

DISEÑO INNOVADOR DE HERRAMIENTA PARA LA AUTOMATIZACIÓN DE CÁLCULO DE MATERIALES Y PRESUPUESTO DE OBRAS CIVILES PARA USO DE CONSTRUCTORES MYPES EN LA ZONA ORIENTAL DE EL SALVADOR

Alonso Ulises Arias Guevara

Ingeniero Civil. Docente Investigador de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA FEPADE, Centro Regional San Miguel.
Correo electrónico: alonso.arias@itca.edu.sv.

Benjamín Alessandro Ramírez.

Técnico en Sistemas de Redes Informáticas, Docente Coinvestigador de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA FEPADE, Centro Regional San Miguel.
Correo electrónico: bramirez@itca.edu.sv

Recibido: 06/06/2024 - Aceptado: 03/10/2024

Resumen

Este artículo contiene información referente al proyecto multidisciplinario de investigación aplicada llevado a cabo por docentes de las carreras Técnico en Ingeniería Civil y Técnico en Ingeniería de Sistemas Informáticos de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA FEPADE, Regional San Miguel. El objetivo de la investigación fue desarrollar una aplicación móvil Android para el cálculo automatizado de cantidad de materiales por partida y el presupuesto de obras civiles para el uso de Micros y Pequeñas Empresas MYPES y emprendedores en el área de construcción de la Zona Oriental. La App permite calcular y automatizar los materiales y costo de partida de excavaciones, albañilería, mampostería, acabados, paredes, pisos y concretos, entre otros, de tal manera que se mejora la eficiencia y la calidad del presupuesto y los servicios brindados por el constructor en beneficio del cliente. La metodología consistió en hacer una investigación conjunta entre especialistas para el cálculo de materiales y presupuesto ajustados al diseño de pequeños proyectos de construcción. Se recopiló información necesaria para el desarrollo de un software que realizara estimaciones presupuestarias siguiendo normas nacionales e internacionales. La App denominada "Construitca", fue validada por docentes profesionales del área y proporciona resultados confiables; puede ser descargada de forma gratuita desde la Play Store, para ser utilizada como herramienta de apoyo por los micro y pequeños emprendedores en el ramo de la construcción. Se recomienda actualizar permanente en la App los precios de los materiales y mano de obra, debido a los cambios constantes que éstos experimentan en el mercado.

Palabras clave

Aplicaciones móviles, automatización de procesos, almacenamiento de datos, presupuesto, desarrollo local.

INNOVATIVE DESIGN OF A TOOL FOR THE AUTOMATION OF MATERIALS CALCULATION AND CIVIL WORKS QUOTATION FOR BUILDERS IN THE EASTERN ZONE OF EL SALVADOR

Abstract

This article contains information regarding the multidisciplinary applied research project carried out by teachers from the Civil Engineering Technology and Computer Systems Engineering Technology degree programs at the Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, Regional San Miguel. The objective of the research was to develop an Android mobile application for the automated calculation of the number of materials per item and the quotation of civil work for the use of Micro and Small Enterprises MSEs and entrepreneurs in the construction area of the Eastern Zone. The App allows the calculation and automation of the materials and cost of excavations, masonry, finishes, walls, floors, and concrete, among others, to improve the efficiency and quality of the quotation and services the builder provides for the customer's benefit. The methodology consisted of a research among specialists for calculating materials and quotations adjusted to the design of small construction projects. Necessary information was gathered for the development of a software that would perform quotation estimates following national and international standards. The App, called "Construitca," was validated by professional teachers in the area and provided reliable results; it can be downloaded for free from the Play Store as a support tool by micro and small entrepreneurs in the construction industry. It is recommended that the prices of materials and workforce in the App be permanently updated due to the constant changes they experience in the market.

Keyword

Mobile App, process automation, data storage, quotation, local development.

Introducción

Los cálculos de los materiales y presupuesto por partida para los proyectos de ingeniería civil juegan un papel importante; conociendo la cantidad de materiales y mano de obra, se puede estimar y determinar con precisión el costo del proyecto. Cualquier empresa o institución que se proponga crecer de forma sostenible requerirá, inevitablemente, adoptar distintos tipos de tecnologías que le permitan innovar sus procesos, traduciéndose ello en una mayor productividad.

El objetivo de la investigación fue desarrollar una aplicación móvil Android para el cálculo automatizado de materiales y presupuesto de obras civiles para el uso de MYPEs y emprendedores en el área de construcción. Se inició con la definición de los requerimientos para cada uno de los procesos que tendría la aplicación móvil, el catálogo de partidas a realizar y el cálculo de presupuestos en proyectos de construcción. Estos requerimientos se validaron con docentes de ITCA-FEPADE, especialistas en la industria de la construcción.

Se diseñó una base de datos escalable, así como las diferentes interfaces de usuario para el funcionamiento de la aplicación móvil, que permite automatizar los procesos presupuestarios para que los profesionales de la construcción tengan información oportuna para el cliente. Se pudo obtener una aplicación móvil disponible de forma gratuita en la Play Store, lo que la hace accesible para cualquier profesional o institución. La aplicación permite de forma confiable, calcular los materiales y costo de partidas de excavación, albañilería, mampostería, acabados, paredes, pisos y concretos, entre otros.

La metodología consistió en una investigación multidisciplinaria en las ramas de Ingeniería Civil y Desarrollo de Software, específicamente cálculo de materiales y presupuesto para el diseño de pequeños proyectos de construcción de las MYPE. Se consideraron en este diseño normas nacionales e internacionales.

La App permite automatizar los procesos de costos, clientes y presupuestos, lo que contribuirá a mejorar la eficiencia y calidad de los presupuestos brindados por el constructor en beneficio de sus clientes. Se recomienda actualizar permanente en la App los precios de los materiales y mano de obra, debido a los cambios constantes que estos experimentan en el mercado.

Esta App contribuirá a facilitar los procesos de cálculo a emprendedores, micros y pequeños empresarios del sector de la industria de la construcción.

Desarrollo

Este software se desarrolló en un ambiente móvil Android Nativo, el cual podrá ser usado de forma local en cualquier dispositivo móvil que cuente con un sistema operativo Android en su versión 7 o superior.

Entre las características que tiene la aplicación se encuentran las siguientes:

1. Acceso de múltiples clientes dentro de la aplicación.
2. Módulos para el cálculo de diferentes rubros de la construcción, tales como: excavación, albañilería, pisos, mampostería, repellos, afinados, morteros y concretos, entre otros.
3. Reportes exportable a PDF con el presupuesto de materiales generado por la aplicación.
4. Acceso a través de la plataforma Android.

El desarrollo de esta aplicación se basó en 6 pasos:

1. Elaboración de la metodología presupuestaria.
2. Elaboración de un modelado de datos.
3. Elaboración de un mockup o prototipo no funcional con la lógica que tendrá la interfaz de la aplicación móvil.
4. Desarrollo e Implementación de la aplicación móvil.
5. Mantenimiento y pruebas de la aplicación.
6. Validación de los resultados y presentación de informes.

Catálogo de Actividades usando Microsoft Excel

Para la elaboración de la aplicación se construyó un catálogo de partidas técnicas en una hoja electrónica como base para definir el alcance, tal como se muestra en la Ilustración 1.

PARTIDA	ALBAÑILERÍA
SUB PARTIDA	MAMPOSTERÍA DE LADRILLO DE OBRA PUESTO DE LAZO
UNI DE MEDIDA	m ²
PROPORCIÓN	1:5
CÁLCULO DE VOLUMEN DE OBRA	
	Área m ² LARGO ALTO DESPERDICIO
	13.49 3.25 4.15 5%
MATERIALES POR m ²	
DESCRIPCIÓN	UNIDAD CANTIDAD
LADRILLOS	UN 46.00
CEMENTO PORTLAND TIPO 1	BOLSA 0.130
ARENA	m ³ 0.023

Ilustración 1 - Catálogo de Actividades usando Microsoft Excel.

Fuente: Docente Investigador.

Diseño Lógico. Se realizaron diferentes procesos, como la base de datos "clave-valor"; es un tipo de sistema de almacenamiento de datos NoSQL que almacena datos como pares de clave y valor. Estos elementos son indispensables para el diseño, desarrollo y funcionamiento de una herramienta automatizada, capaz de llevar un procedimiento en papel, 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.

Automatización de la Aplicación Android

La aplicación Android "Construitca", 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: Visual Studio

Code: un editor de código ligero y muy popular con extensiones para Flutter y Dart. Android Studio: ofrece un entorno de desarrollo completo con soporte nativo para Flutter. Flutter SDK: incluye todo lo necesario para desarrollar y compilar aplicaciones Flutter. Android Emulator: emulador oficial de Android.



Ilustración 2 - Stack de desarrollo móvil.

Gracias al uso de estas tecnologías y usando una estructura ordenada de los recursos del proyecto, se diseñó una interfaz accesible por cualquier dispositivo Android que tenga una versión 7 o superior de sistema operativo; la versión es importante para garantizar una experiencia de uso óptima de la aplicación, ya que algunas funciones podrían no estar disponibles o funcionar de manera adecuada en versiones anteriores del sistema operativo.

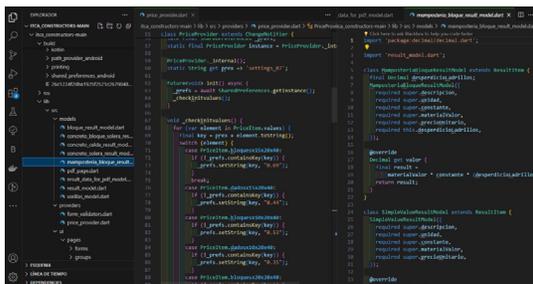


Ilustración 3 - Diseño de la aplicación Android.

La aplicación Android "Construitca", proporciona varias alternativas para que los usuarios puedan registrar, supervisar y crear informes de cálculos de materiales de forma individual o en grupo de partidas. La aplicación permite realizar cálculos mucho más rápido, que si se hicieran manualmente. Algunas de las opciones que se han desarrollado incluyen:



Ilustración 4 - Pantalla inicial y acciones comunes de la aplicación.

Gestión de Materiales. Aquí se puede encontrar materiales esenciales con los precios a tomar en cuenta en actividades de albañilería.

Materiales	
Bloques X15 X20 X40	0.60 \$
Dados X15 X20 X40	0.44 \$
Bloques X10 X20 X40	0.53 \$
Dados X10 X20 X40	0.35 \$
Bloques X30 X20 X40	0.55 \$
Dados X30 X20 X40	0.45 \$
Cemento Albañilería Tipo 5	8.2 \$
Arena	33.5 \$
Agua Barril	1.58 \$
Agua	0.01 \$
Dados	0.44 \$

Ilustración 5 - Catálogo de precios de materiales.

Gestión de Presupuestos. Ofrece la capacidad de administrar los presupuestos de materiales y mano de obra que han sido calculados por el usuario. Es posible generar presupuestos de materiales por unidades de obra y grupal por actividad.

Generación de Costos. Permite al usuario generar documentos oficiales que le permiten revisar los costos y cotizar precios de proveedores. Es posible generar costeos individuales por cálculo de materiales, de manera que el usuario pueda gestionar de forma eficiente su presupuesto.

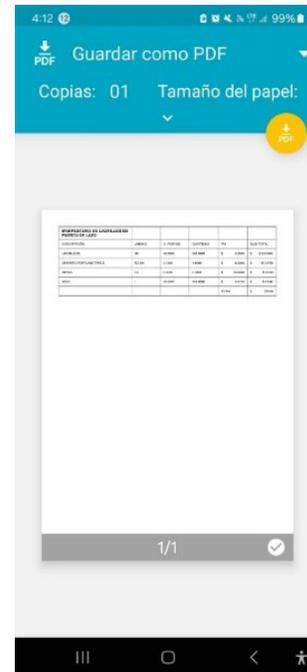


Ilustración 6 - Generación de Reportes cantidades y precios de materiales.

Validación de Resultados

La validación se desarrolló en conjunto con estudiantes, investigadores, profesionales y profesores, a través de pruebas de estrés de la aplicación.

Resultados

Se desarrolló la App Construitca que resuelve cálculos de cantidad y costo de materiales, presupuesto de mano de obra por partida y presupuesto total, se enfocó en la construcción de pequeñas obras civiles en las siguientes partidas.

Partidas

- **Excavaciones:** permite calcular los volúmenes de obra definidos por el usuario, permitiendo filtrar las dimensiones del elemento a excavar y brinda el resultado con abundamiento.
- **Albañilería:** permite el cálculo de las siguientes partidas:
 - ✦ Pisos.
 - ✦ Mampostería.
 - Muros de mampostería de piedra.
 - Paredes de ladrillo de obra puesto de lazo.
 - Paredes de ladrillo de obra puesto de canto.
 - Paredes de ladrillo de obra puesto de trinchera.
 - Mampostería de bloque de 10x20x40.
 - Mampostería de bloque de 15x20x40.
 - Mampostería de bloque de 20x20x40.
 - ✦ Afinados.
 - ✦ Morteros.
 - Por proporción volumétrica.
 - Repellos.
 - Superficiales verticales / paredes.
 - En cielos de losa.
 - Cuadrados 20 cm de ancho.
 - Afinados.
 - Superficiales verticales / paredes.
 - En cielos de losa.
 - Cuadrados 20 cm de ancho.
 - ✦ Concretos.
 - Por proporción volumétrica.
 - Losas de concreto simple.
 - Zapatas aisladas.
 - Zapatas corridas.
 - Solera de fundación.
 - Columnas.

Documentación técnica y operativa

- Manual del Usuario.
- Manual del Administrador.
- Manual del Analista: especificaciones técnicas.
- Contenido Multimedia: audio y video.

Conclusiones

El desarrollo y uso de la aplicación Android creada en este proyecto, permite automatizar los procesos de costos, clientes y presupuestos, mejorando la eficiencia y calidad de los servicios brindados y optimizando el tiempo de cálculo de los emprendedores y profesionales del sector construcción.

El uso de una base de datos "clave valor" escalable permitirá al sistema informático su adaptación a los cambios, gracias al funcionamiento lógico del sistema. Permitirá de esta manera utilizarse en un futuro ante nuevas versiones y tecnologías sin afectar su rendimiento.

La capacitación adecuada y la apropiación de la herramienta, le permitirá a los micros y pequeños empresarios y emprendedores en el área de la construcción aumentar su productividad y mejorar la calidad del servicio brindado a la comunidad o clientes.

La aplicación Android, validada por profesionales de Ingeniería Civil, proporciona resultados confiables. La App puede ser descargada de forma gratuita desde la Play Store para ser utilizada como herramienta de apoyo por los micro y pequeños emprendedores en el ramo de la construcción.

Recomendaciones

El usuario de la App debe adoptar una cultura presupuestaria; realizar cálculos de manera regular le permitirá medir su productividad y calidad del servicio.

Utilice la aplicación móvil de manera estratégica, inicialmente la aplicación móvil funcionará como una base de datos portátil en el dispositivo, sin embargo, se recomienda actualizarla para que pueda adoptar un enfoque híbrido, trabajando de manera local y respaldando los datos en la nube. De esta manera, se aprovechará al máximo las ventajas de la tecnología móvil y se mantendrá una copia de seguridad en línea para mayor protección y accesibilidad.

Los resultados eficientes y vigentes de la aplicación dependerán del buen uso que se le dé, por lo que se recomienda mantener siempre los costos de los productos o materiales y de la mano de obra actualizados; esto permitirá mantener márgenes de utilidad que correspondan con la realidad.

Referencias

[1] Manual del constructor: hacia el futuro de la construcción, San Salvador, El Salvador: Producciones Multicom, 2023.

[2] Developers. "Android Studio". Google for Developers. 01 Ene. 2022. [En línea]. Disponible en: <https://developer.android.com/studio?hl=es-419>