

Estructura funcional de un sistema informático para evaluar proyectos de inversión de energía solar fotovoltaica

Functional Structure of a Computer System for Evaluating Investment Projects Photovoltaic Solar Energy

Daniel Isaac Roque¹ y Alejandro Murillo Pérez²

¹ Facultad de Contabilidad y Finanzas,
Universidad de La Habana, Cuba
isaac@fcf.uh.cu

² Facultad de Contabilidad y Finanzas,
Universidad de La Habana, Cuba
murillo@fcf.uh.cu

RESUMEN

Este artículo aborda diferentes aspectos sobre la concepción preliminar de una herramienta informática para evaluar proyectos de inversión de Energía Solar Fotovoltaica. Se hace referencia a los principales requerimientos técnicos para el diseño de una estructura funcional de un nuevo sistema informático. Se describen los flujos de información y la estructura de bases de datos del nuevo sistema, así como la arquitectura idónea para su explotación. Se define el lenguaje de programación, el entorno de desarrollo, y la distribución y el despliegue de los módulos que conformarán la nueva herramienta.

PALABRAS CLAVE: aplicaciones informáticas, herramientas informáticas, *software*.

ABSTRACT

In this article different aspects of the preliminary design of a software tool to evaluate investment projects Photovoltaic Solar Energy addressed. Reference to the main technical requirements that must be taken into account in the design of a functional structure of a new computer system becomes. Information flows and database structure of the new system and the appropriate architecture for its operation are described. Programming language, development environment, distribution and deployment of modules that will make up the new tool is defined.

KEYWORDS: computer applications, computer tools, *software*.

RECIBIDO: 24/1/2015

ACEPTADO: 23/6/2015

CLASIFICACIÓN JEL: C88 y L86

Introducción

Los sistemas de información facilitan el desarrollo, el uso y la administración de la información en una organización. Para realizar una eficiente gestión de sus recursos informativos, las entidades deben estar dotadas de una fuerte infraestructura que soporte su flujo de información. Estas herramientas informáticas son utilizadas para optimizar

y gestionar el desarrollo de un gran número de actividades con el objetivo de ser más eficientes en el tratamiento de la información.

Para llevar a cabo este procesamiento automatizado de la información se pueden utilizar diferentes sistemas informáticos (Encinosa, 2008). Los sistemas se clasifican a partir de su función o su tipo de usuario final. Dentro de estas

clasificaciones se pueden mencionar los sistemas de apoyo a la toma de decisiones (DSS), los cuales constituyen una herramienta para realizar el análisis de las diferentes variables de negocio con la finalidad de apoyar el proceso de toma de decisiones. Un tipo importante de DSS son los sistemas de planificación de recursos (ERP), los cuales integran la información y los procesos de una organización en un solo sistema.

En el proceso de desarrollo de una herramienta informática se deben tener en cuenta las diferentes metodologías de desarrollo de *software*. El principal propósito de estas metodologías es contar con un marco de trabajo claramente definido y estandarizado, que permita obtener productos que garanticen los requerimientos de calidad, que cumplan con las expectativas del cliente, y se desarrollen en el tiempo estimado y bajo los costos presupuestados.

El proceso de desarrollo o ciclo de vida del *software* comprende cuatro fases: concepción, elaboración, construcción y transición. La etapa de concepción define el alcance y los requerimientos del proyecto. La elaboración define un plan del proyecto, especifica las características, las funciones y los componentes, y fundamenta la arquitectura del nuevo producto. Mediante la construcción se elabora y se valida el producto, mientras que en la transición, este se traslada a los usuarios y se le brinda mantenimiento al nuevo producto.

Existen disímiles modelos de ciclo de vida, y la elección del modelo correcto para un determinado tipo de proyecto es realmente importante: un error en esta elección puede traer resultados no esperados en la concepción del *software*.

Ningún ciclo de vida predomina en eficiencia sobre los otros. Por esto, se debe elegir el modelo que mejor se adapte a los requerimientos del proyecto que se pretende desarrollar. Los elementos a tener en cuenta en esta elección están en correspondencia con la complejidad del problema, el tiempo de confección del sistema, los requerimientos y las especificaciones de los usuarios, y la comunicación que existe entre el usuario y el equipo de desarrollo del *software*.

El objetivo general de esta investigación consistió en diseñar la estructura funcional de un sistema informático que permita evaluar proyectos de inversión de Energía Solar Fotovoltaica. Para esto

es necesario cumplimentar los siguientes objetivos específicos; analizar los fundamentos teóricos sobre el diseño de sistemas informáticos para evaluar proyectos de inversión de Energía Solar Fotovoltaica; y concebir los diagramas de flujos y de estructura de datos, así como las pantallas de interfaz de usuario.

Aspectos generales

A partir del estudio de las características y peculiaridades de los proyectos de inversión en parques de Energía Solar Fotovoltaica permitió la informatización de los procesos asociados a esta actividad en la Unión Eléctrica de Cuba. A partir del diseño de la estructura funcional de un sistema informático ayudará a la evaluación acelerada de diferentes proyectos de inversión de Energía Solar Fotovoltaica que permitirá el aumento de la generación eléctrica mediante el uso de fuentes renovables de energías.

En el proceso de diseño de una nueva herramienta informática es necesario proponer una serie de elementos que servirán de base para la concepción preliminar del nuevo sistema. Entre los principales elementos a tener en cuenta aparecen los siguientes:

- La estructura funcional que tendrá el nuevo sistema de información.
- Las especificaciones para los programadores del sistema.
- El diseño general de la red de *hardware* que soportará el sistema.
- La propuesta del interfaz de usuario. El diseño del menú principal que permite acceder a cada uno de los subsistemas y sus subdivisiones.

Estructura funcional

La estructura funcional es la representación gráfica de las principales funciones que debe acometer el nuevo sistema informático, integrado por varios módulos en el orden correspondiente: Datos generales: se realizará la captación primaria de toda la información del nuevo proyecto de inversión que se pretende analizar. Resultados energéticos: se procesan los resultados asociados a la generación de electricidad con fuentes renovables de energía.

Financiamiento: se procesan los tipos de financiamiento a utilizar en cada proyecto.

Otro grupo de módulos que contará el nuevo sistema son los asociados a los costos de inversión, los costos de operación, mantenimiento y cálculo de la depreciación de los activos del proyecto, los cuales mostrarán los principales resultados del cálculo de las partidas mencionadas.

El siguiente módulo estará representado por el estado de rendimiento financiero del proyecto, el cual será confeccionado bajo las normativas y los procedimientos vigentes para su elaboración y confección. Los dos siguientes módulos estarán identificados por la confección de los flujos de caja y el cálculo de los indicadores financieros los cuales servirán de base para el análisis económico-financiero de los proyectos que se acometen. El último módulo del nuevo sistema es el análisis de riesgos, el cual se desarrollara mediante el análisis de sensibilidad y escenario. La estructura funcional que se propone para el nuevo sistema informático se encuentra en la figura 1.

Dentro de los sistemas informáticos se produce un intercambio constante de información, que debe estar organizada para no crear contrariedad

en su procesamiento. Los diagramas de flujos de datos constituyen una herramienta muy utilizada para representar los sistemas y los flujos de información.

El diagrama de contexto representa los límites del sistema, las funciones que cumplen a un nivel más general, sus flujos de información de entrada y salida, así como los destinos fundamentales de esas informaciones.

Este diagrama muestra el origen de la información que capta el sistema del departamento de desarrollo, el cual tiene como objetivo, brindar las informaciones generales de los nuevos proyectos que se pretenden acometer en la entidad. Con el grupo de datos obtenidos se procede a la evaluación económico-financiera del nuevo proyecto; luego, se emite el análisis al consejo de aprobación de inversiones, el cual tiene como principal función estudiar y aprobar las propuestas de inversión (Encinosa, 2008). La representación gráfica del diagrama de contexto se muestra en la figura 2. El diagrama cero permite representar una estructura de los procesos del sistema con mayor nivel de detalle, y las funciones, elementos y flujos informativos más significativos (anexo 1).

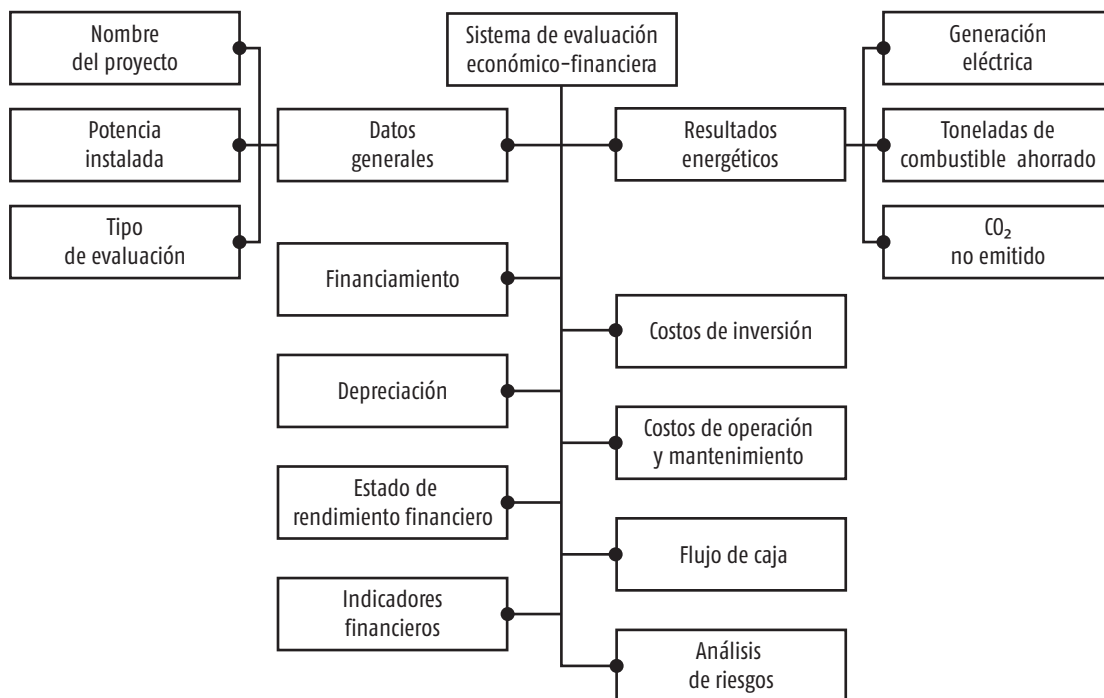


Figura 1. Estructura funcional del nuevo sistema informático.

Fuente: elaboración propia.

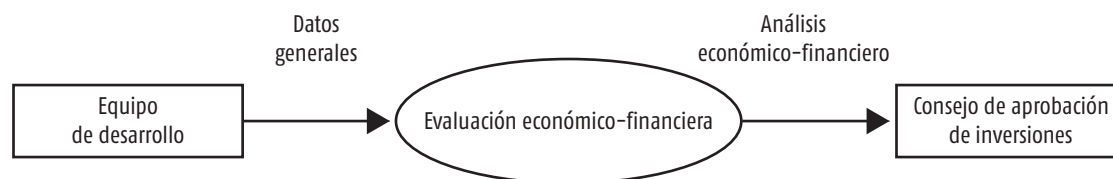


Figura 2. Diagrama de contexto.

Fuente: elaboración propia.

En este se visualiza la división del proceso de análisis económico-financiero en sus subprocesos asociados. El departamento de desarrollo permite la información de entrada, que se evalúa y el grupo de evaluadores capta los datos generales, procesados en los diferentes subprocesos asociados. El siguiente paso es el cálculo de los principales resultados energéticos sobre la base de la propuesta de la capacidad de instalación para generar electricidad del nuevo proyecto. Se analizan los tipos de financiamiento que se pueden utilizar, y se definen y calculan sus condiciones. El paso siguiente es la confección del monto de la inversión y después se efectúa el cálculo de la depreciación de los activos del proyecto.

Otro subproceso del análisis económico-financiero que se realiza es el cálculo de los costos asociados a la operación y el mantenimiento del nuevo parque de Energía Solar Fotovoltaica; terminada esta fase se realiza la confección del Estado de Rendimiento Financiero del proyecto, el cual se nutre de los diferentes subprocesos anteriormente mencionados. Al concluir este se realiza la confección de los flujos de caja con el objetivo de calcular los indicadores financieros; posteriormente se realiza el análisis de riesgos, representados por la evaluación de la sensibilidad y escenario para conocer cómo se comportarían los indicadores financieros si ocurrieran cambios no esperados en el entorno del proyecto. Cuando se ha finalizado esta etapa se presenta al departamento de aprobación de inversiones el análisis económico realizado con el objetivo de estudiar y evaluar la propuesta del nuevo proyecto de inversión. La representación gráfica del diagrama cero se muestra en el anexo 1.

Propuesta de la aplicación informática

Se propone desarrollar el sistema informático bajo el principio de inteligencia de negocio (*business*

intelligence) con arquitectura, cliente-servidor y elaboración mediante el lenguaje de programación Java utilizando como IDE¹ de desarrollo Eclipse y PostgreSQL, como gestor para las bases de datos. Se plantea utilizar estos elementos en el proceso de programación debido a sus características de multiplataforma y *software* libre.

Estas herramientas de *business intelligence* permiten reunir, depurar y transformar los datos obtenidos de operaciones en información estructurada, lista para su explotación directa mediante el análisis y la conversión en conocimiento que sirva de soporte a la toma de decisiones de negocio. Esto permite adaptar la frecuencia y el formato de la información a las necesidades. Los beneficios que aporta una herramienta de *business intelligence* son la integración de distintas fuentes, la disminución de la dependencia del departamento de sistemas, la reducción del tiempo para la preparación y la disponibilidad de la información.

La arquitectura cliente-servidor es un modelo de aplicación distribuida en el que las tareas se reparten entre los proveedores de recursos o servicios, nombrados servidores. La capacidad del proceso se encuentra repartida entre los clientes y los servidores, aunque son más importantes las ventajas de tipo organizativo debido a la centralización de la gestión de la información y la separación de responsabilidades, lo que facilita y clarifica el diseño del sistema.

La programación en Java permite el desarrollo de aplicaciones bajo el esquema de cliente-servidor y de aplicaciones distribuidas, lo que permite conectar dos o más computadoras u ordenadores, ejecutando tareas simultáneamente, y de esta forma se distribuye el trabajo.

El IDE de desarrollo Eclipse constituye un programa informático compuesto por un conjunto de

¹ Entornos de desarrollo integrados (del inglés IDE).

herramientas de programación de código abierto multiplataforma que permite codificar, compilar y ejecutar aplicaciones de forma amigable para el desarrollador.

Los sistemas gestores de base de datos (SGBD) son los encargados de manipular la información almacenada en las bases de datos y definir las estructuras para su almacenamiento. El gestor de base de datos PostgreSQL organiza los datos con un modelo objeto-relación, y es capaz de manejar procedimientos, rutinas complejas y reglas. Usa una arquitectura cliente-servidor. Este es altamente extensible, por lo cual soporta operadores, funciones, métodos de acceso y tipos de datos declarados por el usuario. Soporta también sobrecarga de operadores, procedimientos, vistas materializables y particionamiento de tablas y datos. También soporta integridad referencial, la cual es usada para asegurar la validez de la información dentro de la base de datos.

El modelo de despliegue define la arquitectura física del sistema por medio de nodos interconectados. En este se muestran los elementos físicos de *hardware* como una colección de nodos y arcos; donde cada nodo representa un recurso de cómputo, normalmente un procesador o un dispositivo de *hardware* similar.

Estos nodos son necesarios para que el sistema funcione, ya que en ellos se ejecutan los componentes de *software*. En el modelo se muestra además una descripción de los requerimientos básicos de funcionamiento de cada nodo en cuanto a *software* y características de *hardware*. La estructura del

modelo de despliegue se muestra en la figura 3. A continuación se realiza una breve descripción del modelo de despliegue:

- **Nodo Cliente:**
 - ♦ **Propósito:** el nodo PC está representado por el navegador de Internet de la computadora del usuario para hacer uso de los servicios brindados por el *software*.
 - ♦ **Software:** para garantizar el funcionamiento del nodo se requiere, como mínimo, que posea algún navegador como Internet Explorer 5.x o superior, y Mozilla Firefox. El nodo puede tener cualquier sistema operativo.
 - ♦ **Hardware:** Pentium III, 500 MHz, 256 MB, SD, RAM: 5 GB, HDD (mínimo).
- **Nodo Servidor Web:**
 - ♦ **Propósito:** en el nodo Servidor Web se atienden las solicitudes del cliente, se procesan y se les da respuesta. Este se comunica con el nodo Servidor de Base de Datos, en el que se encuentra almacenada la información.
 - ♦ **Software:** requiere servidor de aplicaciones web Apache, JDK 1.6.
 - ♦ **Hardware:** Pentium IV, 2.4 GHz, HT, 1 GB SD, RAM: 10 GB, HDD.
- **Nodo Servidor de Base de Datos:**
 - ♦ **Propósito:** representa al servidor que soporta la base de datos del sistema.

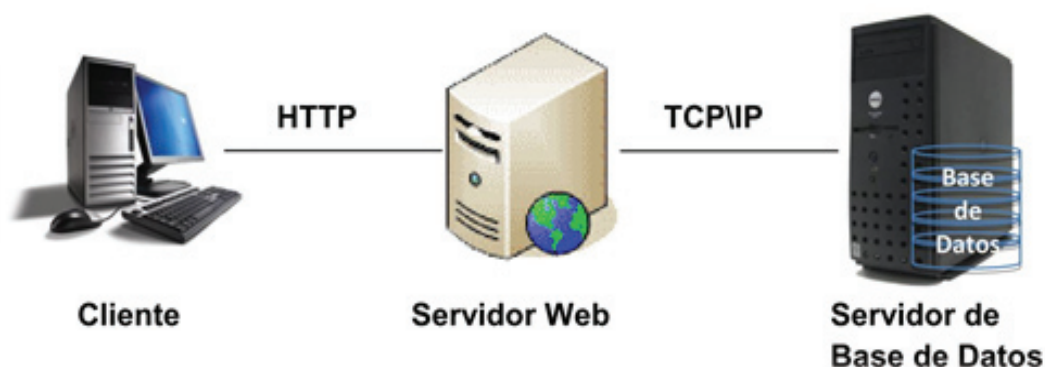


Figura 3. Estructura del modelo de despliegue.

Fuente: elaboración propia.

- ♦ *Software*: debe estar instalado PostgreSQL como gestor de base de datos.
- ♦ *Hardware*: Pentium IV, 2.8 GHz, HT, 1 GB, SD, RAM: 40 GB, HDD. Esta máquina debe tener grandes prestaciones, por eso se recomienda que sea un servidor dedicado.

El modelo de datos del sistema engloba la representación lógica y física de los datos persistentes usados por la aplicación, mediante estos modelos son capturadas gráficamente las relaciones y las dependencias entre los elementos que los conforman.

La estructura de base de datos propuesta para la nueva aplicación está compuesta por una base de datos principal, la cual presenta una relación de 1 a 1 hacia todas las demás bases que almacenan la información del proyecto.

Esta estructura propuesta para los posibles usuarios de la nueva aplicación está compuesta por dos bases de datos principales, en las cuales se presenta una relación de 1 a infinito hacia la base de datos que almacenará los roles de cada

usuario. Las estructuras de bases de datos se muestran en las figuras 4 y 5, respectivamente.

Interfaz gráfica

Una de las etapas que se acometen para definir los requisitos del sistema es identificar los actores. Estos son utilizados para determinar los roles que pueden desempeñar los usuarios cuando interactúen con el sistema, y pueden representar tanto personas como sistemas de *software* externos o *hardware*. En el anexo 2 se muestran identificados los actores del sistema.

La interfaz gráfica de un sistema posee reconocida importancia. Esta es la parte de una aplicación que percibe el usuario directamente. Si no le satisface pueden existir riesgos de que el *software* sea rechazado. El sistema podrá ser utilizado por cualquier usuario con las siguientes características:

- Conocimientos básicos relativos al uso de una computadora.
- Conocimientos básicos del sistema operativo Windows.

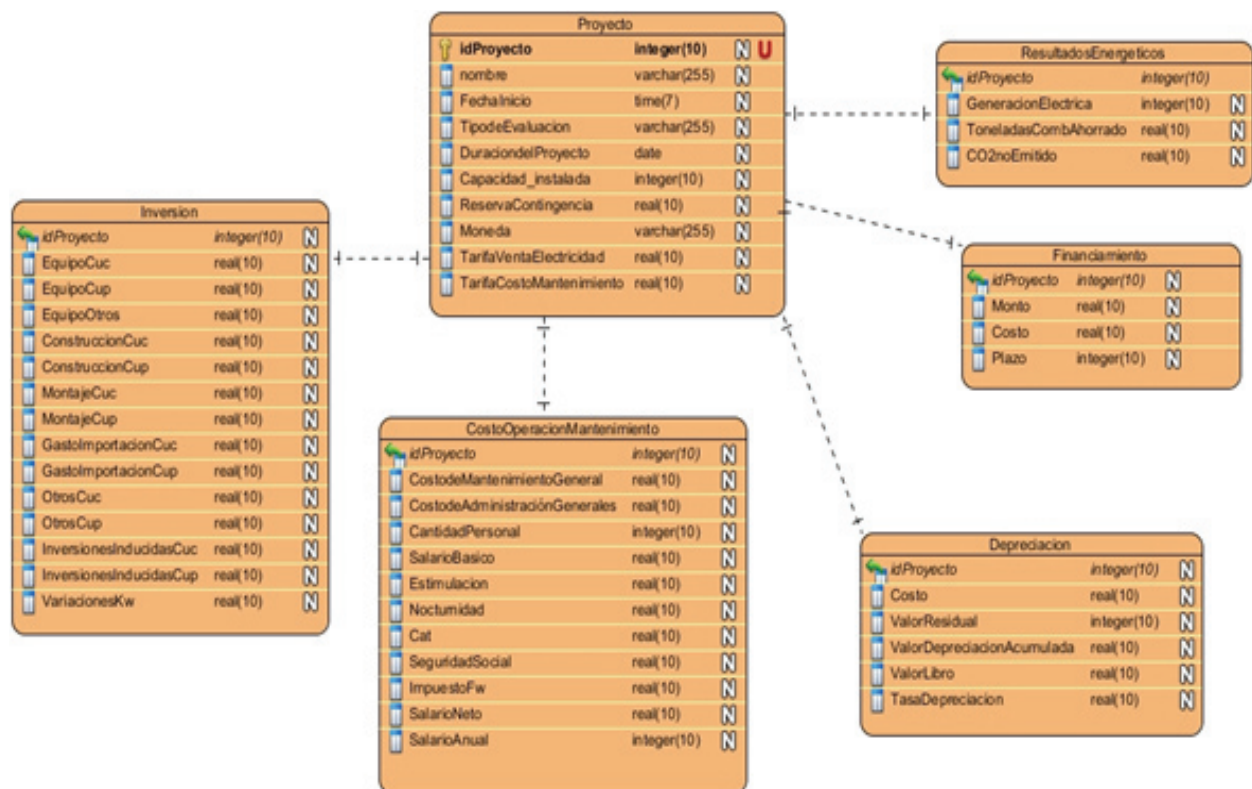


Figura 4. Estructura de base de datos.
Fuente: elaboración propia.

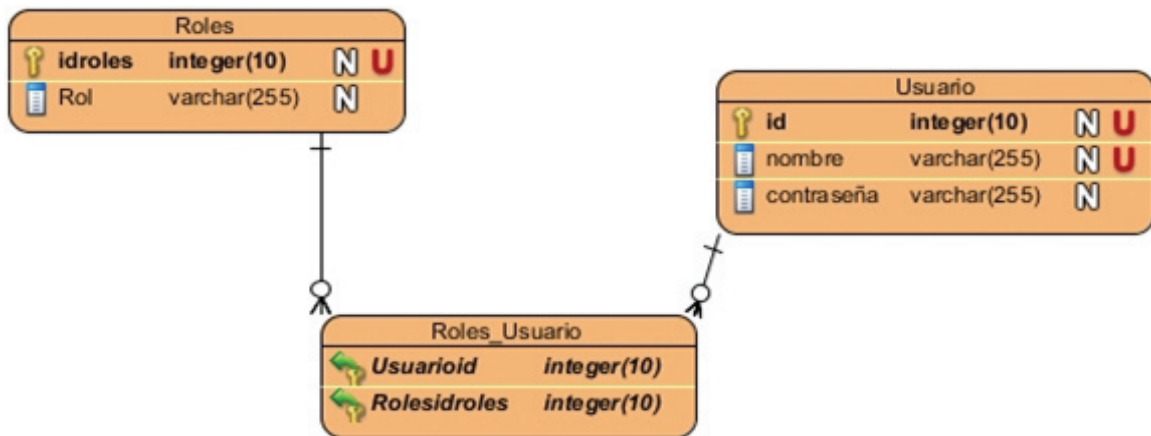


Figura 5. Estructura de base de datos.
Fuente: elaboración propia.

- Conocimientos sólidos relativos a los procesos de negocios acordes con el rol que desempeñen.

El sistema será distribuido en idioma español. Los términos utilizados se establecerán de acuerdo con el negocio correspondiente para facilitar la comprensión de la herramienta de trabajo. El sistema poseerá estructura y diseño homogéneos en todas sus pantallas, que faciliten la navegación; además, menú desplegable que permitan el acceso rápido a la información, mediante la colocación jerárquica de elementos.

Para acceder al sistema es necesario que el usuario se identifique mediante la opción «Acceso», en la que el usuario debe ingresar su palabra de pase y su contraseña de identificación.

Esta pantalla de identificación se muestra en la figura 6.

Luego de acceder al sistema se muestra el menú principal, el cual mostrará todos los subsistemas que conforman la aplicación informática. La organización de la aplicación está dirigida a que el usuario realice una secuencia de trabajo agradable y obtenga los resultados de forma escalonada, mediante los diferentes subsistemas creados en el sistema. Esto permite captar y procesar la información necesaria para efectuar una adecuada evaluación económico-financiera de diferentes proyectos de inversión. El menú principal se muestra en la figura 7.

El primer módulo que conforma el sistema es Gestión de Proyectos. En este se recopila la información necesaria para la confección del parque



Figura 6. Pantalla de identificación.
Fuente: elaboración propia.



Figura 7. Menú principal.

Fuente: elaboración propia.

de Energía Solar Fotovoltaica. Entre los datos a introducir se encuentra el nombre del nuevo proyecto, que está conformado por un código que permita identificarlo en cada una de las funciones del sistema. Se debe ingresar la potencia de generación de electricidad que se pretende instalar, el tipo de evaluación a desarrollar –oportunidad, pre-factibilidad–, la factibilidad y el tiempo estimado de su duración.

En el módulo Resultados Energéticos se procesan todos los datos anuales asociados a la capacidad de generación de electricidad del parque, el total de emisiones de CO₂ no emitidas a la atmósfera y la cantidad de combustible fósil dejado de consumir, que se utiliza como base para calcular el ahorro en términos monetarios de este aspecto.

El módulo Costo de la Inversión, en el que se almacenan todos los costos relacionados, está conformado por cinco plantillas de cálculo, asociadas a cada uno de los conceptos, de equipos, construcción y montaje, otros gastos, inversiones inducidas e inversiones en capital de trabajo neto del nuevo proyecto.

El módulo Costo de Operación y Mantenimiento está compuesto por dos plantillas, en las cuales se procesan los costos generales de mantenimiento y administración. También se realiza el cálculo de las partidas asociadas al gasto de salario de los trabajadores que se pretende incurrir.

El módulo Depreciación está compuesto por el cálculo de esta partida a los diferentes activos que se dispone en el parque de Energía Solar Fotovoltaica, el cual se divide en tres plantillas, el cálculo

de la depreciación de los equipos, las edificaciones y otros activos.

En el módulo Financiamiento se procesan los diferentes elementos, mediante los cuales se puede financiar el proyecto, al definir las posibles fuentes de recursos monetarios a utilizar, así como el tipo de financiamiento, el monto de la deuda y la tasa de interés.

El módulo Estado de Rendimiento Financiero permite su confección, el cual capta datos de otros módulos, lo que permite conocer el rendimiento estimado del nuevo parque que se acomete.

El módulo Flujos de Caja permite su elaboración, al tomar como base los resultados obtenidos del Estado de Rendimiento Financiero. El flujo es la base fundamental para el cálculo de los indicadores financieros.

El módulo Indicadores Financieros está conformado por las plantillas de los indicadores obtenidos durante el análisis del proyecto, de sensibilidad y escenario, en este solo se genera la información resultante que se obtiene de los resultados alcanzados.

El módulo Análisis de Riesgo está conformado por dos plantillas, sensibilidad y escenario. En el análisis de sensibilidad se definen las posibles variables más sensibles a los cambios no esperados. En el análisis de escenario estos se confecciona bajo condiciones que pudieran ser satisfactorias o perjudiciales para el desarrollo del proyecto en cuestión.

Con la realización e implementación de la nueva herramienta informática se obtienen un conjunto de beneficios para el proceso de

evaluación de proyectos de inversión de Energía Solar Fotovoltaica, los cuales se describen a continuación:

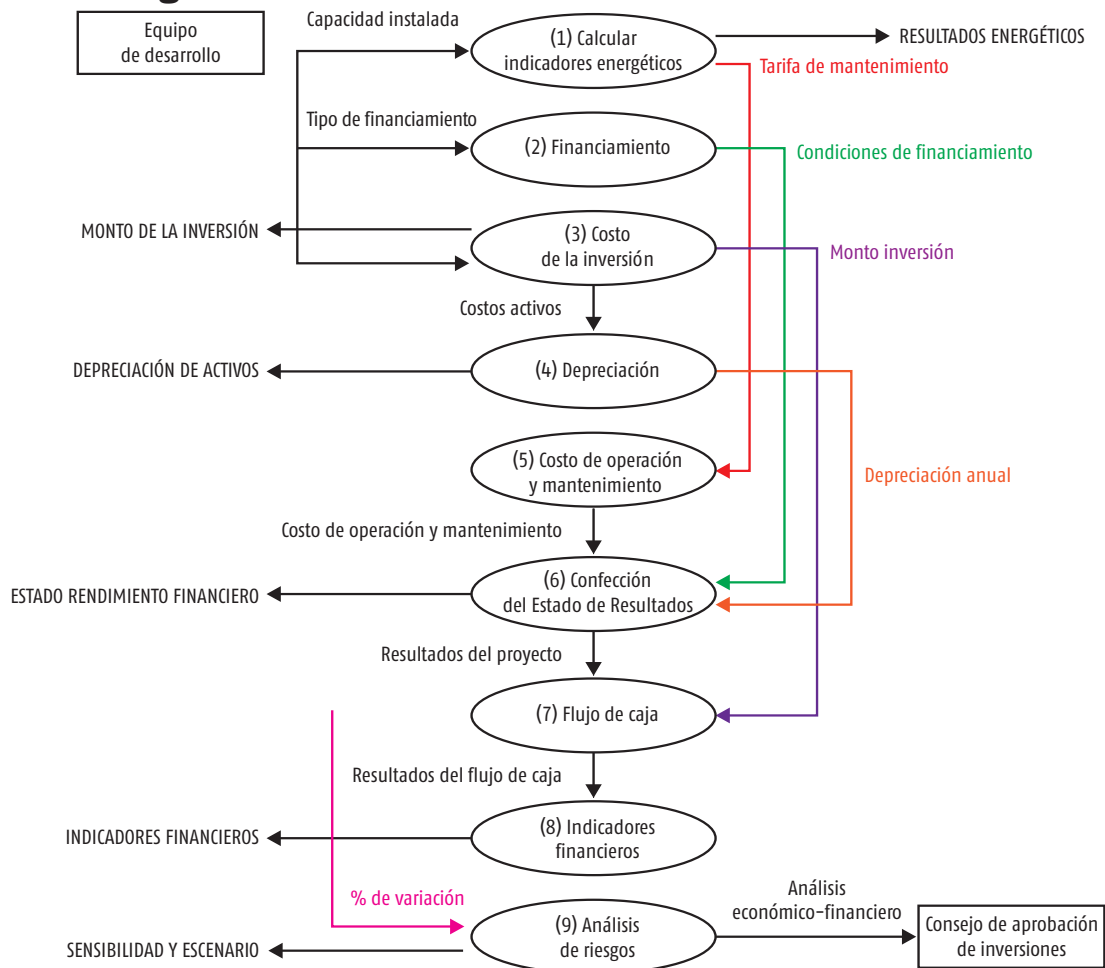
- Un sistema informático que permita la evaluación más rápida de los diferentes proyectos de inversión de parques de Energía Solar Fotovoltaica.
- Un sistema informático multiusuarios, que permita lograr seguridad, confiabilidad y rapidez en la información obtenida.
- Eficiencia y eficacia en la toma de decisiones.

Conclusiones

A partir del estudio se ofrecen las conclusiones siguientes:

- El estudio teórico sobre las generalidades de sistemas de información constituye la guía orientativa que sentó las bases para organizar y estructurar esta investigación.
- Con la integración de esta herramienta al proceso automatizado se ha logrado mejorar la gestión operativa de los datos, así como un aumento de la oportunidad, cantidad y calidad de la información brindada.
- El nuevo sistema garantiza las condiciones necesarias para la calidad en la ejecución del proceso de evaluación y la toma de decisiones que influyen de manera directa en la dirección de la entidad y, por tanto, en su desempeño.

Anexo 1. Diagrama cero



Fuente: elaboración propia.

Anexo 2. Actores del sistema

ACTOR	DESCRIPCIÓN
Administrador de sistema	Tiene como responsabilidad la administración del sistema de seguridad en su totalidad. Es el encargado de gestionar a los demás usuarios.
Especialista	Es el encargado de realizar el procesamiento y la gestión de la información
Usuario	Tendrá acceso a la información resultante del sistema.

Fuente: elaboración propia.

BIBLIOGRAFÍA

- BORASYSTEMS (2012): «Software para evaluación, análisis, planificación y optimización de proyectos de inversión», <<http://www.easyplanex.com>> [20/3/2013].
- CANTONE, D. (2008): *Implementación y Debugging*, MP Ediciones, Buenos Aires.
- DÍAZ CURTO, J. (2010): *Introducción al Business Intelligent*, UOC, Barcelona.
- ENCINOSA, L. J. (2008): *Sistemas de Información para el economista y el contador*, Editorial Félix Varela, La Habana.
- Informe McKinsey (2012): EU Prosun, <<http://www.prosun.org/es/ue>> [19/2/2013].
- JACOBSON, I. (1998): *Applying UML in The Unified Process*, Rational Software, New York.
- JACOBSON, I. (2000): *El proceso unificado de desarrollo de software*, Pearson Educación S. A., Madrid.
- LAUDON, J. y K. LAUDON (2006): *Sistemas de información gerencial: Administración de la empresa digital*, Pearson Educación-Prentice Hall, New York.
- Lenguaje de programación Java (s. f.): <<http://www.java.com>> [24/3/2012].
- MACHAIN, L. (2010): *Montecarlo Simulation in Excel*, <<http://www.simularsoft.com.ar>> [20/3/2013].
- MAESTRE YENES, P. (2004): *Equilibrio: reflexiones sobre la dirección de sistemas y tecnologías de la información*, Fundación Dintel, Madrid.
- NT-GLOBAL SOLUTIONS.COM (2011): *El sitio agrícola. Agricultura Argentina*, <<http://www.elsitioagricola.com>> [18/3/2013].
- PostgreSQL (s. f.): <http://www.postgresql.org/es/sobre_postgresql> [28/3/2013].
- SOLUCIONES INFORMÁTICAS Y APLICACIONES CREDITICIAS (s. f.): *Proyectos eficientes*, <<http://www.decide.com.mx>> [20/3/2013].
- SOMMERVILLE, I. (2005): *Ingeniería de software*, Pearson Educación S. A., Madrid.

