



Implementación de una solución de Inteligencia de Negocios aplicada al Suministro de Fuerza de Trabajo

Implementation of a Business Intelligence solution applied to the Supply of Workforce

Autores

✉ * Caballero Fera Daykenis

✉ Torres Torres Vladimir Alberto

Departamento de Informática, Facultad de Ciencias Sociales y Económicas, Universidad de Moa “Dr. Antonio Núñez Jiménez”, Moa, Holguín, Cuba.

* Autor para correspondencia

Comó citar el artículo:

Caballero Fera, D., & Torres Torres, V.A. (2023). Implementación de una solución de Inteligencia de Negocios aplicada al Suministro de Fuerza de Trabajo. *Informática y Sistemas: Revista de Tecnologías de la Informática y las Comunicaciones*, 7(2), 52-62.
<https://doi.org/10.33936/isrtic.v7i2.5626>

Enviado: 14/03/2023

Aceptado: 02/06/2023

Publicado: 03/07/2023

Resumen

El proceso de extracción de níquel en Cuba se encuentra a cargo de dos plantas procesadoras del mineral, ubicadas en la región nororiental del país. El capital humano necesario para operar estas industrias es garantizado a través del servicio de Suministro de Fuerza de trabajo, llevado a cabo por una entidad de prestación de servicios. Sin embargo el proceso presenta deficiencias que afectan los procesos de toma de decisiones en ese ámbito, de ahí la necesidad de emplear técnicas novedosas para solucionar las problemáticas identificadas. La Inteligencia de Negocio (Business Intelligence, BI), se presenta como una alternativa de solución para este contexto, pues proporciona un conjunto de tecnologías y herramientas encaminadas a transformar los datos en conocimiento para la toma de decisiones en las organizaciones. Este trabajo describe el desarrollo de una herramienta informática con técnicas de Inteligencia de Negocios que permitirá apoyar la toma de decisiones en el servicio de Suministro de Fuerza de Trabajo a las industrias del níquel cubanas. Como metodologías para la implementación de la solución propuesta se seleccionaron Hefesto y la Metodología de Desarrollo Conducido por Funcionalidades, y como principal herramienta la plataforma SpagoBI. Los resultados obtenidos con la aplicación se valoran positivamente a criterio de expertos y mediante pruebas de caja negra, pues se considera un estadio superior en la informatización de la gestión de las empresas del níquel.

Palabras clave: Inteligencia de Negocios; Suministro de Fuerza de trabajo; FDD; Hefesto.

Abstract

The nickel extraction process in Cuba is in charge of two mineral processing plants, located in the northeastern region of the country. The human capital necessary to operate these industries is guaranteed through the workforce supply service, carried out by a service provider entity. However, the process presents deficiencies that affect the decision-making processes in this area, hence the need to use innovative techniques to solve the identified problems. Business Intelligence (BI) is presented as an alternative solution for this context, since it provides a set of technologies and tools aimed at transforming data into knowledge for decision-making in organizations. This work describes the development of a computer tool with Business Intelligence techniques that will support decision-making in the Labor Force Supply service to the Cuban nickel industries. As methodologies for the implementation of the proposed solution, Hefesto and the Functionality-Driven Development Methodology were selected, and the SpagoBI platform as the main tool. The results obtained with the application are valued positively at expert criteria and through black box tests, since it is considered a higher stage in the computerization of nickel companies.

Keywords: Business Intelligence; Workforce Supply; FDD; Hefesto.



1. Introducción

La minería del níquel en Cuba ha sido una de las actividades que históricamente ha tenido un papel significativo en el sector exportable del país, pues constituye uno de los diez metales que más se consumen en el mundo. Los principales yacimientos cubanos de níquel, que se conocen, se localizan en el municipio Moa, provincia Holguín (Martín Astorga, 2018) y son explotados por dos plantas procesadoras de mineral. Con el devenir de los años, se hizo necesario desprender a esas empresas productoras de la prestación de servicios. Es por ello que alrededor de esta gran industria se crearon una serie de entidades con la misión de garantizar servicios necesarios para que las fábricas se centraran únicamente en extraer y procesar el mineral. Entre los servicios fundamentales se encuentra el Suministro de Fuerza de Trabajo (SFT). Si se tiene en cuenta que el sector del níquel en Cuba está centralizado en un grupo empresarial compuesto por 16 entidades que agrupan aproximadamente 14 000 trabajadores, se podrá comprender la alta importancia de este servicio como mecanismo que garantiza el capital humano competente para realizar las labores continuas, tanto directas como indirectas vinculadas a la producción de níquel.

El SFT es un proceso que forma parte de la Gestión de Capital Humano (GCH), actividad que en los últimos años ha evolucionado gracias a un cambio significativo en el pensamiento empresarial sobre el papel que las personas desempeñan en las organizaciones. De considerar al factor humano como un gasto o un costo se ha pasado a reconocerlo como el factor fundamental de la actividad empresarial, como un activo (Cuesta, 2010). Esta nueva visión ha elevado la importancia de la GCH a un lugar superior dentro del ámbito empresarial, llegándose a considerar la esencia de la dirección o gestión empresarial (Cuesta, 2010).

Suministrar fuerza de trabajo se ha realizado de una forma u otra, desde el surgimiento mismo de la producción social, pues siempre ha sido necesario contratar y despedir obreros, y ha tenido como ejes centrales las actividades de reclutamiento y selección de personal.

Según Chiavenato, el reclutamiento es un conjunto de técnicas y procedimientos que se proponen atraer candidatos potencialmente calificados y capaces para ocupar puestos dentro de la organización. Básicamente es un sistema de información mediante el cual la organización divulga y ofrece al mercado de RH oportunidades de empleo que pretende llenar (Chiavenato, 2011). Para Llanos es el proceso mediante el cual se captan candidatos potencialmente aptos y acordes con los perfiles de puesto para ocupar las vacantes. Es la técnica que permite suministrar a la organización los elementos humanos necesarios en momento oportuno y calidad y cantidad requerida para mantener la homeostasis interna, siendo ésta la base de la productividad y sinergia del sistema (Llanos, 2013).

Por su parte (Agreda, 2014 citado en Veintimilla & Velásquez, 2017) plantea que es un proceso mediante el cual la empresa se encarga de atraer candidatos calificados con el perfil adecuado para los puestos vacantes. Además de ser una manera de proyectar su imagen, por lo consiguiente tienen políticas establecidas para el reclutamiento, algunas prefieren medios discretos y formales, mientras que otras optan por la difusión de su imagen y su filosofía desde la publicación de anuncios.

Como se puede observar en las definiciones analizadas existen puntos coincidentes que nos llevan a concluir que el reclutamiento es una de las piedras angulares que permite a las organizaciones alcanzar el éxito empresarial, pues constituye un mecanismo que garantiza el suministro de personas con capacidades y niveles de motivación necesarios para la realización del trabajo.

Selección de personal

Chiavenato explica que la selección del personal es el proceso que se realiza para encontrar al candidato que, por sus características y competencias, se perfila como la más adecuada para desempeñarse en un determinado puesto o cargo. Este candidato, debe ser capaz, a su vez, de adaptarse satisfactoriamente a la cultura y estilo del funcionamiento de la organización de manera que pueda convertirse en un valioso aporte para ella (Chiavenato, 2011). Por su parte Hernández dice que la selección es un proceso que se hace necesario en las organizaciones toda vez que la empresa requiere identificar competencias propias del personal que ingresa en la empresa (Hernández, 2017).

De ahí que pueda concebirse a la selección de personal como un proceso que se desarrolla en una organización, a través del cual se eligen a unas personas para la realización de un trabajo. El objetivo de la selección es encontrar a los candidatos adecuados según el perfil requerido por la empresa, con el propósito de mejorar su utilidad y lograr satisfacer así los intereses de una organización. En la actualidad se trata de negociar los intereses de ambos, candidato y organización, aunque en dicha negociación la empresa mantiene una posición claramente dominante.

La política de GCH en el contexto laboral cubano está regida, fundamentalmente, por el Ministerio del Trabajo y Seguridad Social (MTSS) y como documento base para regular las relaciones jurídico-laborales se elaboró el Código de Trabajo (Ministerio de Justicia, 2014). Además existen regulaciones para las empresas que aplican el Sistema de Dirección y Gestión.

Empresarial establecidas en el Decreto Ley 252 (Consejo de Estado, 2007) y el Decreto Ley 281 (Consejo de Ministros, 2014). El país ha tenido que diseñar e implementar sus propios modelos de GCH, necesidad que está asociada a que las empresas, en aras de mejorar su gestión, han asimilado sistemas foráneos que no se corresponden con las realidades, necesidades y proyecciones del entorno cubano (Hernández et al., 2011).

La entidad de prestación de servicios que garantiza el SFT para operar las fábricas de níquel en Cuba, desde sus inicios, han tratado de introducir las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) en todas sus áreas y procesos, incluidos el de GCH. Sin embargo, aún cuando ese servicio cuenta con objetivos de trabajo bien definidos en procedimientos y resoluciones sujetas a las normativas internacionales y nacionales vinculadas a la GCH antes mencionadas, el proceso presenta deficiencias que afectan su calidad. Al analizar detalladamente este servicio, mediante la aplicación de métodos científicos como teóricos, se logró identificar problemáticas en la gestión de la información que allí se genera y que tienen incidencia directa en la toma de decisiones. Entre las principales están: almacenamiento excesivo de datos y que son poco útiles; duplicidad de información; los especialistas y técnicos vinculados al servicio se concentran en obtener datos y no en su análisis oportuno; se priorizan las actividades urgentes y no planificadas, dejando en un plano secundario el análisis de información para la alta dirección; ausencia de informes sintetizados para los directivos; la entrega de informes al director del área, o a los especialistas principales no es oportuna, debido a que al confeccionarse de forma manual ocurre una pérdida de la necesaria inmediatez de la información. Todas estas deficiencias, a su vez, influyen negativamente en los procesos de toma de decisiones sobre el servicio de Suministro de Fuerza de Trabajo.

Al llevar a cabo todas estas tareas sin la implementación de herramientas informáticas adecuadas, resulta un proceso de mayor dificultad, ineficaz e ineficiente, lo cual afecta directamente la productividad de la empresa, como considera también en su investigación (Morales Lugo et al., 2020). Tomando en cuenta los elementos descritos, se realizó un estudio que permitió conocer algunas aplicaciones informáticas desarrolladas bajo tecnologías de BI, que permiten la gestión parcial o total del proceso de GCH o del talento humano.

(Zambrano Segovia, 2017) plantea la “Implementación de una solución de Inteligencia de Negocios para la Gestión del Talento Humano en la Universidad Técnica del Norte”. Por su parte (De La Cruz, 2022) propone “Procesos de gestión del talento humano aplicados por la empresa de servicio de internet Inno Fiber Cía. Ltda de la ciudad de Ibarra”, y (Cruz, 2022) describe un “Sistema de Información Gerencial basado en la Analítica de Recursos Humanos para la toma de decisiones en la Gestión del Talento Humano”. Sin embargo, se descarta la aplicación de algunos de ellos para dar solución a las problemáticas identificadas en esta investigación, porque son aplicaciones desarrolladas a la medida de las necesidades de clientes específicos, no con una percepción genérica que permita su adaptación al proceso de negocio que se estudia. Por otra parte, Cuba es muy estricto con el uso de software foráneo en áreas de la economía claves como es el sector del níquel, por ello se promueve como política el desarrollo de productos de software nacional y adaptado a nuestras condiciones específicas.

Lo anterior justifica la necesidad de desarrollar una solución de BI para este servicio del sector del níquel. La Inteligencia de Negocios ofrece una opción atractiva y adaptada a estas necesidades, pues brinda la posibilidad de gestionar datos,

basándose en procesos ETL (Extract, Transform and Load) a partir de disímiles fuentes, transformarlos en información útil, usando las fórmulas del negocio y cargándolos en una aplicación de usuario en un formato adecuado para su comprensión. A partir de las necesidades del cliente y teniendo en cuenta las características de esta tecnología el objetivo de este trabajo se centra en el desarrollo de un sistema BI como Soporte a la Toma de Decisiones para el Suministro de Fuerza de Trabajo en el sector del níquel en Cuba.

La Inteligencia de Negocios está orientada al desarrollo e implementación de tecnologías de información, que son necesarias para el monitoreo y transformación de datos en conocimiento, como afirman (López Robles et al., 2020). El objetivo básico de la Inteligencia de Negocios según (Lapiedra Alcamí et al., 2021), “se dirige a organizar, gestionar y tratar la información para poder presentarla de la forma más visual y útil posible, de forma que facilite la toma de decisiones en la empresa. Estos sistemas permiten relacionar gran cantidad de datos almacenados en las bases de datos con tal de proporcionar información clara a través de esquemas, modelos u otros documentos que faciliten al gestor tomar una decisión”.

Cuando hablamos de BI estamos refiriéndonos a una aplicación o paquete de software que es capaz de transformar los datos en información y ésta a su vez en conocimiento. Como consecuencia, se produce una mejora en la toma de decisiones empresariales. El mecanismo de trabajo básico de un sistema de BI se basa en recoger la información utilizada en toda la organización (incluyendo datos utilizados en otros componentes) y organizarla, aplicando herramientas analíticas, para ayudar a los directivos a la toma de decisiones. En la práctica, el sistema de BI suele proveer de información tanto interna como externa al manager encargado de tomar decisiones. Normalmente esta información es representada de manera muy visual e intuitiva apoyándose en indicadores clave de negocio según el contexto. De esta forma, y de un rápido vistazo, la persona encargada de tomar la decisión puede detectar las anomalías rápidamente y profundizar en los datos para tomar las acciones pertinentes (Lapiedra Alcamí et al., 2021).

Para comprender todo el proceso de desarrollo de la herramienta en las siguientes secciones que componen la estructura del documento serán descritos los principales elementos BI empleados; la aplicación de las metodologías de software seleccionada; los resultados obtenidos y para finalizar se presentan las pruebas y validaciones realizadas al sistema.

2. Materiales y Métodos

Como se pudo apreciar en el apartado anterior, BI no es software, herramienta específica o metodología, existen muchas definiciones pero todas ellas tienen en común de manera general estas características a criterio de (Novoa Torres et al., 2019): proveer accesibilidad a la información para garantizar el acceso de los usuarios a los datos, independientemente de su procedencia; apoyo en la toma de decisiones, de manera que los usuarios tengan acceso a herramientas de análisis que





les permitan seleccionar y manipular aquella que les interese, y orientación hacia el usuario final a través de instrumentos fáciles de usar y que no requieran grandes conocimientos técnicos.

2.1 Componentes y herramientas Inteligencia de Negocio

El equipo técnico que tuvo a cargo el desarrollo de la solución estuvo conformado por: 1 project manager (encargado de la organización y entrega del producto), 1 diseñador de interfaz gráfica (responsable de la visualidad del sistema) y 2 desarrolladores de software. Entre sus tareas principales estuvo revisar y analizar el compendio de elementos tecnológicos que componen la implementación de soluciones BI, proceso del cual se derivó la selección de elementos siguientes para desarrollar la solución propuesta:

Estructura de almacenamiento de datos:

Es la esencia de una solución BI, pues es la estructura que almacena y centraliza la información de interés para la organización. En este contexto existen dos tipos de implementaciones: los almacenes de datos (AD) y los mercados de datos (MD), ésta última fue la que empleamos en esta investigación, por orientarse a un tema más específico, departamental y centralizado, pues los AD tienen un alcance más global de la compañía, como sostienen (Novoa Torres et al., 2019) y (Curto, 2017).

Procesos ETL:

Los autores (Novoa Torres et al., 2019) en su trabajo mencionan que ETL es extracción, transformación y carga; el componente ETL es la sección donde se agrupan procesos que llevan a cabo tareas relacionadas con la extracción, manipulación, control, integración, limpieza de datos, carga y actualización de los datos que serán almacenados en el Mercado de datos.

Tecnología de procesamiento analítico en línea (OLAP):

La tecnología OLAP permite hacer análisis de datos en línea, lo que proporciona respuestas rápidas a consultas analíticas complejas e iterativas, utiliza representación gráfica de los datos de manera multidimensional generalmente para sistemas de ayuda para la toma de decisiones, según coinciden (Lapiedra Alcamí et al., 2017) y (Bernabeu y García, 2017).

Para implementar la aplicación que se propone, se seleccionaron herramientas de código abierto, por ubicarse en contexto con la política de nuestro país de migración y desarrollo del software libre, además de poseer características que se ajustan a las necesidades del negocio en cuestión.

Plataforma SpagoBI:

Es el único proveedor de soluciones BI integradas según resaltan (Azeroual y Theel, 2018). Todos los módulos se encuentran en una única versión de código abierto. Fue desarrollado por una

empresa italiana y existe una única versión del producto, y es 100% libre, no utiliza versiones profesionales o empresariales. Esta característica de puro código abierto y el conjunto de funcionalidades de BI ofrecidas, incidieron significativamente en el proceso de selección de la suite a emplear, respecto a otras plataformas

analizadas como Pentaho y JasperSof, que poseen una licencia doble para sus productos, la versión empresarial y la versión libre. La arquitectura de esta herramienta está compuesta por cinco módulos básicos que se resumen a continuación (SpagoBI Competency Center, 2012):

- SpagoBI Server: servidor de BI que ofrece todas las funcionalidades básicas y analíticas.
 - SpagoBI Meta: ambiente que se focaliza en los metadatos. Este maneja tanto los metadatos del negocio, permitiendo a los usuarios validar los datos en evaluación, así como los metadatos técnicos, que permiten al administrador saber de dónde vienen los datos, para generar documentación automática o realizar análisis de impacto.
 - SpagoBI Studio: entorno de desarrollo integrado basado en Eclipse. Permite al desarrollador, diseñar y modificar todos los documentos. Apoya a los usuarios en el desarrollo de los documentos y en su despliegue y pruebas directas dentro de SpagoBI Server.
 - SpagoBI Applications: para recopilar los modelos analíticos verticales desarrollados utilizando SpagoBI.
 - SpagoBI SDK: herramienta específica usada para la integración de los servicios suministrados por el servidor. Esta es usada por SpagoBI Studio para descargar/cargar documentos analíticos desde/hacia el servidor. Está dirigida tanto a la integración de documentos, gracias a un amplio rango de servicios disponibles a través de servicios web, y la publicación de documentos de SpagoBI en un portal externo.
- Entre las principales funcionalidades de SpagoBI pueden citarse (SpagoBI Competency Center, 2012):
- Permite producir reportes usando vistas analíticas de los datos (listas, tablas, gráficos).
 - Soporta el análisis multidimensional por medio de motores OLAP.
 - Ofrece una poderosa visualización de datos gráficos, para construir cuadros de mando en tiempo real y tableros de control y para manejar modelos jerárquicos de KPI (indicadores de desempeño).
 - Permite análisis avanzado de datos, gracias a los procesos de Minería de Datos, dirigidos a identificar patrones ocultos de información dentro de grandes volúmenes de datos

utilizando los motores Weka y R.

- Cuenta con el motor QbE el que permite definir consultas por medio de operaciones arrastre y suelte.
- Ofrece motores geográficos para realizar conexiones en tiempo de ejecución entre datos geográficos y de negocios.
- Ofrece un componente que permite cargar datos al AD y administrarlos es el motor Talend, el cual integra el sistema de ETL de código abierto Talend Open Studio.

Firebird:

Es la versión open source del sistema de gestión de base de datos Interbase de la empresa Borland/Inprise (www.firebird.org); es un gestor que provee al usuario una amplia funcionalidad, a través: funciones, dominios, tablas, vistas, índices, generadores, excepciones, triggers, selección y ejecución de procedimientos almacenados, eventos (Cherencio et al., 2018), con gran facilidad de instalación y de transporte de la base de datos (Guerrero Valencia, y Pacheco Vargas, 2017). Por sus excelentes prestaciones se han realizado varios estudios de comparación de rendimiento con Postgresql y MySQL encontrándose entre los más recientes los de (Bernabeu Bravo, 2019) y (Filipović et al., 2020).

2.2 Metodologías empleadas

Para construir soluciones BI, existen disímiles metodologías que van a diferir en algunos aspectos significativos del ciclo de vida clásico de desarrollo de los sistemas operacionales, es por ello que para llevar a cabo esta investigación de las propuestas existen estudiadas específicamente para la Inteligencia de Negocio, se empleó una combinación híbrida entre una metodología ágil: Metodología de Desarrollo Conducido por Funcionalidades (FDD-Feature Development Driven) y una propuesta metodológica específica para el diseño de AD: HEFESTO. Ambas se describen a continuación.

2.2.1 Metodología de Desarrollo Conducido por Funcionalidades

Como metodología de desarrollo del software fue seleccionada, entre las propuestas existentes, la FDD por ser un enfoque ágil para el desarrollo de sistemas que, aunque no cubre todo el ciclo de vida del software (solo se ocupa del diseño y la construcción del mismo), está pensado para proyectos con tiempo de desarrollo relativamente pequeño y se basa en un proceso iterativo con iteraciones cortas que producen un software funcional que el cliente y la empresa pueden ver y monitorear (Abrahamsson et al., 2017). El ciclo de vida de FDD consta de cinco fases que se resumen de la siguiente manera (Fernández et al., 2019), (Misobi Budoya et al., 2019):

1. Desarrollo de un modelo general: al comienzo del desarrollo los expertos del dominio y los desarrolladores construyen el modelo global del sistema.
2. Construcción de la lista de funcionalidades: se elabora una lista de funcionalidades que resuma la funcionalidad general

del sistema. El equipo las agrupa, las prioriza y las pondera. Se divide la lista en subconjuntos según la afinidad y la dependencia de las funcionalidades.

3. Planificar las funcionalidades: se elabora un cronograma de diseño y construcción de los conjuntos de funcionalidades conforme a su prioridad y dependencia y se asigna a los a los programadores.

4. Diseño de funcionalidades: se selecciona un conjunto de funcionalidades de la lista para su implementación.

5. Implementación de funcionalidades: se procede a la implementación total del proyecto mediante un proceso iterativo que incluye inspección de diseño, codificación, pruebas unitarias, integración e inspección de código.

El proceso de licitación de los requisitos del sistema fue llevado a cabo mediante la aplicación de técnicas como la entrevista con los clientes; el estudio de la documentación asociada al negocio; la observación in situ de la realización del proceso; así como talleres de trabajo entre el equipo desarrollador y el cliente.

La identificación de esos requerimientos facilitó la realización de una descripción de alto nivel de detalle del alcance del sistema y su contexto, que a su vez permitió identificar los elementos del negocio, los conceptos descriptivos de sus propiedades, y las relaciones entre ellos, para en base a estos elementos representar el dominio; dando cumplimiento así a la primera fase de la Metodología FDD.

Como criterio de salida de esta fase se obtuvo un diagrama de clases que representa el modelo de dominio. La técnica empleada para el desarrollo de este modelo general, fue la sugerida por (Coad y otros, 1999) denominada el Modelado en color de UML, donde los autores aconsejan el uso de cuatro arquetipos con diferentes colores para dividir las categorías de las clases (Oliveira, 2020). En ella fueron establecidos cuatro colores: rosa, amarillo, verde y azul, semejantes las notas autoadhesivas (post-its), que comúnmente utilizan los analistas para organizar informaciones o ideas en las etapas iniciales de un proyecto de software. El amarillo representa los roles (una persona u organización); el rosa: significa un intervalo de tiempo asociado a un proceso; el azul simboliza la descripción tipo catálogo; y el verde se emplea para identificar una persona, lugar o cosa (Oliveira, 2020).

En la segunda fase se descompuso el dominio, a partir del modelo creado anteriormente en un conjunto de funcionalidades. Una funcionalidad es definida como un requisito de información del cliente. Como formato para su descripción se adoptó el siguiente: <acción><resultado><objeto>, empleado por autores como (Misobi Budoya et al., 2019). La lista de funcionalidades se diseñó empleando la simbología siguiente (F) +(número) – (descripción) donde:

1. F: simboliza un identificador único asignado a cada requisito del cliente. Se escogió como simbología la F en representación del término funcionalidad.
2. Número: representa un número consecutivo asignado a cada funcionalidad del sistema.





3. Descripción: oración pequeña que describe la necesidad del cliente, y que lo diferencia de los demás requerimientos para evitar ambigüedades.

2.2.2 HEFESTO

HEFESTO es una metodología, que según señala su creador (Bernabeu y García, 2017), está fundamentada en una amplia investigación, comparación de propuestas metodológicas existentes y experiencias en procesos de confección de AD. Sus fases pueden sintetizarse de la siguiente manera: recolección de las necesidades de información de los usuarios y obtención de las preguntas claves del negocio; identificación de los indicadores y las perspectivas de análisis; construcción del modelo conceptual de datos del AD; análisis de los OLTP para determinar las correspondencias con los datos fuentes y para seleccionar los campos de estudio de cada perspectiva, construcción del modelo lógico del depósito; confección de las tablas de dimensiones y las tablas de hechos; realización de procesos ETL; carga inicial del AD y su respectiva actualización.

Como elementos significativos de la aplicación de las metodologías e implementación de la solución se puede mencionar:

Como criterio de salida de la primera fase de FDD se obtuvo un diagrama de clases que representa el modelo de dominio. Se elaboró una lista compuesta por 45 funcionalidades, estas fueron agrupadas y priorizadas para diseñar los conjuntos ampliados de funcionalidades, según plantea la metodología FDD.

La aplicación de la metodología HEFESTO tuvo como primera tarea la fase Análisis de Requerimientos, la identificación de las preguntas del negocio, en el caso analizado las preguntas son equivalentes a la lista de funcionalidades resultante de la aplicación FDD. Una vez identificadas las preguntas de negocios se procedió a su análisis y descomposición para definir los indicadores y las perspectivas de análisis. Los indicadores son en general, valores numéricos y representan lo que se desea analizar concretamente. En cambio, las perspectivas se refieren a los objetos mediante los cuales se quiere examinar los indicadores, con el fin de responder a las preguntas planteadas.

Además de esta identificación, en este período se establece el estudio de las fuentes OLTP, por lo cual fueron revisadas y analizadas las herramientas existentes en la empresa para gestionar el servicio de Suministro de Fuerza de Trabajo: hojas de cálculo electrónicas Excel y la base de datos del sistema transaccional Empleo. A partir de ellos se determinó cómo calcular los indicadores para establecer las respectivas correspondencias con las fuentes de datos. En esta etapa se confeccionó además el modelo lógico del MD (en la Figura 1 se muestra las tablas de hechos y las tablas de dimensiones

que conforman el Cubo Registro de Altas) y se escogió como esquema de modelado: el esquema constelación pues contribuye a la reutilización de las tablas de dimensiones. Una vez escogido el esquema, se diseñaron las tablas de dimensiones, las tablas de hechos y se establecieron sus respectivas relaciones.

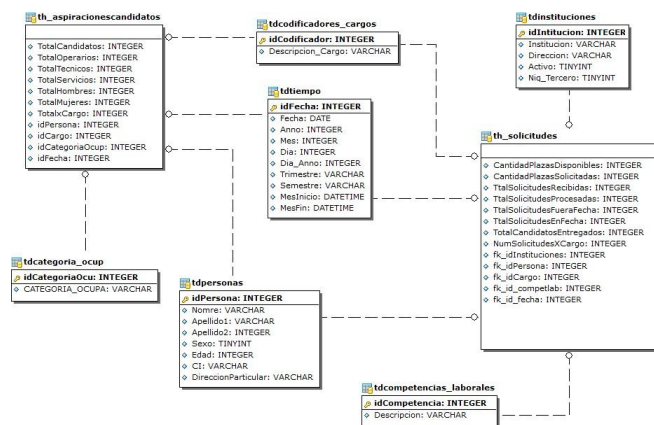


Figura 1. Modelo físico del Cubo Registro de Altas

Una vez construido el modelo lógico, se procedió a la integración de los datos como fase final de la metodología HEFESTO. Para ello se realizaron los procesos ETL para la extracción, manipulación, integración, depuración de datos, carga y actualización del MD. La implementación de estos procesos se realizó con la herramienta Talend Open Studio, una aplicación diseñada para la ejecución de los procesos ETL. Los principales componentes empleados en estos procesos fueron: componentes de lectura y escritura de archivos Excel, lectura y escritura en bases de datos Firebird, componentes para reemplazar valores, filtros, así como componentes para realizar uniones entre los diferentes flujos de datos en una única fuente. Luego de concluido el diseño y la implementación del MD se crearon los cubos OLAP. Como parte de este proceso, se desarrollaron los conjuntos de datos y los modelos de negocio (BM- Business Model) que sustentarán la confección de los documentos analíticos y su posterior despliegue en el servidor SpagoBI.

El modelo de negocio es una capa semántica construida sobre los datos en términos de elementos de negocio. Consiste en clases de negocio, que pueden tener atributos, así como relaciones con otras clases. Esto permite modelar y acceder a los datos desde el punto de vista del usuario final, en lugar de la percepción del gestor de base de datos. La definición de un BM no es crear una

nueva estructura de datos, sino realizar un mapeo entre modelo de negocio y el modelo físico, lo que ofrece a los administradores y usuarios de negocios una vista personalizada y transparente de los datos de su interés, sin afectar la estructura física o interna de la base de datos. El modelo físico se genera eligiendo algunas (o todas) las tablas del MD y se define las columnas pertenecientes a cada tabla, el tipo de datos y las restricciones presentes en una columna, así como las claves (primarias y externas) y sus relaciones, si las hay. Un aspecto importante de la definición de un BM se refiere a la definición de relaciones. Las relaciones básicamente establecen conexiones entre diferentes clases de negocio, o algunos de sus atributos. Estas conexiones representan criterios de unión entre los datos que se aplican automáticamente cada vez que se ejecuta una consulta en el BM, sin necesidad de especificarlas cada vez. El tipo más simple de relación entre clases corresponde a la definición de una clave externa entre las tablas correspondientes en el MD. En la Figura 2 se puede observar uno de los modelos de negocio desarrollados para el sistema:

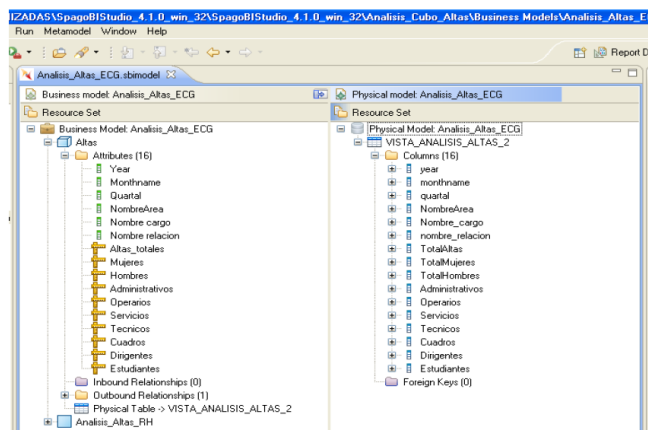


Figura 2. Desarrollo de modelo de negocio en SpagoBI Meta

Los artefactos resultantes de esta etapa fueron tres cubos multidimensionales que son: Aspiraciones_Candidatos, Historial_Laboral y Solicitudes. Estos cubos tienen en común algunas dimensiones (Dimensión Tiempo, Dimensión Categoría Ocupacional, Dimensión Personas). Las dimensiones compartidas no pertenecen a uno cubo multidimensional en particular, sino que son creadas dentro de un esquema y pueden ser utilizadas por algunos o todos los cubos pertenecientes a este, lo que permite reducir el tiempo de ejecución de las consultas. Además de los cubos OLAP, fueron creados varios conjuntos de datos, con el propósito de construir capas semánticas sobre el MD, de esta forma se provee a cada uno de los usuarios la posibilidad de modelar y acceder a los datos desde su perspectiva.

3. Resultados y Discusión

Los principales resultados que se obtienen con el desarrollo de esta investigación están asociados a la obtención de un Sistema de Inteligencia de Negocios como soporte a la toma de decisiones para el Suministro de Fuerza de Trabajo para el sector del níquel en Cuba. Este sistema tiene como características principales las siguientes:

Años	Medidas	Todos_Solicitudes
+ 2015	% Satisf_cliente	56,31
	Solicits Procesadas	412
+ 2016	% Satisf_cliente	61,04
	Solicits Procesadas	325
+ 2017	% Satisf_cliente	62,08
	Solicits Procesadas	568
+ 2018	% Satisf_cliente	52,99
	Solicits Procesadas	289
+ 2019	% Satisf_cliente	45,04
	Solicits Procesadas	650
+ 2020	% Satisf_cliente	60,31
	Solicits Procesadas	203

Figura 3. Documento analítico desarrollado

- El sistema se sustenta en una arquitectura cliente-servidor, que permite la recuperación, evaluación y presentación de la información al usuario de forma dinámica.
- La aplicación desarrollada se clasifica como un Sistema de Información para Ejecutivos, lo que garantiza la extracción de información de los sistemas transaccionales disponibles para la gestión de Suministro de Fuerza de Trabajo y su posterior transformación en conocimiento.
- Posee una interfaz de usuario sencilla, con colores frescos y amigables.
- La seguridad de los datos fue definida una serie de roles y usuarios, cada uno tiene especificados los niveles de acceso y visibilidad de la información
- La navegación por cada una de las perspectivas de análisis, en la que el usuario pudiera aumentar o disminuir el nivel de detalle de la información en dependencia de las necesidades de información que precise.
- Implementación de reportes automatizados. Estos pueden ser creados por los usuarios finales, por ejemplo en informes de hojas múltiples, mediante la definición de tablas simples, tablas cruzadas y distintos tipos de diagramas en el diseño del documento.
- Exportación de documentos es otra de las ventajas del sistema, lo que permite que todos los documentos analíticos desarrollados puedan exportarse a varios formatos (HTML, PDF, XLS, XML, TXT, CSV, RTF) en dependencia del tipo de documento creado (documentos, reportes, gráficos).
- Generación de gráficos, como una de las opciones importantes para los directivos en la toma de decisiones (ver Figura 4), pues la información se encuentra resumida y estructurada para una fácil y rápida comprensión.

Una vez desarrollado el sistema se realizaron pruebas al mismo con el objetivo de evaluar su calidad. Los tipos de pruebas efectuadas fueron: pruebas de aceptación y pruebas de integración. Las primeras se implementaron a través de la valoración del criterio de expertos, para ello se empleó el método Delphi, el cual se caracteriza según (Martínez Acosta

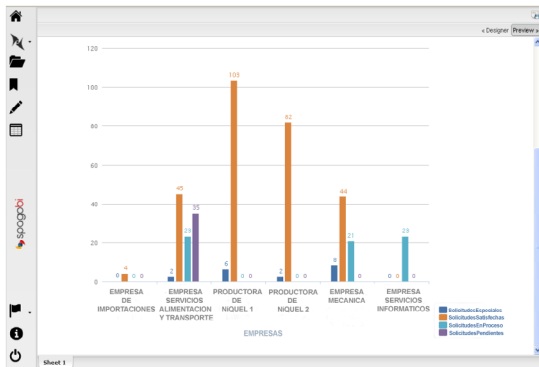


Figura 4. Gráfico creado ad-hoc en el sistema

et al., 2019) por la secuencia que establece para validar el diseño de instrumentos, basado en un proceso estructurado para coleccionar y sintetizar el conocimiento de un grupo de expertos por medio de cuestionarios acompañados por comentarios de opinión controlada, consultas iterativas y anónimas.

Como primer paso de la aplicación del método se determinó el número de expertos a participar en el proyecto, aplicando para ello funciones matemáticas que arrojaron como resultado un total de 13 candidatos. Posteriormente se aplicó un instrumento para determinar el coeficiente de competencia de esos expertos, y cuyo procesamiento estadístico arrojó nueve expertos, por poseer un coeficiente de competencia alto. A los nueve expertos seleccionados se les aplicó una encuesta en la que tenían que evaluar una serie de indicadores dándole a cada uno una puntuación entre uno y cinco puntos.

El cuestionario elaborado estuvo compuesto por siete preguntas previamente analizadas y conformadas, claras y sencillas en su comprensión, estrechamente relacionadas con las funcionalidades representadas en la Tabla 1.

Para validar la encuesta se empleó el método de consistencia interna basado en el Alfa de Cronbach, descrito y empleado también en el trabajo de (Zambrano Segovia, 2017). Este permite estimar la fiabilidad de un instrumento de medida a través de un conjunto de ítems que se espera que midan la misma dimensión teórica. La validez de un instrumento se refiere al grado en que el mismo mide aquello que pretende medir. Haciendo uso del software SPSS, se obtuvo un coeficiente $\alpha = 8.1$, lo que clasifica la fiabilidad de la encuesta como buena.

Como se puede observar en la Tabla 1, los aspectos evaluados por los expertos recibieron en su mayoría una valoración entre cuatro y cinco puntos, considerándose una evaluación alta. Las valoraciones generales del sistema emitidas por los encuestados fueron favorables y las recomendaciones realizadas fueron tomadas en cuenta para perfeccionar el sistema en futuras versiones.

Las pruebas de integración se implementaron mediante la técnica de pruebas de caja negra. En ellas se pretende examinar el programa en busca de que cuente con las funcionalidades que debe tener y como lleva a cabo las mismas, analizando siempre los resultados que devuelve y probando todas las entradas en sus valores válidos e inválidos (Cardona et al., 2020). Para comprobar el funcionamiento del sistema desarrollado se configuraron documentos analíticos ad hoc mediante la definición de tablas simples y tablas cruzadas, así como diagramas en el diseño del documento. Mediante estas pruebas se pudo comprobar el correcto funcionamiento de la aplicación, el cual ofreció en los reportes de salida el nivel de detalle esperado para las medidas analizadas multidimensionalmente.

Las pruebas realizadas al sistema informático permiten afirmar que va a permitir apoyar la toma de decisiones sobre el servicios de Suministro de Fuerza de Trabajo en la industria del níquel en Cuba, mediante el empleo de técnicas de BI a partir de los beneficios que trae asociado destacando entre ellos que el software brinda la posibilidad de poner en manos de los directivos informes sintetizados con inmediatez, en los que se recogen datos de valor para la toma de decisiones. La aplicación implementada humaniza el trabajo de los especialistas y técnicos, pues cuentan con una herramienta simple y de fácil comprensión, preparada para el análisis de la información, lo que garantiza que el trabajo sea más cómodo y menos agotador.

4. Conclusiones

Con el desarrollo de la aplicación propuesta quedó cumplido el objetivo general planteado en la presente investigación. El resultado principal alcanzado fue el desarrollo e implementación de una solución de BI que permite, a través de una arquitectura distribuida en la web, facilitar el proceso de toma de decisiones referente al servicio de Suministro de Fuerza de Trabajo en la industria del níquel. A través del estudio realizado y los resultados obtenidos se pudo comprobar que la Inteligencia de Negocios

Tabla 1. Resultados de la valoración de funcionalidades por expertos.
Fuente: Los autores

Funcionalidad	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	Promedio
Diseño de interfaz de usuario	4	4	5	5	4	4	4	4	5	4
Facilidad de uso	4	5	4	5	4	5	5	5	4	5
Personalización del sistema	5	5	4	4	5	5	4	5	3	4
Apoyo a la toma de decisiones	5	5	5	5	4	5	4	5	5	5
Gráficos	4	5	5	4	4	5	5	5	4	5
Reportes	5	4	4	5	5	4	5	4	4	4
Exportación documentos	5	5	5	5	5	4	5	3	5	5

aporta importantes herramientas para apoyar los procesos de toma de decisiones a través de diferentes tipos de sistemas de información. Se diagnosticó la situación actual en el servicio de Suministro de Fuerza de trabajo en el sector níquelífero cubano, comprobándose la existencia de problemas que afectan este proceso, así como la información que sustenta la toma de decisiones de los directivos del área. El uso de la herramienta computacional elaborada posibilita almacenar la información histórica del servicio de reclutamiento y selección de personal, así como graficar los valores de diferentes indicadores y realizar análisis de los mismos que antes resultaba muy engorroso hacerlos, facilitando así el apoyo de toma de decisiones en este contexto. A través de los resultados arrojados por la aplicación del criterio de expertos quedó demostrado que existe una valoración externa positiva del producto informático obtenido. Las pruebas de caja negra demostraron el correcto funcionamiento del sistema. Esta experiencia de aplicación del BI en la industria cubana del níquel constituye un estadio superior en la informatización de la gestión de las empresas del sector.

Contribución de los autores

Daykenis Caballero Fera: Conceptualización, Metodología, Software, Análisis formal, Redacción – revisión y edición del artículo. **Vladimir Alberto Torres Torres:** Visualización, Investigación, Supervisión, Software.

Conflictos de interés

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

Referencias bibliográficas

- Abrahamsson, P., Salo, O., Ronkainen, J., & Warsta, J. (2017). *Agile Software Development Methods: Review and Analysis*. (CoRR., Ed.) Available at URL: <http://arxiv.org/abs/1709.08439> Retrieved: 23.09.2021
- Agredda, S. (2014). Nuevos retos en el reclutamiento y selección de personal. *Boletín Informativo CEI*, 74.
- Azeroual, O., & Theel, H. (2018). The Effects of Using Business Intelligence Systems on an Excellence Management and Decision-Making Process by Start-Up Companies: A Case Study. *International Journal of Management Science and Business Administration*, vol. 4(issue 3), pp. 30-40. <https://doi.org/10.18775/ijmsba.1849-5664-5419.2014.43.1004>
- Bernabeu Bravo, L. (2019). *Desarrollo y puesta en marcha de un software empresarial de gestión en una PYME* Tesis de Grado de Ingeniería Informática. Universitat Politècnica de València.
- Bernabeu, R. D., & García, M. (2017). *Hefestos Data Warehousing: Guía completa de aplicación teórico-práctica, Versión 3.0* Available at URL: <http://troyanx.com/Hefesto> Retrieved: 30.10.2021
- Cardona, J. P., Leal, J. J., & Ustariz, J. E. (2020). Modelado matemático de caja blanca y negra en educación en ingeniería. *Formación Universitaria*, 13(6), 105-118
- Coad, P., Luca, J.D. and Lefebvre, E. (1999) *Java Modeling Color with Uml: Enterprise Components and Process with Cdrom*. Prentice Hall PTR, Upper Saddle River.

- Consejo de Estado (2007). Decreto-Ley No. 252 sobre la continuidad y el fortalecimiento del sistema de dirección y gestión empresarial cubano. Gaceta Oficial de Cuba.
- Consejo de Ministros (2014). Decreto Ley 281 “Anotado y concordado”. Reglamento sobre las principales normas de actuación y procedimientos técnicos del Sistema de Dirección y Gestión. Gaceta Oficial de Cuba.
- Cuesta, A. (2010). *Tecnología de gestión de recursos humanos* (Tercera edición corregida y ampliada) La Habana, Ed. Félix Varela y Academia.
- Curto, J. (2017). *Introducción al Business Intelligence* (E. UOC, Ed. 2da ed.)
- Cruz, W. (2022). Sistema de Información Gerencial basado en la Analítica de Recursos Humanos para la toma de decisiones en la Gestión del Talento Humano. *Fronteras en Ciencias de la Administración*.
- Chiavenato, I. (2011). *Administración de recursos humanos. El capital humano de las organizaciones*. (9ª ed.). México: McGrawHill.
- De La Cruz, J. S. (2022). *Procesos de gestión del talento humano aplicados por la empresa de servicio de internet INNO FIBER CÍA. Ltda de la ciudad de Ibarra*. Trabajo de grado previo a la obtención del título de Licenciatura en administración de empresas. Ibarra – Ecuador
- Diego de Oliveira, R. (2020). Análise do uso da cor no Diagrama de Classes da Linguagem Unificada de Modelagem (UML). *Revista Brasileira de Design da Informação*, 17 (1), 116 – 130.
- Cherencio, G. R., Perello, M. G., & Romero, J. C. (2018). Replicación de Bases de Datos en Modalidad “maestro-esclavo”, caso de estudio: Firebird SQL Server. *XXIV Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*, Tandil 8 al 12 octubre, pp.462-470.
- Fernández, N., Reyes, C., Ramirez, J., & Sarmiento, N. (2019). Desarrollo ágil y reutilización de Software Libre. 48 *Símpoio de Informática en el Estado*, Salta-Argentina, 16 al 20 de Septiembre, p. 73-80.
- Filipović, D., Sokač, D., & Picek, R. (2020). Bidirectional Database Synchronization to the Cloud Computing Platform. *The 3er International Conference on Information Science and System (ICISS)*, Cambridge-United Kingdom, March 19–22.
- Guerrero Valencia, L. A., & Pacheco Vargas, R. R. (2017). *Impacto e Influencia de las Bases de Datos Open Source y la diferencia en su elección*. Universidad Nacional “San Luis Gonzaga” de Inca. ICA-PERÚ.
- Hernández, I.; Fleitas, S. & D. Salazar (2011) “Particularidades de la gestión del capital humano en empresas cubanas” en *Revista Avanzada Científica*, 14(1).
- Hernández, S. (2017). Obtenido de La Selección de Personal, algunas consideraciones frente a sus prácticas. : <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=165024299007>
- Lapiedra Alcamí, R., Forés Julián, B., Puig Denia, A., & Martínez Cháfer, L. (2021). *Introducción a la gestión de sistemas de información en las empresas* (Publicacions de la Universitat Jaume I) . 1025 p. DOI: <http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia178>
- López Robles, J. R., Otegi Olaso, J. R., Porto Gómez, I., Gamboa-Rosales, H., Gamboa-Rosales, N. K. (2020). La relación entre Inteligencia de Negocio e Inteligencia Competitiva: Un análisis retrospectivo y bibliométrico de la literatura de 1959 a 2017. *Revista Española de Documentación Científica*, 43(1).
- Llanos, J. (2013). *Integración de Recursos Humanos* (2ª ed.). México: Trillas.
- Martín Astorga, E. (2018). *Recursos naturales no Renovables y Desarrollo Sostenible: el caso de la industria niquelífera cubana*. Universidad de la Habana. La Habana.
- Martínez Acosta, M. T., Sánchez Luján, B. I., & Camacho Ríos, A. (2019). Método Delphi: validar un instrumento para la medición de características de un libro de texto de probabilidad y estadística. *Revista de Educación Técnica*, 3(7), 8-18.
- Misobi Budoya, C., Kissake, M. M., & Mtebe, J. S. (2019). Instructional design enabled Agile Method using ADDIE Model and Feature Driven Development method. *International Journal of Education and Development using Information and Communication Technology (IJEDICT)*, 15(1), 35-54.
- Morales Lugo, H. A., Figueroa Millán, P. E., Farías Mendoza, N., & Chávez Valdez, R. E. (2020). Sistema de inteligencia de negocios para soporte de decisiones en la comercialización de plantas ornamentales. *3C Tecnología. Glosas de innovación aplicadas a la pyme*, 9(3), 17-45, <https://doi.org/10.17993/3ctecno/2020.v9n3e35>
- Novoa Torres, N., Bermúdez Huérfano, D. R., & Zamora-Carrillo, H. (2019). Nociones, consideraciones y ventajas de la inteligencia de negocios BI. *Revista Vínculos: Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 16(2), 280-287, <https://doi.org/10.14483/2322939X>
- SpagoBI Competency Center. (2012). *Business Intelligence with SpagoBI [online]* (S. C. C. Engineering, Ed.) Available at URL: http://www.spagoworld.org/spw-resources/SpagoBI-book/SpagoBIBook_sample.pdf Retrieved: 21.08.2020
- Veintimilla, J. E. & Velásquez, P.A. (2017) Modelos de





Reclutamiento y Selección De Personal Para El Área
Comercial De Instituciones Financieras. *Boletín Virtual*.
6(3)

Zambrano Segovia, E.A (2017). *Implementación de una solución
de inteligencia de negocios para la gestión del Talento
Humano en la Universidad Técnica del Norte*. Trabajo de
investigación previo a la obtención del Título de Magister
en Ingeniería de Software. Trabajo de investigación
previo a la obtención del Título de Magister en Ingeniería
de Software. Ibarra – Ecuador.