

DISEÑO DE METODOLOGÍA SISTEMATIZADA PARA EL CONTROL PRESUPUESTARIO EN LA CONSTRUCCIÓN DE LÍNEAS ELÉCTRICAS DE DISTRIBUCIÓN Y SUBTRANSMISIÓN EN MEDIA TENSIÓN

Luis Humberto Rivas Rodríguez

Ingeniero en Sistemas Informáticos, Máster en Dirección Estratégica de Empresas. Docente Investigador, Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, Centro Regional San Miguel. Correo electrónico: luis.rivas@itca.edu.sv

Fermín Osorio Gómez

Técnico en Ingeniería Eléctrica. Docente Coinvestigador, Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, Centro Regional San Miguel. Correo electrónico: fg.osorio@itca.edu.sv

Recibido: 6/05/2022 - Aceptado: 1/07/2022

Resumen

Este artículo contiene resultados de un proyecto multidisciplinario de investigación aplicada, ejecutado por docentes investigadores y estudiantes de las carreras Técnico en Ingeniería de Sistemas Informáticos y Técnico en Ingeniería Eléctrica de ITCA-FEPADE San Miguel; se contó con la asesoría y validación del personal administrativo y operativo de la Asociación de Técnicos Electricistas e Industriales de El Salvador ASTECSAL. En la fase inicial se realizó un levantamiento de los requerimientos para cada uno de los procesos a integrar en la solución informática, entre ellos están: clasificación de líneas eléctricas de distribución y sub transmisión en media tensión, fichas técnicas según manual de construcción, gestión de clientes, métodos de presupuestos y rentabilidad de los proyectos de líneas eléctricas. Se diseñó una base de datos relacional, así como las diferentes interfaces de usuarios para el funcionamiento de una App Android que cumpliera con los objetivos de la investigación, siendo estos automatizar los procesos presupuestarios y permitir a los profesionales del área eléctrica tener información oportuna para tomar decisiones. Como resultado, se obtuvo la aplicación denominada “Estructuras Eléctricas App”, publicada en la Google Play Store y es compatible en dispositivos con sistema operativo Android 8.0 o superior. Se creó una metodología validada y tutoriales en YouTube para conocer a detalle el uso de la herramienta. Esta App está disponible para cualquier profesional o institución.

Palabras clave

Aplicaciones móviles, presupuestos, líneas eléctricas, algoritmos, Tecnologías de la Información y Comunicación.

DESIGN OF A SYSTEMATIZED METHODOLOGY FOR BUDGET CONTROL IN THE CONSTRUCTION OF MEDIUM VOLTAGE DISTRIBUTION AND SUB-TRANSMISSION ELECTRICAL LINES

Abstract

This article contains the results of a multidisciplinary project of applied research, executed by research professors and students of the Informatics Systems Engineering Technician and Electrical Engineering Technician careers of ITCA-FEPADE San Miguel, with the advice and validation of the administrative and operational personnel of the Asociación de Técnicos Electricistas e Industriales de El Salvador ASTECSAL (Association of Electrical and Industrial Technicians of El Salvador). In the initial phase, the requirements for each of the processes to be integrated into the software solution were gathered, including: classification of medium-voltage distribution and subtransmission electrical lines, technical data sheets according to the construction manual, client management, budgeting methods, and profitability of electrical line projects. A relational database was designed, as well as the different user interfaces for the operation of an Android App that meets the objectives of the research, which are to automate the budgeting processes and allow professionals in the electrical area to have timely information to make decisions. As a result, the application called “Estructuras Eléctricas App” was obtained, published in the Google Play Store and compatible in devices with Android 8.0 operating system or higher. A validated methodology and YouTube tutorials were created to learn in detail the use of the tool. This App is available for any professional or institution.

Keyword

Mobile applications, budgets, power lines, algorithms, Information and Communication Technologies.

Introducción

La transformación digital es el mecanismo para integrar procesos y tecnologías en el quehacer diario de una persona o empresa, con el fin de ser productivos y brindar un servicio de calidad a los usuarios. Uno de los grandes desafíos que tiene El Salvador es la cualificación de la fuerza laboral, para lo cual la educación y el acceso a la tecnología son factores importantes. Considerando lo anterior, se desarrolló junto con ASTECSAL una herramienta tecnológica que satisface las necesidades que tienen los técnicos profesionales para formular presupuestos de líneas eléctricas.

En este artículo se presenta información referente al proceso y a los resultados del proyecto multidisciplinario, relativo a una metodología sistematizada para el control presupuestario en la construcción de líneas eléctricas de distribución y subtransmisión en media tensión. Se detalla el procedimiento que permite diseñar y automatizar los diferentes procesos administrativos y operativos que un especialista en construcción de líneas eléctricas necesita para llevar un mejor control y seguimiento de los proyectos a realizar. Al llevar esta metodología al área de desarrollo de software, se produjo un prototipo funcional de una herramienta para la formulación de presupuestos.

Desarrollo

Las MYPES en El Salvador juegan un papel importante en la economía del país, puesto que hasta abril de 2019 se estimaba alrededor de 360,000 micro y pequeñas empresas (MYPES) las cuales generan entre un 35% al 38% del producto interno bruto (PIB) [1]. Es por esta razón que deben contar con tecnologías y herramientas informáticas para potenciar su desarrollo y servicio al cliente.

Este proyecto multidisciplinario se ejecutó en cuatro fases.

A. FASES DEL PROYECTO

Fase 1. Levantamiento de Requerimientos

Se determinaron los requerimientos mínimos en el área eléctrica y de desarrollo de software que debe tener la aplicación móvil y como orientarla a la mejora continua de los procesos que realiza un profesional de esa área.

El trabajo del equipo multidisciplinario dio como resultado determinar 3 procesos macros:

- Múltiples Clientes.
- Costeo de Estructuras Eléctricas.
- Generación de Presupuestos y Reportes.

Se realizaron sesiones de trabajo híbridas, presenciales y virtuales para avanzar en el progreso del proyecto de investigación.

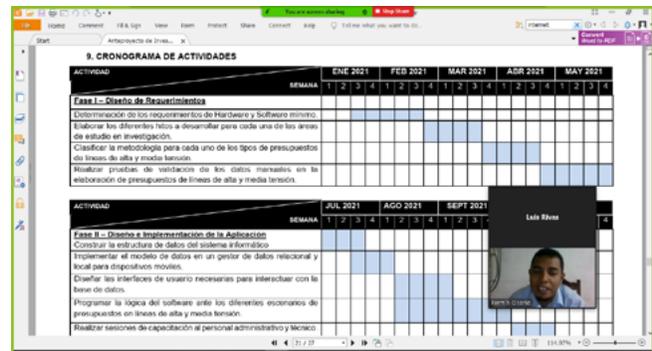


Ilustración 1 - Reunión de trabajo equipo investigador.
Fuente: Docente Investigador.

Se elaboró una lista de requerimientos para las etapas de diseño, desarrollo, pruebas y depuración de la aplicación a desarrollar en Android.

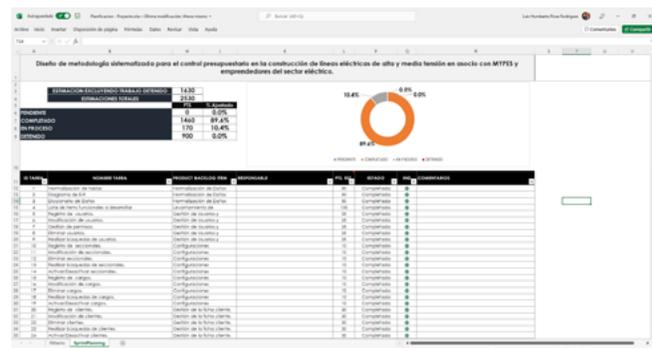


Ilustración 2 - Levantamiento de requerimientos usando la metodología Scrum. Fuente: Docente Investigador.

Fase 2. Diseño Lógico

Se realizaron diferentes procesos, entre ellos la normalización de datos, la cual dio como resultado un diccionario y un diagrama entidad de relación. Estos elementos fueron indispensables para el diseño, desarrollo

y funcionamiento de una herramienta automatizada, para llevar un procedimiento tradicional a un proceso informático que facilite el registro de datos, consulta y generación de informes. El proceso de abstracción es una metodología que permite al analista de sistemas y al administrador de base de datos, determinar cómo va a fluir la información desde la apreciación del usuario, a partir de los formularios hasta su procesamiento y almacenamiento respectivo en un motor de base de datos SQLite.

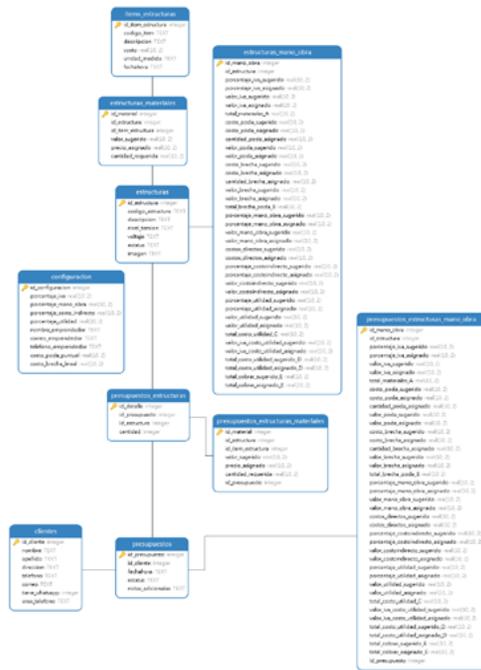


Ilustración 3 - Diagrama de Entidad-Relación de la aplicación. Fuente: Docente Investigador.

Fase 3. Automatización de la Aplicación Android

La aplicación Android se basa en un lenguaje de programación JAVA y bajo el paradigma de la programación orientada a objetos. Para los propósitos de la investigación se realizó un proyecto Android basado en las siguientes tecnologías: Java, SQLite [2] y la librería de software libre Itext para la generación de informes PDF desde la aplicación Android.

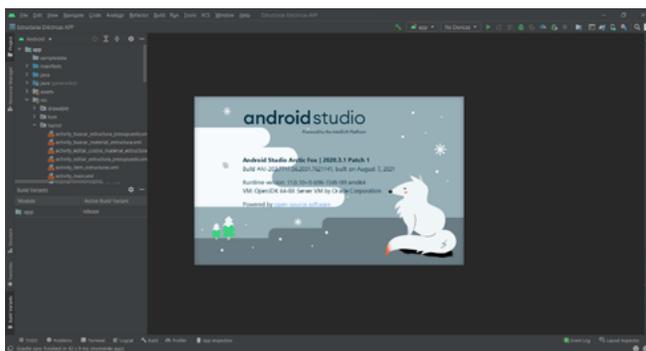


Ilustración 4 - Stack de desarrollo móvil. Fuente: Docente Investigador. [3]

Aplicando estas tecnologías se diseñó una interfaz accesible para cualquier dispositivo Android que tenga una versión 8 o superior de sistema operativo.

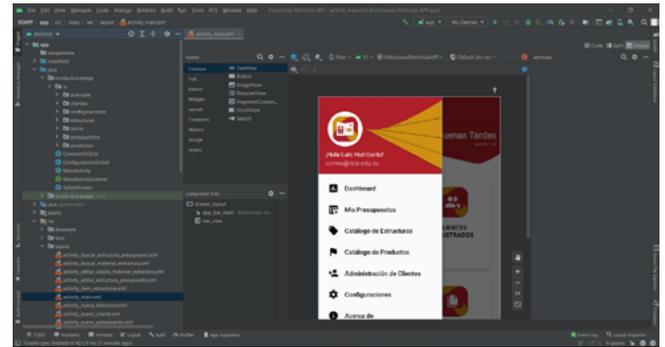


Ilustración 5 - Diseño de la aplicación Android. Fuente: Docente Investigador.

La aplicación Android ofrece una variedad de opciones que permiten a los usuarios poder registrar, controlar y generar reportes en tiempos más rápidos que hacerlo de manera manual.

Entre las opciones desarrolladas están las siguientes:

✓ **Gestión de Clientes:** permite gestionar la cartera de clientes con los que cuenta el usuario, permitiendo hacer acciones rápidas como enviar un correo, realizar una llamada e incluso enviar mensajes por medio de la aplicación de WhatsApp.



Ilustración 6 - Acciones comunes de la aplicación. Fuente: Docente Investigador.



Ilustración 7 - Acciones comunes de la aplicación.
Fuente: Docente Investigador.

✓ **Gestión de Productos o Materiales:** aquí se pueden encontrar todos los necesarios, entre otros herrajes, conductores, aisladores, cortacircuitos, cuchillas, seccionadores, monoplares, transformadores, postes y estimación por operaciones de poda y brecha, los cuales se vinculan a las estructuras que tiene la Aplicación.



Ilustración 8 - Catálogo de items para las estructuras eléctricas
Fuente: Docente Investigador.

✓ **Gestión de Estructuras:** permite escoger entre las 165 estructuras registradas, con sus respectivos códigos según los estándares de construcción de líneas aéreas para sistemas eléctricos de baja y media tensión emitido por la SIGET. Estas estructuras se pueden encontrar por su nombre o por su código, con su respectivo costeo de materiales, cálculo estimado de la mano de obra y costos indirectos.



Ilustración 9 - Ficha técnica de las estructuras eléctricas para presupuestar. Fuente: Docente Investigador.

✓ **Configuración Global:** permite crear un perfil del técnico electricista, usuario con su nombre, correo electrónico y número de celular. Le permite cambiar datos según conveniencia para adaptar un resultado según sea necesario, cambiar valores de costos indirectos, margen de ganancia de utilidad y costo de mano de obra; esto permite generar un archivo PDF en el que se identifique el usuario, el cliente y los detalles exactos del presupuesto.

✓ **Gestión de Presupuestos:** permite gestionar los presupuestos de materiales y mano de obra calculados por el usuario; es posible filtrar los presupuestos terminados, así como los que se tengan en proceso o en borrador.

✓ **Generación de Cotizaciones, Costeos y Presupuestos:** estos documentos oficiales que genera la aplicación le permiten al usuario revisar sus costos, cotizar a proveedores y enviar presupuestos a sus clientes por dispositivos móviles.

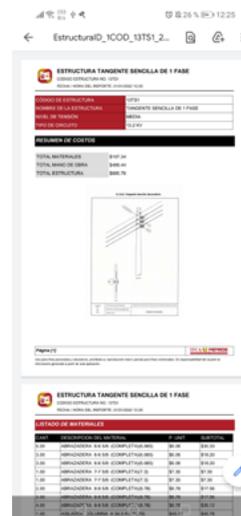


Ilustración 10 - Generación de reportes presupuestarios de líneas eléctricas. Fuente: Docente Investigador.

Fase 4. Testeo de Software y Validación de Resultados

Esta última fase se desarrolló en conjunto con estudiantes e investigadores; se realizaron pruebas de estrés de la Aplicación y a la vez se validaron los resultados con los profesionales de ASTECASAL.



Ilustración 11 - Reunión de trabajo revisión de la aplicación Android y la validación de resultados.
Fuente: Docente Investigador.

Resultados

- ◆ Diseño exitoso de los módulos principales para llevar el control de los clientes, estructuras, materiales, presupuestos e informes.
- ◆ Pruebas exitosas de validación y estrés en cada uno de los procesos, lo que garantiza la calidad de la Aplicación.
- ◆ Implementación de un modelo de base de datos relacional para la aplicación Android con SQLite.
- ◆ Desarrollo de una aplicación Android nativa denominada “Estructuras Eléctricas App”, compatible con diferentes dispositivos móviles, la cual está disponible de forma gratuita en la tienda de aplicaciones de Android.
- ◆ Diseño y elaboraron de Manual de Usuario, así como tutoriales en línea, lo que permite documentar y facilitar el uso de la aplicación.

Conclusiones

1. El desarrollo de una herramienta digital permite automatizar los procesos de costos, clientes y presupuestos, lo que puede volver más oportuno el control de los insumos, la gestión de los gastos y la eficiencia del recurso humano de los emprendedores o profesionales MYPIMES del sector eléctrico.

2. El diseño del modelado de datos relacional del sistema informático permite su adaptación a los cambios, gracias al funcionamiento lógico; podrá utilizarse en nuevas versiones y tecnologías, sin afectar su rendimiento.
3. La capacitación adecuada y la apropiación de la herramienta desarrollada, le permitirá a los usuarios del sector eléctrico aumentar su productividad y mejorar la calidad del servicio brindado a la comunidad o clientes.

Recomendaciones

- a. La App permitirá al emprendedor o profesional del sector eléctrico, medir la productividad y la calidad del servicio que brinda.
- b. La aplicación móvil de manera inicial trabaja como una base de datos de bolsillo en el dispositivo, a futuro podrá trabajar en un escenario híbrido, de manera local y respaldado en la nube.
- c. Los buenos resultados en el uso de la Aplicación dependerán de que el usuario procese la información correctamente y que los datos internos de costos unitarios se actualicen de acuerdo con la variación de los precios de mercado.
- d. Será responsabilidad del usuario de la Aplicación definir y revisar los márgenes de utilidad esperados, de acuerdo con los precios vigentes y la competitividad del mercado.

Referencias

- [1] ASOMI, «¿Cuántas microempresas hay en El Salvador?» Asociación de Organizaciones de Microfinanzas, 23 abril 2019. [En línea]. Disponible: <http://asomi.org/sv/cuantas-microempresas-hay-en-el-salvador/> [Accedido: 27-abr-2022]
- [2] SQLite Consortium, «Sqlite Sitio Oficial,» SQLite Consortium, 10 12 2021. [Online]. Available: <https://www.sqlite.org/index.html> [Accessed: Jun 27, 2022]
- [3] Google Developers, «Android Studio,» Google Developers, 01 01 2022. [Online]. Available: <https://developer.android.com/studio>. [Accessed: Jun 27, 2022]