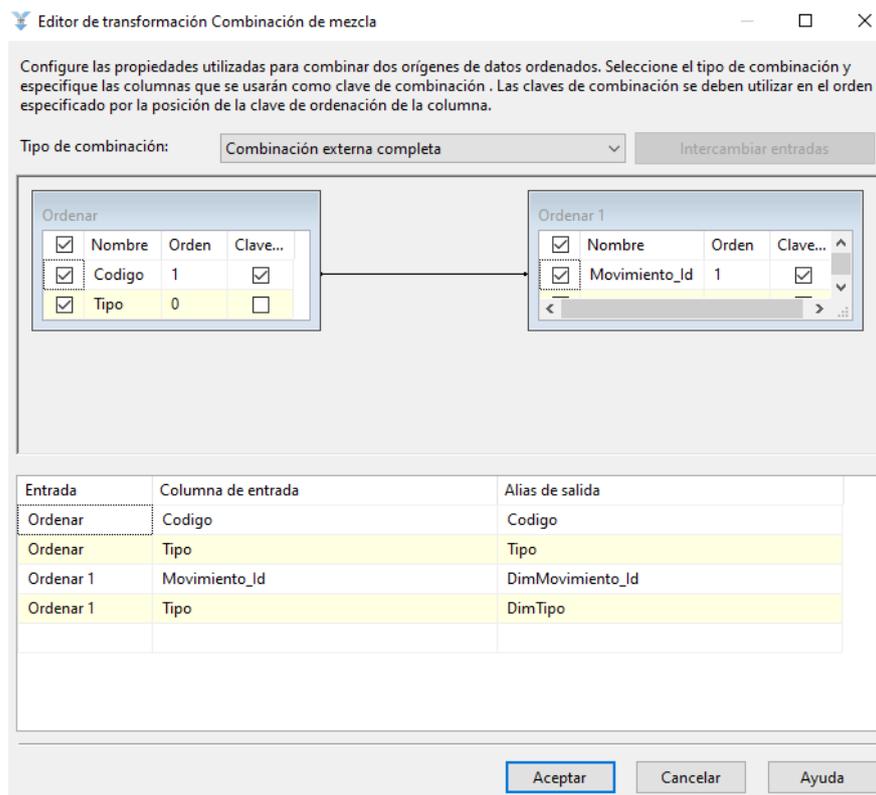


Figura 21. Recuadro Combinación de mezcla de Movimiento
Fuente: Autores

En la figura 22 se detalla el recuadro “División condicional”, en primer lugar, se detalla para el registro de nuevos datos con una orden de salida y una condición para ejecutar la migración. Mientras que en la figura 23 se especifica su salida o destino ADO.NET, donde se detalla la instancia de recepción de los datos que sería DM_INVENTARIO y la tabla Dim_Movimiento.

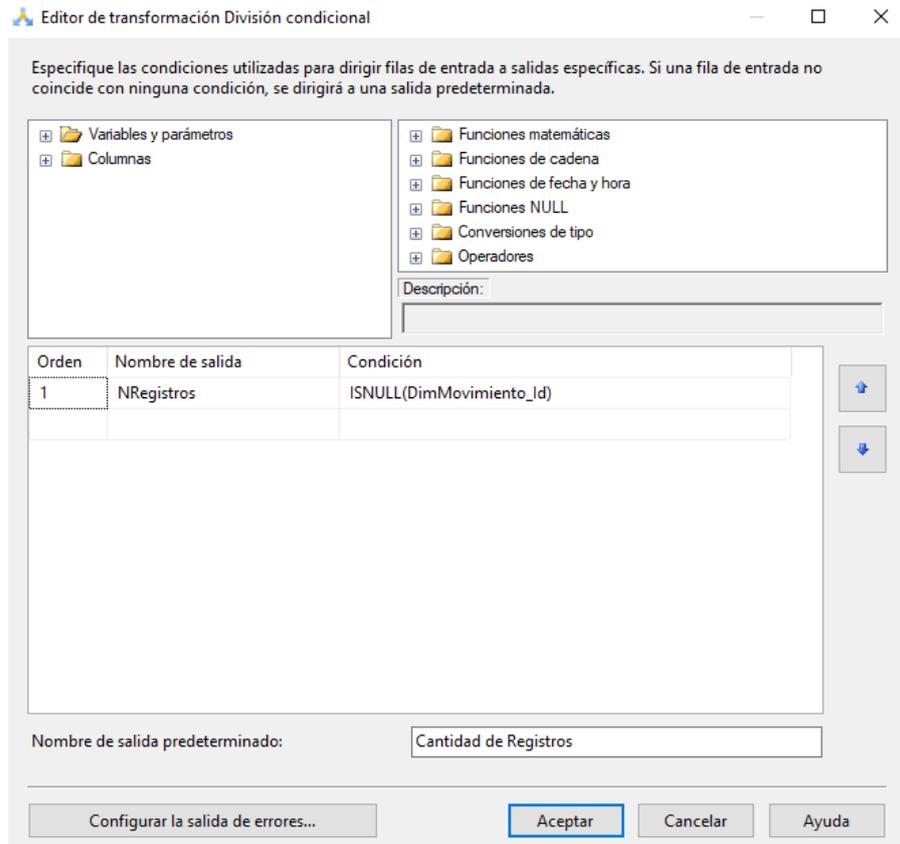


Figura 22. Recuadro de División condicional

Fuente: Autores

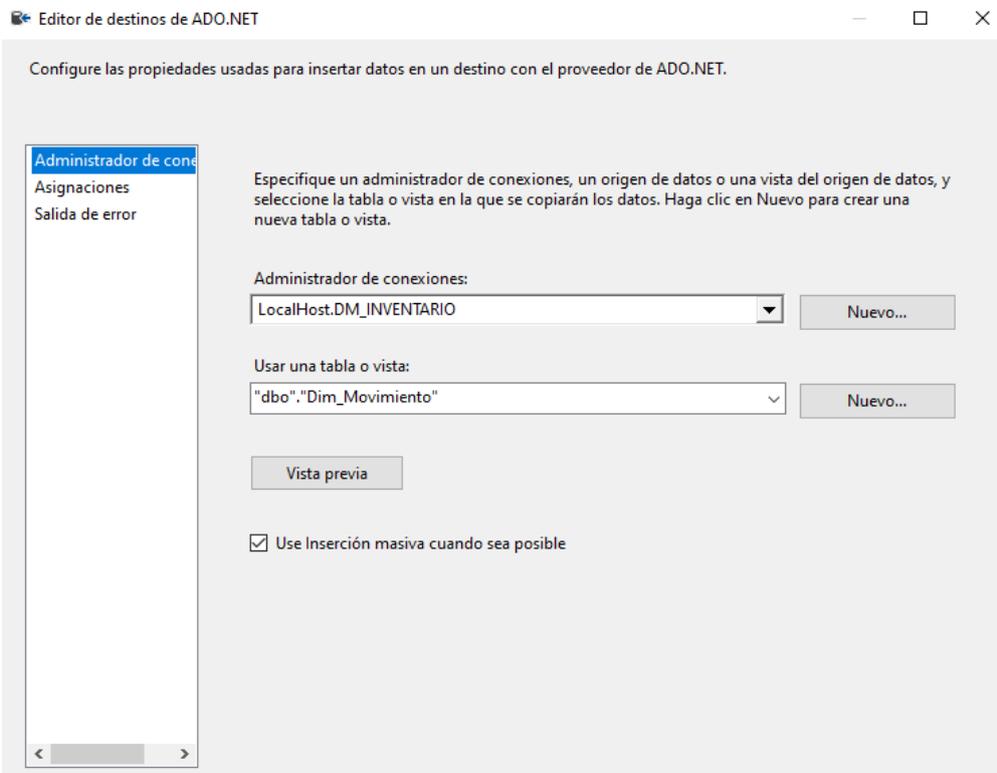


Figura 23. Destino ADO.NET de Movimiento

Fuente: Autores

Nuevamente se detalla un recuadro de “División condicional”, pero en este caso es para actualizar los registros, asimismo con una orden de salida y una condición para que se ejecute la migración. Obsérvese en la figura 24.

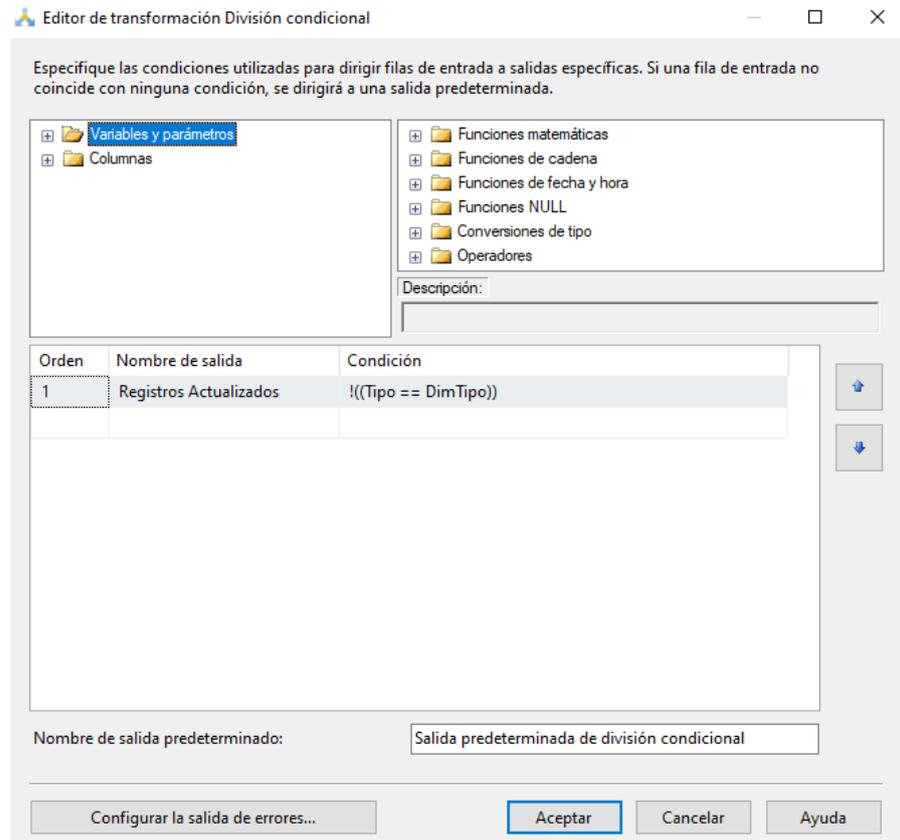


Figura 24. Recuadro División condicional para actualizar datos
Fuente: Autores

Como se puede observar, para realizar la actualización de registros se define una condición que permita identificar los registros similares y cuando detecte un cambio en la base transaccional se realice el cambio también en la base dimensional. De esa manera puede ir evaluando uno a uno los datos que han cambiado de una tabla a otra.

Al final se utiliza la herramienta “Comando de OLE DB” para ejecutar una sentencia de SQL para cada fila de un flujo de datos. Es decir, realiza el procedimiento para evaluar fila a fila los registros diferentes y actualizar la tabla receptora. En el editor del comando OLE DB se efectúa la instancia con una conexión OLE DB que se realizó posteriormente denominada DM_INVENTARIO1 y la asignación de columnas correspondientes.

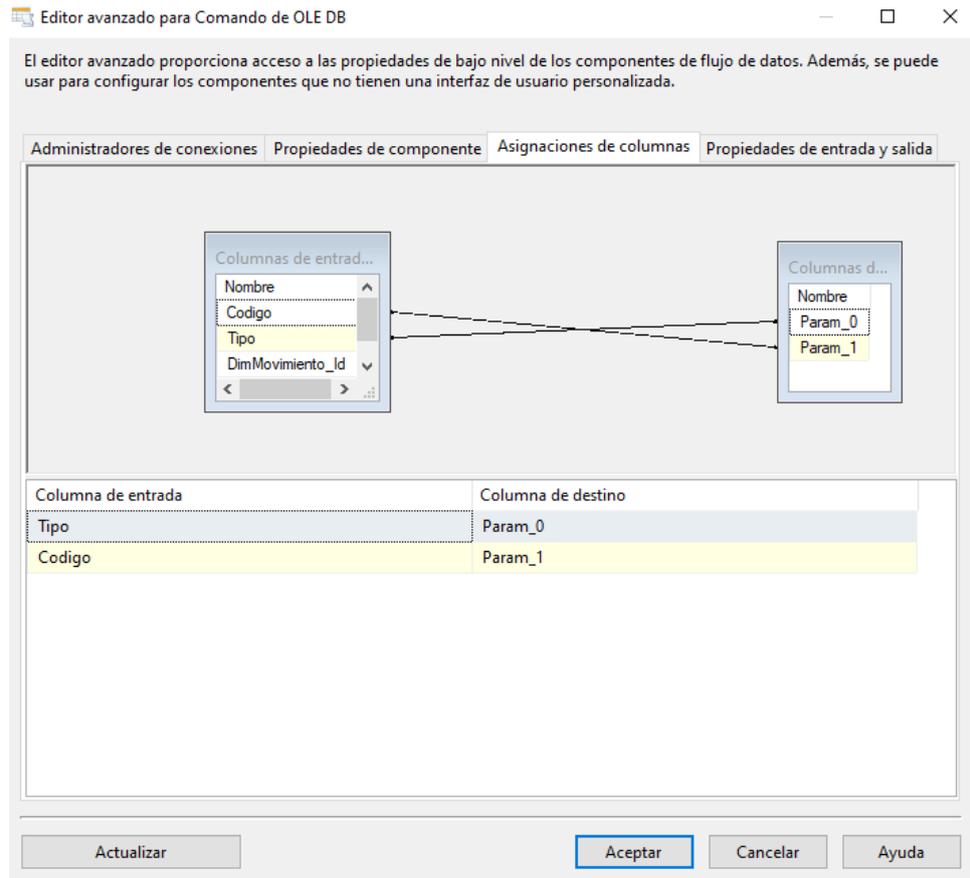


Figura 25. Recuadro Comando OLE DB para actualizar registros
Fuente: Autores

También es importante agregar que en el comando OLE DB, se debe agregar una sentencia SQL para la actualización. En la figura 26 se detalla la sentencia de movimiento.

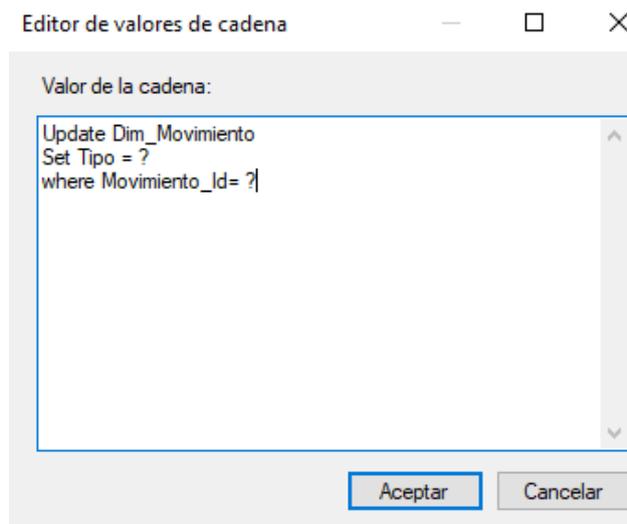


Figura 26. Sentencia SQL para actualizar datos en Movimiento
Fuente: Autores

Una vez que se ha explicado un paquete de migración de forma detallada, se procede a ubicar la estructura de los siguientes paquetes de migración.

En la figura 27 se muestra las tareas de flujo de datos de la tabla bodeguero.

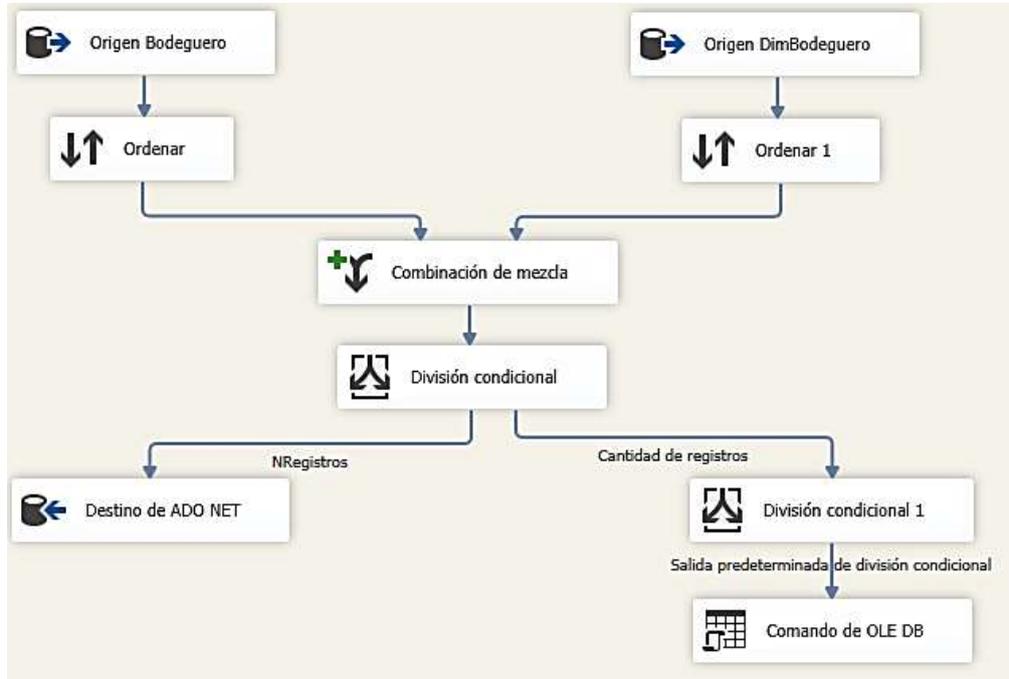


Figura 27. Flujo de datos de Bodeguero
Fuente: Autores

En la figura 28 se presenta el flujo de datos de la tabla de bodega.

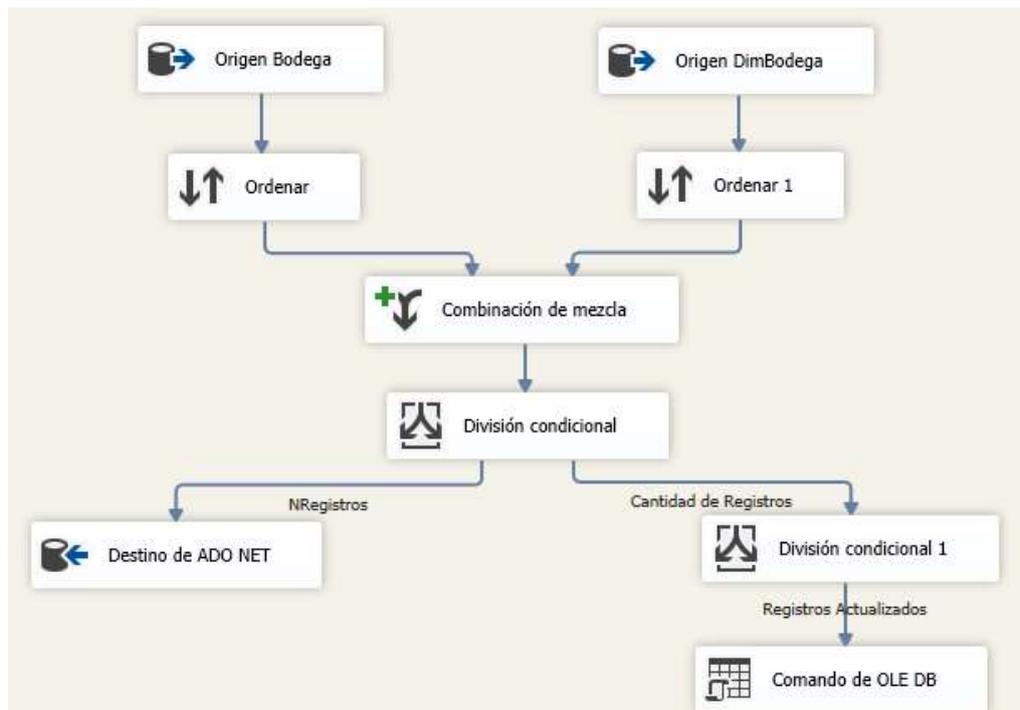


Figura 28. Flujo de datos de Bodega
Fuente: Autores

En la figura 29 se presenta el flujo de datos de la tabla de proveedor.

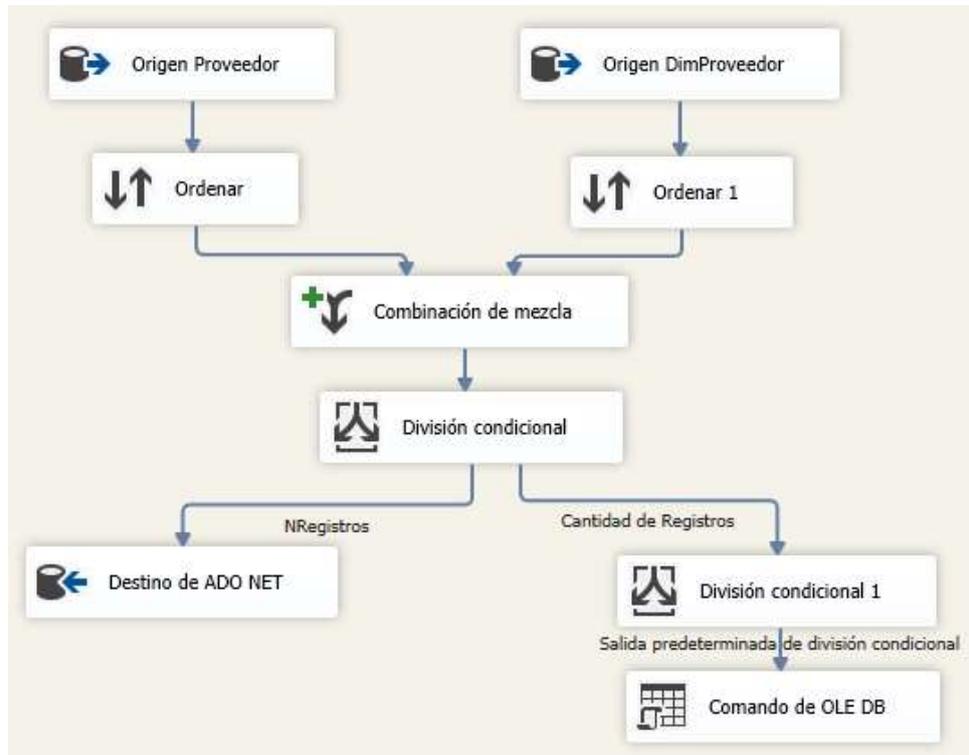


Figura 29. Flujo de datos de Proveedor
Fuente: Autores

En la figura 30 se presenta el flujo de datos de la tabla de producto.

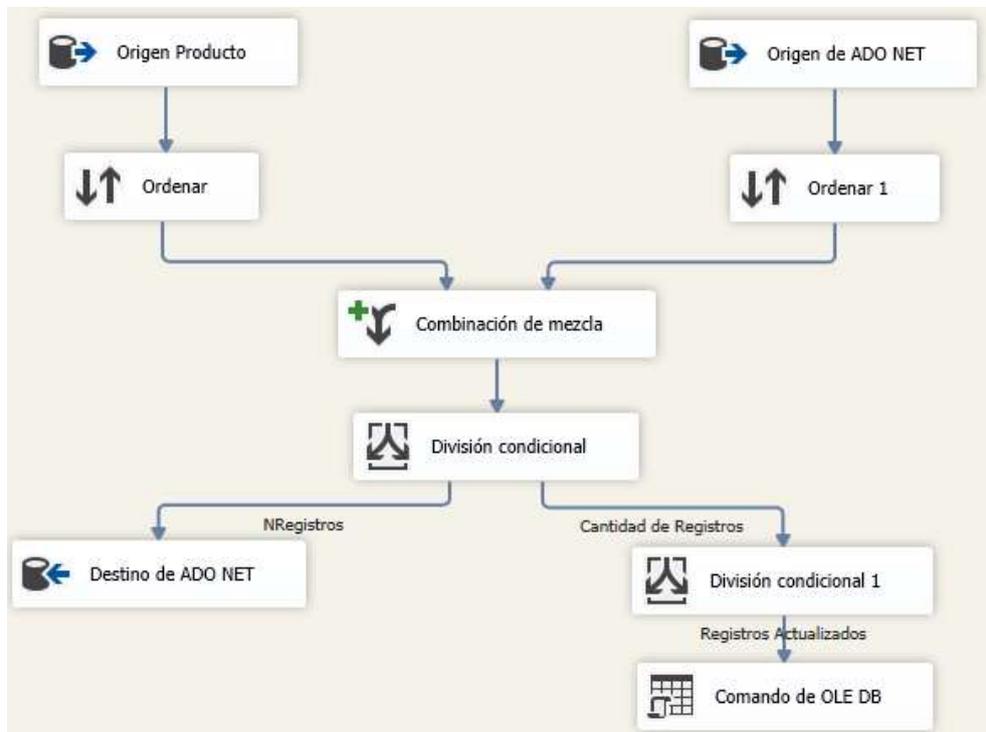


Figura 30. Flujo de datos de Producto
Fuente: Autores

En la figura 31 se presenta el flujo de datos de la tabla de tiempo. A diferencia de los otros paquetes de migración, este diagrama no realiza modificaciones o actualizaciones.

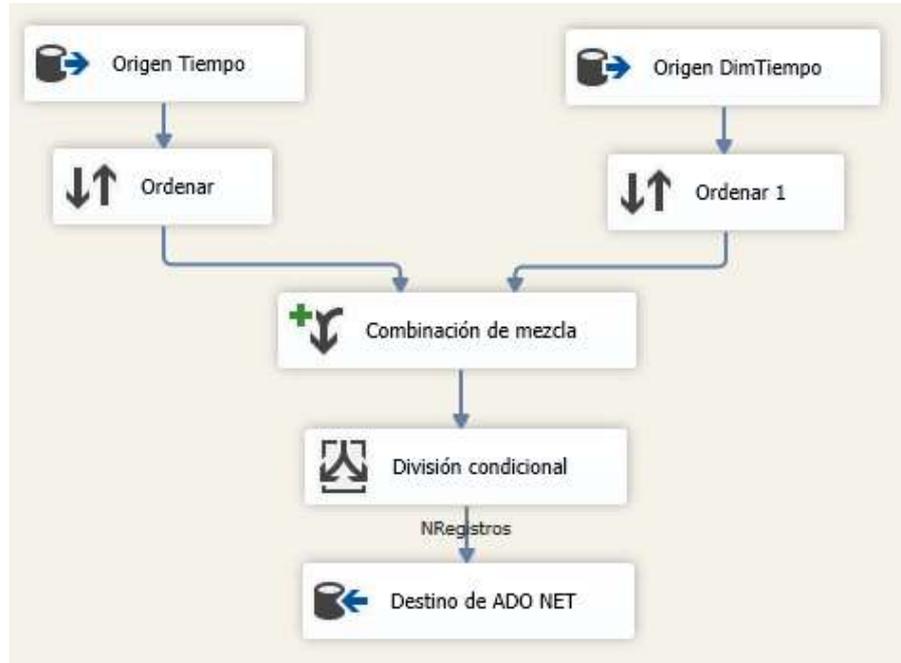


Figura 31. Flujo de datos de Tiempo
Fuente: Autores

Luego, se debe realizar el proceso de migración de la tabla de hechos, que contiene las medidas transaccionales del departamento de estudio (Inventario). Antes del flujo de control de migración de la tabla de hechos, existe otro proceso denominado “Truncate Inventario”. A continuación, se muestra la estructura.



Figura 32. Proceso de flujo de control
Fuente: Autores

Al hacer clic en el recuadro “Truncate Inventario”, se establece un editor de tarea SQL donde se establece una instancia de conexión OLE DB con la base de

datos multidimensional y se le agrega la sentencia “Truncate table Hecho_Inventario” para vaciar la tabla de hechos e ingresar los nuevos registros.

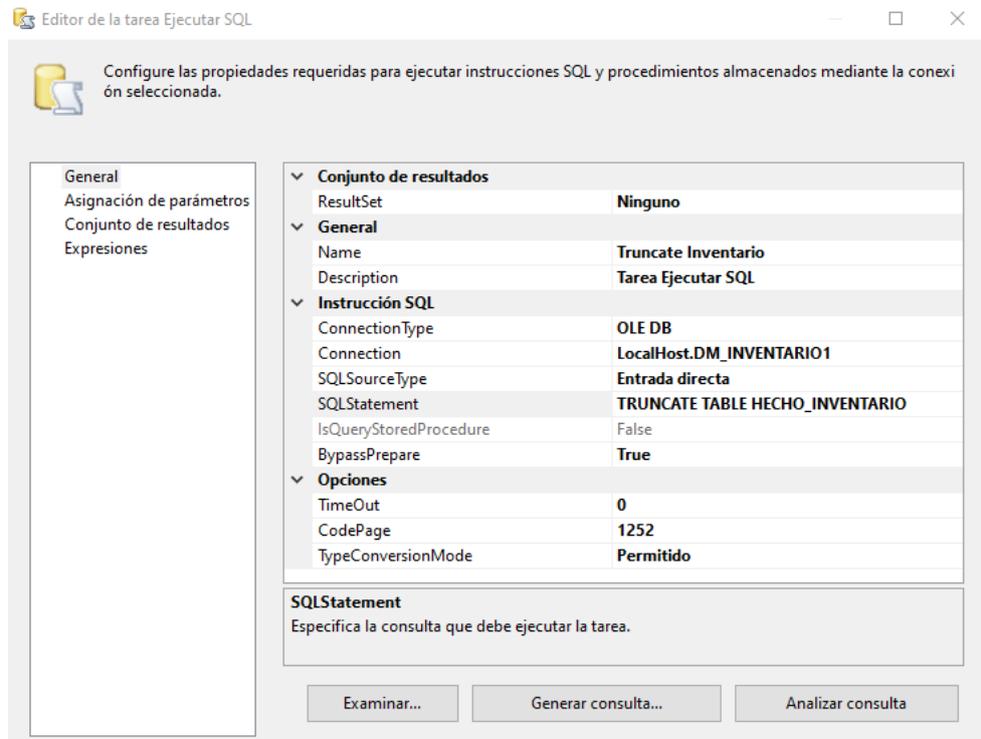


Figura 33. Tarea de ejecutar SQL en la tabla de Hecho_Inventario
Fuente: Autores

En la siguiente tarea denominada “Migrar Hecho_Inventario”, se utilizan dos herramientas para llevar a cabo la migración. En la figura 34 se detalla la estructura.



Figura 34. Flujo de datos de la tabla de Inventario
Fuente: Autores

En el primer recuadro denominado “Origen Hecho_Inventario” se establece dentro del editor de ADO.NET la conexión a la base de datos transaccional y la consulta SQL Server para cargar los datos. En la figura 35 se muestra el apartado de origen con los pasos detallados y en la figura 36, la vista previa de la consulta de datos.

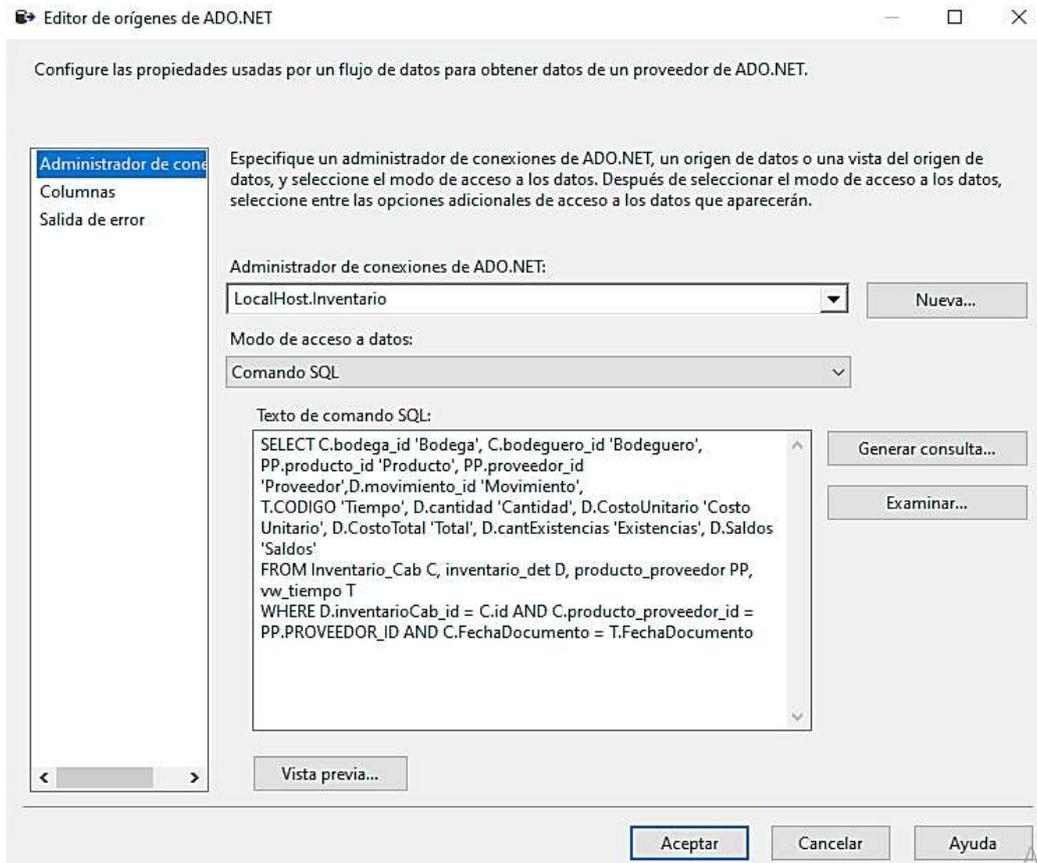


Figura 35. Recuadro Origen Hecho_Inventario
 Fuente: Autores

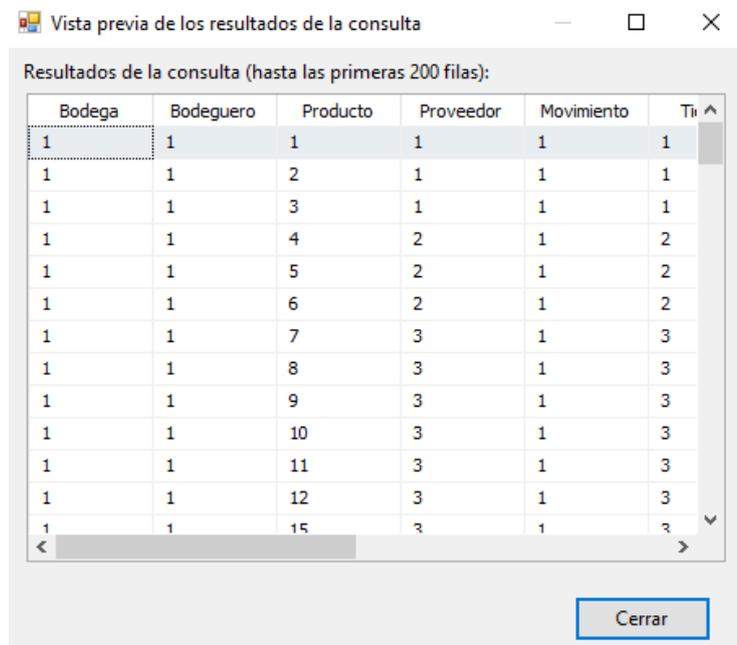


Figura 36. Vista previa de la tabla de inventarios
 Fuente: Autores

En la figura 37 se especifica su salida o destino ADO.NET, donde se detalla la instancia de recepción de los datos que sería DM_INVENTARIO y la tabla Hecho_Inventario.

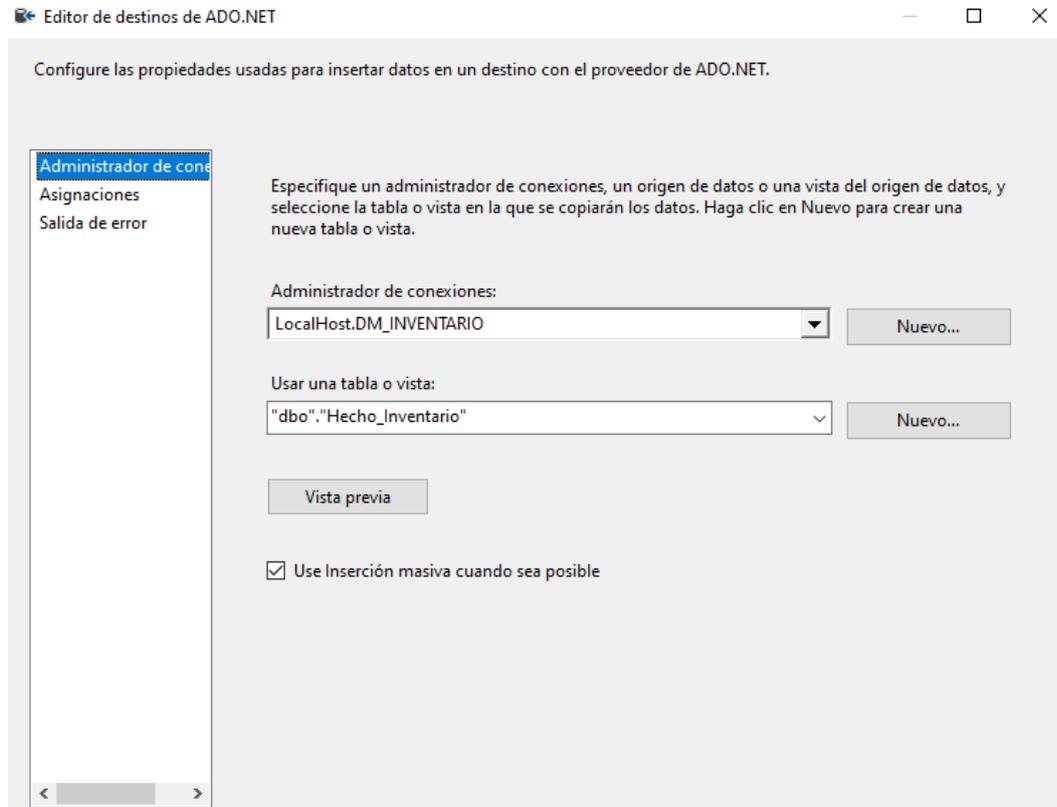


Figura 37. Destino ADO.NET de tabla de hechos

Fuente: Autores

Finalmente, en la figura 38 se demuestra que los paquetes de migración se realizaron con éxito.



Figura 38. Verificación de paquetes de migración

Fuente: Autores

Manejo de errores

En primer lugar, se crea una tarea script en el controlador de eventos para que envíe un mensaje de notificación en caso de que exista un error en la ejecución de los paquetes. Este procedimiento se lo realiza en el apartado de controladores de eventos denominado **OnError** en todo el paquete de migración. En la figura 86 se muestra la ubicación de la tarea.



Figura 39. Controlador de eventos OnError

Fuente: Autores

En la figura 40, está el código que se agregó a la tarea script en base a código C#.

```
public void Main()
{
    // TODO: Add your code here

    Dts.TaskResult = (int)ScriptResults.Success;
    MessageBox.Show("No se realizo de forma correcta la ejecucion del paquete de migración");
}
```

Figura 40. Código del mensaje

Fuente: Autores

Otra forma de manejar errores es colocar una tarea script directamente en el apartado de tareas de flujo de control. En este caso, se efectúa una tarea que envíe un mensaje por correo electrónico para confirmar que la ejecución de la migración de paquete se realizó con éxito. Obsérvese la figura 41, el código que se utilizó para efectuar esta tarea.

```

public void Main()
{
    // TODO: Add your code here
    MailMessage msg = new MailMessage("odalismiriam15@gmail.com", "oreinaa@unemi.edu.ec"
        , "Confirmación de migración de paquetes"
        , "Se ha realizado con éxito la ejecución de paquetes de migración");
    SmtpClient client = new SmtpClient("smtp.gmail.com", 25);
    client.EnableSsl = true;
    client.DeliveryMethod = SmtpDeliveryMethod.Network;
    client.Credentials = new NetworkCredential("odalismiriam15@gmail.com", "*****");
    client.Send(msg);
    Dts.TaskResult = (int)ScriptResults.Success;
}

```

Figura 41. Código del mensaje para enviar correo

Fuente: Autores

3.3.4. Migraciones automáticas usando Agente SQL Server

En primer lugar, para programar la ejecución automática de los paquetes de migración se debe implementar el proyecto de Integration Services en el catálogo de Integration Services (SSISDB) hospedado en SQL Server. Se realiza en Visual Basic en el apartado de Proyecto y luego presionar implementar donde aparece la siguiente interfaz.

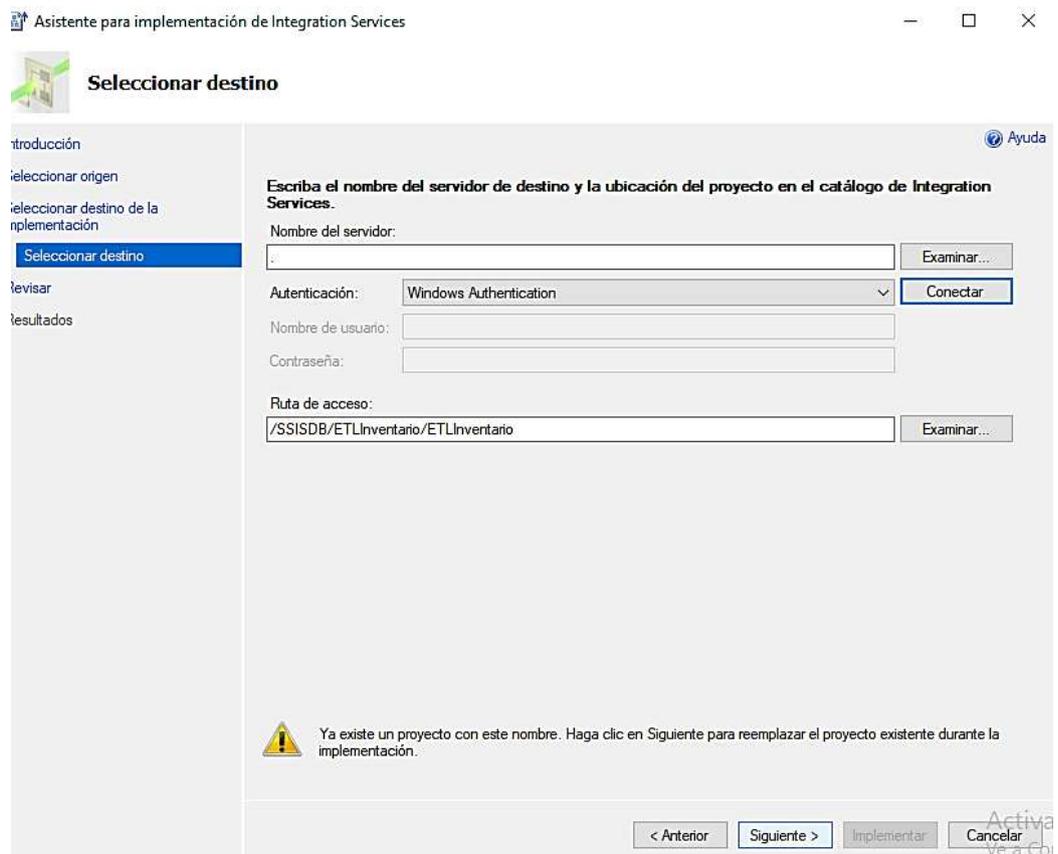


Figura 42. Código del mensaje para enviar correo

Fuente: Autores

Al presionar “siguiente”, se desplegará una ventana que muestra los resultados de carga del proyecto, tal como se muestra en la figura 43.

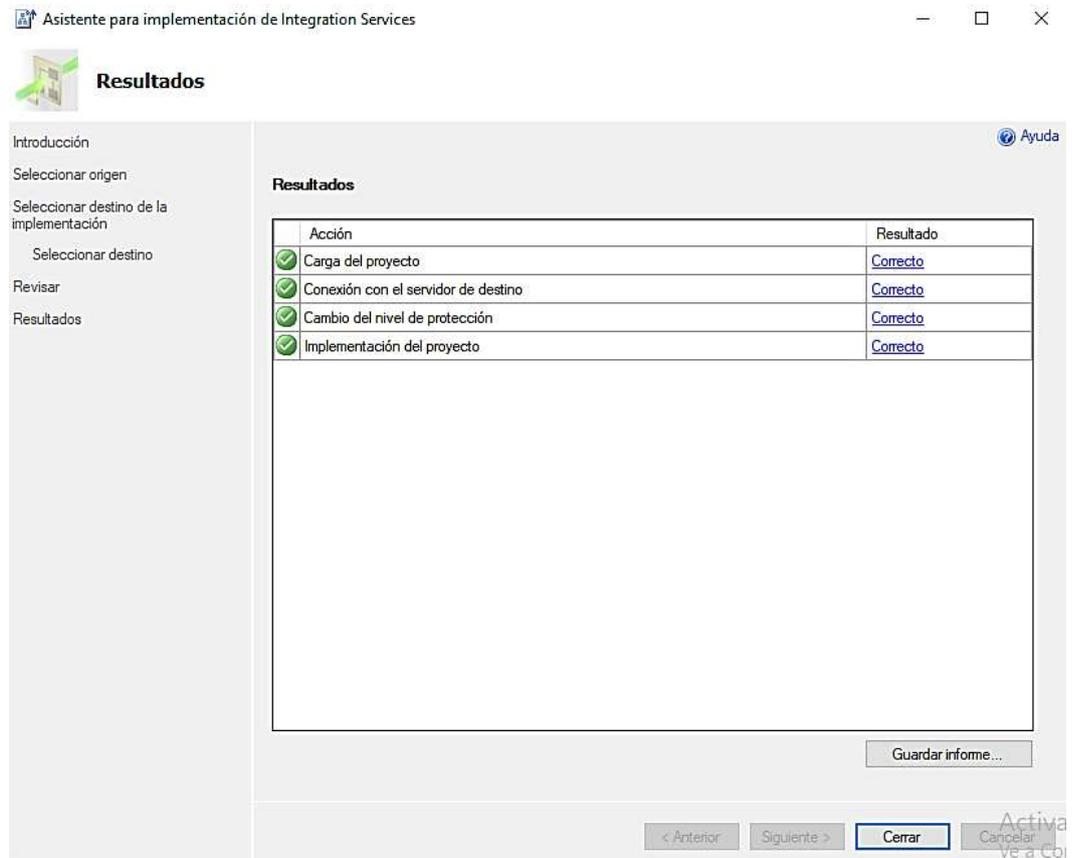


Figura 43. Resultados de implementación

Fuente: Autores

Una vez se haya implementado con éxito, podemos observar que el paquete ETLInventario se encuentra dentro del catálogo de Integration Services en SQL Server.

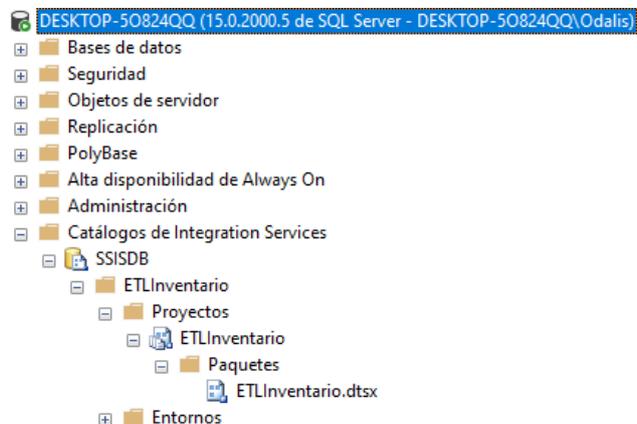


Figura 44. Resultados de implementación

Fuente: Autores

En el SQL Server, existe una herramienta denominada Agente SQL Server que sirve para crear tareas o trabajos de ejecución automática. Primero se crea un nuevo trabajo denominado ETLInventario.

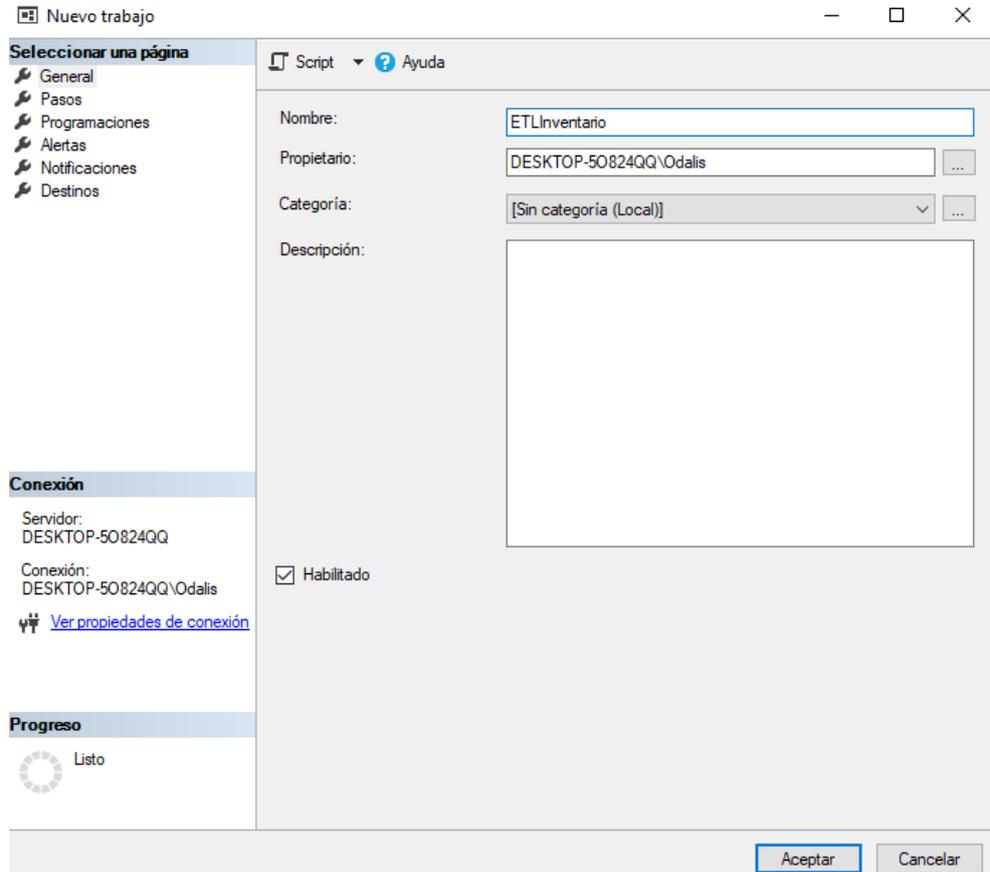


Figura 45. Nuevo Trabajo en SQL Server

Fuente: Autores

Ahora se debe definir un nuevo paso que se denominó “MigracionInventario” en el paquete de trabajo antes creado, donde se especifica la dirección de alojamiento del paquete de Integration Services (ETLInventario).

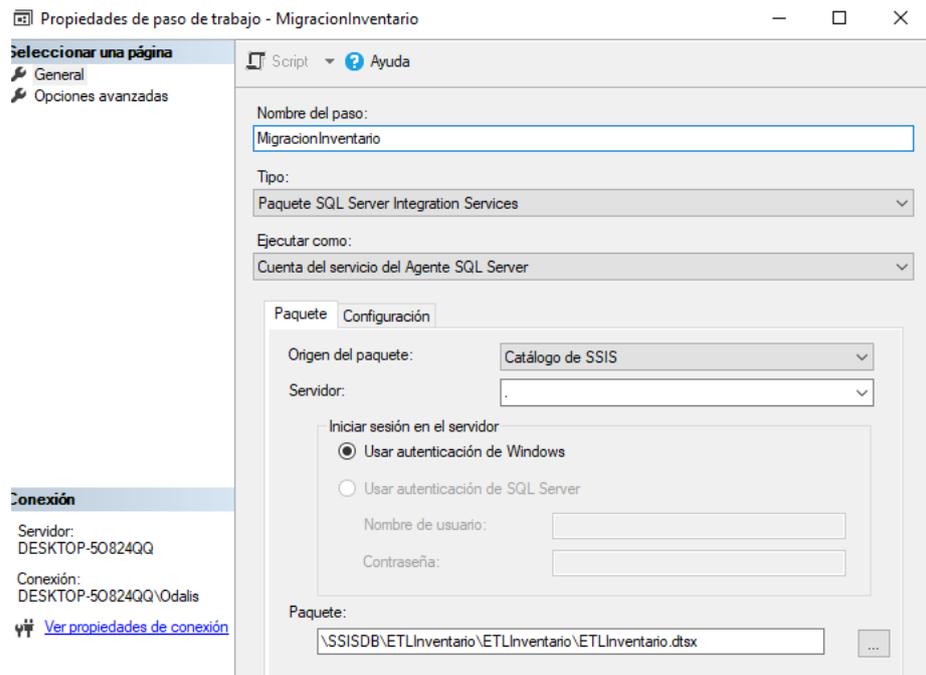


Figura 46. Nuevo paso dentro del paquete de trabajo

Fuente: Autores

Luego en el apartado de programaciones, se crea una tarea para la ejecución del paquete de migración, donde se especifica la frecuencia (diaria, semanal o mensual) y el horario en que se realice la ejecución.

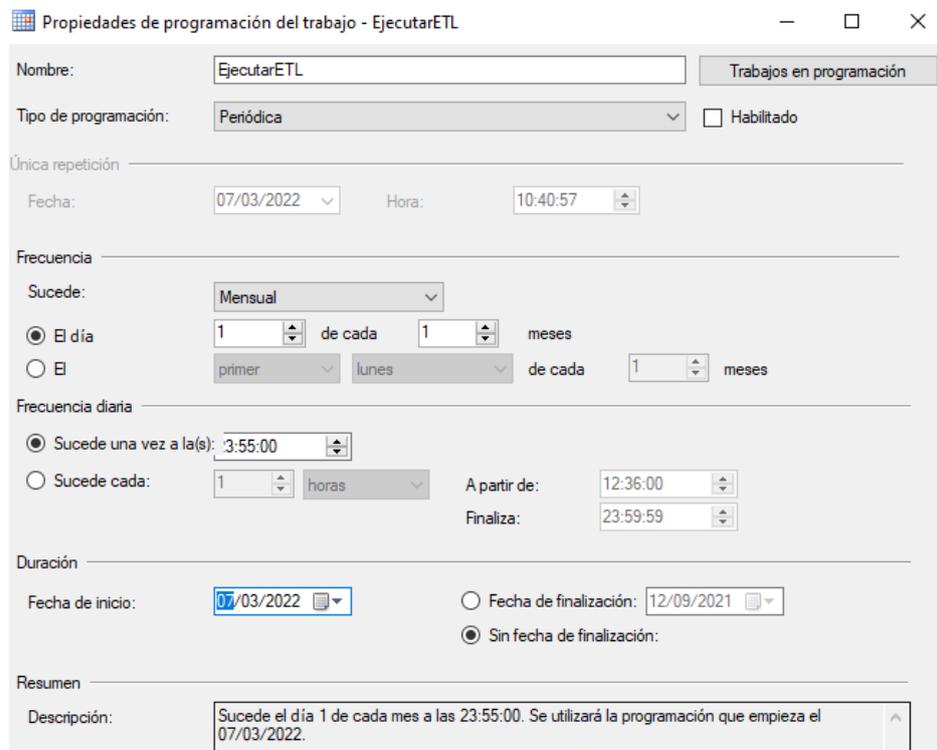


Figura 47. Nueva programación

Fuente: Autores

3.3.5. Construcción del Cubo OLAP

Para crear el cubo olap, se utiliza la herramienta Visual Basic con el componente de Microsoft SQL Analysis Services. Cuando se ha creado el archivo “CUBO INVENTARIO”, lo primero que se debe definir es el origen de datos como lo detalla la figura 48. Donde muestra la configuración de la conexión con la base de datos en SQL server con la información del datamart.

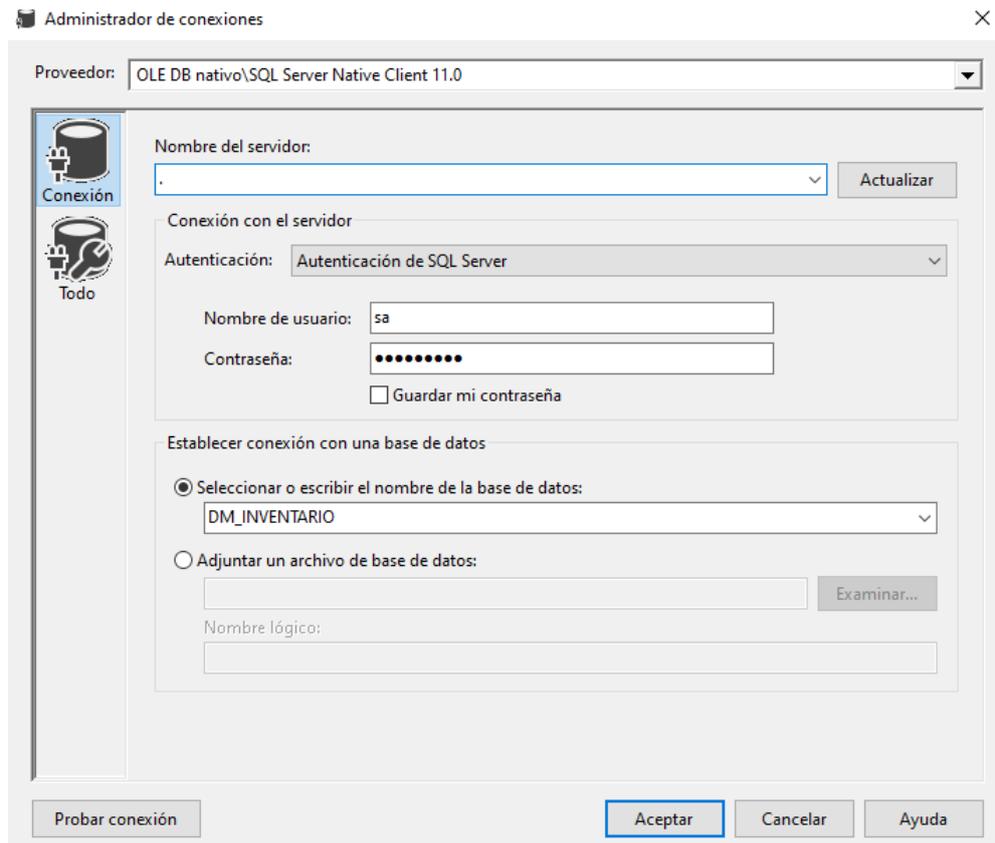


Figura 48. Nuevo origen de datos

Fuente: Autores

Luego, se procede a realizar una vista del origen de datos. Básicamente, se selecciona las tablas del datamart, es decir, las tablas dimensiones y la tabla de hechos.

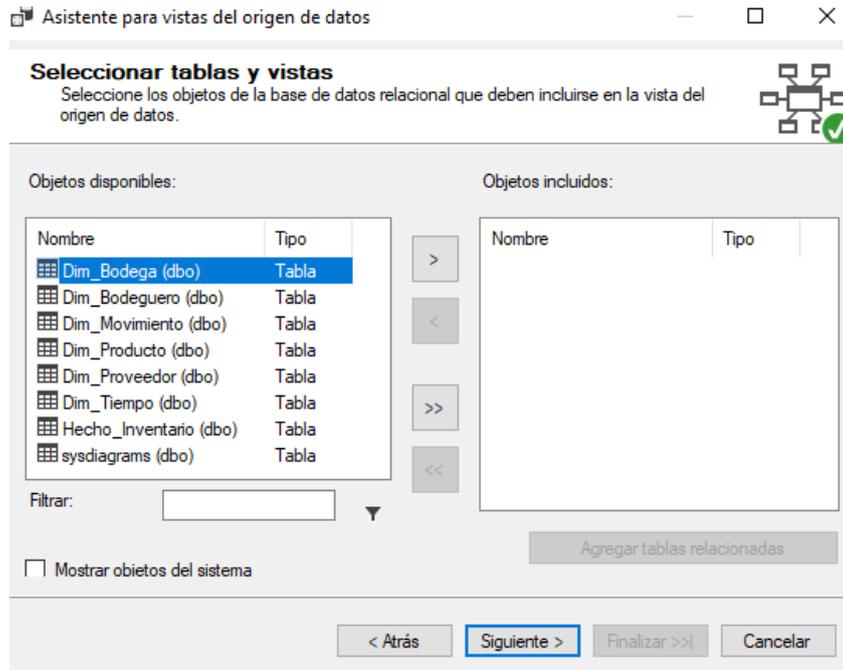


Figura 49. Selección de tablas para la vista

Fuente: Autores

De la selección que se realizó para la vista de origen de datos, se obtiene la base de datos multidimensional en esquema estrella. Obsérvese la figura 50.

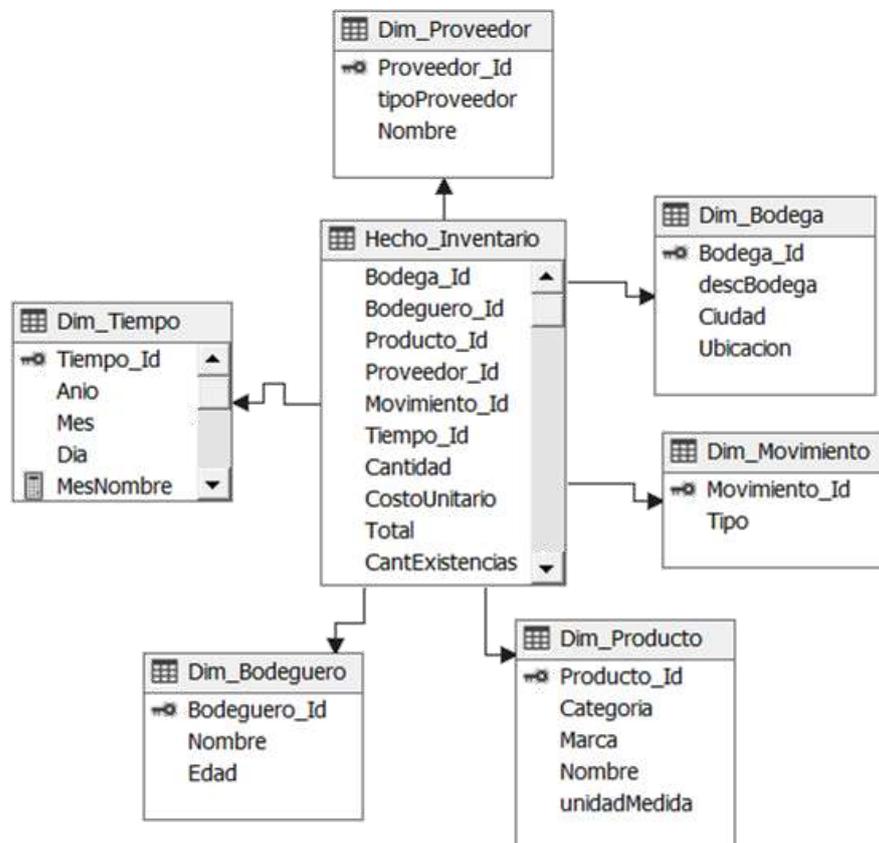


Figura 50. Vista de origen de datos

Fuente: Autores

Ahora se procede a realizar el cubo OLAP, que en este caso se definió bajo el nombre de “CUBO INVENTARIO”, usando las tablas existentes en la vista de origen de datos para crear el cubo correspondientemente. En la figura 51, se muestra la estructura del cubo mediante Visual Basic.

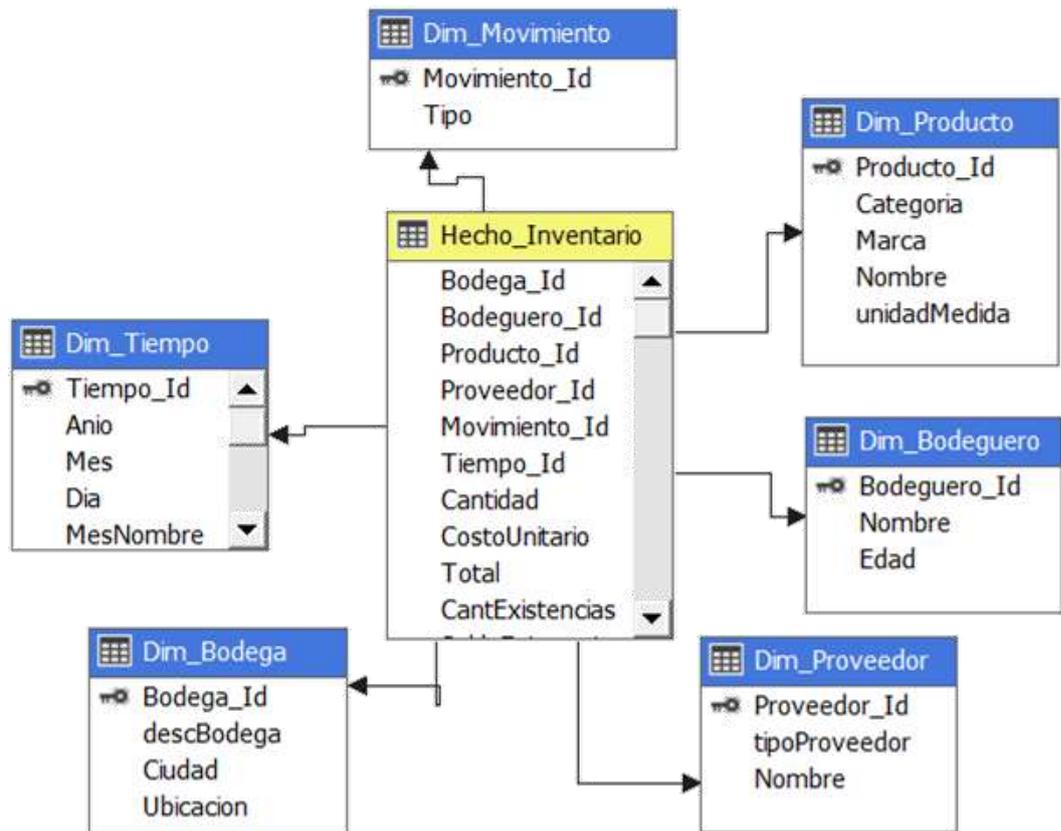


Figura 51. Cubo de inventario

Fuente: Autores

Configuración de dimensiones

En el cubo, se pueden realizar diversas configuraciones, entre las más importantes esta la realización de las jerarquías, cálculos e índices de rendimiento (KPI).

Se iniciará explicando las jerarquías de cada dimensión:

En la dimensión de tiempo, se detallan como jerarquía año, mes y día.

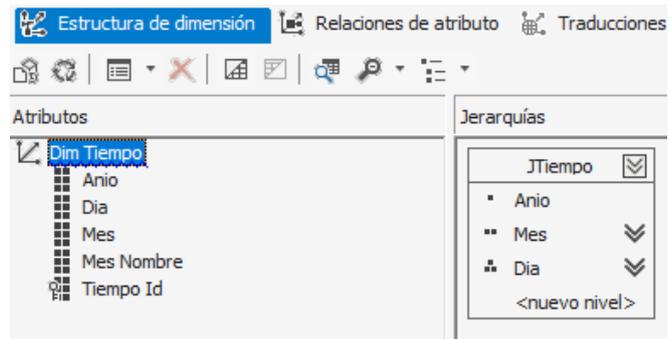


Figura 52. Jerarquía de tiempo

Fuente: Autores

En la dimensión de producto, se estableció la jerarquía de categoría, marca y nombre del producto.

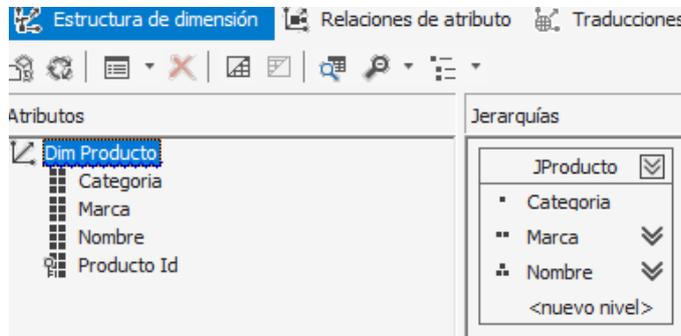


Figura 53. Jerarquía de producto

Fuente: Autores

En la dimensión de proveedor, se estableció la jerarquía de tipo de proveedor y el nombre de proveedor.

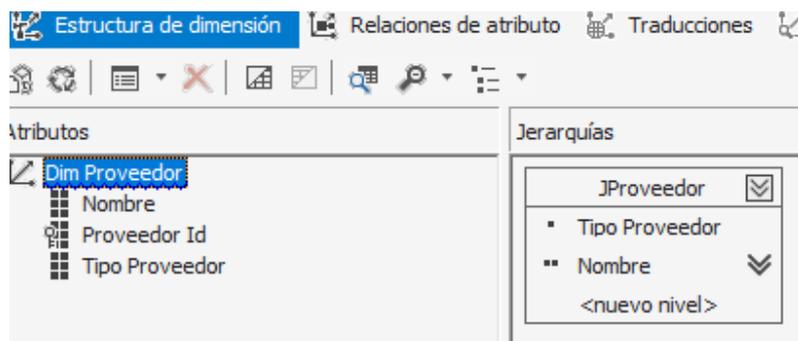


Figura 54. Jerarquía de proveedor

Fuente: Autores

En la dimensión de bodega, se estableció la jerarquía de tipo de proveedor y el nombre de proveedor.

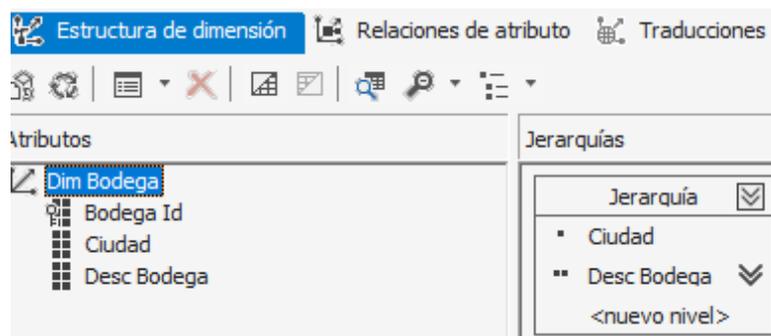


Figura 55. Jerarquía de bodega

Fuente: Autores

Para esta propuesta se realizaron tres indicadores de rendimiento, los cuales se explican más detalladamente a continuación:

El primer KPI que se realizó fue el índice de rotación de inventario, el cual tiene como objetivo medir la periodicidad de rotación de los productos. Su fórmula es:

$$\frac{\text{Total de salidas}}{\text{Inventario promedio}}$$

Para realizar la rotación de inventario, primero se realizó una fórmula para obtener el inventario promedio, de la siguiente forma:

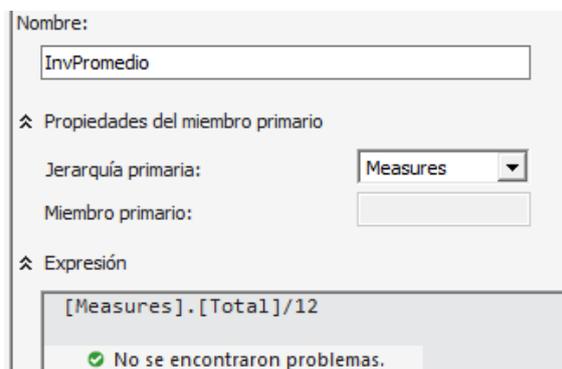


Figura 56. Inventario promedio

Fuente: Autores

Por consiguiente, en la figura 57 se detalla la vista del KPI en el cubo.

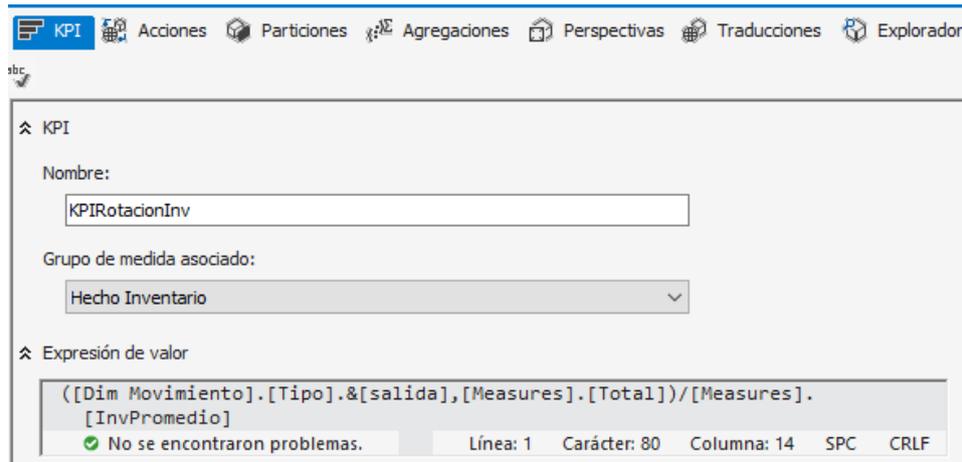


Figura 57. Rotación de inventario

Fuente: Autores

En la anterior imagen se describe el KPI creado con el nombre de “KPIRotacionInv”, en donde se establece el grupo de medida asociado que es “Hecho Inventario”, luego en la expresión de valor se indica el total de salidas y el cálculo del promedio de inventario.

El segundo KPI que se realizó fue la duración de inventario (días), el cual tiene como objetivo controlar los días de inventario disponible de la mercadería almacenada en bodega.

Su fórmula es:

$$\frac{365}{\text{Índice de rotación de inventario}}$$

Para realizar la duración de inventario, se tuvo que agregar el índice de rotación de inventario como un cálculo para de esa manera realizar la formula del KPI.



Figura 58. Rotación de inventario

Fuente: Autores

Por consiguiente, en la figura 59 se detalla la vista del KPI en el cubo.



Figura 59. Duración de inventario

Fuente: Autores

Con las configuraciones del cubo realizadas con éxito, este se puede observar tanto en la herramienta de Visual Basic como en SQL server como Analysis Services de esa manera pueden visualizar el cubo creado en Visual. En la figura 62, se puede observar la forma en que aparece.

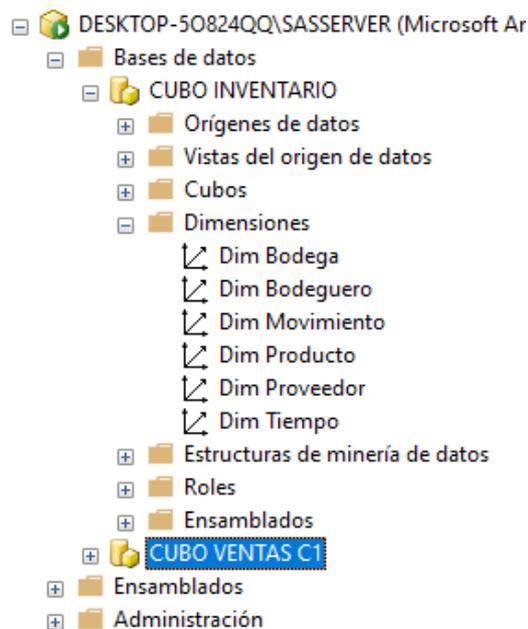


Figura 60. Cubo Inventario en SQL Server Analysis Services

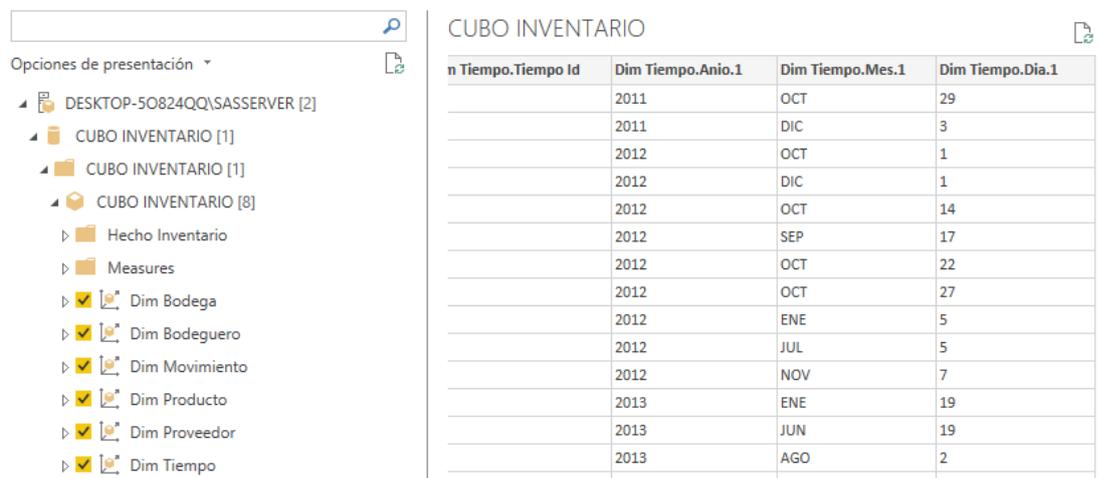
Fuente: Autores

3.3.6. Elaboración de reportes en Power BI

Para generar el portafolio de informes en Power BI, se eligió la aplicación de escritorio del mismo nombre para desarrollar los cuadros de mandos necesarios para el análisis de información.

En primer lugar, se deben obtener los datos de SQL Server para realizar los reportes. Para ello accedemos al botón “obtener datos”, donde se escogerá SQL Server para elegir la base de datos multidimensional.

Navegador



The screenshot shows the Power BI Navigator interface. On the left, a tree view displays the data source hierarchy: 'DESKTOP-50824QQ\SASSERVER [2]' containing 'CUBO INVENTARIO [1]', which in turn contains 'CUBO INVENTARIO [1]' and 'CUBO INVENTARIO [8]'. Under the second 'CUBO INVENTARIO [8]', several dimensions are listed with checkboxes: 'Hecho Inventario', 'Measures', 'Dim Bodega', 'Dim Bodeguero', 'Dim Movimiento', 'Dim Producto', 'Dim Proveedor', and 'Dim Tiempo'. On the right, a preview table titled 'CUBO INVENTARIO' displays data for the 'Dim Tiempo' dimension. The table has four columns: 'n Tiempo.Tiempo Id', 'Dim Tiempo.Anio.1', 'Dim Tiempo.Mes.1', and 'Dim Tiempo.Dia.1'. The data rows show a sequence of dates from 2011 to 2013, including months like OCT, DIC, SEP, ENE, JUL, and NOV.

n Tiempo.Tiempo Id	Dim Tiempo.Anio.1	Dim Tiempo.Mes.1	Dim Tiempo.Dia.1
	2011	OCT	29
	2011	DIC	3
	2012	OCT	1
	2012	DIC	1
	2012	OCT	14
	2012	SEP	17
	2012	OCT	22
	2012	OCT	27
	2012	ENE	5
	2012	JUL	5
	2012	NOV	7
	2013	ENE	19
	2013	JUN	19
	2013	AGO	2

Figura 61. Obtener datos en Power BI

Fuente: Autores

El diseño de reportes, en cuanto a los colores, se definió en base a los colores corporativos que utiliza el comercial. Básicamente para otorgar a los reportes personalización y estilo de acuerdo a la empresa.

Se crearon reportes de la siguiente información:

- Informe histórico de inventario (Pantalla principal)
- Informe de índice de rotación de inventarios
- Informe de duración de inventarios

En la figura 64, se muestra el reporte principal de histórico de inventario.



Figura 62. Informe histórico de Inventario

Fuente: Autores

Este reporte presenta información relevante de las dimensiones. En este reporte, se agregan filtros de información por categoría, producto, ciudad, bodega y proveedor, asimismo se presenta el costo de inventario anual que tiene la empresa y se utilizan grafico de barras y de pastel para ejemplificar la información de inventario, y una tabla que contenga los productos e información relevante.

En la figura 65, se presenta el primer KPI donde se indica la rotación de inventario, el cual es un indicador de rendimiento que monitorea y evalúa el inventario en función de la clasificación correcta de los bienes en el almacén de acuerdo con la demanda.

Básicamente este reporte se centra en este indicador, filtrando la información por año, categoría, proveedor por medio de gráficos de barras, pastel y tablas de información que indican la tendencia y estado del inventario.



Figura 63. Reporte de rotación de inventarios

Fuente: Autores

Y, por último, en la siguiente figura, se muestra el indicador de Duración de Inventario.



Figura 64. Reporte de rotación de inventarios

Fuente: Autores

Se indica generalmente el tiempo en que los productos de inventario permanecen almacenados. Es de gran importancia, ya que permite conocer el estado del

inventario y que productos no se venden adecuadamente para que la empresa mejore su toma de decisiones. En el reporte se muestran algunos gráficos filtrados por producto, categoría, proveedor y año.

CONCLUSIONES

De acuerdo a la investigación que se ha realizado se proponen las siguientes terminaciones:

- Debido al almacenamiento de datos por medio de Excel, se realizó una normalización y estructuración de base de datos. Esto con la finalidad de obtener de forma ordenada y adecuada los modelos para la propuesta de inteligencia de negocios. De manera que ayudo a que el comercial pueda realizar procesos analíticos y toma de decisiones de forma rápida y fácil.
- También se desarrolló un mapeo de la información para definir las dimensiones y tabla de hechos de acuerdo a las necesidades del usuario, que en este caso definían la estructura adecuada para el departamento de inventario. Garantizando una integración idónea de los datos e información que permitan a la empresa facilitar las consultas y tomar decisiones optimas en base a la información consolidada.
- Además, la realización de un cubo olap es imprescindible para esta propuesta, ya que en ella se define las jerarquías de los modelos y los indicadores de clave de desempeño (KPI) que son clave para generar estrategias dentro de una empresa debido a que miden diferentes valores de importancia dependiendo del área de estudio. En el caso de nuestra investigación, se desarrollaron KPIs que permiten al comercial realizar un estudio de la rotación de inventario, duración de inventario, entre otros aspectos claves para su funcionamiento.
- Finalmente, por medio de los reportes en Power BI. La empresa podrá apreciar visualmente los datos e información de forma estructurada y de fácil entendimiento. Debido a que esta herramienta nos proporciona gráficos y tablas dinámicas con facilidad de uso y más que todo con la integración de toda la información para facilitar la toma de decisiones.

RECOMENDACIONES

En base a la investigación se plantean las siguientes recomendaciones:

- Si es posible, poner en funcionamiento esta propuesta de inteligencia de negocios para que la empresa pueda aprovechar las ventajas de un sistema que mejore los procesos analíticos de forma rápida y fácil.
- Socializar con otras áreas, además del área de estudio de este trabajo, con la finalidad de popularizar la tecnología BI, destacando sus ventajas y utilidad en la toma de decisiones.
- Cuando el cubo OLAP sea implementado, es importante tener un personal capacitado en tecnología BI para que realice el mantenimiento, desarrollo y actualización de mejoras en el sistema de acuerdo a los requerimientos necesarios.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adrián, Y. (30 de Julio de 2019). *Definición de Windows 10*. Obtenido de <https://conceptodefinicion.de/windows-10/>
- Azurra, J. (04 de Octubre de 2017). *Introducción a Business Intelligence*. Obtenido de Slideshare: <https://www.slideshare.net/jazcurra/introduccion-a-business-intelligence-80471630>
- Bembibre, V. (15 de Febrero de 2009). *ABC*. Obtenido de Visual Basic: <https://www.definicionabc.com/tecnologia/visual-basic.php>
- Buglioni, B., & Contreras, A. (2018). *Propuesta de tecnicas y herramientas para aplicar KPI de control y monitoreo en la implementacion de proyectos TI*. Valparaíso: Repositorio PUCV.
- Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación [Coescoci]. (2016). *Artículo 3 [Título Preliminar]*. Quito: Asamblea Nacional del Ecuador.
- Contel, B. (2018). *Desarrollo de una solución Business Intelligence en una empresa del sector de alimentación*. Valencia: Repositorio UPV.
- Darias Pérez, S. (18 de Octubre de 2021). *Intelequia*. Obtenido de ¿Qué es Microsoft SQL Server y para qué sirve?: <https://intelequia.com/blog/post/2948/qu%C3%A9-es-microsoft-sql-server-y-para-qu%C3%A9-sirve>
- Falcón, M. (Enero de 2017). *Plataforma Business Intelligence (BI) para la empresa DailyWork CIA. LTDA (Proyecto)*. Quito: Universidad Tecnologica Equinoccial. Obtenido de UTE: http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/16864/1/68532_1.pdf
- Gallardo Arancibia, J. (2017). *Metodología para el desarrollo de proyectos en Minería de datos CRISP-DM [Tesis]*.
- Gallardo, D. (2012). *Diseño e implementación de un sistema de administración de tiempos en proyectos de desarrollo de software y control de desempeño mediante cubos de información para toma de decisiones gerenciales [Escuela Politecnica del Ejército]*. Latacunga: Repositorio ESPE.
- García, G. (2018). *Aplicación de la metodología CRISP-DM a la recolección y análisis de datos. [Proyecto de grado]*. Bogotá: Repositorio Unimilitar.
- Herrera, A. (03 de junio de 2015). *Gestiopolis*. Obtenido de Sistemas de inteligencia de negocios.: <https://www.gestiopolis.com/sistemas-de-inteligencia-de-negocios/>
- IBM. (2021). *Design and Modeling*. IBM.
- Jara, V., & Guijarro, D. (2020). *Diseño de un cubo olap para el area de ventas de la empresa Disjevisa s.a. del canton de Milagro*. Milagro: Repositorio UNEMI.
- Lucido, R. (15 de julio de 2015). Obtenido de Arquitectura de una solución de Inteligencia de Negocios: <https://slideplayer.es/slide/3397661/>

- Mantilla, J. (2011). *Metodología de diseño de cubos olap para inteligencia de negocios usando mondrian*. Bucaramanga: Repositorio UIS.
- Martínez de Pisón, J., Pernía Espinoza, A., & González Marcos, A. (2015). *Minería de datos: Herramientas, técnicas y metodologías*. Universidad de los Andes.
- Microsoft. (2019). *Microsoft*. Obtenido de Inteligencia empresarial sin precedentes: <https://powerbi.microsoft.com/es-es/>
- Munoz, L., Mazon, J.-N., & Trujillo, J. (2011). ETL process modeling conceptual for data warehouses: a systematic mapping study. *IEEE Latin America Transactions*, 358-363.
- Rodríguez, J. (2014). *Cómo hacer inteligente su negocio*. D.F Mexico: Grupo Editorial Patria.
- Valderrama, F., & Garces, A. (2018). *Diseño e implemenyacion de un Datamart para las notas historicas de los estudiantes en la Universidad Distrital Franciso Jose de Caldas (Tesis)*. Universidad Distrital Franciso Jose de Caldas.
- Vásquez , J., & Sucerquía, A. (2011). *La Inteligencia de negocios: Etapas del proceso*. Pereira: Repositorio UTP.

ANEXOS

Anexo 1. Consultas de SQL Server

```
/*CARGA PRODUCTOS*/
SELECT P.PRODUCTO_ID 'Codigo', C.descripcion 'Categoria', M.DESCRIPCION
'Marca', P.nombre 'Producto', P.unidadMedida 'UnidadMedida'
FROM PRODUCTO P, CATEGORIA C, MARCA M WHERE P.categoria_id = C.categoria_id AND
P.marca_id = M.MARCA_ID

--- ACTUALIZAR PRODUCTOS
update Dim_Producto
set Categoria = ?,
    Marca = ?,
    Nombre = ?,
    unidadMedida = ?
where Producto_Id = ?

/*CARGA DE BODEGA*/
SELECT B.BODEGA_ID 'Codigo', B.descBodega 'Bodega', CI.NOMBRE, B.UBICACION
FROM BODEGA B, CIUDAD CI WHERE B.CIUDAD_ID = CI.CIUDAD_ID
select * from bodegas
/*CARGA BODEGUERO*/
SELECT BO.BODEGUERO_ID 'Codigo', CONCAT(BO.NOMBRES, ' ', BO.apellidos) 'Bodeguero',
(CAST(DATEDIFF(DD, BO.fechaNacimiento, GETDATE())/365.25 AS INT)) 'Edad'
FROM BODEGUERO BO

/*CARGA MOVIMIENTO*/
ELECT MOVIMIENTO_ID 'Codigo', TIPO 'Tipo' FROM MOVIMIENTO M

/*CARGA DE PROVEEDOR*/
SELECT PRO.proveedor_id 'Codigo', TIP.descripcion 'TipoProveedor', PRO.nombre
FROM PROVEEDOR PRO, TIPO_PROVEEDOR TIP WHERE PRO.tipo_id = TIP.tipo_id

/*CARGA TIEMPO*/
SELECT ROW_NUMBER () OVER (ORDER BY FECHADOCUMENTO) 'Codigo', YEAR(FECHADOCUMENTO)
'Año', MONTH(FECHADOCUMENTO) 'Mes',
DAY(FECHADOCUMENTO) 'Dia', FechaDocumento
FROM INVENTARIO_CAB GROUP BY FechaDocumento

--- VISTA DE TIEMPO
alter view vw_tiempo
as
SELECT ROW_NUMBER () OVER (ORDER BY FECHADOCUMENTO) 'CODIGO', YEAR(FECHADOCUMENTO)
'ANIO', MONTH(FECHADOCUMENTO) 'MES',
DAY(FECHADOCUMENTO) 'DIA', FechaDocumento
FROM INVENTARIO_CAB GROUP BY FechaDocumento

select * from vw_tiempo

/*CARGA HECHO INVENTARIO*/

SELECT C.bodega_id 'Bodega', C.bodeguero_id 'Bodeguero', PP.producto_id 'Producto',
PP.proveedor_id 'Proveedor', D.movimiento_id 'Movimiento',
T.CODIGO 'Tiempo', D.cantidad 'Cantidad', D.CostoUnitario 'Costo Unitario',
D.CostoTotal 'Total', D.cantExistencias 'Existencias', D.Saldos 'Saldos'
FROM Inventario_Cab C, inventario_det D, producto_proveedor PP, vw_tiempo T
WHERE D.inventarioCab_id = C.id AND C.producto_proveedor_id = PP.PROVEEDOR_ID AND
C.FechaDocumento = T.FechaDocumento
```

