

## ORIGINAL

**Estimación del esfuerzo del desarrollo del sistema para las maestrías del Instituto Pedro Kourí.**

Ing. Mario Barrientos Rodríguez, Aspirante a Investigador. [[mariobr@infomed.sld.cu](mailto:mariobr@infomed.sld.cu)]   
*Unidad Central de Cooperación Médica. La Habana, Cuba.*

Dr.C. Grisel Zacca González. [[grisel.zacca@infomed.sld.cu](mailto:grisel.zacca@infomed.sld.cu)]   
*Centro Nacional de Información de Ciencias Médicas, Infomed. La Habana, Cuba.*

MS. Yisel Torres Rojo. [[yiseltr@infomed.sld.cu](mailto:yiseltr@infomed.sld.cu)]   
*Unidad de Promoción de Salud y Prevención de Enfermedades. La Habana, Cuba.*

**Resumen**

Puntos de Caso de Uso constituye un método muy efectivo para estimar el esfuerzo requerido en el desarrollo de un sistema. Este permite estimar el esfuerzo del desarrollo del sistema de gestión para los Programas de maestrías del Instituto Pedro Kourí, objetivo que persigue este artículo. Es un método efectivo para la estimación del esfuerzo del desarrollo de un software. Se emplea para el cálculo de los actores y los casos de uso identificados. Con su aplicación se obtuvieron los resultados asociados a cada etapa que propone el método. La estimación realizada en el proyecto Sistema de gestión para los Programas de maestrías del Instituto Pedro Kourí estableció un esfuerzo para el desarrollo del software aproximadamente de un año y un mes. El software constituye una herramienta de estimación necesaria y oportuna que puede ser utilizada por los directivos para la toma de decisiones relacionadas con la gestión de los procesos docentes y su informatización. El método permitió la obtención satisfactoria del Sistema para los Programas de maestrías del Instituto Pedro Kourí, así como, resolver el problema de gestión de la información relacionada con los programas de maestrías del instituto y un mayor dinamismo en la respuesta a cualquier solicitud de información.

**Palabras claves:** desarrollo de software; métodos de estimación; instituto pedro kouri; ipk; puntos de casos de uso; sistemas web.

**Recibido:** 12/02/2020 | **Aceptado:** 30/05/2020

**Estimation of the effort of the development of the system for the master's degree of Pedro kourí Institute.**

**Abstract**

Use Case Points is a very effective method to estimate the effort required in the development of a system. It permits to estimate the effort to develop the Management System for Pedro Kourí

Institute Master's Programs. The using of the Use case Points method is a very effective one for estimating software development effort, which uses the identified actors and use cases for the calculation. The results associated with each stage proposed by the Use Case Point estimation method were obtained. The estimate made in the Project Management System for Master's Programs of Pedro Kourí Institute established an effort for software development of approximately one year and one month. It constitutes a necessary and appropriate estimation tool that can be used by managers to make decisions related to the management of teaching processes and their computerization. The estimation method by using cases allowed the satisfactory obtaining of the System for Master's Programs of Pedro Kourí Institute, as well as solving the information management problem related to the institute's master's programs and greater dynamism in the answer to any request for information.

**Keywords:** software development; estimation methods; pedro kouri institute; pki; points of use cases; web systems.

## **Introducción**

La especificación de los requisitos a través de los Casos de Uso ha demostrado ser uno de los recursos más efectivos para capturar la funcionalidad de un sistema (Baquero, Argota, Rodríguez y Ciudad, 2016). Este suceso se puede reconocer en las diferentes metodologías de desarrollo de software utilizadas en la actualidad (Crêspo, Peña, Verdecia y Fustiel, 2016; Vera, Córdova, López y Pacheco, 2019), como el Proceso Unificado de Rational (Rational Unified Process) o Métrica Versión 3, en las cuales según lo planteado por Cervantes y Gómez (2012) se establece la utilización de Casos de Uso para especificar la funcionalidad de los sistemas en desarrollo.

Baquero et al. (2016) refieren que la técnica de Casos de Uso permite especificar el comportamiento de un sistema en términos de actores y casos de uso. Un actor típicamente representa a un usuario humano o a otro sistema que interactúa con el sistema bajo análisis. Un caso de uso representa un gránulo funcional del sistema bajo análisis, relatado como la posible secuencia de interacciones que uno o más actores llevan a cabo en el sistema para obtener un resultado de valor significativo.

Si bien los Casos de Uso garantizan la descripción detallada de la funcionalidad de un sistema bajo análisis, no permiten por sí mismos ejecutar una estimación del tamaño que tendrá el sistema o del esfuerzo que tomaría desarrollarlo.

La estimación por Puntos de Caso de Uso, al decir de Estrada y Escalona, (2010) y Mitre, Ortega y Lemus, (2014), constituye un método muy efectivo para estimar el esfuerzo requerido

en el desarrollo de un sistema, si se sigue una aproximación iterativa como el Proceso Unificado de Rational. En este paradigma de aproximación, los primeros Casos de Uso a desarrollar son los que ejercitan la mayor parte de la arquitectura del software y los que a su vez ayudan a mitigar los riesgos más significativos (iteraciones de la fase de Elaboración en el Proceso Unificado).

En el proyecto de Investigación y desarrollo de Sistemas de gestión académica del Instituto de Medicina Tropical “Pedro Kouri” entre las metas definidas para este año se encuentra la obtención de un Sistema para la gestión para los Programas de maestrías del mencionado instituto, pero no se cuenta con una estimación del tiempo de duración de su desarrollo y es por ello que surge la necesidad de emplear un método para este tipo de estimación y tomar así las precauciones necesarias para el desarrollo de dicho producto informático.

El presente artículo tiene como objetivo estimar el esfuerzo del desarrollo del Sistema de gestión para los Programas de maestrías del Instituto Pedro Kourí.

### **Población y muestra**

En el estudio se empleó el método analítico-sintético (Rodríguez y Pérez, 2017) para la identificación del método de Puntos de Caso de Uso así como su aplicación en el proyecto de investigación Sistema de gestión para los Programas de maestrías del Instituto Pedro Kourí.

Descripción del método de estimación por Puntos de caso de uso:

Puntos de caso de uso es un método para la estimación del esfuerzo en el desarrollo de proyectos de software, a partir de sus casos de uso. Este método emplea los actores y casos de uso identificados para calcular el esfuerzo que significará desarrollarlos. (Antúnez, Valdovinos, Marcial, Ramos y Herrera, 2016)

A los casos de uso se les asigna una complejidad basada en transacciones, determinadas como una interacción entre el usuario y el sistema, mientras que a los actores se les asigna una complejidad basada en su tipo, es decir, si son interfaces con usuarios u otros sistemas. Además, se utilizan factores de entorno y de complejidad técnica para ajustar el resultado.

El método de punto de casos de uso está constituido por cinco etapas, en las que se desarrollan los siguientes cálculos: (Rodríguez y Pérez, 2017; Antúnez et al. 2016)

1. Puntos de caso de uso sin ajustar (PCU).

Se calcula mediante la siguiente ecuación:

$PCU = FPA + FPCU$  donde,

- FPA: Factor de Peso de los Actores sin ajustar.

Se obtiene realizando la sumatoria de todos los pesos de los actores

$$\text{FPA} = \Sigma (\text{Actores} * \text{Factor de Peso})$$

- FPCU: Factor de Peso de los Casos de Uso sin ajustar.

Se obtiene realizando la sumatoria de todos los pesos de los casos de uso:

$$\text{FPCU} = \Sigma (\text{Casos de uso} * \text{Factor de Peso})$$

## 2. Puntos de caso de uso ajustados (PCUA).

Se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\text{PCUA} = \text{PCU} \times \text{FCT} \times \text{FA} \text{ donde,}$$

- PCU: Puntos de Casos de Uso sin ajustar (Etapa 1)
- FCT: Factor de Complejidad Técnica

Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\text{FCT} = 0.6 + 0.01 * \Sigma (\text{Peso } i * \text{Valor asignado } i)$$

- FA: Factor de Ambiente

Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\text{FA} = 1.4 - 0.03 * \Sigma (\text{Peso } i \times \text{Valor asignado } i)$$

## 3. Esfuerzo de desarrollo (esfuerzo de implementación del proyecto)

Se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$E_d = \text{PCUA} * \text{FC} \text{ donde,}$$

- PCUA: Puntos de Casos de Uso Ajustados (Etapa 2).
- FC: Factor de Conversión.

Para el cálculo del FC se deben seguir las siguientes indicaciones:

Cantidad de factores de los que afectan al FA están por debajo del valor medio (3), para los factores 1 al 6.

Cantidad de factores de los que afectan al FA están por encima del valor medio (3), para los factores 7 y 8.

Si el total es 2 o menos, se utiliza el factor de conversión 20 horas-hombre/PCU.

Si el total es 3 o 4, se utiliza el factor de conversión 28 horas-hombre/PCU.

Si el total es mayor o igual que 5, se recomienda efectuar cambios en el proyecto, ya que se considera que el riesgo de fracaso del mismo es demasiado alto.

## 4. Cálculo del Esfuerzo total

Se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$E_t = E_d / 0.4 \text{ (Etapa 3)}$$

## 5. Estimación del tiempo de desarrollo del proyecto

Se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$T_{Des} = E_t / CH \text{ donde,}$$

- $E_t$ : Esfuerzo total (Etapa 4)
- CH: Es la cantidad de hombres que desarrollan el proyecto por la cantidad de horas que trabajan en el mes.

### Análisis de los resultados

1. Se obtuvieron los resultados de los cálculos asociados a cada etapa que propone el método de estimación por Puntos de casos de uso.

**Tabla N°1.** Factor de Peso de los Actores sin ajustar.

Tipo de Actor	Descripción	Factor de Peso	Número de Actores	Resultado
Simple	Otro sistema que interactúa con el sistema a desarrollar mediante una interfaz de aplicación.	1	0	0
Medio	Otro sistema que interactúa con el sistema a desarrollar mediante un protocolo o una interfaz basada en texto.	2	0	0
Complejo	Una persona que interactúa con el sistema a desarrollar mediante una interfaz gráfica.	3	6	18
<b>Total</b>				18

Fuente: (Rodríguez y Pérez, 2017; Antúnez et al. 2016)

**Tabla N°2.** Factor de Peso de los Casos de Uso sin ajustar.

Tipo de Caso de Uso	Descripción	Factor de Peso	Número de Caso de Uso	Resultado
Simple	1-3 transacciones	5	9	45
Medio	4-7 transacciones	10	0	0
Complejo	+8 transacciones	15	0	0
<b>Total</b>				45

Fuente: (Rodríguez y Pérez, 2017; Antúnez et al. 2016)

Etapa 1: El resultado del cálculo de los Puntos de Casos de Uso sin ajustar obtenido es:

$$PCU = FPA + FPCU = 18 + 45 = 63$$

**Tabla N° 3** Factor de Complejidad Técnica.

Factor	Descripción	Peso	Valor asignado	Resultado
1	Sistema distribuido	2	3	6
2	Objetivos de performance o tiempo de respuesta	1	3	3
3	Eficiencia del usuario final	1	4	4
4	Procesamiento interno complejo	1	2	2
5	El código debe ser reutilizable	1	2	2
6	Facilidad de instalación	0.5	3	1.5
7	Facilidad de uso	0.5	3	1.5
8	Portabilidad	2	4	8
9	Facilidad de cambio	1	4	4
10	Concurrencia	1	3	3
11	Incluye objetivos especiales de seguridad	1	2	2
12	Provee acceso directo a terceras partes	1	0	0
13	Se requieren facilidades especiales de entrenamiento a usuarios	1	0	0
<b>Total</b>				<b>37</b>

Fuente: (Rodríguez y Pérez, 2017; Antúnez et al. 2016)

El resultado del cálculo del Factor de Complejidad Técnica obtenido es el siguiente:

$$FCT = 0.6 + 0.01 * \sum (\text{Peso } i * \text{Valor asignado } i) = 0.6 + 0.01 * (37) = 0.97$$

**Tabla N° 4** Factor Ambiente.

Factor	Descripción	Peso	Valor asignado	Resultado
1	Familiaridad con el modelo de proyecto utilizado	1.5	3	4.5
2	Experiencia en la aplicación	0.5	2	1
3	Experiencia en la orientación a objetos	1	3	3
4	Capacidad del analista líder	0.5	5	2.5
5	Motivación	1	4	4
6	Estabilidad de los requerimientos	2	3	6
7	Personal a tiempo parcial	-1	3	-3
8	Dificultad del lenguaje de programación	-1	3	-3
<b>Total</b>				<b>15</b>

Fuente: (Rodríguez y Pérez, 2017; Antúnez et al. 2016)

El resultado del cálculo del Factor Ambiente obtenido es el siguiente:

$$FA = 1.4 - 0.03 * \sum (\text{Peso } i * \text{Valor asignado } i) = 1.4 - 0.03 * (15) = 0.95$$

Etapa 2: El resultado del cálculo de los Puntos de Casos de Uso Ajustados obtenido es:

$$PCUA = PCU \times FCT \times FA = 63 * 0.97 * 0.95 = 58.05$$

Etapa 3: Según los criterios definidos para el cálculo del Factor de Conversión, los factores que afectan al **FA** por debajo del valor medio (3), para los factores 1 al 6 y los factores que están por encima del valor medio (3), para los factores 7 y 8, suman 2; por lo que se utiliza el factor de conversión 20 horas-hombre/PCU.

El resultado del cálculo del Esfuerzo de desarrollo obtenido es:

$$E_d = PCUA * FC = 58.05 * 20 = 1161 \text{ Horas-Hombre.}$$

Etapa 4: El resultado del cálculo del Esfuerzo total del desarrollo obtenido es:

$$E_t = E_d / 0.4 = 2902 \text{ [horas-hombre]}$$

**Tabla N° 5** Esfuerzo total del desarrollo del software.

Actividad	Porcentaje	Horas/Hombre
Análisis	10 %	290.25
Diseño	20 %	580
Implementación	40 %	1161
Pruebas	15 %	435.375
Sobrecarga (otras actividades)	15 %	435.375
<b>TOTAL</b>	<b>100 %</b>	<b>2902</b>

**Fuente:** (Rodríguez y Pérez, 2017; Antúnez et al. 2016)

Etapa 5: El cálculo del tiempo de desarrollo aproximado del proyecto es:

$$T_{Des} = E_t / CH = 2902 / 1 \text{ H [horas]}$$

(Trabajando 8 horas por 30 días de un mes = 240 horas/mes)

$$T_{Des} = 2902 / 240 = 12.91 \text{ (meses)}$$

Redondeando por exceso, el tiempo de desarrollo del proyecto estimado es:

$$T_{Des} = 13 \text{ [meses]} = 1 \text{ año y 1 mes}$$

2. Constituye una herramienta de estimación necesaria y oportuna, que puede ser utilizada en la toma de decisiones relacionadas con la gestión de los procesos docentes y su informatización, fundamental en la obtención en tiempo del modelo de dominio (Losavio y Esteves, 2015) para el Sistema para los Programas de maestrías del Instituto Pedro Kourí (Figura N° 1).

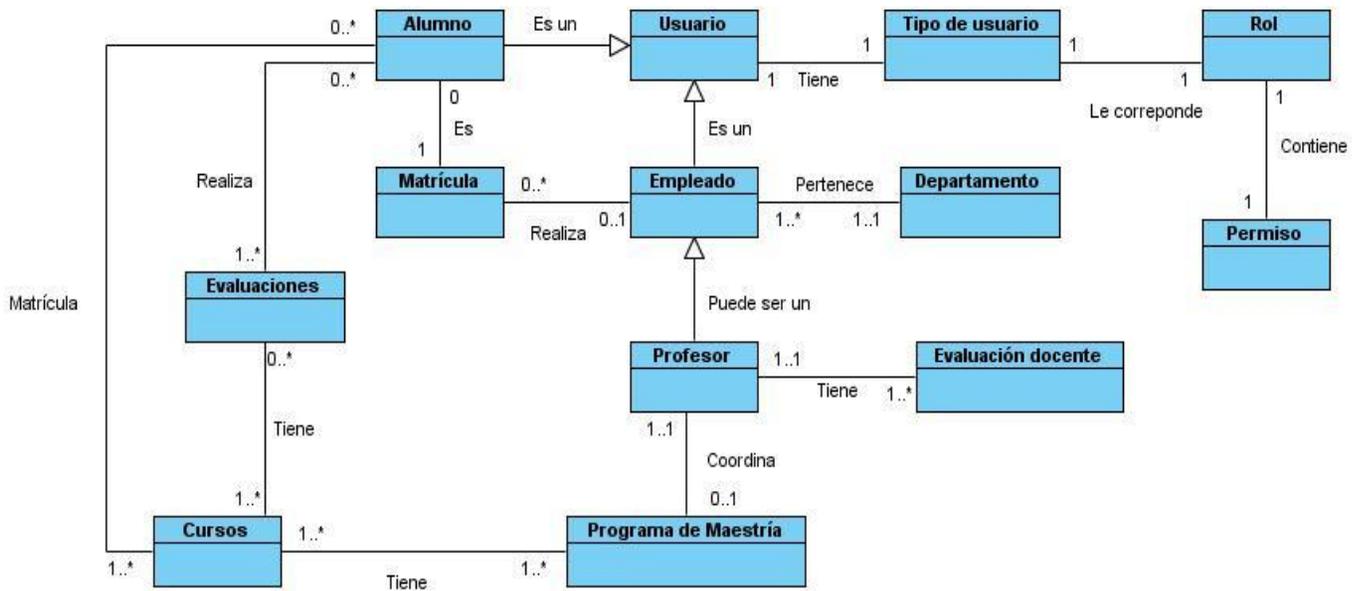


Figura N° 1 Modelo del dominio del sistema.

Fuente: Elaboración propia (2019).

- Se obtuvo en tiempo todos los artefactos especificados en el desarrollo del Sistema para los Programas de maestrías del Instituto Pedro Kourí, como por ejemplo el diagrama de casos de uso del sistema (Figura N° 2). (Rodríguez y Caro, 2012)

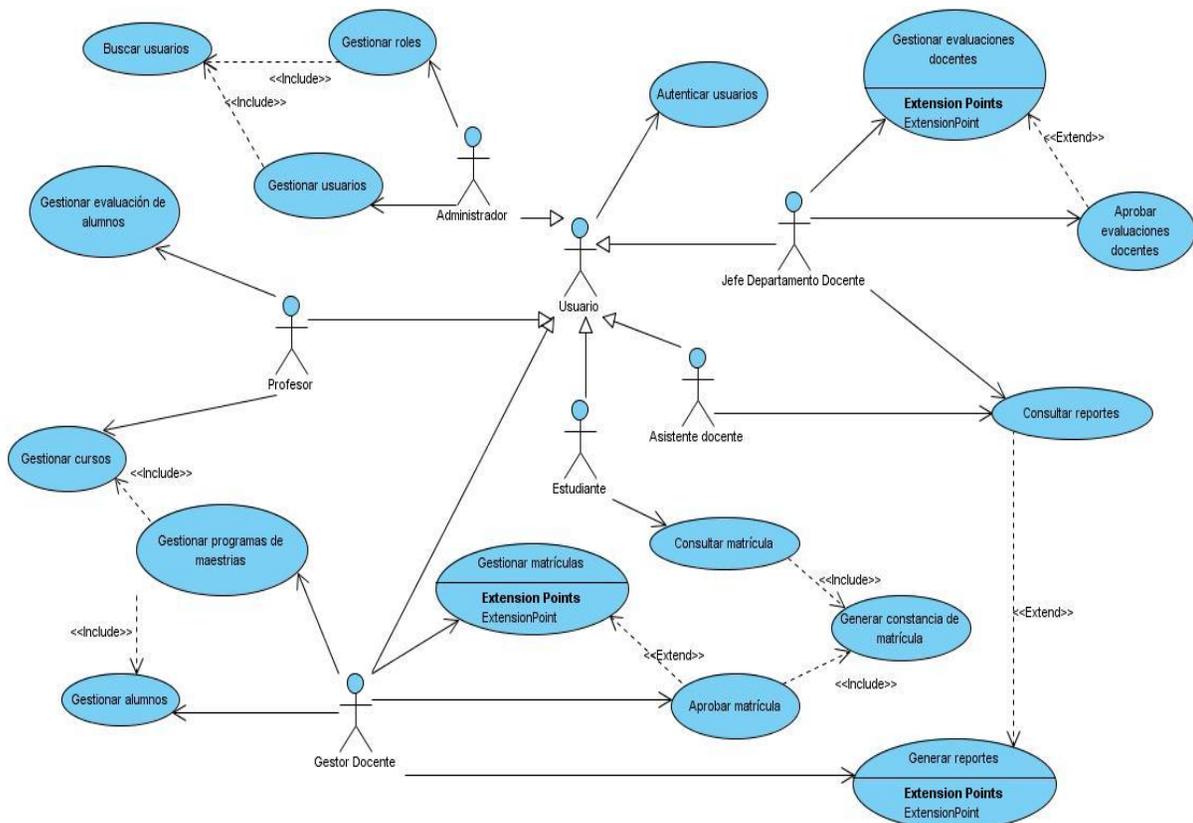


Figura N° 2 Diagrama de Casos de uso del sistema.

Fuente: Elaboración propia (2019)

- Se obtuvo en tiempo versión 1.0 del Sistema de gestión para los Programas de maestrías del Instituto Pedro Kourí (Figura N° 3)- (Figura N° 6).

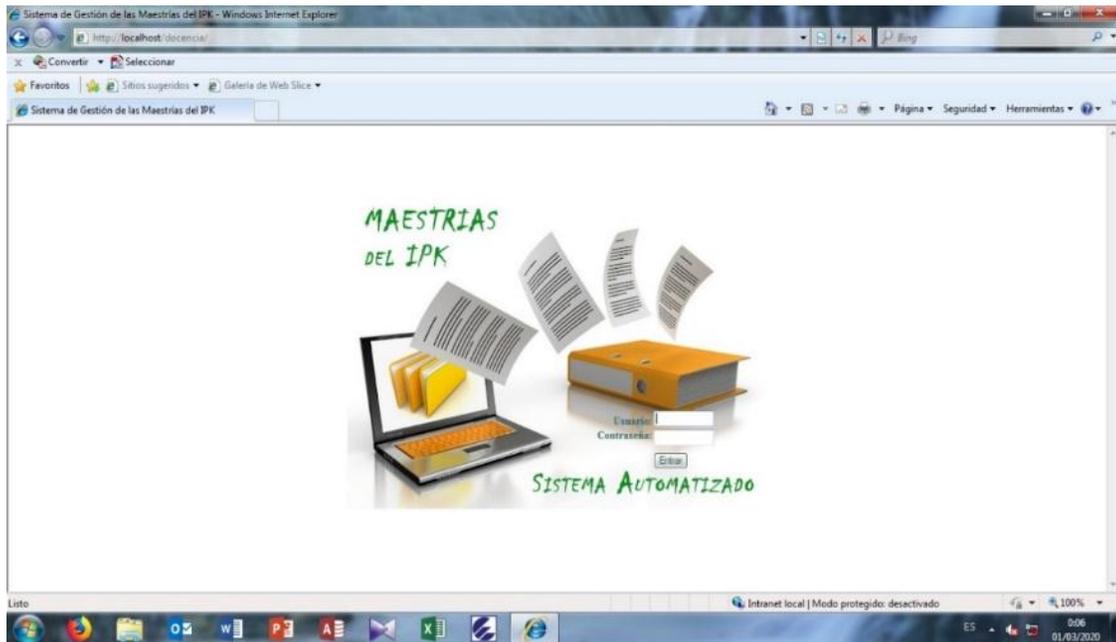


Figura N° 3 Interfaz de autenticación del Sistema Maestrías del IPK.

Fuente: Elaboración propia (2019)

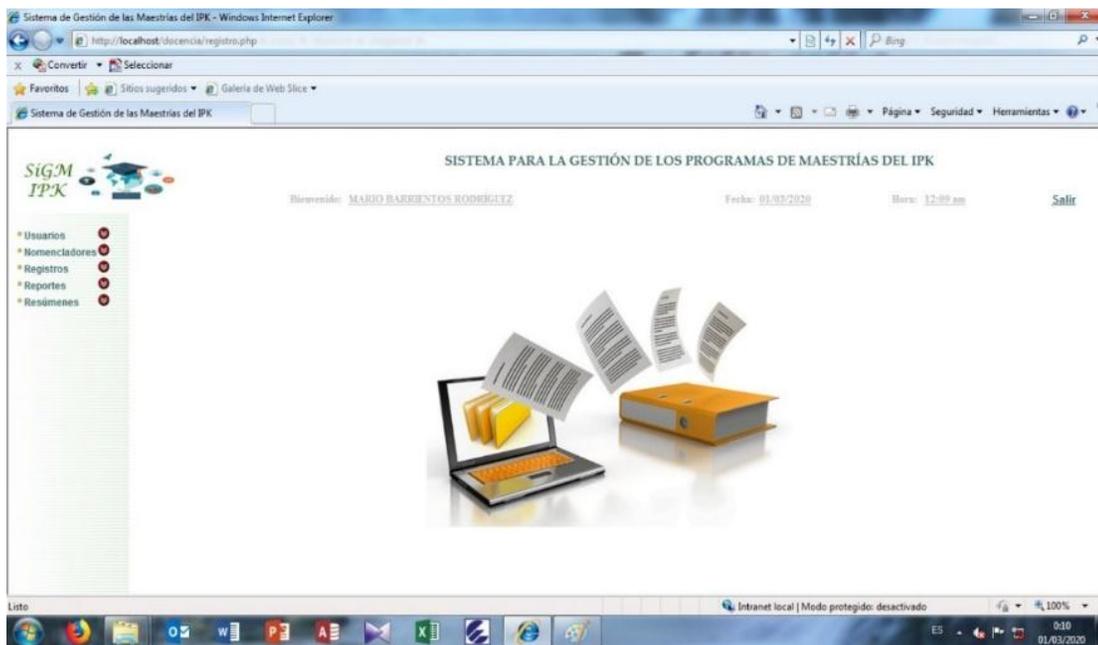


Figura N° 4 Interfaz principal del Sistema Maestrías del IPK.

Fuente: Elaboración propia (2019)

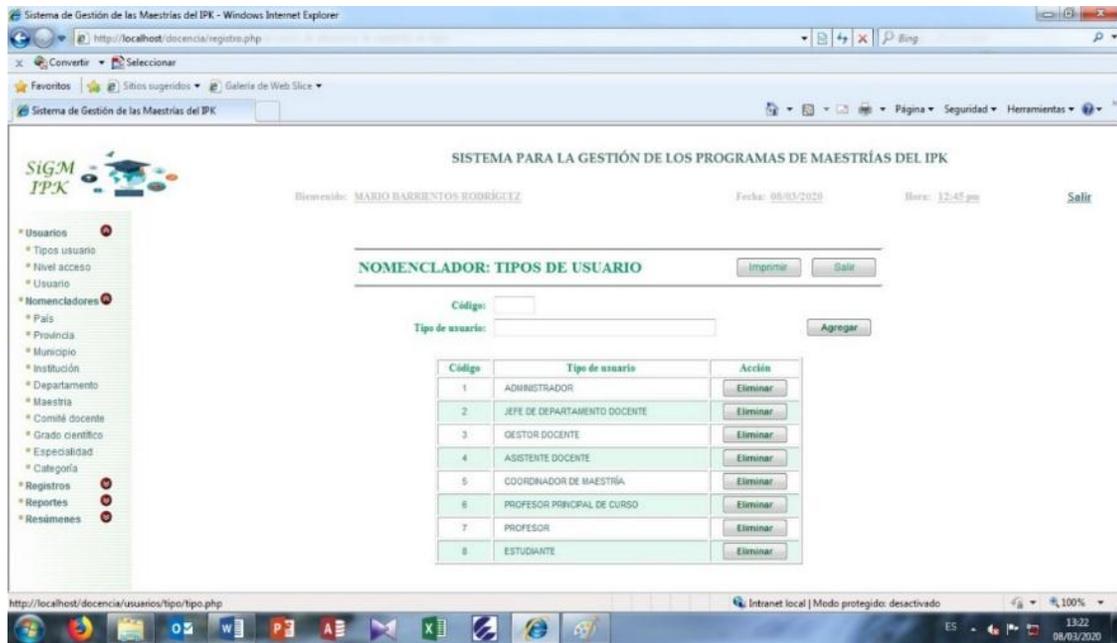


Figura N° 5 Interfaz para el nomenclador tipo de usuario.

Fuente: Elaboración propia (2019)



Figura N° 6 Interfaz para el acceso a los usuarios registrados en el sistema.

Fuente: Elaboración propia (2019)

El método de estimación por casos de uso utilizado en el proyecto Sistema de gestión para los Programas de maestrías del Instituto Pedro Kourí estableció un esfuerzo para el desarrollo del software aproximadamente de 1 año y 1 mes.

Para el desarrollo de la aplicación informática se realizó un análisis de las tecnologías, herramientas y metodologías más apropiadas para el diseño e implementación del software.

Para ello se consultó diversas bibliografías actualizadas que validara las razones por las cuales fueron escogidas. La metodología de desarrollo de software seleccionada fue Proceso Unificado de Desarrollo y para el modelado del sistema el Lenguaje Unificado de Modelado. Las herramientas de desarrollo empleadas fueron: Visual Paradigm for UML 6.4 Enterprise Edition para el diseño del sistema, WampServer 2.0f como entorno de desarrollo, el Sistema de gestión de base de datos MySQL 5.1.30, el Framework de desarrollo Zend Studio 5.5.1 y el servidor web Apache 2.2.11. (Vera, Córdova, López y Pacheco, 2019; Mendoza, Baquero y Mar, 2019; Sandria, 2016; Tovar y Gómez, 2017; Coggeshall y Tocker, 2009)

### Conclusiones

1. El método de estimación por casos de uso utilizado en el proyecto Sistema de gestión para los Programas de maestrías del Instituto Pedro Kourí estableció un esfuerzo para el desarrollo del software aproximadamente de 1 año y 1 mes.
2. La estimación realizada permitió la obtención satisfactoria del sistema de gestión docente, así como, resolver el problema de gestión de la información de los programas de maestrías del instituto y un mayor dinamismo en la respuesta a cualquier solicitud de información.
3. Proporciona a los directivos de las instituciones docentes una herramienta de estimación necesaria y oportuna que puede ser utilizada para la toma de decisiones relacionadas con la gestión de los procesos docentes y su informatización, ya que constituye un método muy efectivo para estimar el esfuerzo requerido en el proceso de desarrollo de un sistema.

### Referencias Bibliográficas

- Antúnez Barbosa, T. A., Valdovinos Rosas, R. M., Marcial Romero, J. R., Ramos Corchado, M. A. y Herrera Arriaga, E. (2016). Estimación de costos de desarrollo, caso de estudio: Sistema de Gestión de Calidad del Reactor TRIGA Mark III. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 10(1), 215-228. Recuperado de <http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sciarttext&pid=S2227-18992016000100018&lng=es&tlng=es>
- Baquero Hernández, L. R., Argota Vega, L. E., Rodríguez Valdés, O., y Ciudad Ricardo, F. Á. (2016). Método para el modelado y prueba de Diagramas de Casos de Uso mediante redes de Petri. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 10(Supl. 2), 138-149. Recuperado de <http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sciarttext&pid=S2227-18992016000600011&lng=es&tlng=es>
- Cervantes Ojeda, J., y Gómez Fuentes, M. C. (2012). Taxonomía de los modelos y metodologías de desarrollo de software más utilizados. *Universidades*, (52), 37-47. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=373/37326902005>

- Coggeshall, J. y Tocker, M. (2009). Introduction to Zend Studio for Eclipse. doi: 10.1007/978-1-4302-1975-0\_2
- Crêspo Boaventura, J., Peña Herrera, E., Verdecia Vicet, P. y Fustiel Alvarez Y. (2016). Elección entre una metodología ágil y tradicional basado en técnicas de soft computing. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 10(Especial UCIENCIA), 145-158. Recuperado de <http://scielo.sld.cu/pdf/rcci/v10s1/rcci11517.pdf>
- Estrada Molina, O. y Escalona Griff, L. (2010). Método de puntos de casos de uso y CMMI nivel 2 en el proyecto de desarrollo de sistemas de información geográfica para dispositivos móviles. *Revista Avanzada Científica*, 13 (2), p. 12. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5074446.pdf>
- Losavio, F. y Esteves, Y. (2015). Modelo del Negocio para Análisis del Dominio del Software Educativo: un enfoque centrado en la calidad del producto. *Sapiens. Revista Universitaria de Investigación*, 16(1), 49-76. Recuperado de <http://ve.scielo.org/pdf/sp/v16n1/art04.pdf>
- Mendoza Peña, D., Baquero Hernández, L. y Mar Cornelio, O. (2019). En Conferencia Científica Internacional de la Universidad de Holguín. Recuperado de <https://eventos.uho.edu.cu/index.php/ccm/ccm9/paper/view/2317>
- Mitre-Hernández, Hugo A., Ortega-Martínez, Edgar, & Lemus-Olalde, Cuauhtémoc. (2014). Estimación y control de costos en métodos ágiles para desarrollo de software: un caso de estudio. *Ingeniería, investigación y tecnología*, 15(3), 403-418. Recuperado de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-77432014000300007&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-77432014000300007&lng=es&tlng=es)
- Rodríguez, A. y Caro, A. (2012). Obteniendo Casos de Uso centrados en la Calidad de los Datos desde Procesos de Negocio descritos con BPMN. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, (10), 65-16. doi: 10.4304/risti.10.65-80
- Rodríguez, A. y Pérez, A. O. (2017). Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento. *Revista EAN*. doi: 10.21158/01208160.n82.2017.1647
- Sandria-Reynoso, J. (2016). Instalación de WampServer 3. doi: 10.13140/RG.2.2.30976.23042
- Tovar, J. y Gómez, M. (2017) Comparación del rendimiento de los comandos Insert, Select y Delet en los sistemas gestores de bases de datos Oracle y MYSQL. *INVENTUM*, (23), 10-21. doi: 10.26620/uniminuto.inventum.12.23.2017.10-21
- Vera Paredes, D. A., Córdova Martínez, L. C., López Bermúdez, R. M., & Pacheco Mendoza, S. R. (2019). Análisis de la metodología RUP en el desarrollo de software académico mediante la herramienta DJANGO. *RECIMUNDO*, 3(2), 964-979. Recuperado de [https://doi.org/10.26820/recimundo/3.\(2\).abril.2019.964-979](https://doi.org/10.26820/recimundo/3.(2).abril.2019.964-979)