

Solución de inteligencia de negocios para la gestión de recursos educativos y espacios físicos en la Universidad del Magdalena

Business intelligence solution for managing educational resources and physical spaces in Magdalena University

Jonathan Alexis Narváez Triana^{1*}; Camilo Andrés Monsalve Hernández^{2*}; Alexander Bustamante Martínez³; Ernesto Amaru Galvis Lista^{4*}; Luis Carlos Gómez Flórez^{5*}.

¹Estudiante de Ingeniería de Sistemas. Universidad del Magdalena, Santa Marta, Colombia. *jonathanarvaez@msn.com

²Estudiante de Ingeniería de Sistemas. Universidad del Magdalena, Santa Marta, Colombia. *camiloandresmonsalve@gmail.com

³Ingeniero de Sistemas, Candidato a Magister en Ingeniería de Sistemas e Informática, Universidad Industrial de Santander Bucaramanga, Colombia. *alex.bustamante.martinez@gmail.com

⁴Ingeniero de Sistemas, M. Sc., Profesor, Universidad del Magdalena, Santa Marta, Colombia. *egalvis@unimagdalena.edu.co

⁵Ingeniero de Sistemas, M. Sc., Profesor Titular, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia. *lgomezf@uis.edu.co

Fecha de recepción del artículo: 20/07/2013 Fecha de aceptación del artículo: 09/07/2013

Resumen

El presente artículo describe una solución de inteligencia de negocios para la gestión de recursos educativos y espacios físicos en la Universidad del Magdalena. Con esta solución se pueden obtener informes históricos y actuales de los procesos, gestionar el rendimiento, tomar decisiones de compra de nuevos recursos, prever la ocupación o uso de los recursos, mejorar la disponibilidad de los recursos, entre otras. Para el desarrollo e implementación de la solución, se usó la plataforma Business Intelligence, de Microsoft SQL Server 2008 R2. El modelado de los procesos se realizó mediante la notación BPMN y para el modelado de los procesos de ETL y de la Bodega de Datos, se usó UML. El método guía fue una adaptación de Programación Extrema al contexto del desarrollo de soluciones de Inteligencia de Negocios.

Palabras clave

Bodega de datos, Gestión de recursos, Inteligencia de negocios, Programación extrema.

Abstract

This article describes a business intelligence solution for managing educational resources and physical space at the University of Magdalena. With this solution we can get current and historical reports of processes, making decisions such as purchase of new resources, forecast the occupation or use of resources, improve the availability of resources, and others. For the development of the solution was used the platform of Microsoft Business Intelligence SQL Server 2008 R2, the process modeling was made using BPMN; for the ETL diagrams and data warehouse modeling was used UML. The method followed was an adaptation of Extreme Programming to the Business Intelligence solution environment.

Keywords

Business intelligence, Data warehouse, Extreme programming, Resource management.

1. Introducción

El término Inteligencia de Negocio (Business Intelligence, del término en inglés), data de 1958, cuando Luhn otorga este calificativo a los sistemas capaces de diseminar datos, encontrando interrelaciones en los hechos que estos representan [1]. En la actualidad, se considera que las soluciones de inteligencia de negocio, son resultado de la evolución de los sistemas de soporte a la toma de decisiones [2].

Por otro lado, el uso de este tipo de soluciones informáticas ha aumentado en los últimos años. Muestra de ellos son las proyecciones realizadas sobre su crecimiento del 9% durante el 2011 [3]. Este crecimiento se sustenta en varios eventos: (a) la ubicuidad de los sistemas computacionales; (b) la reducción de los costos de procesamiento y almacenamiento de datos; (c) la madurez del campo y de las técnicas de apoyo, a saber: bodegas de datos y minería de datos; (d) la percepción de utilidad por parte de las organizaciones; y (e) la necesidad de tomar decisiones oportunas basadas en información correcta.

Lo anterior ha generado la necesidad de que cualquier organización, independiente de su tamaño, implemente o adquiera sistemas que soporten la toma de decisiones [4]. Y como consecuencia, busque alternativas para: comprender, controlar, monitorizar y analizar de forma conjunta estos datos. Pero la implementación satisfactoria es compleja [5]. Las soluciones de Inteligencia de Negocios aprovechan los datos que la empresa genera, para contribuir a que en el proceso de toma de decisiones se use información ordenada, correcta, entendible y oportuna.

La Universidad del Magdalena como una organización cuya finalidad es la educación, no es ajena a las tendencias mundiales y ha visto un incremento notable en los datos que maneja [6]. Éste es consecuencia, entre otras cosas, de su crecimiento, el cual se ve reflejado en el aumento de su cobertura o de cupos de estudio, así como el aumento de la planta docente y de la planta física. Por ejemplo, al pasar de

7.132 estudiantes matriculados en pregrado presencial en el primer semestre del 2005, a 10.118 estudiantes en el segundo semestre del 2010 [6].

Por otro lado, la dependencia denominada Recursos Educativos (RE) de la Universidad del Magdalena, es la oficina adscrita a la Dirección Administrativa, encargada de administrar los recursos tecnológicos, de laboratorios y espacios físicos, para el desarrollo de actividades de: docencia, investigación, extensión y proyección social, de forma que se asegure la eficiencia, eficacia y efectividad en la prestación del servicio [7].

Para soportar sus operaciones y ofrecer mejor servicio a la cada vez mayor población de la Universidad, esta dependencia cuenta con un sistema transaccional, denominado SIARE¹ (Sistema de Información y Administración de Recursos Educativos), que permite registrar los datos de todas las operaciones relacionadas con los recursos que ella administra. Pero debido al gran flujo de préstamos (17.000 registros de préstamos de recursos audiovisuales en promedio semestralmente), el volumen de datos excede las capacidades analíticas del sistema transaccional existente.

Adicional al problema relacionado con la capacidad de análisis limitada del sistema SIARE, existían otros inconvenientes como: usuarios insatisfechos, pues las necesidades frecuentes de información no son cumplidas a tiempo; desarrolladores saturados, debido a que se dispone de dos desarrolladores que deben alternar entre las tareas diarias de desarrollo y los informes solicitados; y gran variabilidad en los reportes solicitados.

En este orden de ideas, para mejorar la situación se construyó una solución de Inteligencia de Negocios (BI, por el término en inglés – Business Intelligence), la cual permite obtener estadísticas

¹ <http://siare.unimagdalena.edu.co/>
<http://cogui.unimagdalena.edu.co/>

e informes del estado real de los procesos en el instante en que el usuario lo desee, eliminando la dependencia que existía del equipo de desarrollo; también posibilita monitorear el rendimiento de los procesos en base a indicadores; además permite la definición de nuevas estrategias gracias a reportes y proyecciones. Además de proveer reportes descriptivos que permiten ver, entre otras cosas, el nivel de ocupación de los recursos, las dependencias y usuarios que más los solicitan, el tiempo de antelación con en que solicitan los recursos. Toda esta información puede ser fácilmente clasificada y filtrada por distintos parámetros en herramientas de uso común como Microsoft Excel.

La Inteligencia de Negocios es un término sombrilla [8], es decir, la combinación de tecnología, herramientas y procesos que permiten transformar los datos almacenados en información; esta información en conocimiento; y este conocimiento dirigido a un plan o a una estrategia comercial. La BI debe ser parte de la estrategia empresarial, pues permite optimizar la utilización de recursos, monitorear el cumplimiento de los objetivos de la empresa y mejorar la capacidad de tomar buenas decisiones, para así obtener mejores resultados [9].

Entre las ventajas de contar con una solución BI, según [10], están:

- Poder alinear el día a día de las operaciones con la estrategia global de la empresa y los objetivos.
- Identificar y comprender la relación entre los procesos de negocio y su impacto en el rendimiento.
- Acceso a la información pertinente a las funciones específicas de los usuarios y las responsabilidades.
- Analizar los datos a partir de documentos y hojas de cálculo, de manera fácil.
- Monitorear los indicadores de negocio vitales que son necesarios para la organización.

Los componentes básicos de una solución de inteligencia de negocios son los siguientes [11]: fuentes de datos, procesos de Extracción, Transformación y Carga (ETL, del término en inglés Extracción Transformation and Load), bodega de datos, herramientas OLAP, técnicas de minería de datos y herramientas de visualización.

En la Figura 1, se puede ver la arquitectura tradicional de una solución BI.

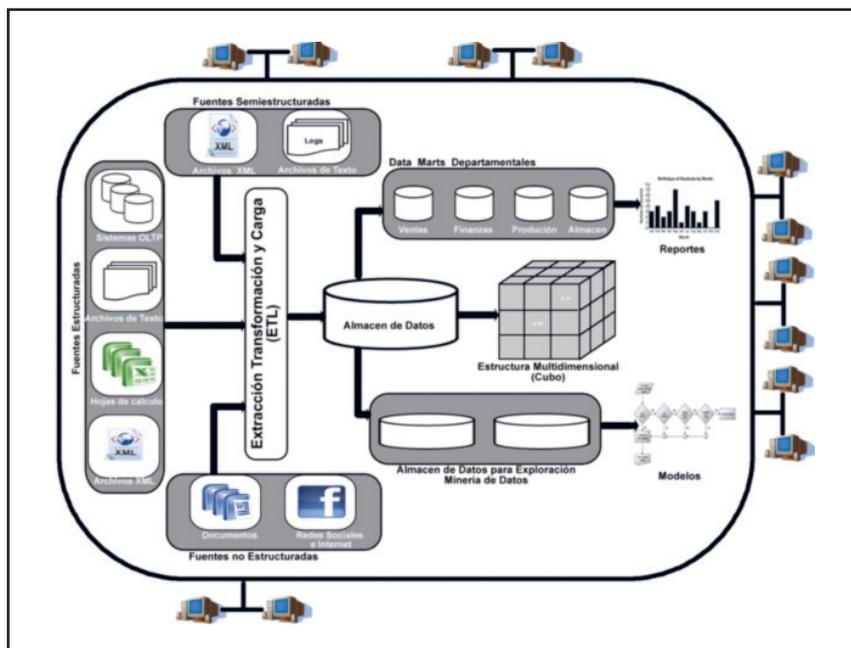


Figura 1. Arquitectura tradicional de una solución de BI.

2. Metodología

Al tomar como base, que el proyecto de desarrollo de esta solución de BI no tenía los requisitos suficientemente claros, sumado a la alta posibilidad de cambios y demanda de entregas frecuentes, se utilizó un enfoque ágil para el desarrollo de la solución. En concreto, el método que se siguió para este proyecto fue una adaptación del método ágil Extreme Programming (XP), que permite un mayor énfasis en la adaptabilidad [12].

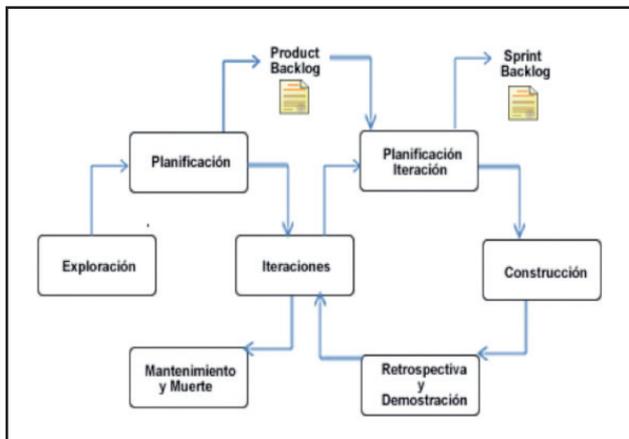


Figura 2. Estructura de metodología XP.

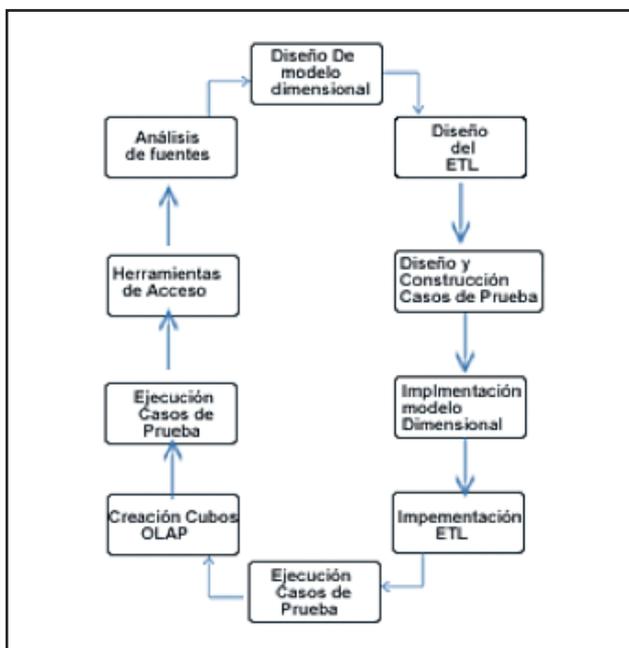


Figura 3. Adaptación de la fase de construcción de la metodología XP.

Para cumplir el propósito del desarrollo de una solución de inteligencia de negocios, hubo la necesidad de modificar la fase de construcción de la metodología, definiendo sub – fases específicas de una solución de este tipo. La Figura 2 muestra el esquema general de la metodología XP, y muestra la adaptación que se hizo de la fase de construcción. Adicionalmente en la Tabla 1. se puede apreciar una descripción de cada sub – fase de la fase de construcción.

3. Resultados

A continuación se ilustran los resultados obtenidos gracias a la ejecución exitosa de los procesos que guiaron este desarrollo, a saber: modelo de procesos, utilizando la notación BPMN; modelos de ETL; bodega de datos; paquetes ETL, y reportes.

3.1 Modelado de procesos

Permite obtener una representación gráfica y estandarizada de cada tarea, actores, entradas y salidas que intervienen en la actividad modelada, con el fin de facilitar, en entendimiento de la misma, análisis, mejoramiento y modificación ante las exigencias, los cambios y los problemas que puedan tener los procesos. Para la elaboración de los modelos, se requirió adquirir información sobre los procesos, usando para ello dos fuentes: a) Entrevistas con el encargado de la dependencia de recursos educativos de la Universidad del Magdalena, y b) Consulta a: Sistema de Gestión Integral de la Calidad “COGUP”, los manuales procedimentales, guías, instructivos y formatos asociados al proceso².

Para comenzar, se elaboraron dos modelos basados en los documentos encontrados en “COGUP” -mencionados anteriormente- los cuales permitieron identificar los actores del proceso y el flujo de

² <http://cogui.unimagdalena.edu.co/>

Tabla 1. Descripción fase de construcción.

Fases	Descripción
Análisis del Negocio	Indagaciones con el equipo de TIC's y personal de la dependencia sobre su funcionamiento.
Diseño del modelo dimensional	Determinación de los procesos a modelar y dimensiones características.
Diseño del ETL	Determinación de los datos necesarios para la bodega de datos, conversiones necesarias y carga de datos.
Diseño y construcción de los casos de prueba	Elección de ejemplos, datos de prueba de forma aleatoria y comprobaciones de integridad de los datos.
Implementación modelos dimensionales	Transformación en código de los modelos.
Ejecución casos de prueba	Correr los casos de prueba diseñados.
Creación cubos OLAP	Generación de la estructura multidimensional. Determinación de las medidas y creación de las jerarquías, KPIs y Agregaciones.
Ejecución casos de prueba	Correr los casos de prueba diseñados.
Desarrollo herramientas de acceso	Consulta con usuarios sobre necesidades de informes.

información del mismo. Posteriormente, se realizaron las entrevistas con el personal de la dependencia, definiéndose de manera clara, los procesos en los que la dependencia estaba interesada, a saber: Gestión de Equipos Audiovisuales y Gestión de Espacios Físicos.

Teniendo en cuenta esto, se procedió a realizar un análisis centrado en la definición de los actores que intervienen en el proceso, entre los que se encuentran: estudiantes, profesores, funcionarios de facultades, directores de programa, auxiliar de recursos educativos y funcionarios de la Universidad del Magdalena. Luego se identificaron las tareas por actor responsable o realizador de las mismas, y se determinó el flujo principal de los procesos y sus variaciones o ramificaciones. Igualmente, se realizó la identificación de las entradas y salidas, así como las fases de los procesos.

Finalmente, gracias a las guías y documentación de los procesos modelados, se establecieron los elementos de los mismos. En base a la entrevista con el encargado de la dependencia, se seleccionaron los modelos simplificados -en los que mejor se definían los procesos-, para facilitar su entendimiento y aplicación. En la Figura 4 se presente un ejemplo de los diagramas desarrollados.

3.2. Diseño de la bodega de datos

Fue diseñada teniendo en cuenta que los procesos se modelarían bajo el esquema estrella (star schema) -como describe [13]-, donde hay una única tabla de hechos central, con medidas que pueden ser analizadas a través de dimensiones ubicadas alrededor de esta tabla.

En la Figura 5, se presenta el esquema que permite analizar las reservas de los espacios físicos. Como se ve en la figura, esta tabla dispone de una única tabla central y nueve dimensiones que permiten explorar las medidas con base en cada atributo de estas tablas.

Para el caso de Recursos Educativos, las tablas de hechos con el prefijo "Fact_" son ocho en la bodega de datos y, las dimensiones con el prefijo "Dim_" de las cuales hay 17 para un total de 25 tablas en la bodega de datos. La descripción de cada una de las tablas, aparece en la Tabla 2:

Adicionalmente, en la Tabla 3, se relacionan las tablas de hechos con las diferentes dimensiones. Esta tabla permite tener una visión clara a los desarrolladores de las dependencias, entre las dimensiones, y de esta forma conocer el impacto de modificar una dimensión.

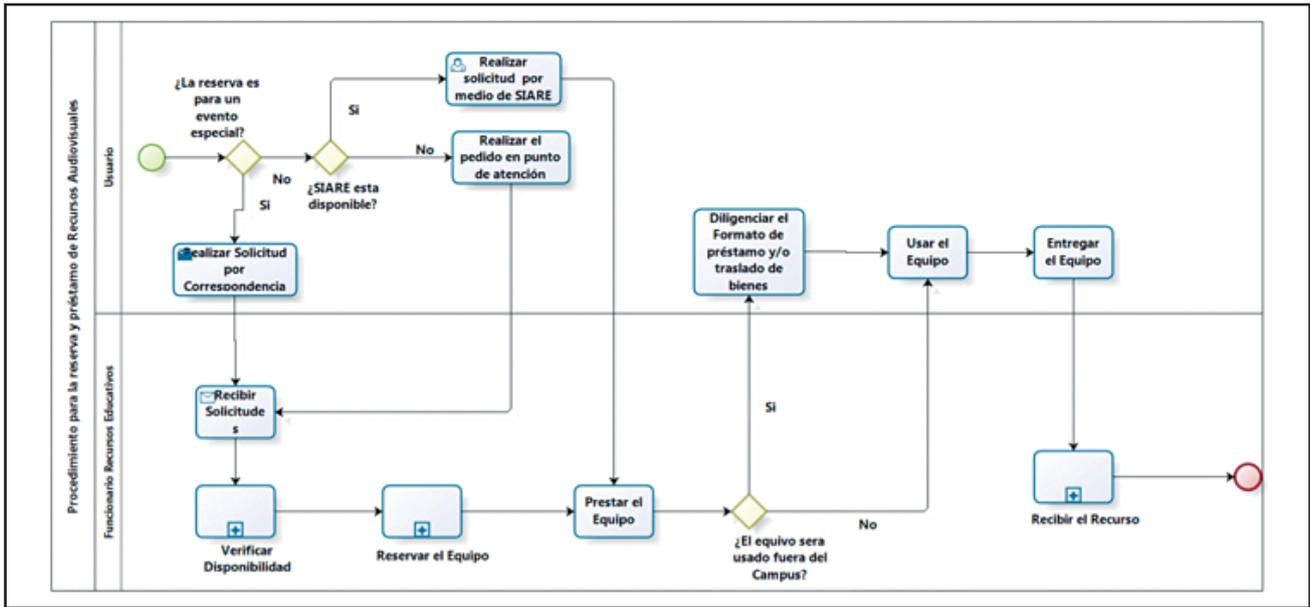


Figura 4. Procedimiento para la reserva y préstamo de recursos audiovisuales.

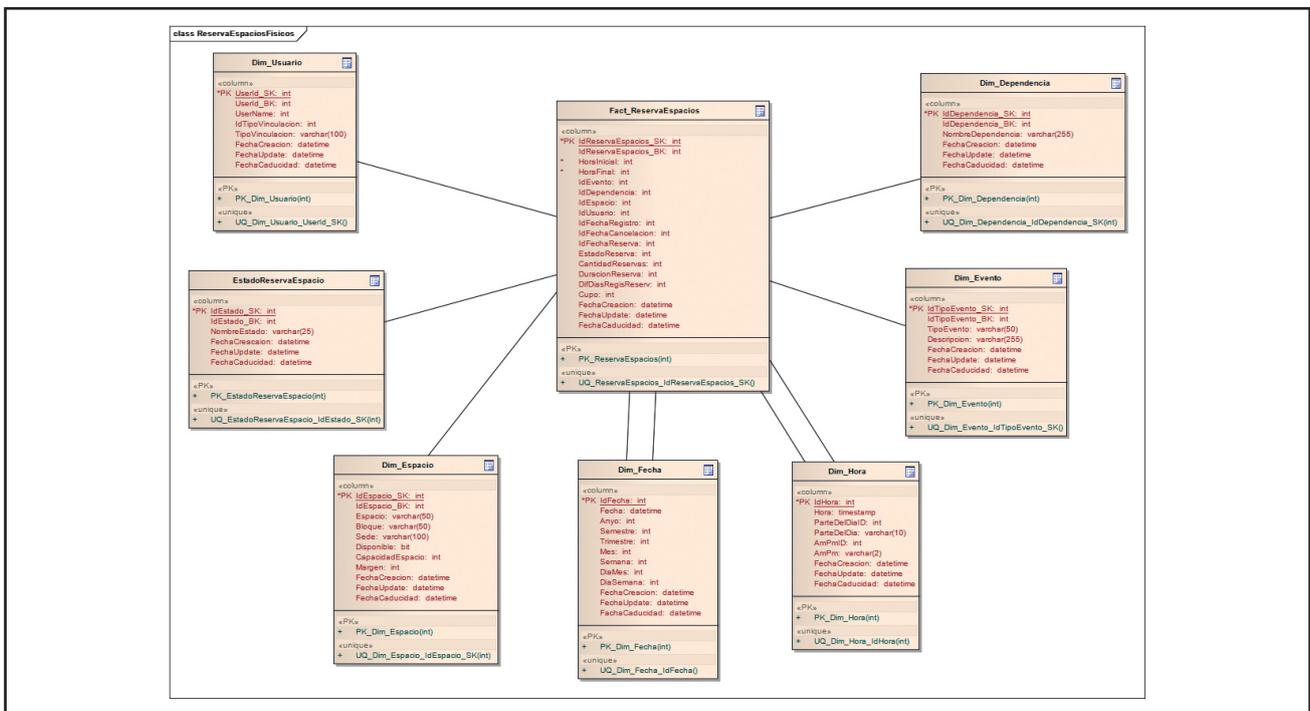


Figura 5. Modelo estrella de reservas.

3.3 Paquetes ETL

Para el modelado del proceso de ETL, se utilizó una adaptación del lenguaje UML, tal como plantean [14], donde se argumenta la utilización de UML para el diseño de los procesos ETL, ya que es

un estándar ampliamente aceptado para el análisis y diseño de Orientado a Objetos, y puede adaptarse fácilmente al modelado de estos procesos.

Los paquetes ETL y todos los artefactos, se implementaron en la Suite de Microsoft Sql Server

Tabla 2. Descripción de las tablas de la bodega

Nombre	Descripción
Dim_CambioEspacio	Esta tabla contiene la información de los posibles cambios que puedan haber en el espacio prestado del momento de la reserva, al momento del préstamo
Dim_Dependencia	Esta tabla contiene la información de las dependencias a las que Recursos Educativos presta sus servicios
Dim_Empresa	Esta tabla contiene la información de las empresas que prestan servicio de mantenimiento a los equipos que posee la Universidad del Magdalena.
Dim_Espacio	Esta tabla contiene la información de los espacios que la dependencia de recursos educativos administra para sus diferentes funciones.
Dim_Estado-Devolución	Esta tabla describe el estado de la devolución de los equipos
Dim_Estado-Reserva	Esta tabla muestra en qué estado se encuentra la reserva de un recurso audiovisual
Dim_Estado-Reserva-Espacio	Esta tabla nos muestra en qué estado se encuentra la reserva de espacio físico
Dim_Evento	Esta tabla nos indica qué tipos de eventos son realizados en la Universidad del Magdalena
Dim_Fecha	Esta tabla contiene las fechas de los registros de la base de datos del negocio
Dim_Grupo	Esta tabla contiene los grupos de las materias que ha sido dictadas cada semestre
Dim_Hora	Esta tabla contiene las horas de registros de la base de datos del negocio
Dim_Periodo	Esta tabla nos guarda los años y semestres, de los que la dependencia de recursos educativos lleva historial de trabajo
Dim_Recurso	Esta tabla contiene los recursos de los cuales dispone la dependencia de recursos educativos de la Universidad del Magdalena
Dim_Tipo Mantenimiento	Esta tabla nos indica los tipos de mantenimiento que se le hacen a los equipos de la Universidad del Magdalena
Dim_Tipo Novedad	Esta tabla nos indica los tipos de novedades en los equipos
Dim_Tipo Uso-Reserva	Esta tabla nos indica los tipos de uso que se da a la reserva de los equipos
Dim_Usuario	Esta tabla guarda los usuarios que se registran y hacen uso del sistema para usar los servicios de la dependencia de Recursos Educativos
Fact_Asignació Clases	Tabla de hechos que nos indica la asignación de las clases por cada semestre académico, además de las medidas a considerar en el negocio
Fact_Asignacioón Espacios	Tabla de hechos que nos indica la asignación de los espacios por cada evento a realizar, además de las medidas a considerar en el negocio
Fact_Devolución	Tabla de hechos que nos indica las devoluciones de los equipos audiovisuales prestados
Fact_Mantenimiento	Tabla de hechos que nos indica los mantenimientos de los equipos, además de las medidas a considerar en el negocio
Fact_Novedades	Tabla de hechos que nos indica las novedades en los equipos que se mueven dentro de la dependencia de Recursos Educativos, además de las medidas a considerar en el negocio
Fact_Préstamo	Tabla de hechos que nos indica los préstamos de los equipos para cada reserva satisfactoria, además de las medidas a considerar en el negocio
Fact_Reserva	Tabla de hechos que nos indica las reservas de los equipos para diferentes eventos, además de las medidas a considerar en el negocio

Business Intelligence (ver Figura 7), una de las herramientas líderes en el mercado de software para Inteligencia de Negocios [15]. Todos los paquetes de la solución están implementados de manera

individual, es decir, uno por cada tabla. Además, por cada hecho, hay uno ETL Maestro que ejecuta todos los ETL necesarios para su carga. Como el ilustrado en la Figura 6.

Tabla 3. Tablas de hechos vs Tablas de dimensiones

	Fact_Reserva	Fact_Prestamo	Fact_Devolucion	Fact_Mantenimiento	Fact_Novedades	Fact_AsignacionEspacios	Fact_ReservaEspacios	Fact_AsignacionClases
Dim_Hora	x	x	x			x	x	x
Dim_Usuario	x		x			x	x	
Dim_Recurso		x	x	x	x			
Dim_Espacio	x	x				x	x	x
Dim_Fecha	x	x	x	x	x	x	x	
Dim_Empresa				x				
Dim_Evento						x	x	
Dim_CambioEspacio						x		
Dim_estadoReservaEspacio						x	x	
Dim_Dependencia	x	x	x				x	
Dim_estado Devolucion			x					
Dim_estado Reserva	x							
Dim_Grupo								x
Dim_Periodo								x
Dim_TipoUso Reserva	x							

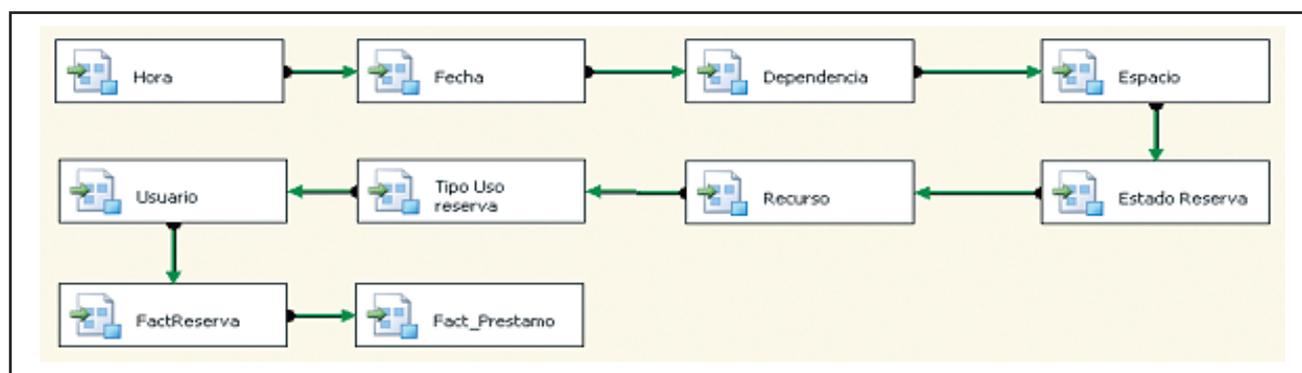


Figura 6. Paquete ETL maestro DM préstamo.

3.4 Pruebas

Las pruebas de los diferentes paquetes de ETL y Cubos, se realizaron contrastando los resultados que se obtienen en los cubos con los que se encuentran en la base de datos originales, mediante consultas SQL.

Dentro de los escenarios probados, se encuentran agregación de nuevos registros, modificación de valores variables, modificación de valores históricos, verificación de la cantidad de datos ingresados, verificación de la integridad de los datos de un registro aleatorio, entre otros. En la Figura se pueden ver la

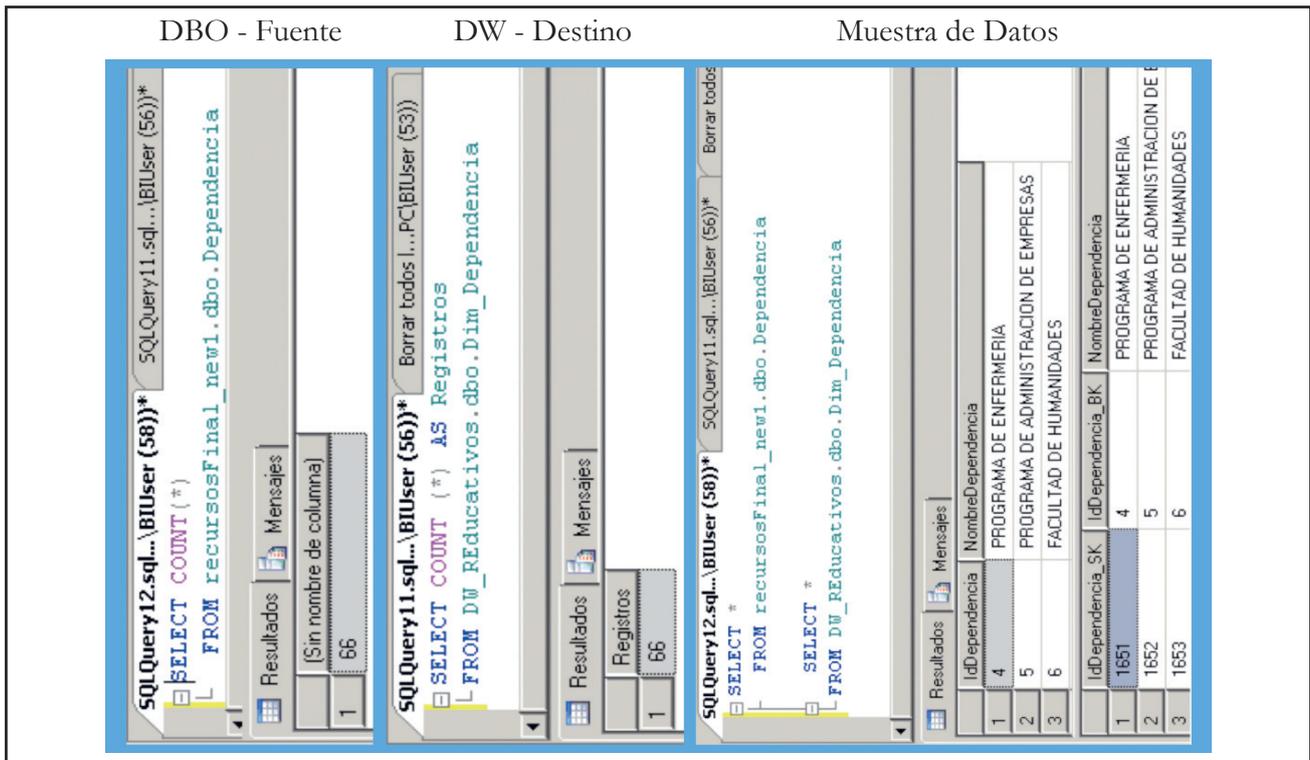


Figura 7. Consulta de prueba de la bodega.

cantidad de datos en la Base de Datos Original (BDO) y la cantidad de datos en la Bodega de Datos (DW).

3.5 Cubos OLAP y KPIs

En procura de aumentar el rendimiento de las consultas, facilitar el auto suministro de datos y permitir monitorear el rendimiento de los procesos en

base a indicadores, la solución de inteligencia de negocios desarrollada incluye los Cubos OLAP e Indicadores de Rendimiento (ver Tabla 4).

3.6 Reportes

La solución BI permite acceder a la información a través de reportes en MS Excel 2010 (ver Figu-

Tabla 4. KPIs por cubo OLAP.

KPI	Cálculo	Descripción
Promedio Duración de las Reservas	[Horas Duracion Reserva]/[Cantidad de Reservas]	Calcula el promedio de duración en horas de las reservas
Promedio Días de Anticipación de la Reserva	[Días Entre Soly Res]/[Cantidad de reservas]	Calcula el promedio de días de anticipación de la reserva
Promedio Horas de Duración del Préstamo	[Horas Duración Préstamo]/[Cantidad de Préstamos]	Calcula el promedio de duración en horas de los préstamos
Tiempo Promedio de Entrega	[Dif Horas]/[Cantidad devoluciones]	Calcula el promedio de Tiempo de entrega por la diferencia de horas entre el momento en el que finaliza la reserva y el momento en que se devuelve el recurso
Promedio de Costos de mantenimiento	[Costo Mantenimiento] / [Cantidad Mantenimientos]	Calcula el costo promedio de mantenimientos

ra 9) y en MS Reporting Services 2008 R2 (Figura 8). De esta forma, se puede tener acceso a la solución a través de un entorno web o no. Ambas formas de reportes soportan las operación OLAP

de drill –down, drill – up, drill – acrosss, slice and dice. Como consecuencia de esto, el usuario puede autosatisfacer sus necesidades de análisis y así no depender del equipo de desarrollo.

	Academico		Administrativo					
	Recuento Fact Reserva	Promedio Duracion de las Reservas Valor	EXTENSION ELECTRICA	PARLANTES	VIDEO BEAM			
Febrero	11	3,77777777777777						
Marzo	19	3						
Abril	9	2,66666666666666						
Mayo	21	3,76923076923077						
Junio	3	3	1	3	1	3	1	3
Julio	4	4						
Agosto	55	4,42682926829268						
Septiembre	42	3,52564102564103						
Octubre	22	3,6						
Noviembre	26	3,38823529411765						

Figura 8. Informe de reservas de equipos audiovisuales usando Reporting Services.



Figura 9. Informe de mantenimiento de equipos audiovisuales usando MS Excel

4. Conclusiones

Los avances en tecnologías de información y la reducción de sus costos, hacen posible que las soluciones de inteligencia de negocios, que solían ser exclusividad de las grandes compañías, sean utilizadas por pequeñas empresas.

No obstante a la creciente critica de las soluciones de Inteligencia de negocios Stand – Alone dentro de la comunidad de académicos y practicantes de las grandes empresas, este tipo de solución permite que unidades y proyectos específicos dentro de una organización dispongan de sus beneficios, sin esperar una iniciativa empresarial que puede nunca llegar.

El campo de las soluciones de inteligencia negocios es un campo inmaduro, que necesita de estándares que reduzcan la incertidumbre en la realización de tareas dentro de un proyecto de este tipo, a saber, diseño del proceso de ETL, diseño de la bodega de datos, entre otros.

Los modelos de procesos existentes para el desarrollo de inteligencia de negocios están enfocados a equipos de desarrollo grandes, con altos niveles de madurez que llevan a cabo el proceso de desarrollo dentro de grandes compañías. Por lo cual se requiere, que además de buscar llegar a estándares útiles para las grandes compañías, se preste mayor atención a los equipos de desarrollo pequeños con bajos niveles de madurez.

Las practicas ágiles para el desarrollo de software como el diseño colaborativo, las reuniones diarias, desarrollo basado en pruebas, la retrospectiva, entre otras, permiten que los equipos de desarrollo inmaduro y pequeño, como el de este proyecto, pese a mantener un aparente grado de informalidad en el desarrollo de software, incrementen el valor, junto con la calidad de lo entregado al cliente.

Referencias

1. Luhn, H. (1958). A Business Intelligence System. IBM Journal.
2. Power. (10 de marzo de 2007). A brief history of decision support system, version 4.1. Recuperado el 28 de Enero de 2013, de DSSResources.com
3. Gartner. (18 de febrero de 2011). Gartner Forecasts Global Business Intelligence Market to Grow 9.7 Percent in 2011. Recuperado el 24 de Noviembre de 2012, de <http://www.gartner.com/newsroom/id/1553215>
4. Tereso, M. (2011). Open source business intelligence tools for SMEs . Information Systems and Technologies (CISTI), 1 - 4 .
5. Conesa Caralt, J., & Curto Díaz, J. (2010). Introducción al Business Intelligence. Barcelona: Editorial UOC.
6. Oficina Asesora de Planeación. (2010). Boletín Estadístico 2010. Magdalena. Santa Marta, D.T.C.H.: Universidad del Magdalena.
7. Universidad del Magdalena. (2012). Resolución 143. Santa Marta.
8. Dresner, H. (2009). Profiles in Performance: Business Intelligence Journeys and the Roadmap for Change. Wiley.
9. Vodapalli, N. K. (2009). Critical Success Factors of BI Implementation. Copenhague: IT University of Copenhagen.
10. Azma, F. (2011). Business intelligence as a key strategy for development organizations. First World Conference on Innovation and Computer Sciences (INSODE 2011).
11. Kimball, R. (2008). Data Warehouse the life-cycle.
12. Beck, K. (2004). Extreme Programming Explained: Embrace Change, 2nd Edition. Addison-Wesley.
13. Ramos, S. (2011). Microsoft Business Intelligence: vea el cubo medio lleno. Albaterra: SolidQ Press.
14. Lujan, S., & Trujillo, J. (2002). Extending UML for Multidimensional Modeling. Lecture Notes in Computer Science, 290-304.
15. Gartner. (2012). Magic Quadrant For Business Intelligence Platforms.