

Desarrollo de una Aplicación Móvil para la optimización del control de inventarios empleando el modelo EOQ con faltantes

Claudia Sánchez García, Jaime Alberto Zaragoza Hernández y Carmín Hernández Domínguez

C. Sánchez, J. A. Zaragoza, C. Hernández
Instituto Tecnológico Superior del Oriente del Estado de Hidalgo
csanchez@itesa.edu.mx

F. Trejo, (eds.). Ciencias Multidisciplinarias. Proceedings-©ECORFAN-México, Pachuca, 2017.

Abstract

Developing a mobile app for an Economic Order Quantity (EOQ) model with backorders for inventory management is the objective of this research. It has two main purposes: To develop a technology tool for small enterprises looking for controlling stocks and as an education app that allow students and teachers from majors that include in their curricula decision making subjects based on analytical processes. This sort of apps is not available in apps market. The methodology is based on evolutionary systems development prototyping, and for its validation participated a group of students from logistics engineering from the Tecnológico Nacional de México. The students used the app for solving structured EOQ problems with backorders in inventory management subject, every outcome was compared with books solutions. Results showed that most of the students empathized with the app and got a better understood of the topic, also felt confident.

Modelo de lote económico, Inventarios, Faltantes, App

1. Introducción

Este trabajo, realiza una aportación relacionada con el manejo de inventarios y las tecnológicas de la información y comunicaciones, en específico en el uso de las apps para dispositivos móviles, dirigida a la línea de Optimización de Operaciones en Cadenas de Suministro y Servicios Logísticos del cuerpo académico del Programa Educativo de Ingeniería en Logística del Instituto Tecnológico Superior del Oriente del Estado de Hidalgo.

No es posible concebir ya una sociedad carente de tecnología móvil, Las computadoras portátiles y la telefonía móvil tienen una enorme aceptación en la sociedad actual, esto se ve reflejado en el rápido crecimiento y evolución de los dispositivos móviles, tanto en la cantidad de modelos diferentes, como en la variedad de servicios. Las implicaciones sociales, económicas y académicas, están relacionadas con la forma de comunicarse y conocerse; las personas se encuentran en todo momento gracias a las redes sociales y comunican sus intereses, experiencias, abren la puerta a la sociedad para que esta los conozca y reconozca, las empresas basan el desarrollo de su mercadotecnia en el conocimiento del cliente, puesto que este busca y encuentra en internet, a través de sitios web y aplicaciones en computadora tablet o smartphone lo que desea.

La academia ha encontrado que la tecnología bien encausada no es un distractor, es más bien, un instrumento de aprendizaje que permite al usuario de la tecnología conocer y darse cuenta del entorno, convirtiendo los dispositivos en una herramienta necesaria para realizar actividades de aprendizaje, de descubrimiento y de entendimiento, solo basta con mirar a nuestro alrededor y observar a alguna persona revisando su email, publicando en sus redes sociales, tomando alguna fotografía o selfie, o simplemente realizando una llamada telefónica. El ámbito productivo también está imbuido en el uso de las TIC's. La operación de sistemas a distancia, el internet de las cosas (IoT, por sus siglas en inglés), sistemas para la planeación de recursos empresariales (ERP, por sus siglas en inglés), entre otros. Por supuesto las aplicaciones para dispositivos móviles también tienen un extraordinario desarrollo, en el campo de la productividad, la academia y el entretenimiento principalmente.

La búsqueda de aplicaciones productivas y a la vez académicas que apoyen el proceso enseñanza-aprendizaje ha sido el impulsor en el desarrollo de este trabajo, encontrando que en el área de la cadena de suministro y la logística, específicamente en el control de los inventarios existe una carencia de aplicaciones. Se halló una que realiza el cálculo del nivel de inventarios empleando el modelo EOQ luego de introducir el costo de mantener en inventario, el costo de pedir y la demanda.

En este trabajo se presenta una propuesta de herramienta de software desarrollada para dispositivos móviles, que sirva para realizar cálculos del nivel de inventarios sin faltas y con faltantes, que supere lo ofrecido por la aplicación existente y que ayude a pequeños empresarios y académicos a revisar el concepto de inventario independiente y su determinación mediante el método EOQ con faltantes planeados.

Es importante mencionar que el trabajo surge en un salón de clase, lugar donde un grupo de alumnos de la asignatura de inventarios de un instituto de estudios superiores del Tecnológico Nacional de México (TecNM), se dió a la tarea de buscar una aplicación móvil que ayude a resolver problemas de aplicación del modelo EOQ con faltantes.

2. Estado del Arte

El uso creciente de la tecnología móvil, principalmente de los smartphones, en el ámbito académico trae beneficios palpables, como el no hacer necesario desplazarse hasta una computadora o transportar cuadernos y libros en cantidades limitadas. Los estudiantes llevan sus smartphones a la escuela, principalmente para socializar con sus pares fuera de clase, los maestros que antes consideraban al smartphone como un distractor, quieren sacar provecho de esta tecnología para facilitar el aprendizaje de sus estudiante (Clayton & Murphy, 2016).

Mediante el uso de la los smartphones se favorece el aprendizaje por investigación, lo que también incluye a los demás tipos de dispositivos móviles. En el futuro, habrá que enfocar más proyectos de investigación relacionados al uso de los dispositivos móviles con el aprendizaje, para desarrollar la educación móvil (Ally & Prieto-Blázquez, 2014). La tecnología móvil brinda una gran oportunidad para que el estudiante aprenda dentro y fuera del salón de clases y abre la puerta a una nueva forma de aprendizaje y desempeño (Martin & Ertzberger, 2013).

La ubicuidad de los smartphones y la accesibilidad a internet potencian el aprendizaje en cualquier lugar y en cualquier momento. El desarrollo de apps que de forma predeterminada para el usuario le ayudan a manejar información para la toma de decisiones están disponibles en la tienda de apps para Android Google Play Store. Existen diferentes tipos de apps, clasificadas en Play Store en 36 categorías, entre las que se encuentra, educación, herramientas y productividad. Las tres categorías son muy populares tanto en el ambiente empresarial como en el académico. En América Latina, 64% de los usuarios de medios digitales prefieren hacer una actividad en un dispositivo móvil si tienen la oportunidad (Velásquez-Rodríguez & Manrique-Suarez, 2017).

Lo que implica una gran oportunidad para el desarrollo de apps en muy variadas categorías. Las apps más significativas son aquellas que el estudiante de nivel superior utiliza tanto en el salón de clases como en el sector laboral, por ejemplo, apps de hojas cálculo, lectores pdf, traductores, calculadoras para ingenieros mecánicos, eléctricos, la nutrición, entre otras. El panorama se visualiza amplio para realizar investigación sobre el uso de las tecnologías móviles en el aprendizaje y sobre todo para transformar la forma de aprender.

3. Tipos de Inventarios

Desde el punto de vista del inventario independiente, las empresas cuentan principalmente con cuatro tipos de inventarios: Inventarios para las materias primas, Inventarios para trabajo en proceso, Inventarios MRO (Mantenimiento, Reparación y Operaciones) e Inventarios de producto terminado (Render & Heizer, 2007). Los inventarios de materias primas son aquellos que consisten de materiales que no han sido procesados y que son la esencia del producto a fabricar.

Este tipo de inventarios tiene dos propósitos fundamentales, el primero es separar a los proveedores del proceso productivo de la compañía y el segundo es asegurar la cantidad de materiales para no interrumpir la producción y cumplir en tiempo y forma con nuestros clientes. En cuanto a los inventarios de trabajo en proceso son aquellos que constan de las materias primas que ya han sido sometidas a algún procedimiento relacionado con el proceso productivo y que por tanto ya han sufrido modificaciones, pero aún no se encuentran terminados (Bustos Flores & Chacón Parra, G. B., 2012). Por lo que se refiere a los inventarios MRO son inventarios que se conforman por todos aquellos materiales necesarios para mantener en perfecto estado la maquinaria y garantizar los procesos.

Por último, pero no menos importante, tenemos el inventario de producto terminado, el cual maneja todos aquellos materiales que pasaron por todo el proceso productivo y que por tanto se encuentran totalmente terminados, estos productos ya pueden salir a la venta y solo se encuentran en espera de ser embarcados o distribuidos (Render & Heizer, 2007).

4. Tipos de Costos en los Inventarios

En general, los costos relacionados con los inventarios son: Los costos de mantener o llevar inventario, estos son todos aquellos costos involucrados con la acción de guardar o “manejar” el inventario en un periodo de tiempo, como son: seguros, personal, rentas, entre otros. Por otra parte, también tenemos el costo de ordenar, el cual son los costos de salarios, papel, transporte, entre otros, asociados con la colocación del pedido de un artículo. Por último, tenemos el costo de preparar o costo de preparación, estos costos son aquellos que establecen una máquina o un proceso de fabricación de un producto, como por ejemplo el tiempo y la mano de obra destinados a la limpieza y cambio de herramientas y contenedores (Anderson, Sweeney, Williams, Camm, & Martin, 2011).

5. Control de Inventarios

La función de aprovisionar es la acción de abastecer todas las mercancías y/o materiales necesarios para la realización de todas las actividades involucradas en las diversas áreas de una compañía, principalmente la de producción, esto en el tiempo requerido y al costo más bajo. Anteriormente se consideraban como iguales las acciones de aprovisionamiento como la de compra y adquisición de bienes y servicios, pero esto es erróneo ya que el aprovisionamiento no solo contempla la parte de realizar compras, sino que también involucra la gestión y almacenamiento de los materiales.

Por supuesto el aprovisionar parece una tarea fácil, pero realmente no lo es, ya que existen varios factores a considerar, como por ejemplo la cantidad a comprar y la sección del proveedor dependerá de los costos, si existe o no rebajas en el precio por la cantidad a comprar, si existen financiamientos o facilidades de pago, el tiempo y las condiciones de envío, por esta razón el control de los inventarios es de suma importancia, ya que se ocupa de determinar cuánto y cuándo hay que solicitar, considerando la demanda, plazos de entrega y el nivel de confianza hacia el proveedor (Bustos Flores & Chacón Parra, G. B., 2012).

Por otra parte, el objetivo del control de inventarios radica en el optimizar el aprovisionamiento de los materiales, para ello la gestión de inventarios cuenta con varias herramientas denominados modelos de gestión de inventarios los cuales en esencia se basan en procedimientos determinísticos y probabilísticos para determinar los niveles de inventario y los niveles que deben mantenerse, cuándo hay que reabastecerse el inventario y de qué tamaño deben ser los pedidos. Los modelos para el control de inventarios se pueden clasificar como modelos dependientes de la demanda y modelos independientes de la demanda, aunque también se pueden clasificar en modelos determinísticos (suponen que el grado de la demanda es constante) y modelos probabilísticos (la demanda fluctúa y pueden describirse de manera probabilística) (Render & Heizer, 2007).

6. Modelo de cantidad económica del pedido (EOQ)

El modelo EOQ también conocido como modelo de lote económico es un modelo empleado considerando los siguientes supuestos (Anderson, Sweeney, Williams, Camm, & Martin, 2011):

- Los faltantes (escasez) se evitan por completo si las órdenes se colocan en el momento adecuado.
- La demanda se conoce, es constante e independiente.
- Se conoce el tiempo de entrega y además es constante.
- La recepción del inventario es instantánea y completa.
- No existen los descuentos por cantidad.
- Los únicos costos variables son el costo de preparación y el costo de mantener o almacenar el inventario.

Modelo de lote económico consta de los siguientes cálculos:

$$Q = \sqrt{\frac{2DS}{H}} \quad (1)$$

$$Q_P = \sqrt{\frac{2DS}{H[1-(d/p)]}} \quad (2)$$

$$\text{Inventario de seguridad} = Z\sigma = x - \mu \quad (3)$$

$$\text{Costo de ordenar} = \frac{D}{Q}S \quad (5)$$

$$\text{Costo de mantener} = \frac{Q}{2}H \quad (6)$$

$$\text{Costo del producto} = PD$$

$$TC = \text{Costo de ordenar} + \text{Costo de mantener} + \text{Costo del producto} \quad (7)$$

También podemos calcular a Q con la siguiente ecuación:

$$Q = \sqrt{\frac{2DS}{IP}} \quad (8)$$

Donde:

Q = Número de piezas a ordenar

Q_P = Modelo de la cantidad óptima a producir

EOQ = Tamaño d Piezas por orden

D = Demanda anual en unidades

S = Costo de ordenar o preparar para cada orden

H = Costo de mantener o manejar inventario por unidad por año

p = Tasa de producción diaria

d = Tasa de demanda diaria

P = Precio

I = Costo anual de manejo del inventario como porcentaje del precio

μ = Media de la demanda

σ = Desviación estándar

x = Demanda media + inventario de seguridad

Z = Valor estándar bajo la curva normal

TC = Costo total

7. Modelo EOQ con faltantes

El modelo EOQ con faltantes es una variante del modelo EOQ tradicional, solo que se agregan dos supuestos más:

- Si existen S pedidos en espera cuando llega un nuevo envío de tamaño Q , entonces S pedidos en espera se envían a los clientes apropiados y las $Q - S$ unidades restantes se colocan en el inventario. Por consiguiente, $Q - S$ es el inventario máximo.
- El ciclo del inventario de T días se divide en dos fases distintas: t_1 días cuando el inventario está disponible y los pedidos se entregan cuando se hacen, y t_2 días cuando se agotan las existencias y todos los pedidos nuevos se colocan en espera.

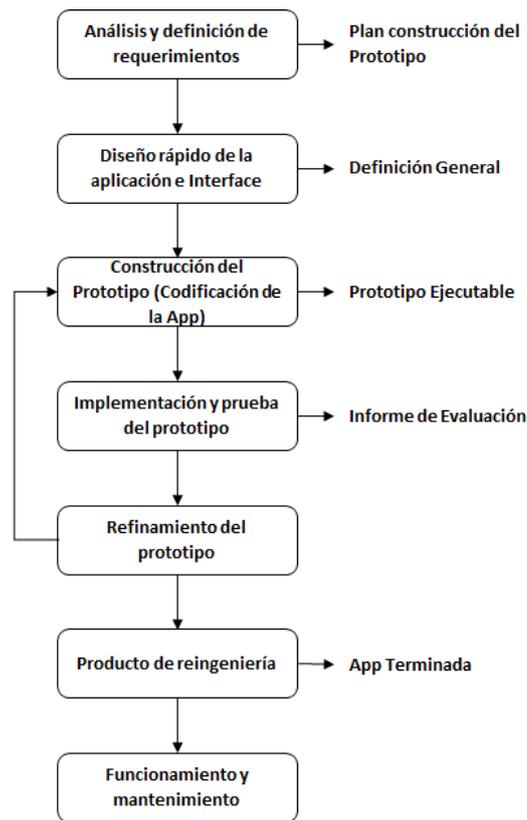
Este modelo se emplea principalmente cuando el valor del inventario por unidad es elevado y como consecuencia también el costo de mantener el inventario, por lo que es más redituable contemplar “faltantes”. Los faltantes son aquellas inexistencias dentro de una demanda que no puede ser satisfecha, esto por supuesto en la mayoría de las ocasiones no es deseable y por tanto se evitan, pero en ocasiones desde el punto de vista monetario es recomendable planearlas, ya que es más costoso mantenerlo en comparación con pagar alguna sanción o compensación al cliente (Anderson, Sweeney, Williams, Camm, & Martin, 2011).

8. Metodología

La Figura 2.1 muestra la secuencia de actividades que se han llevado a cabo para el desarrollo de la aplicación, cabe destacar que la metodología de desarrollo de software empleada es el modelo de proceso evolutivo de construcción de prototipos o también conocido como Prototipado del Software, esto por sus características y ventajas que esta metodología brinda (Pressman, 2010) (Sommerville, 2005), ya que permite:

- Un desarrollo rápido.
- Ver la funcionalidad básica de la aplicación, sin que esta incluya toda la lógica o características de la App terminada.
- Evaluar en forma temprana la aplicación, e interactuar con los diseñadores y desarrolladores para saber si se está cumpliendo con las expectativas y las funcionalidades definidas al inicio.
- Crecer y mejorar la funcionalidad de la aplicación con el paso del tiempo.

En la siguiente sección se describen cada una de las actividades que conforman esta metodología.

Figura 2.1 Etapas de la Planificación Estratégica

Fuente: Elaboración Propia

8.1. Materiales y Métodos

Para el desarrollo de la aplicación se emplearon los siguientes materiales:

- Computadora (6 Gb de Ram, disco duro de 1 Tb y procesador Intel inside CORE i3) Android Studio 2.3.3
- Smartphone con sistema operativo Android

Los pasos realizados para la elaboración de la aplicación son:

1. **Análisis y definición de requerimientos:** En esta fase se analizan las peticiones o requerimientos de las personas o entidad para la cual se desarrolla el servicio móvil “Cliente”, el propósito es definir las características del mundo o entorno de la aplicación. Para ello se realizan tres actividades: obtener los requerimientos, clasificar los requerimientos y con base en estos personalizar el servicio.
 - a. Obtener requerimientos: se sugiere hacer una serie de entrevistas al cliente, para que manifieste los síntomas del problema o necesidades que se pretenden solucionar con las tecnologías móviles, o simplemente, para que señale las características que debe tener la aplicación.

Para el caso de la siguiente aplicación se entrevistaron a un grupo de 27 personas de entre 19 y 21 años, los cuales son estudiantes del programa educativo de ingeniería logística ofertado por el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de la región mismos que cursaban la asignatura de Inventarios. Esto porque ellos son considerados posibles “consumidores” de la aplicación dadas las siguientes razones: Conocen los modelos de control de inventarios, Emplean, aunque de manera “teórica” el modelo EOQ en sus diversas variantes en la solución de problemas del tipo estructurado, cuando egresen y ejerzan su profesión se verán en la necesidad de realizar proyectos de control de inventarios y por tanto de utilizar el modelo EOQ.

- b. Clasificar los requerimientos: una vez identificados los requerimientos que debe tener la aplicación, se procede a clasificarlos. Dichos requerimientos se pueden clasificar en entorno, mundo, funcionales y no funcionales.
- El entorno se refiere a todo lo que rodea al servicio. Por ejemplo, las características técnicas del dispositivo móvil del cliente, el sistema operativo subyacente (móvil y servidores), la tecnología utilizada para la transferencia de información, el Sistema Manejador de Base de Datos, Data Base Management System (DBMS), si se requiere, el formato de archivos y, otros módulos tecnológicos utilizados para el servicio. En este caso la aplicación debe ser desarrollada para dispositivos móviles con sistema operativo Android, como son Smartphone y Tabletas.
 - El mundo es la forma cómo interactúan el usuario y la aplicación. Aquí se encuentran los requerimientos de la Interfaz Gráfica de Usuario, Graphical User Interface (GUI), la forma en que el software va a generar los datos de salida, el formato de los datos y los demás requerimientos que involucren la comunicación hombre-máquina, considerando la gama tecnológica de los teléfonos móviles de los usuarios a la que va dirigida el servicio. Para el presente caso la interfaz de usuario debe ser fácil de usar, agradable a la vista, no muy vistosa, es decir, con colores sobrios, letras de color oscuro y medianas, esto con la finalidad de no asignar muchos recursos del dispositivo en la parte visual y enfocarlo más a la funcionalidad.
 - Los requerimientos funcionales son todos aquellos que demandan una función dentro del sistema. Se deben definir claramente cada una de las tareas que debe realizar la aplicación. La aplicación debe calcular:
 1. Cantidad óptima a pedir
 2. Cantidad máxima en inventario
 3. Cantidad máxima permitida de faltantes
 4. Duración del ciclo en días (t), tanto anual como en días.
 5. Número de pedidos u órdenes
 6. Punto de reorden
 7. Costo del producto
 8. Costo de tener faltantes
 9. Costo de pedir
 10. Costo promedio de mantener en inventario
 - Los requerimientos no funcionales son la estabilidad, la portabilidad, el rendimiento, el tiempo de salida al mercado y, el costo, entre otros.
 - Personalizar el servicio: adicionalmente se deben analizar aspectos de la cotidianidad del cliente como preferencias, costumbres y particularidades del usuario, con el propósito de garantizar la aceptación del servicio.

2. Diseño rápido

Consiste en hacer un pequeño prototipo funcional, el cual muestra las principales funciones y características de la aplicación, con la finalidad de que el cliente la pueda visualizar, probar y retroalimentar. Para el diseño se hizo siguiendo la estructura que presenta la hoja de cálculo realizada al inicio del proyecto.

3. Construcción del prototipo

En esta etapa en base a los comentarios y observaciones realizados por parte del cliente en la etapa anterior, se construyó el prototipo principal, cumpliendo con los requerimientos acordados en el inicio del proyecto. En este caso se realizó únicamente un prototipo, el cual con el tiempo se planea mejorar la parte de la interfaz. El prototipo fue desarrollado empleando Android Studio 2.3.3 y Nexus 5X API 25 como emulador.

4. Implementación y prueba del prototipo

Una vez concluido el prototipo principal, nuevamente se le entrega al cliente para que lo pruebe y dé su opinión sobre su nivel de satisfacción del producto y/o mejoras que le gustaría que se realizarán a la aplicación. Para esta fase se instaló la aplicación en siete Smartphone de diferentes marcas y modelos, en un rango de 4 a 5.5 pulgadas de pantalla, todos con sistema operativo Android. Para validar los resultados obtenidos por la aplicación se tomaron diez problemas de libros de Administración de Operaciones e Investigación de Operaciones, los datos de estos ejemplos y ejercicios se introdujeron tanto en la aplicación como en la hoja de cálculo hecha y comprobada con anterioridad. Los ejercicios empleados para la validación se obtuvieron de los siguientes libros:

- Krajewski, L. J., Ritzman, L. P., & Malhotra, M. K. (1999). Operations management. Singapore: Addison-Wesley.
- Anderson, D. R., Sweeney, D. J., Williams, T. A., & García, G. S. (1999). Métodos cuantitativos para los negocios (No. Sirsi) a458752). International Thomson Editores.

5. Refinamiento del prototipo

Se realizan los cambios correspondientes, de acuerdo a las observaciones del cliente en la etapa anterior. Por supuesto este primer prototipo se busca mejorarlo en un lapso no mayor a tres meses.

6. Producto de reingeniería

Por último, una vez concluidas las etapas anteriores, se hace entrega de la aplicación ya terminada en su totalidad.

También es necesario realizar toda la documentación con respecto al código, así como son los manuales de usuario y mantenimiento, con el propósito de facilitar modificaciones y/o mejoras en la aplicación ya que con el tiempo existen los cambios tanto de la tecnología como del personal involucrado.

7. Funcionamiento y mantenimiento

De manera continua se planean realizar mejoras al funcionamiento y mantenimiento de la aplicación, ya que con el paso del tiempo tanto los sistemas operativos como los dispositivos, que este caso son Smartphone y Tablets, sufren cambios o modificaciones que pueden alterar el funcionamiento de la aplicación.

9. Resultados

En la Figura 1.2 se muestra las interfaces del primer prototipo de la aplicación diseñada. La primera es para la inserción de los datos de los distintos problemas mientras que la segunda es para mostrar los resultados obtenidos.

Figura 1.2 Interfaces de la Aplicación desarrollada

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 1.1 se muestran los porcentajes de error de los resultados de la aplicación con respecto a los resultados establecidos por los autores de los libros y los resultados obtenidos con la hoja de cálculo.

Tabla 1.1 Porcentaje de error obtenidos de la aplicación vs libro y hoja de cálculo

Número de ejercicio empleado	% de error de los resultados obtenidos con la aplicación vs Hoja de Cálculo	% de error de los resultados con la Aplicación vs resultados del Libro
Ejercicio 1	0.005%	0.0025%
Ejercicio 2	0.008%	0.005%
Ejemplo 3	0.005%	0.0025%
Ejemplo 4	0.005%	0.006%
Ejemplo 5	0.005%	0.006%
Ejemplo 6	0.005%	0.005%
Ejemplo 7	0.0025%	0.005%
Ejemplo 8	0.005%	0.007%
Ejemplo 9	0.0025%	0.005%
Ejemplo 10	0.005%	0.008%

Fuente: Elaboración Propia

Los parámetros funcionales medidos fueron los siguientes:

1. Tiempo de ejecución: aproximadamente 20 segundos (desde el pulsado del icono hasta la ejecución como tal de la aplicación)
2. Uso de recursos: Como la interfaz de la aplicación no hace uso de imágenes ni gran variedad de colores no “alenta” al sistema operativo, además, la aplicación tampoco hace uso de acelerómetro, cámara, bocinas, sensores, ni ningún otro componente adicional a la memoria del dispositivo, por lo cual el uso de recursos es relativamente bajo.
3. Factibilidad: El uso de la aplicación en el caso de los estudiantes demostró ser más factible de usar en comparación a la hoja de cálculo de Excel y a la hoja de cálculo de google, ya que era más sencillo sacar su dispositivo móvil y ejecutar la aplicación en lugar de sacar y esperar a que la computadora encendiera, y que la señal de internet no fallara.

Cabe señalar que en cuanto a pruebas de rendimiento de la app entre las diferentes versiones de los sistemas operativos instalados en los dispositivos móviles por el momento a un se han realizado, pero se espera a futuro poder hacerlo.

10. Conclusiones

Los inventarios hoy en día juegan un papel indispensable en el éxito o fracaso de cualquier empresa, ya que son esenciales para la realización de cualquier proceso productivo, siendo por ello una parte considerable de las inversiones realizadas por toda compañía, en este proyecto se desarrolló una aplicación móvil que permite emplear el modelo EOQ con faltantes, siendo una herramienta muy eficaz para la solución de problemas relacionadas con el control de los inventarios. Esta aplicación proporciona grandes beneficios a las compañías como brindar un mejor servicio a los clientes, manejo y control de las existencias considerando también posibles faltantes y la optimización de los costos involucrados en el manejo de los inventarios.

Desde el punto de vista académico, la aplicación favorece el proceso de aprendizaje, ya que le permite a los estudiantes resolver problemas estructurados relacionados con el modelo EOQ de manera rápida y confiable, además de eliminar la incertidumbre al contar con una herramienta que les ayude a comprobar sus resultados obtenidos en las sesiones de clase. Esta aplicación como se puede observar en la Tabla 1.1, presenta una muy buena exactitud en cuanto a los resultados que presenta en comparación con la literatura y otras herramientas que hoy en día son utilizadas para la solución de este tipo de problemas como son la hoja de cálculo, solo que con la ventaja de emplear la movilidad y la familiaridad que hoy se día se presenta con el uso de dispositivos móviles, lo cual se manifiesta en el ahorro y reducción de tiempo empleado en la implementación del modelo EOQ. Como trabajos futuros se recomienda y/o se pretenden mejorar las interfaces de la aplicación, además de medir el impacto del uso de esta herramienta en las sesiones de clases relacionadas con los inventarios.

11. Referencias

Anderson, D. R., Sweeney, D., Williams, T., Camm, J., & Martin, K. (2011). *Métodos cuantitativos para los negocios* (Onceava ed.). México: Cengage Learning.

Bustos Flores, C. E., & Chacón Parra, G. B. (2012). Modelos determinísticos de inventarios para demanda independiente: Un estudio en Venezuela. *Contaduría y administración*, 57(3), 239-258.

Clayton, K. E., & Murphy, A. (2016). Smartphone Apps in Education: Students Create Videos to Teach Smartphone Use as Tool for Learning. *Journal of Media Literacy Education*, 8(2), 99-109.

Ally, M. & Prieto-Blázquez, J. (2014). What is the future of mobile learning in education? Mobile Learning Applications in Higher Education [Special Section]. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC)*. Vol. 11, No 1. pp. 142-151. doi <http://dx.doi.org/10.7238/rusc.v11i1.2033>

Martin, F. & Ertzberger, J. (2016). Here and now mobile learning: An experimental study on the use of mobile technology. *Computers and Education*. 68 (2013) 76–85

Pressman, R. (2010). *Ingeniería del software. Un enfoque Práctico* (Séptima ed.). México: McGraw-Hill.

Render, B., & Heizer, J. (2007). *Administración de la producción*. México: Pearson Educación.

Sommerville, I. (2005). *Ingeniería del software* (Séptima ed.). Madrid: Pearson Educación.

Velásquez Rodríguez, L. C., & Manrique Suarez, F. A. (2017). Estado del Arte sobre Aplicaciones Móviles. Caso de Estudio Enfocado a Estudiantes Universitarios en Bogotá, Colombia. *Universidad Distrital Francisco José de Caldas*.