

# **Sistema de control de obras vía web para mejorar el monitoreo de los procesos en los servicios de construcción de la empresa constructora J & M en la ciudad de Trujillo**

## **Control system works from the web to improve monitoring processes in building services J & M construction company in the city of Trujillo**

Judy Aredo Rojas<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Alumna de la facultad de Ingeniería de Sistemas, Universidad Cesar Vallejo-Trujillo  
[judyarivel@gmail.com](mailto:judyarivel@gmail.com), [jaredo@ucvvirtual.edu.pe](mailto:jaredo@ucvvirtual.edu.pe)

### **RESUMEN**

El objetivo de la presente investigación fue "Mejorar el monitoreo de los procesos en los servicios de construcción de la empresa constructora J&M, mediante un sistema de control de obras en la web". Se realizó una investigación aplicada y el diseño fue experimental, para el proceso de datos se empleó las pruebas t y Z; Se utilizó la metodología Iconix por su adaptabilidad rápida al proyecto. Los resultados obtenidos después de la implementación fueron: Reducción del tiempo promedio de registro de contratos en 3.57 minutos, lo que represento un 27.27%, también se redujo el tiempo promedio de asignación de herramientas por obra en un 4.15 minutos en términos porcentuales es 15.88%, el tiempo de registro de ejecución de actividades por obra disminuyo en 5.45 minutos, que en términos porcentuales es 48.66% y el tiempo promedio de generar reportes de las obras se redujo en 5.896 minutos, lo que representa el 43.37%, según los cálculos que se realizó a cada indicador; lo cual sirvió para que la empresa constructora J&M mejore significativamente sus procesos.

**Palabras Claves:** *Sistema de Control de Obras vía web, empresa constructora*

### **ABSTRACT**

The objective of the present investigation was to "Improve the monitoring of the processes in the construction services of the construction company J & M, through a control system of works on the web". It was performed applied, the design was experimental, for the data process we used the t and Z tests; Iconix methodology was used because of its rapid adaptability to the project The results obtained after implementation were: Reduction of the average time of contract registration in 3.57 minutes which represented a 27.27%, also the average time of assignment of tools per work In 4.15 minutes in percentage terms it is 15.88%, the time of registration of execution of activities per work decreased in 5.45 minutes that in percentage terms is 48.66% and the average time to generate reports of the works was reduced in 5.896 minutes which represents 43.37%, according to the calculations made for each indicator (4); This has helped J & M significantly improve its processes.

**Key Words:** *Control System of Works via web, Construction Company*

## 1. INTRODUCCIÓN

En nuestro país el sector construcción según lo publicado por la Cámara Peruana de la Construcción [1], crecerá hasta un 4%, esto como consecuencia de la nueva disposición del congreso que concede la potestad a las personas afiliadas a las AFP, de usar hasta el 25% de sus fondos para la inicial de la compra de una vivienda.

En el periodo enero-marzo de 2016, el sector construcción creció en 2,10%, es decir se mantiene las tendencias positivas de crecimiento en todos los ámbitos (edificaciones, saneamiento, pistas y veredas, etc.). En nuestra ciudad, como en otras, gracias al auge inmobiliario, el aumento de la inversión pública y privada además del aumento de crédito hipotecario y de la continuidad de los programas de financiamiento como Mi vivienda y Techo Propio, se han podido construir más viviendas y lograr la remodelación de centros comerciales como el Real Plaza Trujillo, la implementación de pistas y veredas, etc [2].

Siendo J & M Constructora una empresa abocada a este rubro desde hace 3 años, que se diferencia de otras por su creatividad en temas de acabados y excelente servicio brindado además de una visión precursora y de expansión, se hizo fácil analizarla, con el propósito de lograr una mejora notable para que su competitividad esté asegurada.

Sin embargo su experiencia en el tema tecnológico no está puesta en práctica porque según la información recolectada de la encuesta y entrevista realizada al personal administrativo, así como del análisis de documentos, la empresa continúa realizando registros de contratos manuales, lo que causa incomodidad en el personal administrativo y trae como consecuencia que el proceso tarde en consolidarse. La pérdida de herramientas como palanas, martillos, cascos, chalecos, raspín, etc. genera molestia en el jefe de obra puesto que ocasiona pérdidas económicas para éste y para la constructora.

Así mismo el proceso de registro de los avances de actividades de obra es tardío ya que la información no es entregada a tiempo; trayendo como consecuencia una desinformación del gerente de la empresa. Por otro lado la generación de reportes es lento dado que los documentos son colocados en archivadores, esto trae pérdidas significativas en cuestión tiempo.

Esto llama la atención porque al estar en un siglo caracterizado por el uso de las tecnologías de

información que hace posible el éxito de las empresas, debido a la oportunidad que se les brinda de agilizar sus procesos y lograr una toma de decisiones que ayuden a sobresalir de entre las demás, y por ende mantenerse en actividad, por muchos años; resulta poco congruente que esta empresa con visión futurista no ponga en práctica estas tecnologías, teniendo en cuenta que en nuestra región existe gran variedad de empresas que ofrecen los mismos servicios y por tanto la competitividad está garantizada.

De acuerdo a la problemática encontrada se sugirió implementar un software que permita a la empresa J & M Constructora realizar un seguimiento continuo a sus diversos procesos internos, a través del uso de equipos tecnológicos como computadoras, Tablet o celular asegurando así la reducción de tiempos y mejora de los procesos.

Palomino [3], para mejorar la administración de contratos de construcción, implementó un sistema vía web y así poder monitorear las obras las cuales están en ejecución haciendo uso de la metodología Xp (Programación extrema) con sus respectivas 4 fases. Se concluyó que el promedio de tiempo para el registro de los contratos inicialmente es de 20.57 minutos y el promedio de tiempo para el registro de los contratos en la actualidad es 5.875 min, lo que constituye una reducción de 14.875 min (71.70 %). De este modo el sistema web mejora y controla el estado de las herramientas que es punto clave para aumentar el nivel competitivo de la empresa.

Wilson [4], estudió la problemática de CERTICOM, teniendo como objetivo implementar un sistema informático web para mejorar las compras de Certicom, utilizando la metodología Iconix y Frameworks Richfaces. Se llegó a la conclusión que el sistema propuesto daba solución a la problemática encontrada disminuyendo así el tiempo que generan las órdenes de compra en un 82.1%, tiempo de obtención de reportes en un 56.7% y tiempo de aprobar requerimientos en un 81.6%. La implementación del sistema ayudó para reunir y utilizar la información para mejora las compras.

### 1.1 Teorías Relacionadas al Tema

#### 1.1.2 Sistema de Información

Según Santibez [5], el ciclo de vida de un sistema de información va de la mano con la organización, la mejor herramienta para implementar un sistema de

información es el computacional dado que se puede mantener el tiempo.

### 1.1.3 Procesos

Para Talledo [6], es el conjunto de pasos consecutivos que se ejecutan para obtener un objetivo.

### 1.1.4 Sector Construcción

Según [7], el sector construcción es aquel que usa materia prima (madera, cemento, fierro, aluminio, etc.) para ejecutar obras tanto públicas como privadas para la elaboración de edificaciones con el fin de ofrecer confort a la sociedad y atender las necesidades de la misma; permitiendo que éste se consolide como uno de los promotores del incremento de la economía colaborando así con el desarrollo del país.

### 1.1.5 Monitoreo en los Servicios de Construcción

Según Perez [8], es el seguimiento de las actividades que fueron planificadas en una empresa constructora, para poder supervisar y controlar los servicios que estas ofrecen.

### 1.1.6 Patrón de Diseño MVC

Kendall [9], señala que MVC (Modo vista controlador) se caracteriza por separar la vista y la lógica de negocio en 3 capas distintas. Aplicado en el desarrollo de aplicaciones web.

- a. **Modelo:** Es donde encontramos las reglas de negocio con las que trabaja el sistema.
- b. **Vista:** es la interfaz que el usuario observa.
- c. **Controlador:** es la capa que hace la comunicación entre el modelo y la vista y la que responde las solicitudes del usuario.

### 1.1.7 ICONIX

Es una metodología ágil de software se encuentra entre la metodología RUP y XP trabaja con UML con lo cual sintetiza el proceso sin dejar la documentación de lado y prioriza los artefactos más importantes para su desarrollo lo que busca la claridad de sus procesos para un buen análisis y diseño al ser iterativo e incremental [10] .

## 1.2 Justificación

**1.2.1 Económica:** El proyecto fue desarrollado bajo una plataforma libre con el uso de Netbeans y la base de datos MySQL, lo que permitió mejorar y optimizar sus procesos internos de control en los servicios de construcción y la empresa benefició al reducir costos en sus procesos.

**1.2.2 Operativa:** El software propuesto está diseñado de una forma agradable a la vista del usuario de una forma sencilla y fácil de aprender al utilizar, de esta manera contribuirá a disminuir tiempo de los proceso y a la mejora de ellos.

**1.2.3 Tecnológica:** El proyecto apoyó al área administrativa con la tecnología de información de herramienta para controlar los datos procesados y mejorar sus procesos internos que le permita estar al ritmo de la sociedad tecnológica y poder seguir expandiéndose logrando así ofrecer un servicio completo y óptimo .

## 1.3. Objetivo General

Mejorar el monitoreo de los procesos en los servicios de construcción de la empresa constructora J&M, mediante un sistema de control de obras vía web.

## 1.4 Objetivos Específicos

- ✓ Disminuir el tiempo en el registro de obras de servicios de construcción
- ✓ Disminuir el tiempo de asignación de herramientas a la obra de los servicios de construcción.
- ✓ Disminuir el tiempo de registro de la ejecución de las actividades de servicios de construcción.
- ✓ Disminuir el tiempo de generar reportes de obra de los servicios de construcción.

## 2. MÉTODO

### 2.1. Diseño de Investigación

- Tipo de Estudio: Aplicada
- Tipo de Diseño: Experimental

## 2.2. Variables

- Independiente:  
Sistema de Control de Obras vía Web.
- Dependiente:  
Monitoreo de los Procesos en los Servicios de Construcción

## 2.3. Indicadores:

- ✓ Tiempo promedio de registro de obras de servicios de construcción
- ✓ Tiempo promedio de asignación de herramientas a la obra de los servicios de construcción.
- ✓ Tiempo promedio de registro de la ejecución de las actividades de servicios de construcción.
- ✓ Tiempo promedio de generar reportes de obra de los servicios de construcción.

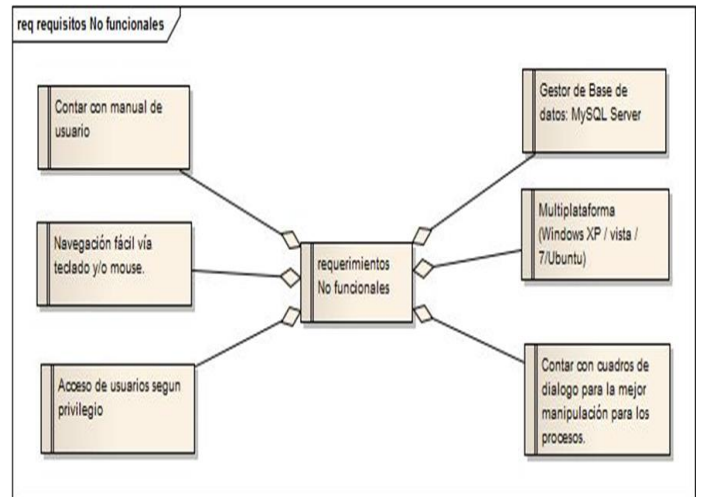


Figura 2: Requisitos no funcionales.  
Fuente:Elaboración Propia.

## 3. RESULTADOS

### 3.1 Metodología de desarrollo de software

- ✓ ICONIX

### 3.2 Fases:

#### 3.2.1 Fase I: Requerimientos

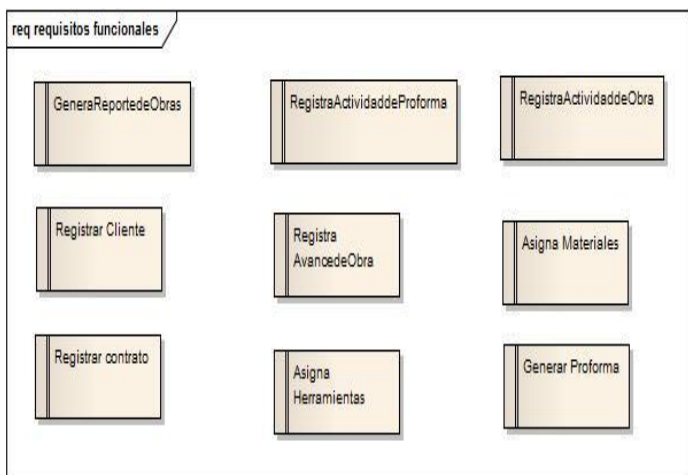


Figura 1: Requisitos Funcionales.  
Fuente:Elaboración Propia.

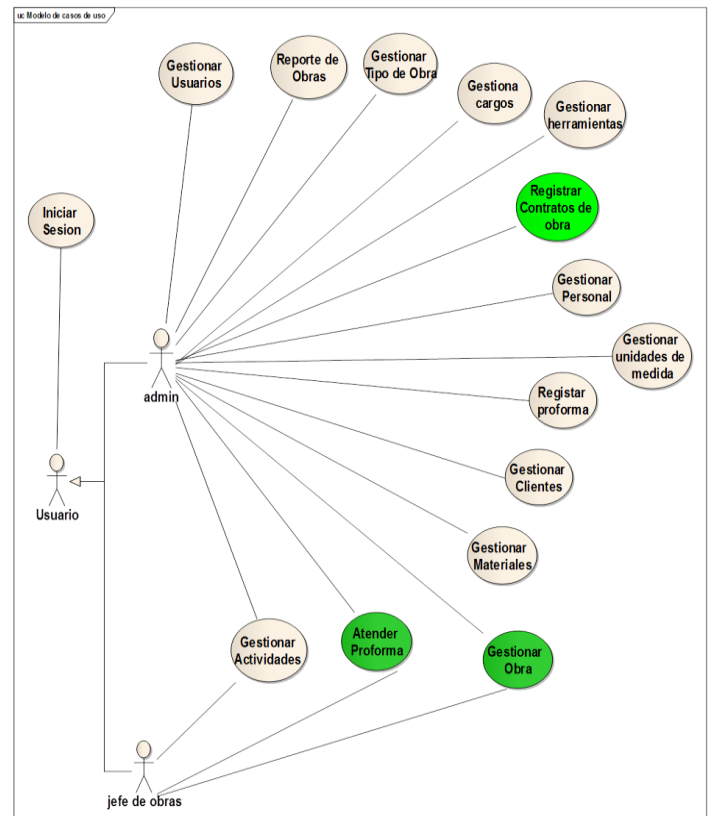


Figura 3: Casos de Uso del Sistema.  
Fuente:Elaboración Propia.

### 3.2.2 Fase II: Análisis y Diseño Preliminar

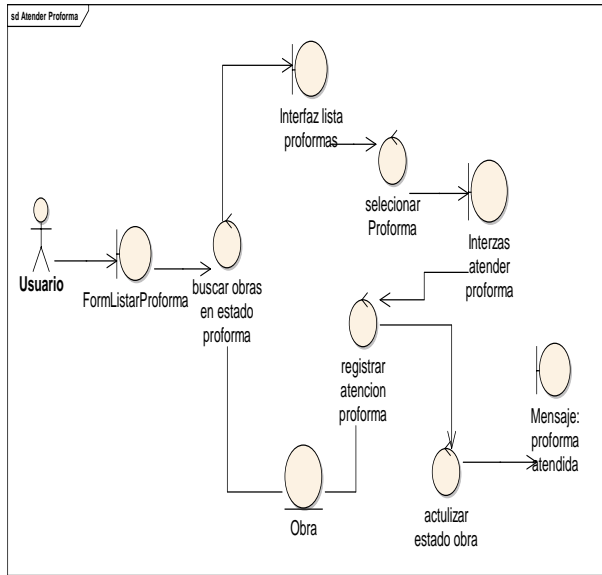


Figura 4: Atender Proforma.  
Fuente:Elaboración Propia.

### 3.2.3 Fase III: Diseño

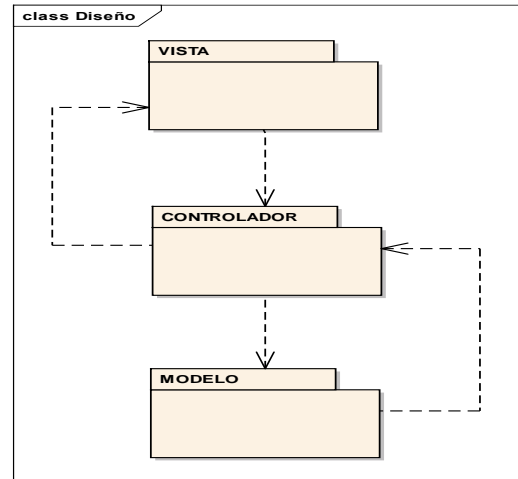


Figura 1: Arquitectura.  
Fuente:Elaboración Propia.

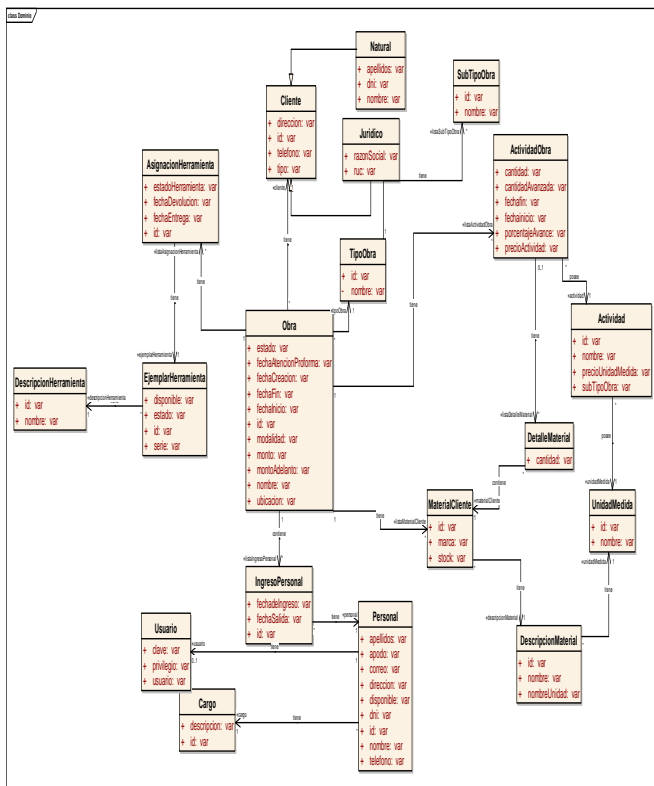


Figura 5: Dominio Actualizado.  
Fuente:Elaboración Propia.

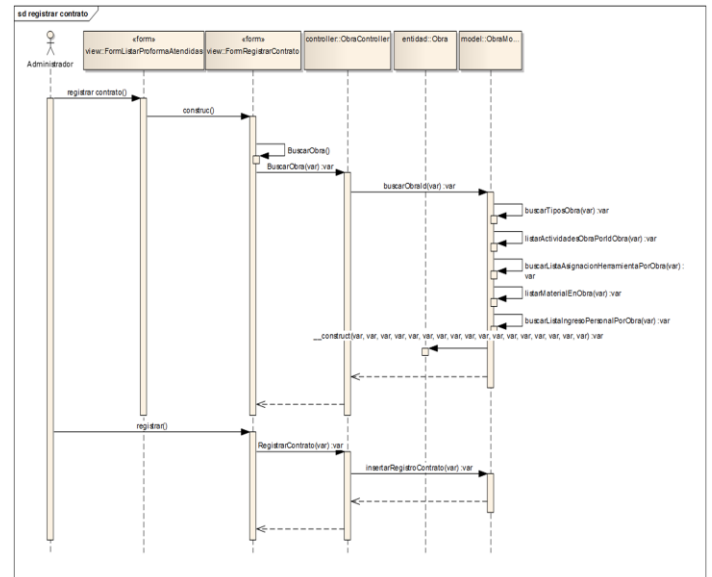


Figura 7: Secuencia registrar contrato.  
Fuente:Elaboración Propia.





Tabla 4: Comparación del indicador tiempo respuesta del sistema actual (Ta) Vs sistema propuesto (Tp).

Ta		Tp		Decremento	
Tiempo (minutos)	Porcentaje	Tiempo (minutos)	Porcentaje	Tiempo (minutos)	Porcentaje
13.625	100%	7.729	56.73	5.896	43.37

Fuente:Elaboración Propia

La tabla 4 muestra el promedio de Tiempo respuesta de los reportes de obra con el sistema actual el cual fue de 13.625 minutos, mientras que con el sistema propuesto fue de 7.729 minutos lo que representa un decremento de 5.896 (43.37%).

Al finalizar esta investigación distinguimos notablemente la diferencia que existe entre el sistema manual anterior y el sistema propuesto, mediante la constratación de hipótesis y análisis e interpretación de cada indicador en base a la problemática identificada a través de la encuesta aplicada a los trabajadores y revisión de documentos de la constructora J&M. En cuanto a la implementación del software se optó por la metodología Iconix por sugerencia de los expertos en el tema, el cual permitió un desarrollo rápido y eficaz puesto que se trabaja en fases utilizando diagramas hechos en UML.

Se inició con la primera Fase de requerimientos funcionales que necesitaba el sistema basados en los datos obtenidos de realidad problemática y requerimientos no funcionales, que estuvieron acorde con las necesidades de los usuarios (quienes son los que usaran el sistema).

Por otra parte se realizó el diagrama de casos de uso (Figura 7) donde se observan todos los casos de uso involucrados al sistema plasmándose las actividades más importantes y como se van a desarrollar. En la Figura 8 se encuentra el modelo de dominio inicial el que se obtuvo construyendo las principales clases (10) que en el inicio fueron consideradas pero que posteriormente fueron ampliadas a nivel de atributos y a su vez se muestra la relación entre ellas de acuerdo al rubro del negocio, posteriormente para poder priorizar los casos de uso se tuvo que hacer una tabla de priorización, Seguidamente se diseñaron prototipos los cuales presentan una puntuación de 18 que fueron los más importantes.

Se usaron técnicas del VAN y el TIR para la rentabilidad; siendo los resultados obtenidos S/ 19.804.22 y 71% respectivamente, que comparados con otros estudios ([3] y [4]) observamos que no realizaron la evaluación de la rentabilidad del

proyecto, por tanto se desconoció si fue factible o no.

En la segunda fase de análisis y diseño preliminar podemos observar las especificaciones donde se detalla cómo funciona el sistema y lo que va a hacer, mientras que en [3] se utilizó para el desarrollo del sistema la metodología RUP, la cual posee fases como: inicio, elaboración, construcción y transición.

También se implementó el Modelo de Dominio Actualizado donde encontramos que se extendieron nuestras clases aumentando a 21, así mismo se instauraron atributos y métodos importantes que se fueron desarrollando en el código del sistema.

En la tercera fase de diseño se agregó la arquitectura de diseño, los diagramas de secuencia y secuencia registrar contrato, así también observamos el modelo de base de datos de la constructora.

Para terminar con la metodología se desarrolló la Fase de Implementación donde se puede observar el diagrama de componentes donde se puede contemplar la metodología de desarrollo con el sistema MVC, en esta fase también se muestran las pruebas funcionales del sistema.

Por consiguiente la metodología seleccionada para nuestro desarrollo de software, Iconix, disminuyo el tiempo del registro del contrato de obra en 27%, el tiempo de asignación de herramientas en un 15%, tiempo de ejecución de actividades en 48.66% y en los reportes en un 43.37%.

También en [3], se concluyó que el promedio de tiempo, presentó un decremento de 14.875 minutos (71.70 %). Asimismo (Carbajal y otros, 2013) encontraron que el Tiempo de generar órdenes de compra disminuyo en 82.1%, el Tiempo de obtención de reportes en un 56.7% y Tiempo de aprobar requerimientos en un 81.6%.

Por tanto las investigaciones tomadas como referencia disminuyeron los tiempos en el proceso de ventas, y la presente investigación desarrollada tuvo por objetivo mejorar el monitoreo en los procesos de los servicios de construcción, lo cual se logró notoriamente.

## 5. CONCLUSIONES

La implementación en la empresa del sistema para controlar las obras permitió mejorar significativamente el monitoreo de procesos de la empresa constructora J&M.

Mediante los indicadores, la viabilidad y factibilidad del software se concluyó que es económicamente rentable para la constructora J & M.

Se utilizó la herramienta Enterprise Architect para elaborar los diversos diagramas como: robustez, casos de uso, modelo de dominio, diagramas secuencia y diagrama de componentes.

El promedio del tiempo empleado en el registro de contratos con el sistema propuesto se redujo en 3.57 minutos (27.27%) con respecto al sistema anterior.

El promedio del tiempo de respuesta de asignación de herramientas por obra con el sistema implementado se redujo a 4.146 minutos (15.88%) con respecto al sistema anterior.

El indicador del tiempo promedio de registro de ejecución de actividades por obra con el Sistema propuesto se redujo en 5.45 minutos (48.66%) con respecto al sistema anterior.

El tiempo de respuesta de los reportes de obra con el sistema implementado se redujo en 5.896 minutos (43.37%) con respecto al sistema anterior.

En definitiva la metodología Iconix fue de gran apoyo para la implementación del software permitió alcanzar los objetivos trazados.

## 6. AGRADECIMIENTOS

- ✓ Agradecer en primera instancia a Dios por ser parte importantísima en la ejecución de esta investigación, por brindarme de una manera sencilla la fuerza para no rendirme ante los obstáculos que se presentaron.
- ✓ A la Constructora J&M por brindarme su apoyo proporcionándome su información de una manera clara y por haber dejado implantar mi sistema en sus procesos.
- ✓ A mi asesor Oscar Méndez Zavaleta que con su responsabilidad hizo que me esfuerce por llegar a cumplir sus expectativas y brindarme su apoyo para ejecutar esta gran labor y poder desempeñarme como mi gran sueño un Ingeniero de Sistemas.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Gestión.[homepage en internet]. Lima: Gestion ; c2016. [Citado: 2 Junio 2016] . Disponible en :<http://gestion.pe/economia/capeco-sector-construccion-se-recuperara-este-ano-y-crecera-hasta-4-2161062>

[2] INEI.[homepage en internet]. Lima: Instituto nacional de estadística e informática ; c2016. [Citado: 2 Junio 2016] . Disponible en: <https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/poblacion-y-vivienda/>

[3] Palomino J . Sistema De Administración De Contratos De Construcción Vía Web Para Mejorar La Gestión De La Información De Las Obras Civiles En Cía Constructora Haifa S.A.C [Tesis]. Trujillo: Universidad Cesar Vallejo. Facultad de Ingeniería. Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Sistemas; 2014.

[4] Wilson D. Implementación de un Sistema Informático Web Para La Gestión De Compras De La Empresa Certicom S.A.C Usando La Metodología Iconix y Frameworks Spring, Hibernate y Richfaces

[Tesis]. Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego Facultad de Ingeniería. Escuela Profesional de Ingeniería de Computación y Sistemas; 2013.

[5] Santibez J. Sistemas de Información. *JMS*. [homepage en internet].Santiago:Universidad de Santiago de Chile;c2012 [Citado: 11 Febrero 2012]. Disponible en :<http://www.caos.cl/jms>

[6] Talledo, J. El concepto de los procesos en los servicios y las funciones de un responsable de procesos. S.I: Universidad de Piura. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales .2012.

[7] OIT.[homepage en internet].Ginebra : Organización Internacional del Trabajo, c2015. [Citado: 11 Noviembre 2015] . Disponible en : <http://www.ilo.org/global/industries-and-sectors/construction/lang--es/index.htm>

[8] Pérez J. Monitoreo y Control de Avances de Obras. México: Catarina; 2014.

[9] Kendall K, Kendall E. Análisis de Sistemas y Diseño.8a ed .Nueva Jersey : Prentice Hall ; 2012.

[10] Ambler s. Modelagem ágil: Práticas eficazes para a programação extrema e o processo unificado. Brazil : Bookman Companhia Ed; 2004.