

Tipo de artículo: Artículo original
Temática: Tecnologías de datos
Recibido:20/03/17 | Aceptado: 03/05/17| Publicado:

Mercado de datos para el área Recurso Cama del sector salud

Data market for the area Resource Bed of the health sector

Juan Pablo Barroso Casanova^{1*}

¹ Universidad de las Ciencias Informáticas. Carretera San Antonio de los Baños km 2 1/2. jpbarroso@uci.cu

* Autor para correspondencia: jpbarroso@uci.cu

Resumen

El sector salud está llevando a cabo la informatización de sus procesos, para ello el Centro de Informática Médica, perteneciente a la Universidad de las Ciencias Informáticas, desarrolló un sistema de información hospitalaria encargado de complementar las distintas áreas que laboran en un centro de este tipo. En el área Recurso Cama muchos de los análisis históricos y de tendencias no pueden ser realizados pues no cuentan con el soporte necesario para llevarlos a cabo. El objetivo de la presente investigación es realizar el análisis, diseño e implementación de un mercado de datos que sirva de apoyo en el proceso de toma de decisiones en el área Recurso Cama del sector salud. Para su desarrollo se determinó el empleo de PostgreSQL 9.4 como sistema de gestión de bases de datos y como ambiente de desarrollo la Suite Pentaho 6.0; se implementó el proceso para la extracción, transformación y carga de los datos con el propósito de poblar el mercado de datos, para posteriormente mostrar la información a través de reportes y gráficos, permitiéndole a los especialistas un mejor análisis de la información.

Palabras clave: mercado de datos, Recurso Cama y toma de decisiones.

Abstract

The health sector is carrying out the computerization of its processes, for which the Centre belonging to the University of Information Science Medical Informatics, developed a hospital information system manager to complement the different areas working in a center of this type. Resource bed in the area, many of the historical and trend analysis can not be performed because not have the necessary support to carry them out. The objective of this research is the analysis, design and implementation of a market that will support data in the process of decision

making in the health sector Resource bed area. Development for the use of PostgreSQL 9.4 as a management system database development environment and how the Pentaho Suite 6.0 was determined. the process for the extraction, transformation and loading of data, in order to populate the data market, later to display information through reports and graphs allowing specialists to better study the information was implemented.

Keywords: *data mart, bed resource, decision making.*

Introducción

Las nuevas Tecnologías de la Información y las Comunicaciones constituyen uno de los pilares más importantes en el desarrollo de cualquier sociedad moderna. Sus principales aportes y ventajas son aprovechados en el país en la propia construcción del socialismo y en el perfeccionamiento de la empresa cubana, tal como se plantea en los lineamientos de la política económica y social del Partido y la Revolución, aprobados en el VI Congreso del Partido Comunista de Cuba, cuando se refiere a: “Sostener y desarrollar los resultados alcanzados en el campo de (...), la industria del software y el proceso de informatización de la sociedad (...). (Partido Comunista de Cuba, 2011)

El avance científico y tecnológico en la nación ha generado gran cúmulo de información en la mayor parte de los sectores de la economía y los servicios. Esta acumulación de datos y estadísticas, en muchas ocasiones no se procesa de manera eficiente, perdiéndose conocimiento útil que pudiera ser empleado en la labor de dirección. Razones por las que, los diferentes organismos e instituciones estatales, específicamente en el campo de la informática, se dedican a organizar y procesar todo el saber archivado y convertir los antecedentes históricos en información actual, relevante y fiable para la toma de decisiones.

Uno de los sectores que ha avanzado en la informatización de sus procesos es el sector salud, para el cual el Centro de Informática Médica (CESIM), perteneciente a la infraestructura productiva de la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), desarrolló el sistema de información hospitalaria XAVIA (HIS) con el fin de complementar el funcionamiento de las diferentes áreas que conforman un centro hospitalario, las que mantienen estrecha relación entre sí.

Recurso Cama es una de las áreas que tramita XAVIA HIS, utilizada para la gestión de las camas que emplean los pacientes hospitalizados. Sus propósitos se centran en registrar, organizar, actualizar, conservar y mostrar la

información de forma dinámica y segura. Actualmente existen problemas que dificultan el análisis de la información a los especialistas encargados de dar respuesta o tomar decisiones en este ámbito, entre los que destacan:

- El volumen de datos almacenados en el sistema se incrementa considerablemente debido al cúmulo de información diaria que se genera en el área. Además, el cálculo de los indicadores utiliza fórmulas complejas, necesitando la unión de varias tablas para obtener los valores numéricos que permiten realizar las operaciones matemáticas; por lo que la disponibilidad de la información es afectada por la demora de ejecución de las consultas realizadas a la base de datos del sistema.
- Los especialistas necesitan realizar análisis estadísticos complejos entre diferentes indicadores, análisis históricos y de tendencias, pero no cuentan con el soporte necesario para llevarlos a cabo, lo que conlleva a la pérdida de datos útiles y valiosos.

De esta manera, surge el presente estudio que comprende como problema de investigación que la información mostrada en el área Recurso Cama del sector salud no contempla los datos históricos, que permitan la realización de análisis basados en ellos para servir de apoyo a la toma de decisiones.

Para darle solución al problema planteado se define como objeto de estudio los almacenes de datos y como campo de acción los mercados de datos en el sector salud. El objetivo general es desarrollar un mercado de datos para el área Recurso Cama del sector salud que permita la realización de análisis históricos para servir de apoyo a la toma de decisiones. El resultado esperado del presente trabajo es el desarrollo de un Mercado de datos poblado que apoye el proceso de toma de decisiones para el manejo de los recursos del Sector Salud.

Materiales y métodos

Para el desarrollo de la investigación se utilizaron los métodos científicos siguientes:

- **Histórico-lógico:** fue escogido para profundizar en las etapas del desarrollo de los almacenes y mercados de datos teniendo en cuenta las herramientas y metodologías utilizadas.
- **Análisis-Síntesis:** se empleó con el objetivo de analizar las características de las metodologías existentes para el desarrollo de los almacenes y mercados de datos y seleccionar la de mayor factibilidad.
- **Empírico:** Se aplicó la técnica de entrevista, con el objetivo de entender cómo funciona la entidad, obtener los requisitos y reglas del negocio.

Metodología de desarrollo

Vincula el enfoque ascendente de la metodología del ciclo de vida de Kimball e incluye los casos de uso para guiar el proceso de desarrollo, planteado por el doctor Leopoldo Zenaido Zepeda en su tesis de doctorado. Además, a esta metodología se le agrega una etapa de prueba que permite comprobar la calidad de los productos que se desarrollan. (González Hernández, 2014)

En consonancia con la autora, en la presente investigación se escoge la metodología de desarrollo para proyectos de almacenes de datos, ya que se adapta a las particularidades concretas del Centro de Tecnologías y Gestión de Datos (DATEC). Para su empleo, se pueden consultar a especialistas que radican en este centro con vasta experiencia en el tema.

La metodología de desarrollo para proyectos de almacenes de datos está conformada por siete fases y un flujo de trabajo: (González Hernández, 2014)

- Estudio preliminar y planeación: se realiza un estudio minucioso en la entidad cliente. Esto incluye un diagnóstico integral de la organización, con el fin de determinar qué es lo que se desea construir y qué condiciones existen para el desarrollo y montaje de la misma. Además, se llevan a cabo las tareas de planeación del proyecto.
- Requisitos: se realiza un proceso de entrevistas al cliente para determinar los requisitos de información. Al mismo tiempo, se hace un levantamiento detallado de las fuentes de datos para validar su disponibilidad. Además, se definen los requisitos funcionales y no funcionales de la solución, así como se establece un análisis de los mismos que da paso al diseño e implementación.
- Arquitectura: se definen las vistas arquitectónicas de la solución, los subsistemas y componentes, la seguridad, la comunicación y la tecnología a utilizar.
- Diseño e implementación: se diseñan los procesos de integración de datos para la presentación de la información, así como el diseño gráfico de la aplicación definido por el cliente.
- Prueba: se realizan las pruebas que validan la calidad del producto.
- Despliegue: se realiza el despliegue de la aplicación en el entorno real, así como la capacitación a los clientes.
- Soporte y mantenimiento: se realizan las tareas de mantenimiento de la aplicación y crecimiento del almacén de datos.
- Gestión del proyecto: se ejecuta a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto, donde se controla, gestiona y chequea todo el desarrollo.

Para el desarrollo del mercado de datos, se llevaron a cabo cada una de las cinco primeras fases y a la par se controló, gestionó y se chequeó el avance del proyecto, a lo largo de todo su ciclo de vida como parte del flujo de trabajo. Es de

destacar que, las etapas para el despliegue de la aplicación, soporte y mantenimiento de la solución están a cargos de los especialistas de almacenes de datos del centro DATEC.

Herramientas de desarrollo

- **Visual Paradigm for UML 8.0:** Concebida para soportar el ciclo de vida completo del proceso de desarrollo del software a través de la representación de todo tipo de diagramas; al tiempo que propicia un conjunto de ayudas para el desarrollo de programas informáticos, desde la planificación, el análisis y el diseño, hasta la generación del código fuente de los programas. Sirve de puente visual entre arquitectos, analistas y diseñadores de sistemas de información, haciendo el trabajo más fácil y dinámico. Esta herramienta es multiplataforma y posee tanto licencia comercial como gratuita. (Pressman, 2002)
- **PostgreSQL 9.2:** Sistema de gestión de bases de datos objeto-relacional, distribuido bajo licencia BSD (Berkeley Software Distribution) y con su código fuente disponible de forma libre. Además, cuenta con una documentación bien organizada, pública. Soporta todas las características de una base de datos profesional como disparadores, funciones, secuencias, reglas, tipos de datos definidos por usuarios, vistas materializadas, etc. Sus características lo convierten en un sistema potente y robusto. (PostgreSQL Global Development Group, 2015).
- **PgAdmin III:** Es una herramienta diseñada para responder a las necesidades de todos los usuarios, destacando que: (PostgreSQL Global Development Group, 2009)
 - Permite la escritura de consultas SQL sencillas hasta el desarrollo de bases de datos complejas.
 - Soporta todas las características de PostgreSQL y facilita la administración.
 - Incluye un editor de resaltado de sintaxis SQL, un editor de código del lado del servidor, un agente de planificación de tareas para el Lenguaje Estructurado de Consulta (SQL, del inglés Structured Query Language) y soporte para el motor de replicación Slony-I.
 - Permite establecer la conexión al servidor mediante (TCP/IP, protocolo de control de transmisión/protocolo de internet) o de manera local, y pudiera utilizarse el cifrado capa de puertos seguros (SSL, del inglés Secure Sockets Layer) para la seguridad.
 - No requiere conductores adicionales para comunicarse con el servidor de base de datos.
- **Pentaho Data Integration (PDI) 6.0:** Pentaho Data Integration prepara y mezcla los datos para crear una imagen completa del negocio que maneja información procesable. Con las herramientas visuales para eliminar la codificación y complejidad, ofrece un motor de extracción, transformación y carga que facilita el

proceso de capturar, limpiar y almacenar los datos. Cuenta con las cuatro herramientas siguientes: (Pentaho Corporation, 2015)

- Spoon: es la herramienta gráfica que permite el diseño de transformaciones ETL.
 - Pan: es la herramienta que permite la ejecución de las transformaciones diseñadas en Spoon.
 - Chef: específicamente para crear trabajos.
 - Kitchen: similar a Pan, pero para ejecutar los trabajos o jobs.
- **Pentaho Schema Workbench 3.11.0.1:** Es una herramienta gráfica que permite la construcción de esquemas de Mondrian. Permite la conexión a la base de datos, así como crear esquemas donde agregar los cubos OLAP, procesa grandes volúmenes de información, en campos bien definidos y con un acceso inmediato a los datos para su consulta y posterior análisis. (Codd, 2007)
- **Pentaho BI Server 6.0:** Pentaho BI Server incluye herramientas integradas para generar informes, minería de datos y ETL. Posee un motor de solución que integra reportes, análisis, cuadro de mando y componentes de minería de datos; funciona como un sistema y está diseñada para integrarse fácilmente en cualquier proceso de negocio. (Pentaho Corporation, 2015)
- **Pentaho Report Designer:** Es una herramienta de reportes que permite crear informes, los cuales pueden ser ejecutados o publicados en la plataforma BI y a su vez puedan ser utilizados por los usuarios. Genera los informes en varios formatos, incluyendo PDF (formato de documento portátil), Microsoft Excel, HTML (Lenguaje de Marcas de Hipertexto), XML (Lenguaje de Marcas Extensible) y CSV (documento en formato abierto). (Pentaho Corporation, 2015)

Resultados y discusión

El sector salud es una de los ámbitos más importante en el país, ya que es el encargado de brindar un servicio de atención a personas que asisten por un motivo u otro a una entidad médica. Debido a la cantidad de información que se genera constantemente en las distintas áreas de un centro hospitalario, CESIM decidió realizar un sistema de información hospitalaria llamado XAVIA HIS que se encarga de complementar todas las áreas de esta organización.

En el área Recurso Cama del sector salud encargada de la gestión de las camas puestas a disposición de los pacientes hospitalizados existen algunos problemas con el procesamiento de la información. Las principales irregularidades están dadas en que el volumen de datos almacenado en el sistema se incrementa considerablemente por cúmulo de

información diaria que se genera en el área; al tiempo que el cálculo de los indicadores utiliza fórmulas complejas necesitando la unión de varias tablas para obtener los valores numéricos que permiten realizar las operaciones matemáticas. Por estas razones, la disponibilidad de la información es afectada por la demora de ejecución de las consultas realizadas a la base de datos del sistema, lo que conduce a la pérdida de datos útiles, que pueden ser usados en la labor de la dirección para la toma de decisiones.

Fueron identificados un total de 13 requisitos funcionales, 12 no funcionales y 17 requisitos de información. Como ejemplos de estos últimos se tiene:

1. Obtener la cantidad de camas por D.P.A, entidad y servicio.
2. Obtener el porcentaje de ocupación de camas por D.P.A, entidad, tiempo y servicio.

Viéndose como:

Variables de entrada: D.P.A., entidad, servicio, tiempo.

Variable de salida: cantidad de camas, porcentaje de ocupación de camas.

Y definiendo como arquitectura de un mercado de datos (figura 1) que es la forma de representar el tratamiento que se le da a los datos a partir de su origen y la comunicación entre los subsistemas. El mercado de datos para el área Recurso Cama del sector salud consta de tres subsistemas:

- Fuente de datos: se refiere al origen de los datos presentados por los especialistas del centro CESIM guardados en una base de datos relacional dentro del sistema gestor de bases de datos PostgreSQL.
- Subsistema de integración: incluye todo el proceso de extracción, transformación y carga de los datos; pasando por un proceso de limpieza los datos a cargar en el mercado de datos mediante transformaciones y trabajos.
- Subsistema de almacenamiento: almacena toda la información que ha sido transformada, correspondiente al mercado de datos para el área Recurso Cama del sector salud en el sistema gestor de base de datos PostgreSQL.
- Subsistema de visualización: consulta los datos existentes en el mercado de datos para el área Recurso Cama del sector salud, con el objetivo de representarlos mediante gráficos, reportes operacionales y vistas de análisis, contribuyendo así a la toma de decisiones.

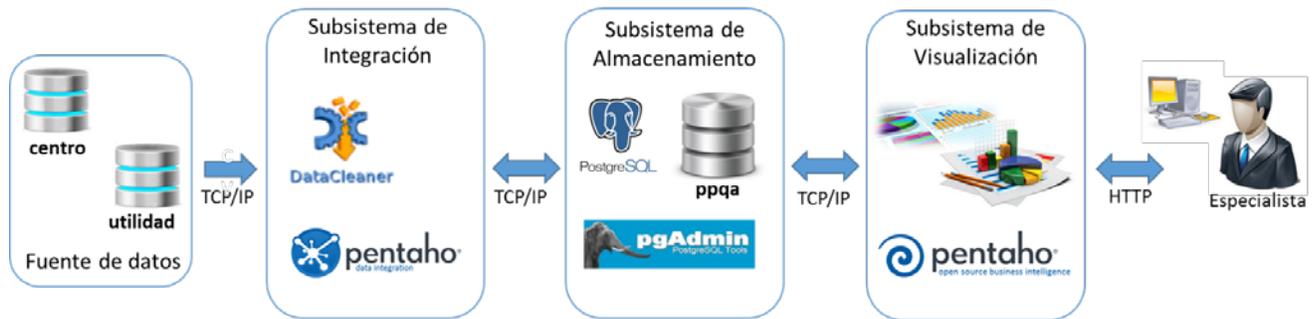


Fig. 1: Arquitectura del MD.

En el **Subsistema de Almacenamiento** el cual está conformado por tablas de hechos y dimensiones de un sistema de información, así como sesiones y propiedades, además de las relaciones que lo componen. El esquema utilizado para el modelo de datos de la solución fue el esquema constelación de hechos, debido a que la misma dimensión se relaciona con dos o más hechos, ejemplo dimensión servicio. La figura siguiente muestra el modelo de datos.

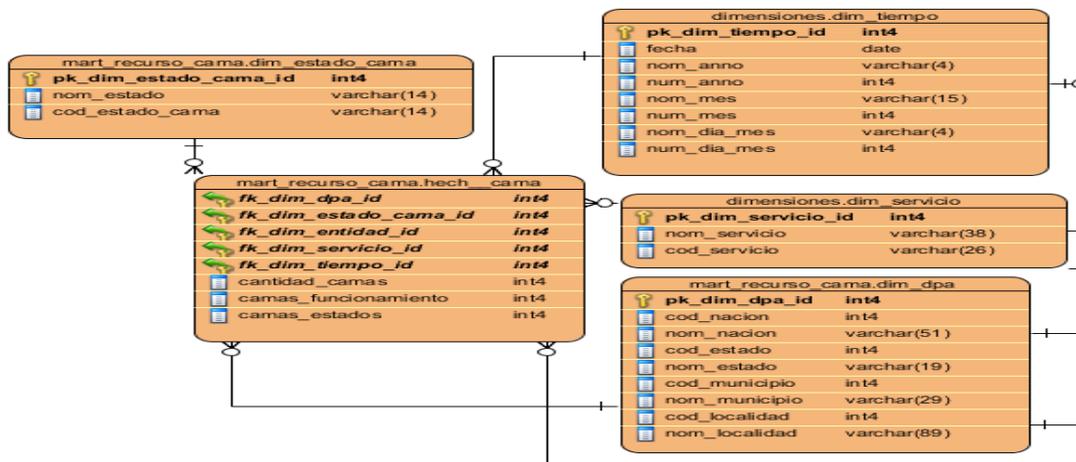


Fig. 2: Modelo de datos reducido.

En el **Subsistema de Integración** el cual se implementó ETL (Extracción, Transformación y Carga) realizándose un total de nueve transformaciones, seis para las dimensiones y tres para los hechos.

La figura siguiente muestra la transformación implementada para la carga del hecho admisión.

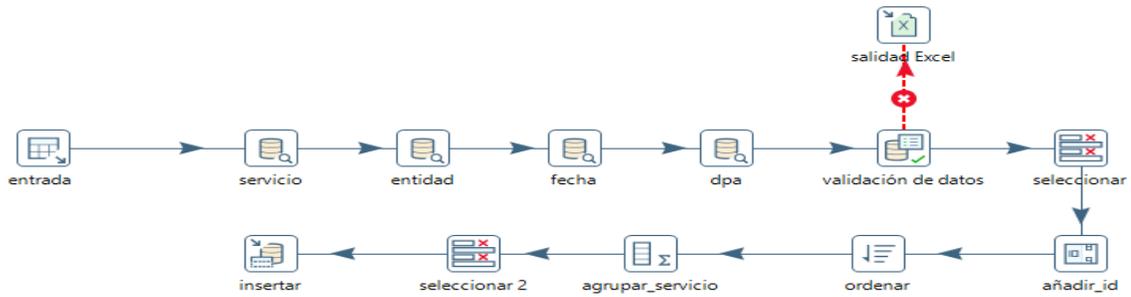


Fig. 3: Hecho admisión.

A la vez que se termina el proceso de extracción y transformación de los datos, se procede a la automatización del mismo, para lo que se diseñan los trabajos. En este sentido, el objetivo principal consiste en evitar cargar individualmente cada una de las transformaciones. El trabajo general se encuentra en la figura 5.

En el trabajo, mostrado en la figura siguiente, se ejecutan todas las transformaciones correspondientes a las dimensiones anteriormente definidas.

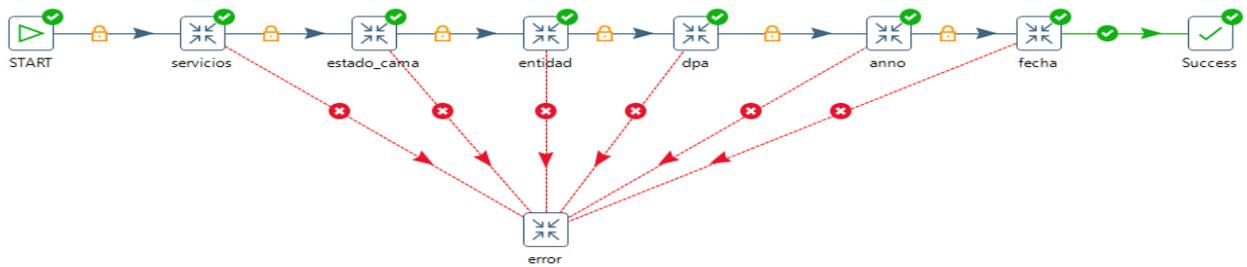


Fig. 4: Trabajo de las dimensiones.

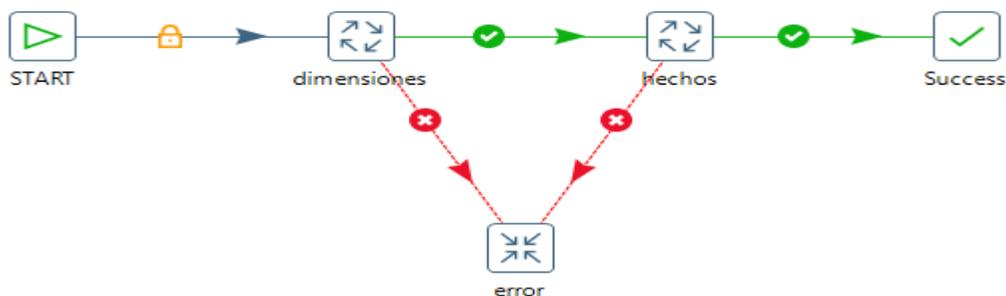


Fig. 5: Trabajo general.

Una vez que este poblado el MD se implementa el **Subsistema de Visualización**, en donde el diseño de los cubos OLAP se realizó con la herramienta Schema Workbench en su versión 6.0. Los cubos multidimensionales son uno de los elementos fundamentales para la presentación de los datos al usuario, permiten organizar y acceder a los datos para su posterior análisis. Se definieron tres cubos multidimensionales y un cubo virtual con el objetivo de calcular indicadores que utilizan medidas de distintos cubos.

A continuación, se muestra un ejemplo del cubo de datos perteneciente al hecho egreso, el cual está relacionado con las dimensiones D.P.A., entidad, servicio, año y presenta, además, seis medidas.

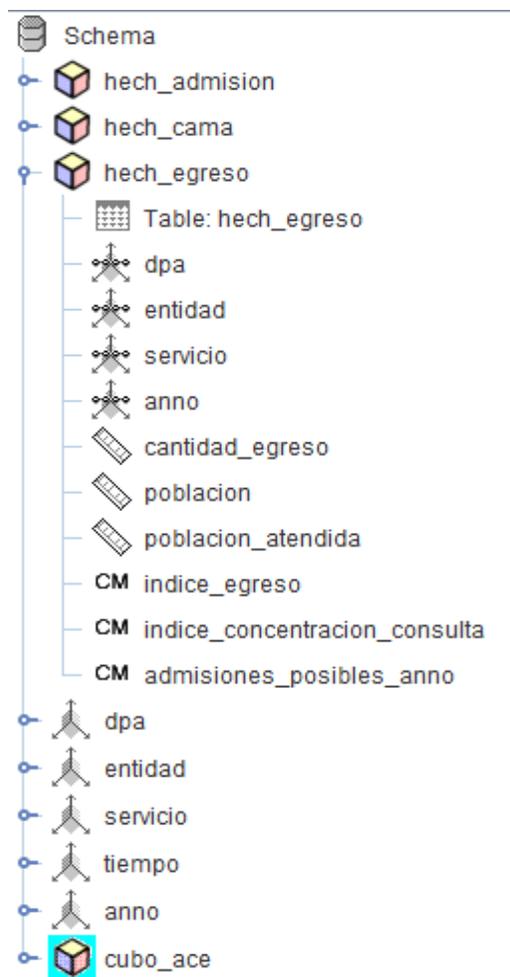


Fig. 6: Cubos OLAP.

Las vistas de análisis y los reportes operacionales pertinentes a los datos guardados en el mercado de datos sobre el área Recurso Cama constituyen la información que el cliente desea obtener. En total se implementaron 13 vistas análisis y cinco reportes operacionales y tres cuadros de mandos, facilitando el análisis de la información. A continuación, se muestra un ejemplo de cada uno.

			Medidas			
			Cantidad de egreso			
			Año			
D.P.A	Entidad	Servicio	• 2012	• 2013	• 2014	• 2015
Capital Cantaura -Pedro M. Freites	Hospital Industrial San Tomé	Neurología	0	0	0	
		Cirugía colorectal			0	
		APS		0	0	
		Termoterapia	33	281	161	
		Medicina general	0	0	0	
		Anestesiología			0	
		Reumatología	0		1	
		Oncología			0	
		Nefrología			0	
		Neurocirugía	0	11	8	
		Cirugía Maxilofacial	0	0	0	
		Med. Interna	47	434	257	
		Dermatología			0	
		Cirugía general	39	437	310	0
		Urología	13	104	48	
		ORL	0	21		
		Cardiología	0	0	0	
Cirugía cardiovascular	0	40	26			
Ginecología	53	427	287			

Fig. 7: Vista de análisis: cantidad de egresos

La vista de análisis muestra la cantidad de pacientes que son dados de alta en un centro hospitalario, teniendo en cuenta un año específico y los diferentes servicios que brinda la organización de asistencia médica. De esta manera, se facilita el entendimiento por parte de los especialistas encargados de realizar análisis y dar respuestas a la dirección.

Con los cuadros de mando, los ejecutivos pueden explorar la información con fluidez, ya que los reportes pueden ser visualizados en gráficos, lo cual es más vistoso y amigable al usuario permitiéndole tomar mejores decisiones.

Análisis de los indicadores de egreso

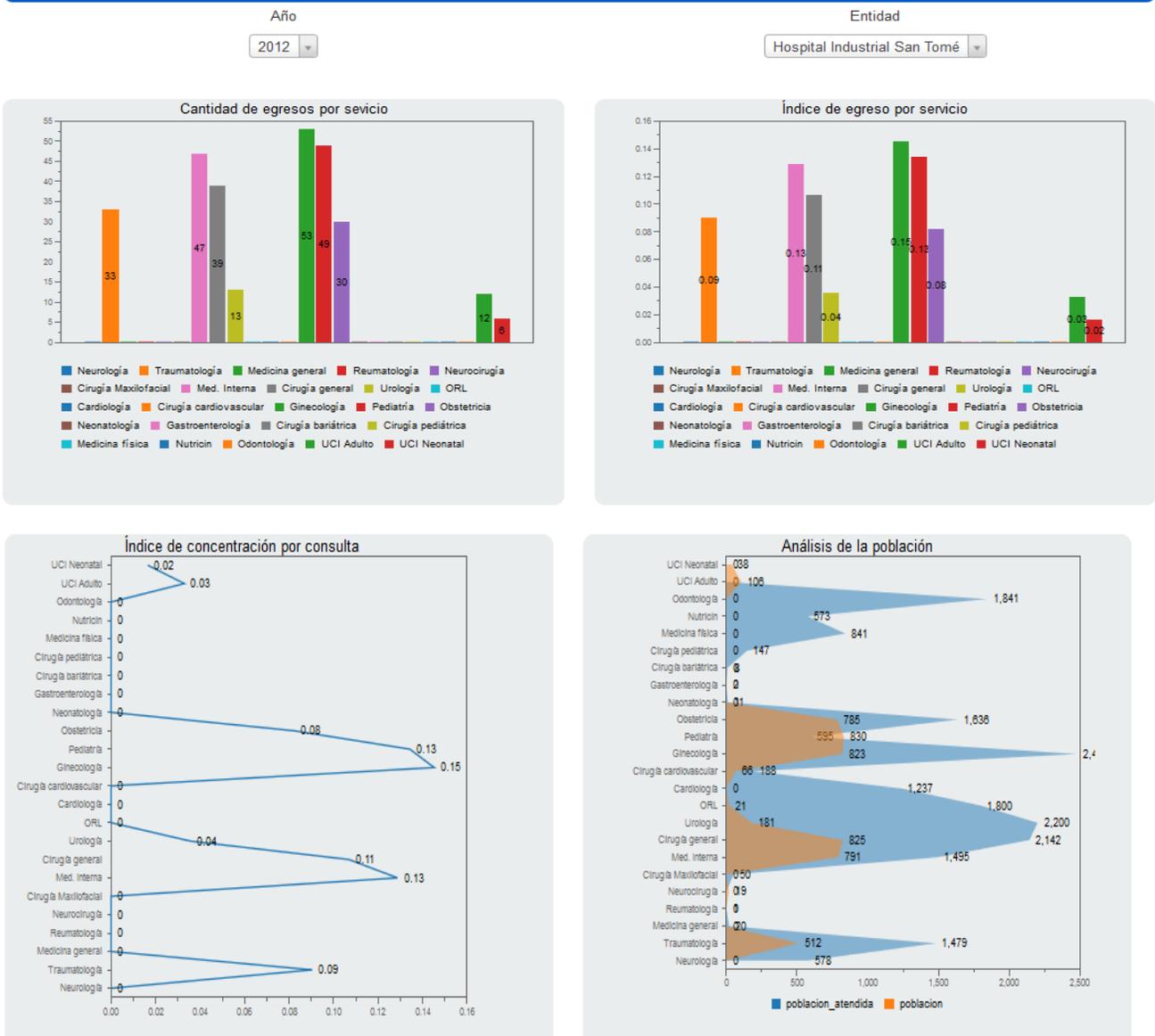


Fig. 1: Cuadro de mando: cantidad de egresos.

En la figura anterior se visualiza un cuadro de mando: cantidad de egresos. De esta manera, se pueden analizar la información por año, entidad y servicios.

Los reportes operacionales están orientados hacia el soporte de las funciones organizacionales diarias. Ellos tienen por objetivo proporcionar soporte para la toma de decisiones en un entorno con un movimiento rápido.



Fig 1 Reporte operacional: Renovación de la cama

La figura anterior muestra la medida renovación de la cama por servicio, dando al usuario la posibilidad de filtrar por los siguientes parámetros: año, localidad, municipio, estado y entidad.

Pruebas al MD: Análisis de Tendencias

Las pruebas son un conjunto de técnicas cuyo objetivo es servir de guía para la corrección de las deficiencias encontradas, obteniéndose como resultado una aplicación con mayor calidad y confiabilidad. (Barrientos, 2014)

De acuerdo a las especificaciones de la investigación, y con el objetivo de garantizar una buena calidad en el mercado de datos implementado, se realizaron tres tipos de pruebas:

- Pruebas unitarias: se realizan en todas las fases de la elaboración del mercado de datos y permiten detectar errores en los datos, lógica y algoritmo.

- Pruebas de integración: su objetivo es verificar la correcta relación entre los componentes. Incluye la confección de casos de prueba que resultan de gran importancia para demostrar la funcionalidad de la solución.
 - Casos de pruebas: es un conjunto de condiciones bajo las cuáles un analista determinará si una aplicación es parcial o completamente satisfactoria.
- Pruebas de aceptación: son realizadas por el cliente para verificar que se cumplen los requisitos planteados y validar su conformidad con el producto.

En la siguiente figura se muestran los resultados de la cantidad de no conformidades encontradas en cada una de las iteraciones.

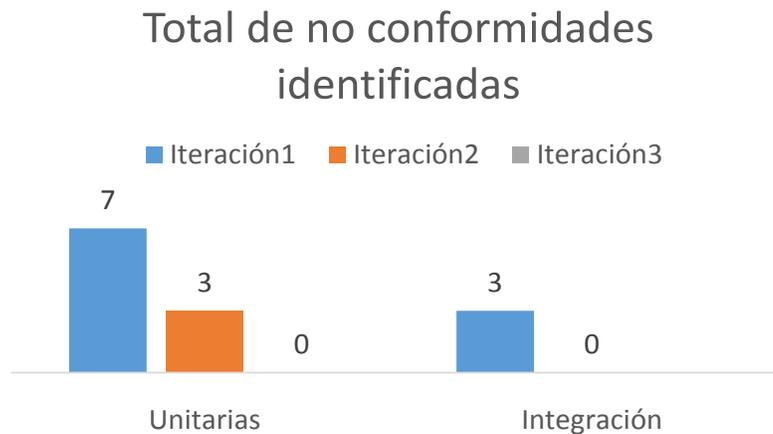


Fig 10 Resultados por iteración

Valoración económica y aporte social

Una vez aplicada la solución te permite tener información de análisis de tendencias, comparativo e históricos sobre el recurso cama desde un departamento hasta nivel de país si es lo que se quiera.

A continuación, se muestran los elementos que fundamentan el impacto que tendrá la solución una vez aplicada:

- Alto nivel de gestión, control y seguimiento del Recurso Cama del Sector.
- Fácil manejo de la información a la hora de su búsqueda.
- Facilitar el trabajo de los dirigentes a la hora de tomar decisiones con respecto al producto.

Conclusiones

Al finalizar el proceso de desarrollo del MD para el área Recurso Cama del sector salud se puede afirmar que se le ha dado cumplimiento de forma satisfactoria al objetivo general del presente trabajo de diploma, obteniéndose los resultados que se esperaban:

- Se realizó la fundamentación teórica de la investigación, que permitió la selección de la metodología de desarrollo para proyectos de almacenes de datos; emplear la Suite Pentaho como herramienta para la extracción, transformación y carga de los datos, así como la generación de vistas de análisis, reportes operacionales y cuadros de mando. De igual manera, utilizar como gestor de bases de datos PostgreSQL 9.4.
- El análisis y diseño permitió la identificación de 17 requisitos de información, 13 requisitos funcionales, 14 requisitos no funcionales, 13 reglas del negocio, 6 dimensiones y 3 hechos.
- La implementación garantizó un almacenamiento estructurado y funcional de la información al mercado de datos, ofreciendo al cliente 17 reportes con los cuales puede visualizar toda la información necesaria para el apoyo a la toma de decisiones.
- Con las pruebas se evidenció la correcta elaboración del mercado de datos, alcanzándose resultados satisfactorios.
- Al concluir la investigación se obtuvo un sistema capaz de resolver el problema existente en el área Recurso Cama del sector salud que sirve de apoyo en el proceso de toma de decisiones.

Referencias bibliográficas

- Codd, Edgar F. 2007. Cubo-OLAP. [En línea] 2007. [Citado el: 9 de diciembre de 2015.] <http://www.informatica-hoy.com.ar/telefonos-celulares/Cubo-OLAP-una-base-de-datos>
- Campazzo. 2008. BUSINESS INTELLIGENCE: INDISPENSABLE PARA LAS EMPRESAS QUE QUIEREN SEGUIR CRECIENDO. 2008.
- González Hernández, Yanisbel. 2014. METODOLOGÍA DE DESARROLLO PARA PROYECTOS DE ALMACENES DE DATOS. 2014.
- Partido Comunista de Cuba. 2011. Lineamientos de la política económica y social del partido y la revolución. 2011.

- González Hernández, Yanisbel. 2014. METODOLOGÍA DE DESARROLLO PARA PROYECTOS DE ALMACENES DE DATOS. 2014.
- Pentaho Corporation. 2015. Pentaho Data Integration. [En línea] 2015. [Citado el: 9 de diciembre de 2015.] <http://www.pentaho.com/product/data-integration>.
- Oracle Database. 2015. Oracle. [En línea] 2015. [Citado el: 10 de febrero de 2016.] <https://shop.oracle.com>.
- PostgreSQL Global Development Group. 2009. PgAdmin, PostgreSQL Tools. [En línea] 2009. [Citado el: 9 de diciembre de 2015.] <http://www.pgadmin.org>.
- PostgreSQL. 2000. Manual del usuario de PostgreSQL. [En línea] 2000. [Citado el: 10 de febrero de 2016.] <http://es.tldp.org/Postgre>
- Codd, Edgar F. 2007. Cubo-OLAP. [En línea] 2007. [Citado el: 9 de diciembre de 2015.] <http://www.informatica-hoy.com.ar/telefonos-celulares/Cubo-OLAP-una-base-de-datos-multidimensional.php>.
- ETL-Tools. 2016. Business Intelligence - Almacenes de Datos - ETL. Business Intelligence - Almacenes de Datos - ETL. [En línea] 2016. [Citado el: 12 de mayo de 2016.] http://etl-tools.info/es/bi/almacenedatos_esquema-constelacion.htm.